



ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ
АГЕНТСТВО УКРАЇНИ



НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР
АЕРОКОСМІЧНОЇ ОСВІТИ
МОЛОДІ ім. О. М. Макарова



МІЖНАРОДНА МОЛОДІЖНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ



ЛЮДИНА І КОСМОС

2020

ДЕРЖАВНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНОЇ ОСВІТИ МОЛОДІ ім. О.М. МАКАРОВА

ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКА ОБЛАСНА РАДА НАРОДНИХ ДЕПУТАТІВ
ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ ДНІПРОВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ НАРОДНИХ ДЕПУТАТІВ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ ДНІПРОВСЬКОЇ ОДА
БІЛОРУСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ДП «КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО «ПІВДЕННЕ» ім. М.К. ЯНГЕЛЯ»
ДП «ВО ПІВДЕННИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД ім. О.М. МАКАРОВА»
ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА
ДНІПРОВСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ
ЄВРАЗІЙСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. Л.М. ГУМІЛЬОВА
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ НАНУ І ДКАУ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО «ХАІ»
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КПІ» ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО
АЕРОКОСМІЧНИЙ КОМІТЕТ МІНІСТЕРСТВА
З ІНВЕСТИЦІЙ ТА РОЗВИТКУ РЕСПУБЛІКИ КАЗАХСТАН
ПОЛТАВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. ЮРІЯ КОНДРАТЮКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ ЦЕНТР МІЖНАРОДНОЇ ІНЖЕНЕРНОЇ АКАДЕМІЇ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНСЬКЕ МОЛОДІЖНЕ АЕРОКОСМІЧНЕ ОБ'ЄДНАННЯ «СУЗІР'я»

ЗБІРКА ТЕЗ

XXII Міжнародна молодіжна
науково-практична конференція



ПЕРШИЙ КРОК У ВІДКРИТИЙ КОСМОС

(до 55-річчя виходу Олексія Леонова у відкритий Космос)

15-17 квітня 2020 року
16-18 вересня 2020 року

під егідою Міжнародної федерації астронавтики

Дніпро
2020

XXII Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і Космос»: Збірник тез – Дніпро: 2020

Збірник містить тези доповідей студентів, аспірантів, молодих вчених та молодих спеціалістів, які представлені на XXII Міжнародній молодіжній науково-практичній конференції «Людина і Космос» за тематичними напрямками науки і техніки, пов'язаними з космосом, космічними технологіями, аерокосмічною технікою.

Рецензенти:

член-кор. НАН України д. т. н., проф. Пилипенко О.В.

член-кор. НАН України д.ф.-м.н., проф. Поляков М.В.

Головний редактор:

д-р техн. наук, проф. Джур Є.О.

Редакційна колегія:

д.т.н., проф. Байбуз О.Г.

д.т.н., проф. Безручко К.В.

д.х.н., проф. Варгалюк В.Ф.

д.т.н., проф. Габринєць В.О.

д.т.н., проф. Дронь М.М.

д.т.н., проф. Калініна Н.Є.

д.т.н., проф. Книш Л.І.

д.т.н., проф. Малайчук В.П.

д.т.н., проф. Манько Т.А.

д.т.н., проф. Перлик В.І.

д.т.н., проф. Пошивалов В.П.

д.т.н., проф. Санін А.Ф.

д.т.н., проф. Сокол Г.І.

д.ф.-м.н., проф. Соколовський О.Й.

д.ф.-м.н., проф. Тимошенко В.І.

д.т.н., проф. Хорошилов В.С.

д.т.н., проф. Шептун Ю.Д.

к.т.н., доц. Алексеєнко С.В.

к.т.н., доц. Джур О.Є.

к.т.н., доц. Кулик О.В.

к.т.н., доц. Клименко С.В.

к.т.н., доц. Мітіков Ю.О.

к.т.н., доц. Хуторний В.В.

к.т.н., доц. Шевцов В.Ю.

к.т.н. Бондаренко О.В.

к.т.н. Гусарова І.О.

к.т.н. Мілих М.М.

к.т.н. Мозговий Д.К.

к.т.н. Потапов О.М.

к.і.н. Федоренко І.В.

Демченко В.А.

Желтов П.М.

Кавелін С.С.

Москальов С.І.

Верстання оригінал-макету: Климчук І. М., Лаврентьєва О. В.

Відповідальність за зміст опублікованих матеріалів несуть координатори наукових напрямків конференції



ПЕРШИЙ КРОК У ВІДКРИТИЙ КОСМОС

18 березня 1965 року радянський льотчик-космонавт Олексій Леонов вперше здійснив вихід у відкритий Космос.

Космічний корабель Восход-2 вийшов на орбіту Землі, маючи завдання провести новий експеримент – вихід людини у відкритий космічний простір. Екіпаж – два космонавти: Павло Беляєв та Олексій Леонов. Ця місія була важливою для радянської місячної програми. За виходом у відкритий космос стежила вся країна. Для здійснення цього завдання було створено спеціальний скафандр «Беркут», а тренування виходу у відкритий космос проводилися у літаку ТУ-104, де було встановлено макет корабля Восход-2 натурального розміру. Під час підготовки до польоту на Землі було відпрацьовано 3000 аварійних ситуацій та їх рішень. Та Леонов казав, що за законом у космосі станеться ще й 3001. Так і вийшло.

Олексій Леонов залишив борт корабля на 12 хвилин 9 секунд. Половину цього часу він провів у вільному польоті на відстані понад 5 метрів від корабля. Весь час у скафандрі підтримувалася нормальна температура, не зважаючи, що зовні відносно Сонця, його оболонка розігрівалася до +150 градусів, а в тіні знижувалася до - 140 градусів за Цельсієм. Під час перебування у відкритому космосі Олексій відчув неможливість вільно рухатись. М'який скафандр роздувся через перебільшений тиск. Гнучкість комбінезону у вакуумі виявилася меншою за розрахункову.

Леонов згадував: наприклад, щоб стиснути руку, він здійснював зусилля десь у 25 кілограмів.

Коли Леонов повертався на борт Восхода-2 виникла позаштатна ситуація: через розбухлий скафандр він не зміг одразу попасти до шлюзового відсіку. Декілька спроб не давали результату. Ситуація ускладнювалася тим, що запас кисню у скафандрі був розрахований не більше, ніж на 20 хвилин. І кожна невдала спроба підвищували загрозу життю космонавта. Від хвилювання та навантажень його пульс та частота дихання різко зросли, а тому потребували більше кисню. Сергій Корольов намагався заспокоїти Олексія, та не Землі чули його доповіді: «Я не можу! Я знову не можу!» Він проявив величезну мужність і силу волі, не розгубився, скинув тиск у скафандрі, змінив відпрацьовану послідовність дій і всупереч інструкцій – заходити до шлюзу ногами, вирішив зробити це головою вперед. І йому це вдалося.

Насправді, під час польоту це була не єдина позаштатна ситуація. Але космонавтам вдалося зі всіма негараздами впоратися.

Перед приземленням відмовила автоматична система орієнтації. Беляєв вручну зорієнтував корабель і увімкнув гальмовий двигун. Як результат КК «Восход» здійснив посадку в незапланованому місці — 180км північніше міста Перм. У повідомленні ТАРС це місце назвали «запасним районом», яке насправді було глухою пермською тайгою. Дві ночі космонавти провели в дикому лісі на морозі. Лише на третій день до них змогли дістатись рятівники на лижах, які були вимушені рубати ліс у місці посадки корабля, для розчистки майданчика приземлення гелікоптера. Тривалість польоту становила 1 добу 02 години 02 хвилини 17 секунд.

Перший вихід у відкритий космос радянські космонавти провели на 2 з половиною місяці раніше за американців. Це була справжня світова космічна перемога.

ПЕРВЫЙ ШАГ В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС

18 марта 1965 года советский летчик-космонавт Алексей Леонов впервые совершил выход в открытый Космос.

Космический корабль Восход-2 вышел на орбиту Земли с заданием провести новый эксперимент – выход человека в открытое космическое пространство. Экипаж – два космонавта Павел Беляев и Алексей Леонов. Эта миссия была важной для советской лунной программы. За выходом в открытый космос следила вся страна. Для осуществления этой задачи был создан специальный скафандр «Беркут», а тренировки выхода в открытый космос проводились в самолете ТУ-104, где был установлен макет корабля Восход-2 натуральной величины. Во время подготовки к полету на Земле было отработано 3000 аварийных ситуаций и их решений. Но Леонов говорил, что по закону в космосе произойдет еще и 3001. Так и случилось.

Алексей Леонов покинул борт корабля на 12 минут 9 секунд. Половину этого времени он провел в свободном полете на расстоянии 5 метров от корабля. Все время в скафандре поддерживалась нормальная температура, несмотря на то, что внешне относительно Солнца, его оболочка разогревалась до +150 градусов, а в тени снижалась до -140 градусов по Цельсию. Во время пребывания в открытом космосе Алексей почувствовал невозможность свободно двигаться. Мягкий скафандр раздулся из-за повышенного давления. Гибкость комбинезона в вакууме оказалась меньше расчетной.

Леонов вспоминал: например, чтобы сжать руку, он осуществлял усилия где-то в 25 килограммов.

Когда Леонов возвращался на борт Восхода-2, возникла нештатная ситуация: из-за разбухшего скафандра он не смог сразу попасть в шлюзовой отсек. Несколько попыток не давали результата. Ситуация осложнялась тем, что запас кислорода в скафандре был рассчитан не более чем на 20 минут. И каждая неудачная попытка повышала угрозу жизни космонавта. От волнения и нагрузок его пульс и частота дыхания резко выросли, а потому требовали больше кислорода. Сергей Королев пытался успокоить Алексея, но на Земли слышали его доклад: «Я не могу! Я опять не могу!» Он проявил огромное мужество и силу воли, не растерялся, сбросил давление в скафандре, изменил отработанную последовательность действий и вопреки инструкциям – заходить в шлюз ногами, решил сделать это головой вперед. И ему это удалось.

На самом деле, во время полета это была не единственная нештатная ситуация. Но космонавтам удалось со всеми проблемами справиться.

Перед приземлением отказала автоматическая система ориентации. Беляев вручную сориентировал корабль и включил тормозной двигатель. В результате КК «Восход» совершил посадку в незапланированном месте – в 180км севернее города Пермь. В сообщении ТАСС это место назвали «запасным районом», которое на самом деле было глухой пермской тайгой. Две ночи космонавты провели в диком лесу на морозе. Только на третий день к ним смогли добраться спасатели на лыжах, которые были вынуждены рубить лес в месте посадки корабля, для расчистки площадки приземления вертолета. Продолжительность полета составила 1 сутки 2 часа 02 минуты 17 секунд.

Первый выход в открытый космос советские космонавты провели на 2 с половиной месяца раньше американцев. Это была настоящая мировая космическая победа.

1

Акустические волны, шумовые эффекты и вибрация

Координаторы:

Сокол Галина Ивановна,

профессор кафедры механотроники ДНУ

имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

Батутина Татьяна Яковлевна,

начальник сектора КБ 3 ГП «Конструкторское бюро «Южное»

им. М.К. Янгеля»

Д. С. Бондарь, Т. Я. Батутина
Государственное предприятие «Конструкторское Бюро «Южное»
E-mail: denbon@ukr.net, batutinaty@gmail.com

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДОВ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ СТАРТЕ РКН С ГАЗОХОДОМ

В работе рассматривается возможность использования методов численного моделирования при помощи пакета Ansys 19 R2 для оценки акустических нагрузок на РКН при старте со стартового стола с газоходом.

В качестве иллюстрации применимости пакета Ansys к решению поставленной задачи рассматривались двух- и трёхмерная модель РКН на старте и проведено численное моделирование с использованием нескольких моделей турбулентности k-epsilon, k-omega и SST. Задача моделирования решалась в стационарном и нестационарном режимах.

Результаты расчёта сравнивались между собой, а также с результатами расчёта по полуэмпирическим методикам и с результатами измерений на реальных РН.

В результате сравнения были разработаны рекомендации по выбору наиболее подходящих схем моделирования для качественной и количественной оценки акустических нагрузок при старте РКН.

Е. О. Загrevский, магистр; Г. И. Сокол, д.т.н., профессор
Днепроvский национальный университет имени Олеса Гончара
E-mail: gsokol@ukr.net, zagrevskiydp@yandex.ua

РАСЧЕТ АКУСТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СТРУИ ИЗЛУЧАТЕЛЕМ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ФОРМЫ

Предложена методика расчета шума струи двигательной установки ракеты космического назначения в первые секунды полета, если струя моделируется пульсирующим цилиндром, что позволяет определить звуковое давление в дальнем акустическом поле.

Рассчитана амплитуда акустического давления в конкретных точках среды, что окружает ракету космического назначения (РКН) Циклон 4М и односопловую ракету.

Из исходных данных известно, что скорость струи на выходе из сопла РКН для Циклон 4М составляет 3351,7 м/сек, диаметр среза сопла D равен 3,22 м. Для односопловой ракеты составляет 2624,6 м/сек, диаметр среза сопла D – 1,51 м. ρ_0 – плотность окружающей среды, которая для воздуха равна 1,29 кг/м³. c_0 – скорость звука в окружающей среде, равная 340 м/с при температуре 20°C.

Необходимо применить представление струи в виде излучателей, которыми могут быть сфера или цилиндр.

При длине излучающей поверхности $L > \lambda$ (– длина волны излучаемого звука) расчет можно проводить для модели, где струя аппроксимируется цилиндром, при $L <$ струя аппроксимируется сферой.

Известно, что длина струи L обычно примерно равна от 10D до 15D (где D – диаметр струи). Имеем длину струи, которая составляет для ракеты Циклон 4М $L = 42,8$ м, а для односопловой ракеты $L = 22,5$ м.

Чтобы выяснить правомерность представления струи пульсирующим излучателем рассчитаем длины волн для первого и последнего значения из заданного диапазона частот излучаемого звука, то есть из 31,5 Гц и 8000 Гц. Длины излучаемых волн составили (= 0,0410,8 м). Этот расчет дает представление о правомерности представления струи пульсирующим цилиндром.

На основе исходных данных рассчитана акустическая мощность излучателя в виде струи с учетом активной составляющей мощности W_a , рассчитаны интенсивности звуковых волн и найдены звуковые давления.

Проведен расчет и сравнение результатов звукового давления для Циклон 4М в точке А на высоте 18 м на расстоянии от оси РКН 3 м и односопловой ракеты в точке В на высоте 18 м на расстоянии от оси РКН 5 м.

На основе данных расчетов можно сделать вывод, что уровень звукового давления в точке А не будет превышать 139 дБ для ракет двух рассмотренных компоновок.

В.Д.Камков, студент; В.Н. Федоров, к.т.н., доцент; Н.И. Штефан, к.т.н., доцент
 Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический
 институт им. Игоря Сикорского»
 E-mail: valeriy.kamkov@gmail.com

О ВОЗМОЖНОСТИ СОКРАЩЕНИЯ ВРЕМЕНИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСЕВЫХ МОМЕНТОВ ИНЕРЦИИ

Задача экспериментального определения осевых моментов инерции тел сложной формы в технике весьма распространена. Сводится она, в большинстве, к определению кинематических параметров вращения тела, осевой момент инерции которого неизвестен, под действием известного момента вокруг оси вращения. Ошибка, имеющая место при использовании указанного метода, обусловлена наличием постоянного, неизвестного по величине, вредного момента вокруг оси вращения, например – момента сил сухого трения в оси вращения. Указанная задача – измерения в условиях действия постоянных по величине неизвестных возмущений – решается, в основном, методами, основанными на принципе двухканальности акад. Петрова Б.Н., требующими пространственной или временной избыточности [1].

В докладе рассматривается экспериментальная установка, представляющая собой горизонтально расположенный в подшипниках вал заданного радиуса r с укрепленным на него телом вращения, имеющие суммарный осевой момент инерции J , подлежащий экспериментальному определению. Указанная система тел приводится во вращение грузом известной массы m , движущимся вертикально под действием собственной силы тяжести. Груз подвешен на жесткой нерастяжимой нити, второй конец которой намотан на вал и закреплен на нем. В случаях, когда момент трения в подшипниках пренебрежимо мал, вал вращается равноускоренно с ускорением ε и искомый момент инерции может быть определен так:

$$J = mR(g\varepsilon^{-1} - R)$$
, где g – ускорение свободного падения. При наличии значительного момента трения M_{mp} определяют угловое ускорение ε_1 при движении груза вниз и угловое ускорение ε_2 при движении груза вверх, определяемые зависимостью $\varepsilon_{1,2} = (\pm mgR - M_{mp}) / (J + mR^2)$, где знак «+» отвечает движению тела вниз, а искомый момент инерции определяют так:

$$J = 2mgR(\varepsilon_1 - \varepsilon_2) - mR^2.$$

В случае, если по каким-либо причинам обеспечить движение груза вверх не представляется возможным (нет второго измерительного канала), произвести измерения возможно в одном канале, осуществив изменение одного из собственных параметров. Если при движении груза вниз скачкообразно изменяется масса груза с m_1 на m_2 и измерены соответствующие угловые ускорения ε_1 и ε_2 , то искомый момент инерции определяется следующим образом:

$$J = R[g(m_1 - m_2) - R(\varepsilon_1 m_1 - \varepsilon_2 m_2)](\varepsilon_1 - \varepsilon_2)^{-1}.$$

При непрерывном изменении массы, например, по закону $m = m_1 - ht$ момент инерции может быть определен путем минимизации несовпадения реальной кривой $\varepsilon = \varepsilon(t)$ с ее аналитическим представлением

$$J = [Rg(m_1 - ht) - M_{mp}][J + (m_1 - ht)R^2]^{-1}$$

В.В. Кикоть, студент; В.Н. Федоров, к.т.н., доцент; Н.И. Штефан, к.т.н., доцент
 Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический
 институт им. Игоря Сикорского»
E-mail: vkla@ukr.net

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЖИМА РАЗГОНА РОТОРА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ДВУХСТЕПЕННОГО НАЗЕМНОГО ГИРОКОМПАСА

Для определения положения географического меридиана используются двухстепенные наземные гироскопы (ДНГК). По принципу действия это – двухстепенные гироскопические датчики угловых скоростей, указывающие, в случае вертикализации оси подвеса подвижной части прибора, направление горизонтальной составляющей угловой скорости вращения Земли. Достаточно широкое распространение получили ДНГК, в которых подвижная часть прибора соединена с его корпусом упругой связью. В этом случае после окончания переходного процесса гироскопический момент $H\Omega_r \alpha_{уст}$ (H – кинетический момент гироскопа, Ω_r – горизонтальная составляющая угловой скорости вращения Земли, $\alpha_{уст}$ – установившееся значение угла между осью ротора ДНГК и плоскостью географического меридиана) уравнивается упругим моментом $K(\alpha_{уст} - \alpha_0)$, где K – угловая жесткость упругого элемента, α_0 – начальное значение угла между осью ротора ДНГК и плоскостью географического меридиана. Искомый угол между установившимся положением оси ротора и плоскостью географического меридиана определяют по формуле $\alpha_{уст} = K(\alpha_{уст} - \alpha_0)H^{-1}\Omega_r^{-1}$.

Опыт конструирования и эксплуатации рассматриваемых ДНГК с механической пружиной говорит о том, что в случае применения современных датчиков угла (индуктивных, индукционных и пр.) относительная погрешность (нестабильность характеристики) не превышает 1%. Применяемые в этих типах приборов асинхронные гидродвигатели характеризуются нестабильностью характеристики до 5%. Наиболее нестабильным элементом прибора является механическая пружина. Ее параметры определяются старением материала, изменением температуры окружающей среды и другими факторами. Нестабильность пружины оценивается величиной до 10%.

В докладе предлагается методика, позволяющая определить угловую жесткость упругого элемента во время проведения прибором измерений, что приведет к устранению ошибки ДНГК, вызванной нестабильностью механических характеристик пружины. Суть предлагаемой методики такова: одновременно с разарретированием подвижной части прибора начинается процесс разгона ротора, осуществляемый по закону

$H = H_m - (H_m - H_0)\exp(-\lambda t)$, где H , H_m и H_0 – текущее, максимальное и начальное значения кинетического момента ротора, λ – показатель затухания экспоненциальной функции. В это же время подвижная часть прибора в переходном режиме движется согласно закону $J\ddot{\alpha} + (K + H\Omega_r)\alpha = K\alpha_0$, где $J\ddot{\alpha}$ – инерционный момент, α – текущее значение угла между осью ротора ДНГК и плоскостью географического меридиана.

Проведено машинное моделирование предложенной методики.

С. Ю. Кириченко, аспирант, Г. И. Сокол, д.т.н., профессор
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: kirichenkosergiy1992@gmail.com

ПЕРЕНОС В ПОДХОДЕ МЕТОДОВ РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИК ЗВУКОВЫХ ВОЛН ДЛЯ СМЕЖНЫХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ПОТЕНЦИАЛА ЛЭМБА

Представлен анализ теоретических моделей шума для разных задач, разработанных в рамках теории на основе потенциала Лэмба. Указаны отличительные особенности этих моделей, границы их применимости.

Первым успешным подходом расчёта шума вращения считаются работы Л.Я. Гутина, он получил формулу, которой пользовались для оценки шума одновинтовых дозвуковых самолётов на протяжении ряда лет.

Известно, что на винт самолёта действуют силовые нагрузки :сила тяги и момент. Л.Я. Гутин предложил приложить силовые нагрузки на некотором расстоянии, равном эффективному среднему радиусу, то есть 0,75 от радиуса лопасти. Сила тяги, приложенная к винту, создаёт обратное действие (противодействие) на среду со стороны винта. Полагается, что звук, генерируемый при вращении, является результатом воздействия сосредоточенной силы на среду. Следуя этим рассуждениям, Л.Я. Гутин вывел формулу для расчета звукового давления в среде при вращении винта на основе теории Лэмба, которая предполагает запись потенциала поля с учетом внешней распределенной силы с компонентами (X, Y, Z) , действующей на среду.

Перенесем данный метод на поиск решения задач об определении характеристик акустических полей в интересующих нас задачи.

В первой задаче определим характеристики акустических полей двигательных установок (ДУ) на основе представлений Лэмба. Источником располагаемой энергии ДУ является химическое превращение компонентов топлива в продукты сгорания, истечение которых происходит через сопло. В результате возникает сила тяги. Возмущения в среде от среза сопла двигателя, вызванные действие силы тяги, распространяются в области атмосферы, ранее находящиеся в покое. Сила тяги зависит от времени, поэтому рассматривается случай нестационарного режима работы ДУ.

Далее рассмотрены еще две задачи определения характеристик звуковых полей ветроэлектрической установки и винтов беспилотных летательных аппаратов как акустических излучателей. Физическая модель звукообразования одинакова для винтов самолета, винтов ветроколеса и винтов БПЛА, так как конструктивно винты в приведенных случаях имеют одинаковое исполнение. При периодическом воздействии на среду вращающихся лопастей винта в ней генерируется звуковое поле. Таким образом, мы решили интересующие нас задачи используя методику, созданную Л.Я. Гутиным, для расчета характеристик звукового поля воздушного винта.

С. Ю. Кириченко, аспирант, Г. И. Сокол, д.т.н., профессор
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: kirichenkosergey1992@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАПРАВЛЕННОСТИ ШУМА ВИНТА БПЛА

Авиационная отрасль с каждым годом претерпевает совершенствование, что привело к значительному технологическому прорыву в начале двадцать первого века. Одним из таких прорывов стал переход к беспилотной авиации (к БПЛА). Нормы воздействия шумов при воздушных полетах самолетов вблизи аэропортов и вдоль трасс известны. В настоящее время нормы шумового воздействия на население при полете БПЛА еще не разработаны. Актуальность выбранной темы определяется необходимостью анализа шумов БПЛА, разработкой мероприятий, которые позволяют снизить уровень шумов.

Целью данной работы является расчет акустического поля винтов БПЛА с целью его уменьшения.

В работе выполнены математические расчеты в пакете MathCad 2015. В основу расчетов положена теория, описывающая звуковое поле воздушного винта, предложенная Л. Я. Гутиным, (см. Л.Я. Гутин «О звуковом поле воздушного винта»). Применение данной теории и пакета программ MathCad позволило рассчитать звуковое давление в среде, которое возникает при периодическом давлении винтов при их вращении на воздушную среду. Показана зависимость изменения звукового давления при удалении от источника звука.

При анализе шумов БПЛА необходимо руководствоваться конструктивной схемой летательного аппарата. Шум воздушного винта образуется, в основном, в результате силового взаимодействия лопастей с окружающей средой в процессе создания тяги и при вытеснении воздуха из фиксированного объема среды лопастями. Генерация акустического излучения может также происходить и при аэродинамическом взаимодействии лопастей с турбулентными образованиями в набегающем потоке. В соответствии с этим шум малонагруженного винта обычно подразделяют на шум вращения и широкополосный шум.

В программу программного пакета MathCad 2015 внесены необходимые постоянные: n , j , R , W , c , p_0 . Здесь n – круговая частота вращения лопастей, j – количество лопастей, R – радиус лопасти, W – акустическая мощность излучения, c – скорость звука в среде, p_0 – атмосферное давление. В ходе расчёта получено, что максимальное звуковое давление, которое создает винт беспилотника, составляет величину 6,228 Па.

Уровень шума винта может быть частично снижен за счет применения большего количества лопастей или увеличения диаметра винта. Проведено второе приближение расчета акустического поля винта, в котором изменено количество лопастей до четырех и увеличена их длина. Получено снижение звукового давления. Результаты расчета показали, что изменения конструктивных данных винта снизили уровень звукового давления до 4,351 Па, то есть в 1,43 раза.

О. А. Комаров, студент, В. Є. Некрасов, студент, С. В. Алексееенко, к.т.н., доцент,
Г. І. Сокол, д.т.н., професор
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: sashakomarov12@gmail.com, gsokol@ukr.net

СТВОРЕННЯ МОДЕЛЕЙ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ ЗА ТЕХНОЛОГІЮ 3D-ДРУКУ ТА ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

Мехатроніка – наукова сфера, що займається вивченням об'єднаних комп'ютерних, електричних та механічних компонентів, на основі яких проектуються та створюються інноваційні системи і механізми. Робототехніка – це наукова область, що направлена на розробку та конструювання роботів і систем, які здатні замінити працю людини та автоматизувати складні технологічні процеси. В теперішній час ці галузі активно розвиваються та залучають нові талановиті уми для звершення інноваційних відкриттів і створення оптимальної продукції. Маючи на увазі перспективність направлення, багато випускників шкіл та коледжем мають намір поступити на спеціальності, що пов'язані із мехатронікою та робототехнікою.

У цьому навчальному році на кафедрі механотроніки фізико-технічного факультету Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара на 3D принтері зроблено робот-маніпулятор, що є аналогом MOVEO BCN3D TECHNOLOGIES. Маніпулятор апробовано у стінах навчальної лабораторії кафедри. Пристрій є шестиосьовим. Хват має клішневидну форму. У створенні робота приймали участь студенти кафедри. Викладачі, співробітники та студенти сконструювали також електричну частину системи керування.

Застосування маніпулятора в навчальному процесі дозволило підвищити якість його проведення, зацікавленість студентів в навчанні. Студенти змогли отримати практичний досвід розробки та створення зразків виробів, мехатронних пристроїв вже під час навчання.

Вдалося у час агітаційної компанії привернути увагу та викликати інтерес до технічних спеціальностей серед абітурієнтів та молоді регіону.

В. Ю. Котлов, аспирант
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: vlander8@gmail.com

МЕТОД, МОДЕЛЬ И МЕТОДИКА РАСЧЕТА АКУСТИЧЕСКИХ ИЗЛУЧЕНИЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ В ПЕРВЫЕ 1.5–4.1 СЕКУНДЫ ПОЛЕТА РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

При старте ракеты космического назначения (РКН) в атмосфере возникают разнообразные по характеру излучения акустические поля. Поэтому необходимо выявить особенности и определить направления исследований акустического излучения при старте РКН на основе известных представлений о генерировании и распространении звуковых волн.

Важным является расчет амплитудно-частотной характеристики акустического излучения. Знание частоты излучения акустических волн позволяет применить известные в классической акустике модели длинноволновых и коротковолновых излучений. Это существенный фактор, который дает представления о направленности акустического поля и позволяет упростить расчет величины звукового давления в зависимости от изменения расстояний от источника колебаний до точки, где находится условный наблюдатель.

Целью настоящей работы явилось создание нового метода моделирования струи как источника акустических колебаний и разработка методики расчета шума двигательной установки ракеты космического назначения в первые 1.5–4.1 с полета, а также составление алгоритма и программы для расчета акустических характеристик.

В основе методики расчета лежит моделирование акустического поля от двигательной установки РКН как объемного источника излучения.

Предложена новая модель акустического поля от двигательной установки РКН как объемного источника излучения в первые 1.5–4.1 секунды полета. При этом для имеющихся конструктивных данных ДУ РКН и рассчитанного волнового параметра следует опираться на значение граничной частоты $f_{гр} = 225$ Гц, которая разделяет два вида акустического поля: $f_{гр} < 225$ Гц – фронт акустической волны сферического типа, $f_{гр} > 225$ Гц – фронт акустической волны плоского типа.

Для всех частот акустического излучения объемным излучателем меньших 225 Гц, значение уровня звукового давления в точке $r = 18$ м не превысит 153 дБ. Например, на частоте 31.5 Гц уровень звукового давления составит 136 дБ (расчеты по частотному диапазону приведены в тексте).

Разработанная методика расчета характеристик акустических излучений при старте РКН дает возможность определить величины амплитуд акустического давления, акустические воздействия на корпус ракеты и характер акустических полей.

Представлен метод исследований акустического излучения при старте ракет космического назначения, основанный на определении величины волнового параметра kR акустического источника.

Для расчета акустических характеристик разработаны алгоритм и программа на языке Java.

В. Ю. Котлов, аспирант, Г.И. Сокол, д.т.н., профессор
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: gsokol@ukr.net, vlander8@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМНЫМ ИСТОЧНИКОМ АКУСТИЧЕСКОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ РАКЕТЫ «ЦИКЛОН 4М»

Известно, что при старте ракет космического назначения (РКН) струя двигательной установки (ДУ) генерирует акустическое поле, которое может создавать нагрузки, критические для стартового оборудования, для корпуса самой ракеты, и, особенно, для космических аппаратов, которые находятся под обтекателем. Для учета воздействия на эти элементы необходимо определить характеристики генерируемого акустического поля.

Прямой численный расчет характеристик звукового поля не всегда возможен (для этого требуются чрезвычайно большие вычислительные мощности, которыми обладают только самые производительные современные суперэвм), поэтому для решения задачи используют полуэмпирические методы. Ранее уже рассматривался метод, который не позволяет провести моделирование характеристик в ближнем и в дальнем акустическом поле. Разработанные новые программы численных расчетов требуют проведения варификации. Низкой точностью расчетов характеризуются и полуэмпирические методы.

Целью настоящей работы является моделирование акустического излучения струи ракеты-носителя Циклон 4М при старте объемным источником и проведение расчета характеристик акустического поля.

Важным является расчет амплитудно-частотной характеристики акустического излучения. Знание частоты излучения акустических волн позволяет применить известные в классической акустике модели длинноволновых и коротковолновых излучений. Разработанный метод позволил провести моделирование акустических полей при старте РКН на основе определения вида акустических источников. Метод предполагает использование для исследований волнового параметра kR (для длинноволнового излучения $kR \leq 1$, для коротковолнового излучения $kR \geq 1$).

На основе предложенного метода проведено моделирование акустического излучения струи РКН Циклон 4М объемным источником с учетом длинноволновых и коротковолновых излучений. Это дало возможность рассчитать амплитуды акустического давления в среде, окружающей РКН, и оценить акустические воздействия на корпус ракеты в определенных точках.

Моделирование акустического поля струи ДУ РКН как объемного источника излучения проведено на участке полета ракеты, когда высота подъема РКН превышает ~ 25 м. При этом следует опираться на значение граничной частоты $f_{gr} = 150$ Гц, которая разделяет два вида акустического поля: $f_{gr} < 150$ Гц – фронт акустической волны сферического типа, $f_{gr} > 150$ Гц – фронт акустической волны плоского типа.

Разработаны алгоритм и программа расчета уровней звукового давления на языке JAVA.

Р. С. Кучер, Г. И. Сокол, В. Ю. Котлов
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: kycherroma2018@ekr.net, gsokol@ukr.net vlander8@gmail.com

ИНФРАЗВУК В АТМОСФЕРЕ КАК ИНФОРМАЦИОННЫЙ ФАКТОР О ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЯХ И ТЕХНОГЕННЫХ КАТАСТРОФАХ

Состояние биосферы Земли неразрывно связано с климатическими изменениями на нашей планете, а также с проявлением природных и техногенных явлений, часто проявляющихся как катастрофы для всего живого. В работе сотрудниками Государственного предприятия «Конструкторское бюро «Южное» предложена космическая система «Ионосат» для мониторинга ионосферных проявлений сейсмической активности путем совместных согласованных космических и наземных наблюдений. В дальнейшем были созданы и запущены ракеты МР-100, МР-12, МР-20.

Целью настоящей работы стало определение роли инфразвука как информационного фактора во взаимодействии между собой космической погоды, климата и биосферы Земли.

Для моделирования распространения инфразвука составлены алгоритмы и программы. Расчеты проведены для условий идеальной среды. Программы написаны на языках Java и «ФОРТРАН-4». Они состоят из отдельных сформированных циклов. В случае расчетов характеристик в плоской волне в программе введены постоянные величины: скорость звука при постоянной температуре, удельное акустическое сопротивление, число « π », постоянные принятых уровней звукового давления и интенсивности для перевода в децибелы. В случае сферической волны составлены алгоритм и программа расчёта характеристик дальнего поля сферической волны на инфразвуковых частотах.

В структуре программ организованы два цикла. В первом цикле учтено изменение частоты от 1 до 30 Гц с шагом 1 Гц. Во втором цикле учтено изменение смещения частиц в пределах от 0,001 до 5м. На печать выведены величины: частота, длина волны, радиус волнового фронта, площадь волнового фронта, смещение, колебательная скорость, эффективное значение звукового давления, эффективное значение интенсивности, акустическая мощность, уровни звукового давления и интенсивности, выраженные в децибелах.

Выполнены расчеты характеристик типовых акустических инфразвуковых полей: с плоским и сферическим фронтом волны распространения инфразвука в нижних и в верхних слоях атмосферы.. Было принято, что атмосфера, где распространяются инфразвуковые волны, однородна, слои отсутствуют, температура составляет 20 градусов по Цельсию. Волновое движение рассматривается в идеальном газе для случая малых амплитуд, когда величина вязкостного трения незначительна.

Е. С. Мироненко, магистр, Г. И. Сокол, д.т.н., профессор,
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: esinita09@gmail.com, gsokol@ukr.net

УТОЧНЕНИЕ ЗНАЧЕНИЙ В МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА УРОВНЕЙ ЗВУКОВОГО ДАВЛЕНИЯ ОТ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПРИ СТАРТЕ РКН

На основе существующих представлений о генерировании и распространении звуковых волн моделируются возникающие в среде при старте ракет космического назначения (РКН) акустические поля. Актуальность задачи состоит в необходимости выявления особенностей акустических излучений.

В более общей постановке задачи следует провести анализ взаимосвязи типов источников акустического излучения с характеристиками акустических полей. На основе результатов физического и математического анализа источников акустических колебаний на стадии эскизного проектирования возможна разработка активных и пассивных методов гашения акустических воздействий.

Решение данной задачи включало в себя следующие 3 этапа:

I этап: определение диаметра акустического излучателя. Для данной задачи излучателями выступают сопла камеры сгорания (КС) заданного РКН. Поскольку рассматриваемая РКН имеет в своем составе 4 КЗ, предполагалось, что струи на некотором расстоянии сливаются в один поток, поэтому решено представить их как единый излучатель. Данный этап включал в себя расчет уровня звукового давления с рядом допущений.

II этап: заключался в уточнении сделанных ранее допущений. Для проверки достоверности предположений, параллельно с расчетом в среде Fortran выполнялся расчет в программной среде Java для 4-х характерных точек, координаты которых были заданы в исходных данных (ИД).

Сравнение полученных данных расчетов в двух программных средах позволило уточнить принятые ранее допущения.

III этап (заключительный): заключался в перерасчете полученных во время первого этапа значений с учетом полученных во время второго этапа допущений.

Результатом данной работы была разработка уточненной методики и программы расчета акустического излучения при старте ракеты. Согласно условию задачи программа рассчитывает звуковое давление p в децибелах (дБ) в точке, расположенной на расстоянии r от источника излучения, а также под углом θ к нему.

В результате показано, что звуковое давление в среде зависит от величины силы тяги. Это положение позволило сделать вывод, что воздействие на окружающую среду силой от работающей ДУ и противоположно направленной силе тяги напрямую зависит от давления в камере сгорания, от вида топлива, коэффициента соотношения компонентов и их расхода, а также от объема камеры сгорания и профилирования сопла.

С. А. Николин, аспирант; Г. И. Сокол, д.ф.м.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
E-mail: sergeynikolin@gmail.com

О ВЛИЯНИИ ФОРМЫ ГАЗОХОДА НА ВЕЛИЧИНУ АКУСТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПРИ СТАРТЕ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ С ОДНИМ СОПЛОВЫМ БЛОКОМ

В настоящее время, при запуске ракет космического назначения в основном используют газодинамический тип старта с открытых стартовых площадок. Он сопровождается возникновением огромных газодинамических и акустических нагрузок, которые воздействуют как на ракету-носитель с полезным грузом, так и на наземные сооружения в целом. Одним из путей уменьшения этих нагрузок является применение газоходов с газоотражателями со специальной формой и габаритами. На этапе проектирования, для выполнения этой задачи важным является корректное определение величины вышеуказанных типов нагружений. Среди всех существующих способов исследования газодинамических и акустических нагрузок, в наше время, в эпоху стремительного развития вычислительной техники, наиболее оптимальными являются расчеты с применением численных методов.

В данной работе приведены результаты исследования численным методом влияния изменения размеров газохода на уровень акустического давления вблизи головного обтекателя РКН. Для этого проведено моделирование течения газа из односопловой двигательной установки через газоход, длина и глубина которого варьировались.

Моделирование газодинамических процессов проведено с применением нестационарных осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса с использованием модели турбулентности $k-\omega$ SST. А для оценки акустических нагрузок использованы уравнения Ффовца-Уильямса и Хокинга с использованием модели турбулентности Detached Eddy Simulation. Задача решалась в трехмерной постановке.

Результаты расчетов приведены в виде картин распределения числа Маха, давления, температуры внутри газохода, а также графики акустического давления и уровня звукового давления вблизи головного обтекателя. Исследования показали, что изменение глубины и длины газохода существенно влияет на аэродинамические нагрузки вблизи обтекателя РН.

С. В. Рудый, студент; В.В. Паслён, к.т.н., доцент, зав. каф.
Донецкий национальный технический университет
E-mail: stas.rudiy@gmail.com

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЗВУКОВЫХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ЖИВЫЕ ОРГАНИЗМЫ

Одним из источников пищи для человека и животных являются растения, которые обрабатывают химическими реагентами, чтоб защитить урожай от вредных насекомых. Акустический способ подавления вредителей, может стать альтернативным методом защиты растений.

Звук – это волны, распространяющиеся в газах, жидкостях и твердых телах, которое может воспринимать ухо человека и живых организмов. Звуковые волны служат для передачи информации от окружающего мира живому организму. Но не все частоты слышат организмы. Однако звуки, которые не способен уловить слух, тем не менее, влияют на него.

Влияние слышимого диапазона может оказывать различное действие. Музыкальные композиции могут приносить пользу и вред в психо-эмоциональном состоянии организма. Но определенные частоты имеют разрушающий характер действия на органы.

Акустический способ уничтожения колорадского жука заключается в механическом воздействии на тело и ткани органов насекомого акустическим давлением с последующим их разрывом. Суть метода: механическое воздействие производят акустическими колебаниями с амплитудой звукового давления в воздухе, равной отношению силы разрыва соединительных тканей и органов жука к их площади сечения, с резонансной частотой, равной собственной частоте тела насекомого или собственной частоте одного из его жизненно важных органов, например, резонансной частоте сердца или желудка.

Насекомое рассматриваем как систему из механических элементов, обладающих инерционными, упругими, демпфирующими свойствами. Поэтому способ разрыва тел, органов или тканей объекта можно, лишь применив воздействие колебательного характера.

Исходя из выше приложенных фактов, можно сделать вывод: вредное насекомое может быть уничтожено воздействием на него вибрационных или акустических колебаний на частоте, равной собственной резонансной частоте тела биологического объекта как вязкоупругой механической системы или его жизненно важного органа. Это приведет к разрыву тканей тела или органов.

Не менее актуальным остаётся тот факт, что при применении устройства для уничтожения вредных насекомых акустическим способом, продукты не подвергаются воздействию химикатов, которые могут принести вред здоровью человека и животных.

Т. Л. Савчук, инженер Г.И.Сокол, д.т.н., профессор, И.В. Савчук, студент
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: gsokol@ukr.net, o.loukoie@gmail.com

КОЛЕБАНИЯ ТЕЛА НАСЕКОМОГО КАК ГИПЕРУПРУГОГО ТЕЛА

В настоящее время в науке рассматривается множество медико-биологических исследований, основанных на регистрации физических параметров и являющихся методологической базой для разработки средств по исследованиям жизнедеятельности организма. Моделирование колебаний тел насекомых как гиперупругих тел в них не рассмотрено.

Целью данной работы является разработка методики для определения механических характеристик тела живой личинки насекомого как гиперупругого тела с последующим моделированием воздействия на личинку акустического поля.

Объектом испытаний являются личинки колорадского жука. Определен вес личинки, измерена длина, диаметр тела в максимальном сечении. Были произведены нагружения тела личинки силами. Показания были зафиксированы и занесены в журнал измерений и в протокол испытаний. Полученные данные дали возможность рассчитать модуль упругости и жесткость тела личинки, как однородного стержня. В живом организме большинство мягких тканей считаются гиперупругими. В связи с этим было произведено сравнение и анализ моделей для описания напряженно-деформированного состояния эластомеров. На основании модели Муви-Ривлина, включающей уравнения движения пятого порядка определены диапазоны собственных частот личинок. В диапазоне относительных деформаций 1,05-1,25 (105-125%) собственные частоты, вычисленные на основе выбранной модели находятся в диапазоне: 1,5-20 Гц. На основании экспериментального определения массово-жесткостных характеристик личинок рассчитаны резонансные частоты их тел. Теперь определены частоты колебаний частиц в акустическом поле, воздействие которых на личинки введет их гиперупругое тело в резонанс, что приведет к разрыву тел, и, как конечный результат, произойдет гибель вредных насекомых.

Выводы: на основе изучения акустических и механических характеристик живых тел определено, что возможно осуществить губительное воздействие на тела личинок вредных насекомых акустическими полями. Для осуществления негативного акустического воздействия на тела личинок насекомых необходимо знать массу, жесткость и резонансную частоту этих тел. Обработка полученных данных позволила рассчитать модуль упругости и жесткость тела личинки, как гиперупругого тела и определить частоты акустического излучения, предназначенного для уничтожения личинки.

Д. В. Стоян, студент; Г. И. Сокол, д.т.н., профессор
Днепровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: denis.stoyan21@gmail.com

ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ РОБОТА-МАНИПУЛЯТОРА

Предметом динамики манипулятора как раздела робототехники является математическое описание действующих на манипулятор сил и моментов в форме уравнений динамики движений. Такие уравнения необходимы для моделирования движения манипулятора с помощью компьютера. Этот метод применен в данной работе. Этим определяется актуальность выбранной темы.

Динамическая модель манипулятора может быть построена на основе использования известных законов лагранжевой механики. Результатом применения этих законов являются уравнения, связывающие действующие в кинематических парах силы и моменты с кинематическими характеристиками и параметрами движения звеньев.

Вывод уравнений динамики движения манипулятора методом Лагранжа – Эйлера, в рамках предположения о том, что звенья представляют собой твердые тела, приводит к системе нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка.

Уравнения Лагранжа – Эйлера обеспечивают строгое описание динамики состояния манипулятора и могут быть использованы для решения обратной задачи динамики: по заданным обобщенным координатам, скоростям и ускорениям определить действующие в кинематических парах силы и моменты.

В данной работе описана кинематика манипулятора типа В-П-В, в схему которого включены вращательные и поступательные кинематические пары. С помощью матричного представления Денавита – Хартенберга, пользуясь методом Лагранжа, получены уравнения динамики в векторно-матричной форме, удобной для аналитического метода и допускающей реализацию на компьютере.

Для составления уравнения движения манипулятора определены:

- скорость произвольной точки звена манипулятора, с учетом движения всех кинематических пар;
- кинетическая энергия каждого звена манипулятора;
- потенциальная энергия манипулятора, как сумму потенциальных энергий всех звеньев.

Е. О. Шейко, студент; В. Н. Федоров, к.т.н., доцент; Н. И. Штефан, к.т.н., доцент
Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского»
E-mail: zhenya.sheyko@gmail.com

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕРИДИАНА ТРЕХСТЕПЕННЫМ НАЗЕМНЫМ ГИРОКОМПАСОМ В РЕЖИМЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ОСТАНОВКИ РОТОРА

При прокладке длинномерных тоннелей, шахт, в маркшейдерском деле, геодезии и картографии весьма остро стоит вопрос точного и быстрого определения плоскости географического меридиана. При этом использование для этой цели трехстепенных наземных маятниковых гироскопов остается актуальным, особенно в случае проведения измерений в труднодоступных местах. Поэтому совершенствование указанного типа приборов и методик работы с ними непрерывно продолжается.

Существенное сокращение времени определения положения плоскости географического меридиана трехстепенными наземными гироскопами было достигнуто применением метода параметрической идентификации начальных условий движения подвижной части прибора в азимуте. Дальнейшее повышение точности сдерживалось наличием постоянного неконтролируемого возмущающего момента вокруг вертикальной оси подвижной части прибора.

Для проведения измерений при наличии указанного вредного момента был предложен т.н. метод «Север-Юг», в дальнейшем появились методы, предполагающие проведение измерений при двух разных и известных значениях маятниковости либо кинетического момента гироскопа. Все эти как минимум вдвое увеличивали необходимое время измерений. Следующим шагом в определении меридиана при наличии вертикального вредного момента стало использование переходных режимов (разгон и выбег) ротора гироскопа.

В докладе представлены результаты обработки информации по методу наименьших квадратов реальной кривой азимутального движения подвижной части гироскопа в режиме естественной остановки его ротора. Найдены «наилучшие оценки» начальных условий движения, величины постоянного вредного момента и параметров выбега ротора: максимального значения кинетического момента и коэффициента затухания экспоненциальной функции.

Сделаны выводы о границах применения предложенной методики.

2

Гидроаэрогазодинамика и тепломассоперенос в системах летательных аппаратов

Координаторы:

Алексеенко Сергей Викторович,

заведующий кафедрой механотроники ДНУ имени Олеса Гончара, кандидат технических наук, доцент

Кныш Людмила Ивановна,

заведующий кафедрой аэрогидромеханики и энергомассопереноса ДНУ имени Олеса Гончара, доктор технических наук, профессор

Тимошенко Валерий Иванович,

зам. директора по научной работе Института технической механики НАНУ и ГКАУ, член-корреспондент НАНУ, доктор физико-математических наук, профессор

А. В. Алхимов, аспирант; С. В. Алексеенко, кандидат технических наук, доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: 2000alex12@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ ЗАКОНЦОВОК КРЫЛА НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В настоящее время при проектировании летательных аппаратов одним из определяющих критериев становится повышение экономичности полетов. Добиться снижения расхода топлива возможно, как путем создания более эффективных двигателей, так и за счет улучшения аэродинамических качеств летательного аппарата. Одним из перспективных направлений решения этой проблемы является уменьшение индуктивного сопротивления за счет применения специальных насадок на законцовках крыльев.

Вопрос целесообразности применения специальных законцовок, а также выбора их типа, является достаточно неоднозначным, о чем свидетельствует многообразие конструкций, принятых различными авиастроительными компаниями. При этом эффективность того или иного решения будет зависеть как от компоновки, конструктивных особенностей летательного аппарата, так и от режимов его эксплуатации. Настоящая работа посвящена исследованию, методами численного моделирования, внешней аэродинамики, особенностей процесса обтекания крыльев с различными типами законцовок с целью определения как аэродинамических характеристик летательного аппарата, так и определения сил и моментов, действующих на элементы конструкции.

Исследования были проведены с помощью математической модели, которая базировалась на осредненных по Рейнольдсу уравнениях Навье-Стокса сжимаемого газа и уравнении модели турбулентности Спаларта-Аллмараса. На бесконечности задавались параметры набегающего потока, на поверхности летательного аппарата условия прилипания. В качестве начальных условий задавались параметры невозмущенного потока. Расчеты выполнены с помощью метода контрольных объемов на неструктурированной сетке сгущенной и адаптированной к поверхности крыла и законцовки.

Изучена структура течения, распределение коэффициента давления по обтекаемой поверхности, выполнено сравнение аэродинамических характеристик летательного аппарата с различными конфигурациями законцовок. Полученные результаты могут найти применение при модернизации, а также разработке новых летательных аппаратов.

Д. О. Бондаренко, інженер-конструктор 1 категорії;
П. Г. Хорольський, к.т.н., провідний науковий співробітник
Державне підприємство «Конструкторське Бюро «Південне» імені М.К. Янгеля
E-mail: denisbon198530@gmail.com

КОНСТРУКТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМУ КОНСТРУКЦІЇ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОРГАНУ КЕРУВАННЯ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

При русі літального апарату у щільних шарах атмосфери, особливо при великих числах Маха, аеродинамічні органи керування (поворотні крила, рульові поверхні, елерони, інтерцептори та ін.) піддаються великим механічним, тепловим та динамічним навантаженням. Найбільш схильна до інтенсивного нагріву передня кромка органу керування. Обгорання передньої кромки призводить до зміни форми геометрії органу керування, площі та зміни його масово-габаритних характеристик. В результаті, це призводить к погіршенню керованості літального апарату, особливо це неприпустимо на кінцевій ділянці польоту, коли повинна бути досягнута ціль, обумовлена кінцевими параметрами руху.

Дана доповідь присвячена аеродинамічним органам керування, що застосовуються на високошвидкісних літальних апаратах. Розглянуто конструкції аеродинамічних органів керування, що застосовуються при русі літального апарату значно перевищуючи швидкість звуку. Проведено порівняльний аналіз та особливості цих конструкцій. Викладені запропоновані рекомендації до приведених органів керування та уникненню нагріву передньої кромки.

Реалізація запропонованих рекомендацій дозволить підвищити надійність керування літального апарату та уникнути обгорання передньої кромки. Надійність керування досягається за рахунок збереження форми органу керування та незмінності положення центру тяжіння органу керування.

В. Ю. Гончаренко, инженер-конструктор 2 к.,
Р. А. Моченов, инженер-конструктор 1 к., А.В. Костюк, начальник группы,
М. П. Сало, начальник сектора,
Государственное предприятие
«Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: goncharenko.vyu4@gmail.com

ВЫБОР ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ КРИОГЕННЫХ СИСТЕМ

В настоящее время одним из ключевых вопросов проектирования криогенных систем наземных комплексов ракет-носителей, является минимизация их стоимостных показателей с сохранением требуемых технических характеристик.

Решение такой задачи, как правило, сопряжено с проведением детального анализа конструкции и выявления возможных направлений оптимизации. Одним из которых является теплоизоляция криогенного оборудования.

В мировой практике наиболее широкое применение получила вакуумная изоляция. Она считается наиболее эффективной и широко применяется в криогенном оборудовании. Из недостатков данной теплоизоляции стоит отметить необходимость поддержания глубокого вакуума, трудность монтажа на сложных поверхностях и высокую стоимость.

Альтернативным направлением является применение теплоизоляции на базе синтетического вспененного каучука и пеностекла. Эти материалы одни из самых распространенных для теплоизоляции и обладают превосходными теплотехническими свойствами и используются в оборудовании, работающем в широком диапазоне температур. Из плюсов данной теплоизоляции стоит отметить стабильность технических характеристик, длительный срок эксплуатации и низкую стоимость.

Для выбора оптимального варианта теплоизоляции в разрабатываемых проектах ГП «КБ «Южное», проведено численное моделирование процессов в трубопроводах при транспортировании криогенных сред с применением программного продукта ANSYS.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования теплоизоляции на базе синтетического вспененного каучука и пеностекла взамен вакуумной теплоизоляции.

В. Ю. Левченко, студент, А. В. Давыдова, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: davang28@gmail.com

ОЦЕНКА ЗОН РАЗРУШЕНИЙ ПРИ АВАРИЙНОМ ЗАПУСКЕ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ

В настоящее время многие государства развивают стратегию освоения космоса. Для одних стран это вопрос престижа, для других - гарантия безопасности. С каждым годом их количество увеличивается. Все больше стран стремится быть «космическими державами» вкладывая в развитие этой отрасли огромные средства. При этом в мире не уменьшается количество инцидентов со взрывами ракет-носителей. Чаще всего аварийная ситуация возникает при запуске маршевых двигателей или на первые секунды полета. В результате аварийного запуска ракеты-носителя происходит взрыв ее в воздухе или при падении на земную поверхность. Возникающая при этом ударная волна способна разрушить все наземные коммуникации вблизи места старта, а токсичные компоненты топлива, проникая в почву, способны отравить земную поверхность, провоцируя экологическую катастрофу.

На основании работ таких известных ученых, как Б.Риман, Д. Чепмен, Э. Жуге, была построена математическая модель расчета поражающих факторов взрыва, возникающего при аварийном запуске ракеты-носителя. Среди многих уже известных факторов наиболее распространенными являются избыточное давление во фронте ударной волны и удельный импульс фазы сжатия, а также некоторые другие его характеристики. За основу для расчета была взята ракета-носитель среднего класса с массовыми характеристиками, близкими к массовым характеристикам ракеты-носителя «Циклон-4М», которая в настоящее время разрабатывается государственным предприятием КБ «Южное».

В результате проведенных расчетов описаны возможные последствия разрушений и зоны возможных поражений живой силы. Оценка уровня наносимых повреждений осуществлялась на основе данных материалов гражданской обороны. В ходе проведенных исследований предложены возможные решения по недопущению человеческих жертв и инфраструктурных разрушений при аварийном запуске ракет-носителей.

В. Е. Некрасов, студент; С. В. Алексеенко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Украина
E-mail: nekrasov.valey97@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМ ЛЕДЯНЫХ НАРОСТОВ НА АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЫЛА

Обледенение летательных аппаратов в неблагоприятных метеоусловиях является всемирно признанной серьезной проблемой безопасности полетов. Переохлажденные капельки воды, содержащиеся в облаках, могут замерзать, попадая на аэродинамические поверхности летательных аппаратов, образовывать ледяные наросты, изменяя форму обтекаемой поверхности, структуру течения и, соответственно, аэродинамические характеристики летательного аппарата.

Работа посвящена исследованию влияния форм ледяных наростов, образующихся на поверхности профиля NASA0012 на его аэродинамические характеристики.

Разработано программно-методическое обеспечение, позволяющее моделировать процессы обледенения, где, для описания внешнего потока воздуха, содержащего переохлажденные капельки воды применена модель взаимопроникающих сред с использованием осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса. Моделирование турбулентности выполнено с помощью однопараметрической дифференциальной модели Spalart-Allmaras с коррекцией для шероховатой стенки.

Показано, что в зависимости от параметров набегающего воздушно-капельного потока, могут образовываться различные формы льда. При этом наибольшее негативное влияние на характеристики крыла оказывают наросты, имеющие рогообразную форму. В общем случае форма нароста может быть охарактеризована его высотой, углом, который он образует с линией хорды и местом расположения на поверхности профиля. Проанализировано влияние ледяных наростов, в зависимости от их формы, на структуру течения и аэродинамические характеристики крыла.

Результаты работы могут быть использованы при проектировании летательных аппаратов с целью повышения безопасности полетов.

В. Е. Некрасов, студент; С. В. Алексеенко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Украина
E-mail: nekrasov.valey97@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ТРЕХМЕРНОГО ОБТЕКАНИЯ ТЕЛ В РАЗРЕЖЕННОЙ СРЕДЕ

В настоящее время одним из важнейших факторов роста мировой экономики является развитие транспортных систем. Тенденции к увеличению мобильности населения, сокращению времени поездок, постоянно возрастающий спрос как на пассажирские, так и на грузовые перевозки определяют необходимость развития скоростных и высокоскоростных видов транспорта.

Известно, что при достижении трансзвуковых и сверхзвуковых скоростей, с точки зрения аэродинамики определяющим негативным фактором становится значительное увеличение удельных энергетических затрат вследствие взаимодействия транспортного средства с воздухом, образования ударных волн. Одним из возможных путей решения этой проблемы может стать создание системы, обеспечивающей движение транспортного средства в разреженной среде. При этом основной технической задачей будет являться обеспечение перераспределения параметров потока, и создание области повышенного давления за движущимся транспортным средством.

Данная работа посвящена исследованию аэродинамических процессов, происходящих при движении транспортного средства в форме капсулы в тоннеле с разреженной средой. Исследования были выполнены с помощью численного моделирования на основе решения уравнений Навье-Стокса. В расчетах плотность газа принималась равной $\sim 1/32$ от плотности воздуха при нормальных условиях, скорость движения капсулы – 400...700 км/ч. Задача рассмотрена в трехмерной постановке. Расчеты были выполнены для капсулы, имеющей следующие формы: цилиндрической с передним и задними краями в форме полусфер; с вытянутым передним и со скошенным задним краями; каплевидной; со скошенными передним и задним краями. Длина капсулы составляла 10 м, диаметр тоннеля – 3 м.

В результате численного моделирования были получены картины распределения основных параметров потока в расчетной области, а также исследованы особенности структуры течения при обтекании капсул рассмотренных форм в тоннеле. Также были получены картины распределения коэффициента давления по обтекаемой поверхности. Результаты работы могут быть использованы при разработке аэродинамических форм капсул транспортных систем в разреженных средах.

3

Гравитация и фундаментальная физика

Координатор:

Соколовский Александр Иосифович,
профессор кафедры квантовой макрофизики ДНУ
имени Олеся Гончара, доктор физико-математических
наук, профессор

V. V. Aleksey, Head of Laboratories; V.Yu. Lazur, Dr. Sc. (Phys.-Math), Prof.,
Dean; S. I. Myhalyna, Senior Lecturer
Uzhhorod National University
E-mail: vitaliy.aleksiy@uzhnu.edu.ua

DODD-GRAIDER EQUATION FOR A FOUR-PARTICLE QUANTUM-MECHANICAL OPERATOR WITH PARTICLE REARRANGEMENT IN THE THEORY OF TWO-ELECTRON CHARGE-EXCHANGE

In recent decades, experimental advancements have enabled accurate measurements at kinematically complete fully differential cross sections. For three-body collisions, several dynamical aspects of the elementary processes such as electron excitation, ionization and capture have been elucidated in more details, while for many-electron systems the most addressed question is the influence of electron correlation on the magnitude of the process. However, double-electron capture is a particularly interesting case of a two-electron process, which is important for their practical applications in different fields of physics such as astrophysics, plasma physics and controlled thermonuclear fusion researches.

The physical features of atomic particle scattering at intermediate energies are due to the strong distortion of electronic wave functions due to the presence of long-range Coulomb interaction between the particles. As a result, the real transitions of electrons from initial to final state are accompanied by a mass of other (virtual) transitions. To describe these specific features of the Coulomb interaction, various approximate variants of Schrödinger formalism are used. The most popular of which is the continuum distorted wave method (CDW). The advances made in the study of one-electron charge-exchange and ionization processes based on the CDW-method [1] have led us to develop the Schrödinger formalism of the distorted wave method to describe the processes of two-electron capture.

On the basis of the Dodd-Greider integral equations for a quantum mechanical operator of a four-particle rearrangement scattering, we have reviewed a version of the continuum distorted wave method to describe two-electron capture in energetic ion-atomic collisions. An important feature of this method is a consistent preservation of the proper asymptotic limits of the wave functions of a colliding system in the entrance and exit reaction channels that takes into account the long-range nature of the Coulomb interactions. The reaction amplitude can be calculated in approximation of simultaneous two-electron transitions. The application of the general theory is illustrated by the example of a two-electron charge-exchange reaction when helium atoms collide with alpha particles. The related theoretically calculated cross sections are in good agreement with the experimental and theoretical data in the region of high and intermediate impact energies. Further development of this method is foreseen by accounting for sequential mechanisms of two-electron transitions and including electronic correlations in the wave functions of the initial and final states. Such corrections are expected to improve the agreement between theory and experiment at lower collision energies.

1. V.Yu. Lazur, V.V. Aleksey, M.I. Karbovanets, M.V. Khoma, S.I. Myhalyna. SPQEO. – 2019. – Vol. 22. – No 2. – P. 171-181.

К.М. Гапоненко, аспірантка; О.Й. Соколовський, д.ф.-м.н., професор
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: kgaпоненko@i.ua

ВІЛЬНА ЕНЕРГІЯ НЕРІВНОВАЖНОЇ СИСТЕМИ У ПРОСТОРОВО-НЕОДНОРІДНОМУ СТАНІ

Робота ґрунтується на означенні нерівноважної вільної енергії Леонтовича-Ландау. В цьому означенні розглядається вільна енергія $F(h)$ рівноважної системи у зовнішньому полі h_a , взаємодія якого з системою описується функцією Гамільтона $\mathcal{E} = \sum_a \mathcal{H}_a h_a$, де \mathcal{H}_a - деякі мікроскопічні фізичні величини. Перетворення Лежандра дає вільну енергію $F_n(\eta) = F(h) - \sum_a \eta_a h_a$ як функцію середніх значень η_a мікроскопічних величин \mathcal{H}_a . Стверджується, що функцію $F_n(\eta)$ можна вважати нерівноважною вільною енергією системи, стан якої описується параметрами η_a (див. докладне обговорення в нашій роботі [1]).

У просторово-неоднорідній системі параметри η_a і поле h_a є локальні величини $\xi_i(x)$, $h_i(x)$ і $\mathcal{E} = \sum_i \int_V d^3x h_i(x) \xi_i(x)$. Зручніше перейти до фур'є-образів цих величин, використовуючи періодичні крайові умови. При цьому $\mathcal{E} = \sum_{ik} h_{ik}^* \xi_{ik} / V$, ($\xi_{ik} \equiv \int_V d^3x \xi(x) e^{-ikx}$) і всі формули роботи [1] залишаються справедливими, якщо покласти $h_a = h_{ik}^*$, $\eta_a = \xi_{ik} / V$, $\sum_a \dots = \sum_{ik} \dots$. Зокрема залишається незмінним наш вираз для нерівноважної вільної енергії в околі рівноважного стану системи

$$F_n(\eta) = F_0 - \sum_{ab} A_{ab}^{-1} \delta \eta_a \delta \eta_b + O(\delta \eta^3), \quad \delta \eta_a \equiv \eta_a - \eta_a^0,$$

де $A_{ab} = \langle \mathcal{H}_a \mathcal{H}_b \rangle$ - кореляційна функція мікроскопічних величин \mathcal{H}_a , η_a^0 - середі їх значення, F_0 - вільна енергія системи (всє у відсутності зовнішнього поля). Прості обчислення дозволяють переписати формулу для $F_n(\xi) \equiv F_n(\eta)$ у вигляді

$$F_n(\xi) = F_0 - \sum_{i\bar{i}, k} A_{i\bar{i}}^{-1}(k) \delta \xi_{ik}^* \delta \xi_{i\bar{k}} + O(\delta \xi^3), \quad A_{i\bar{i}}(k) \equiv \langle \xi_{ik} \xi_{i\bar{k}} \rangle.$$

У слабко неоднорідному нерівноважному стані величини $\delta \xi_{ik}^*$ відмінні від нуля тільки при малому k . В такому випадку $A_{i\bar{i}}^{-1}(k)$ можна розкласти за степенями k_p , що за певною симетрією системи дає відомий вираз Ландау [2].

$$F_n(\xi) = F_0 + \int_V d^3x \left[a_{i\bar{i}} \delta \xi_i(x) \delta \xi_{i\bar{i}}(x) + g_{i\bar{i}, nl} \nabla_n \delta \xi_i(x) \cdot \nabla_{i\bar{i}} \delta \xi_{i\bar{i}}(x) + O(\delta \xi^3) \right].$$

1. Гапоненко Н. М., Sokolovsky A.I. Non-equilibrium Gibbs thermodynamic potential of a magnetic system // Visnik Dnipropetrovs'kogo Universitetu. Seria Fizika, Radioelektronika. - 2016. - V. 24, Issue 23. - P.45-52.

2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Часть 1. - М.: Наука, 1976. - 583 с.

С. В. Геден, н.с.; В.Ю. Лазур, д.ф.-м.н., професор
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
E-mail: sergej.gedeon@uzhnu.edu.ua

ДИФЕРЕНЦІАЛЬНІ ПЕРЕРІЗИ ПРУЖНОГО РОЗСІЯННЯ Е-СА

Всебічні розрахунки характеристик розсіяння електронів на атомі кальцію були виконані нами, разом зі співавторами, в [1, 2] у рамках методу R-матриці з B-сплайнами (БСР) [3]. У новітній версії цього методу для представлення як функцій дискретного спектру мішені, так і функцій континууму використовується B-сплайновий базис. У даному дослідженні нами уточнені енергетичні, кутові та сукупні 3D-енергетично-кутові залежності диференціальних перерізів (ДП) пружного зіткнення е-Са і здійснене порівняння з наявним експериментом (див. посилання в [1, 2]). Для точного представлення хвильових функцій мішені використовувався багатокофігураційний метод Хартрі-Фока з неортогональними орбіталами. Розклад сильного зв'язку включав 39 зв'язаних станів нейтрального кальцію, охоплюючи всі стани від основного стану до $4s8s\ 1S$. Досягнута точність здійсненого в [1, 2] БСР39-розрахунку структури мішені була вищою, ніж у всіх попередніх розрахунках розсіяння е-Са. У даній праці згадані вище ДП розраховувалися на основі K-матриці, отриманої в [1]. Ми представляємо, зокрема, результати досліджень структури ДП пружного розсіяння електронів на атомі Са в основному і чотирьох нижніх збуджених станах $43P_0$, $33D$, $31D$ та $41P_0$. Порівняння наших БСР39-перерізів, як інтегро-диференціальних (тобто інтегрованих по вузькому куту), так і диференціальних, для пружного розсіяння електронів на Са в основному стані $41S$ з наявними вимірюваннями (див. посилання в [1, 2]) вказує, в загальному, на їх добре узгодження з експериментом. Це дає підстави очікувати, що й виявлені нами локальні воронкоподібні структури на 3D-поверхні ДП, також ґрунтуються на реальних фізичних процесах, а не є обчислювальними артефактами. При цьому 3D-поверхня кутової та енергетичної залежностей пружного перерізу розсіяння е-Са проявляє властивості єдиної „цільної” системи, з аналізу властивостей якої можна робити висновки щодо характеру розсіяння, зокрема про кількість відкритих каналів реакції: пружне розсіяння, збудження, іонізацію. Параметри виявлених нами особливих точок 3D-поверхні, – локалізованих мінімумів у енергетично-кутових залежностях ДП, – будуть представлені в окремій праці. Перерізи пружного розсіяння електронів на Са в збуджених станах $43P_0$, $33D$, $31D$ та $41P_0$ не є настільки структурованими як при розсіянні на основному $41S$ -стані. Проте вони містять багато однотипних структурних елементів, зокрема поздовжніх впадин-жолобів, поява і кількість яких тісно корелює з кількістю відкритих каналів розсіяння.

1. Zatsarinny O., Bartschat K., Gedeon S., Gedeon V., Lazur V. Phys. Rev. A. – 2006. – V. 74, Iss. 5. – P. 052708 (10 pp).
2. Zatsarinny O., Bartschat K., Bandurina L., Gedeon S. J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys. – 2007. – V. 40, No 20. – P. 4023-4031.
3. Zatsarinny O. Comput. Phys. Commun. – 2006. – V. 174, No 4. – P. 273-356.

V. N. Gorev, Ph. D., Assistant Professor1, A.I. Sokolovsky, D. Sci., Professor2
 1Dnipro University of Technology
 2Oles Honchar Dnipro National University
 E-mail: lordjainor@gmail.com

ON THE SOUND MODES OF A SYSTEM WITH SMALL INTERACTION BASED ON A NONLOCAL COLLISION INTEGRAL

A one-component gas with small potential interaction is investigated. The consideration is based on a nonlocal collision integral. In paper [1] hydrodynamic equations for the system under consideration in the linear-in-gradients approximation are obtained. This work is devoted to the derivation of the system hydrodynamic modes on the basis of the equations derived in [1]. The following results for the mode dispersion laws are obtained:

$$\lambda_{1,2} = \pm ikc_s + O(k^2), \quad \lambda_{3,4,5} = O(k^2), \quad (1)$$

where k is a small wave vector, the estimates $O(k^2)$ are a-priori ones. The sound velocity c_s is given by the expression

$$c_s = \sqrt{\frac{5T}{3m}} (1 + \alpha + \beta + O(V^3)), \quad \alpha \sim V, \quad \beta \sim V^2, \quad \alpha = \frac{3}{10} \frac{n}{T} V(k=0),$$

$$\beta = -\frac{1}{2} \frac{n}{\pi^2 T^2} \left(\frac{4}{15} Q_1 + \frac{1}{10} Q_2 \right) - \frac{1}{2} \alpha^2,$$

$$Q_1 = \int_0^\infty dk k^2 V^2(k), \quad Q_2 = \int_0^\infty dk k^3 V(k) \frac{\partial V(k)}{\partial k}, \quad 2)$$

here T and n are the equilibrium temperature and particle density of the system, $V(k)$ is the Fourier transform of the system pair potential, m is the mass of a particle; we use a reference frame where the equilibrium system velocity is equal to zero.

In fact, the coefficients α and β give corrections to the sound velocity. The quantity α is given by the Vlasov term, and the coefficients Q_1 and Q_2 come from taking into account the non-locality of the system collision integral. It is important to stress that the obtained results are valid only for the case where $V(k=0)$ is finite. If the integrals Q_1 and Q_2 are infinite, then the limits of integration may be truncated artificially on the basis of some physical properties of a particular system (see, for example, the derivation of the Coulomb logarithm in [2]).

1. V.N. Gorev, A.I. Sokolovsky, "Non-dissipative hydrodynamic equations based on a nonlocal collision integral", Journal of Physics and Electronics, vol. 26(1), 2018, P. 11-18.

2. L. D. Landau, "Kinetic equation in case of Coulomb interaction", In book "L. D. Landau Collected works". - 2008. - Vol. 1. - P. 206 - 213 (in Russian).

О. А. Гринішин⁽¹⁾, аспірант PhD; І.С. Кравчук⁽¹⁾, студент магістратури;
С. О. Соколовський⁽²⁾, к.ф.-м.н., доцент; О.Й. Соколовський⁽¹⁾, д.ф.-м.н., професор
⁽¹⁾Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
⁽²⁾Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
E-mail: ogrinishin@gmail.com

ПОРІВНЯННЯ НАБЛИЖЕНЬ ОДНОГО ТА ДВОХ ПОЛІНОМІВ У ТЕОРІЇ РЕЛАКСАЦІЇ В ПЛАЗМІ

Досліджуються релаксація температур і швидкостей компонент повністю іонізованої просторово-однорідної плазми в узагальненій моделі Лоренца. Відповідні точні часові рівняння для температури T і швидкості u_n електронної компоненти мають вигляд [1]

$$\partial_t u_n = -\lambda_u u_n, \quad \partial_t T = -\lambda_T (T - T_0) + (2\lambda_u - \lambda_T) m u^2 / 3 \quad (1)$$

Коефіцієнти релаксації $\lambda_u, \lambda_T \in$ власні значення оператора інтеграла зіткнень \mathbf{K}

$$\mathbf{K} A_p P_l = \lambda_u A_p P_l, \quad \mathbf{K} B_p = \lambda_T B_p. \quad (2)$$

В нашому розгляді \mathbf{K} – складний диференціальний оператор і останні рівняння можуть бути розв'язані тільки наближено. В роботі використовується метод розкладення за ортогональними поліномами Соніна

$$A_p = \sum_{n=0}^{\infty} a_n S_n^{3/2}(\beta \varepsilon_p), \quad B_p = \sum_{n=0}^{\infty} b_n S_n^{1/2}(\beta \varepsilon_p). \quad (3)$$

Він веде до нескінченної системи лінійних рівнянь для величин a_n, b_n , коефіцієнти якої залежать від λ_u, λ_T і визначаються матричними елементами оператора \mathbf{K} (з цієї системи знаходимо і коефіцієнти λ_u, λ_T). У наближенні s поліномів вважається, що тільки перші s коефіцієнтів у формулах (3) відмінні від нуля, і через $a^{[s]}$ позначається внесок такого наближення до величини a . Рівняння (2) належать до рівнянь Фредгольма II роду і математичні міркування, стосовні збіжності вказаного метода, відсутні. Тому нами поставлена задача порівняння наближень одного та двох поліномів. З урахуванням малості параметра $\mu = (m/M)^{1/2}$, де m, M – маси електрона і іона відповідно (для електрона і протона $\mu \approx 2,3 \cdot 10^{-2}$), знайдено [1]

$$(\lambda_u^{[2]} - \lambda_u^{[1]}) / \lambda_u^{[1]} \approx -0,81 + 0,33\mu^2, \quad (\lambda_T^{[2]} - \lambda_T^{[1]}) / \lambda_T^{[1]} \approx -0,48 + 14,0\mu^2. \quad (4)$$

Цей результат показує, що збіжність використаного метода обчислення коефіцієнтів релаксації повільна. Зазначимо, що вираз для коефіцієнта релаксації λ_T був вперше отриманий Ландау [2] і співпадає з нашим $\lambda_T^{[1]}$ при малих μ .

1. Sokolovsky S.A., Sokolovsky A.I., Kravchuk I.S., Grinishin O.A. Temperature and velocity relaxation in plasma. Spectral theory approach // Journal of Physics and Electronics. – 2019. – Vol. 27, No. 2. – P. (у друку).

2. Ландау Л.Д. Кинетическое уравнение в случае кулоновского взаимодействия // ЖЭТФ. – 1936. – Т. 7. – С. 203-209.

М. С. Дмитрієв, магістр; В. В. Скалозуб, д. ф-м. н., проф.
 Дніпровський національний університет ім. О. Гончара
 E-mail: dmitriev@dlit.dp.ua

MIXING ANGLE OF SCALAR FIELDS IN THE DESCRIPTION OF DARK MATTER SIGNALS IN THE GENERALIZED YUKAWA MODEL

According to present day results of the LHC experiments, there were no dark matter candidates found. The purpose of this work is to present a possible theoretical explanation why it could be so. In out consideration, it is made in the framework of the Yukawa model, where dark matter is modeled as the heavy fermion Ψ and boson χ fields. Visible matter is assumed to be light and described as scalar field ϕ and the doublet of the fermion fields ψ_1 and ψ_2 . The latter two fields interact with bosons ϕ and χ through different Yukawa's couplings. This model allows us to take into consideration the qualitatively important effect of the coupling constants values. At the same time, the transformation properties of visible fields are not accounted for as inessential. We start from the Lagrangian:

$$L = \frac{1}{2} [(\partial_\nu \phi)^2 - \mu^2 \phi^2] + \frac{1}{2} [(\partial_\nu \chi)^2 - \Lambda^2 \chi^2] - \lambda \phi^4 + \rho \phi^2 \chi^2 - \xi \chi^4 + (1) \\ + \sum_{a=1,2} \bar{\psi}_a (i\gamma^\nu \partial_\nu - g_\phi \phi - g_\chi \chi - m) \psi_a + \bar{\Psi} (i\gamma^\nu \partial_\nu - M - G_\chi \chi) \Psi$$

Here, fermions interact with each other via the interchange of scalar particles. It can be considered as the effective four-fermion vertexes. Probability of certain scenario of interaction – through ϕ or χ field – depends on the mixing angle between these two fields. Hence, this quantity affects the differential cross-section σ of the four-fermions interactions. It turns out that small values of the mixing angle can lead to the significant cross-section width of the dark χ boson. So that such a signal can be missed in the data analysis at the LHC as a noise, and therefore dark matter signal is missed. This is probably because the narrow width approximation is used in processing of data treating applied by the LHC Collaborations.

We introduce the mixing angle as such rotation in the inner space of scalar fields, which diagonalizes the matrix of the boson masses of the model. This matrix is defined with taking into account the one-loop fermionic corrections, which emerge from the interaction between fermionic vacuum and the scalar field condensates. Therefore, boson masses contain contributions of the dark boson mass and dark fermions loop, and we obtain the following relation for the mixing angle with model parameters:

$$\tan 2\theta_{mix} = 2g_\phi g_\chi m_2^{-2} \ln \frac{m_2^2}{m_1^2} \left[\frac{8\pi^2}{3} (\Lambda^2 - \mu^2) + (g_\phi^2 - g_\chi^2) m_2^2 \ln \frac{m_2^2}{m_1^2} - M^2 G_\chi^2 \ln \frac{M^2}{m_1^2} \right]^{-1} (2)$$

In this equation g_ϕ and g_χ denote Yukawa's couplings between light fermions and scalars, and G_χ is a coupling in the dark sector of the model, namely between Ψ and χ . Besides, m_1 , m_2 and M are masses of ψ_1 , ψ_2 and Ψ , respectively. Parameters μ and Λ are masses of ϕ and χ .

We set mixing angle to be equaled 10^{-8} , that is very small value, and analyze model parameters ranges where it is so.

М. С. Дмитрієв, магістр; В. В. Скалозуб, д. ф-м. н., проф.
 Дніпровський національний університет ім. О. Гончара
 E-mail: dmitriev@dlit.dp.ua

DESCRIPTION OF DARK MATTER SIGNALS IN THE SCATTERING PROCESSES IN THE GENERALIZED YUKAWA MODEL

According to present day results of the LHC experiments, there were no dark matter candidates found. The purpose of this work is to present a possible theoretical explanation why it could be so. In our consideration, it is made in the framework of the Yukawa model, where dark matter is modeled as the heavy fermion Ψ and boson χ fields. Visible matter is assumed to be light and described as scalar field ϕ and the doublet of the fermion fields ψ_1 and ψ_2 . The latter two fields interact with bosons ϕ and χ through different Yukawa's couplings. This model allows us to take into consideration the qualitatively important effect of the coupling constants values. At the same time, the transformation properties of visible fields are not accounted for as inessential. We start from the Lagrangian:

$$\begin{aligned}
 L = & \frac{1}{2} \left[(\partial_\nu \phi)^2 - \mu^2 \phi^2 \right] + \frac{1}{2} \left[(\partial_\nu \chi)^2 - \Lambda^2 \chi^2 \right] + \\
 & + \sum_{a=1,2} \bar{\psi}_a (i \gamma^\nu \partial_\nu - g_\phi \phi - g_\chi \chi - m) \psi_a + \bar{\Psi} (i \gamma^\nu \partial_\nu - M) \Psi - \\
 & - \lambda \phi^4 + \rho \phi^2 \chi^2 - \xi \chi^4 - G_\chi \bar{\Psi} \chi \Psi
 \end{aligned} \tag{1}$$

Here, fermions interact with each other via the interchange of scalar particles. It can be considered as the effective four-fermion vertexes. Probability of certain scenario of interaction – through ϕ or χ field – depends on the mixing angle between these two fields. Moreover, the polarization tensor of χ contains also the contribution of the Ψ fermion loop. Hence, the differential cross-section σ of the four-fermions interaction depends on the masses of the dark matter particles and the mixing angle between scalar fields. We set this angle to be equal to 10^{-8} that corresponds to some set of the model parameters. The mass of Ψ is chosen to be much bigger than the masses m_1 or m_2 . Because of this, a cross-section width of χ becomes significant, so that such a signal can be missed in the data analysis on the LHC as a noise. This is probably because the narrow width approximation is used in processing of data treating applied by the LHC Collaborations. Taking into account listed above, the differential cross-section of the four-fermion interaction is obtained and its center-of-mass energy dependence is investigated. The renormalizations of the couplings and masses are fulfilled. We investigate how the σ changes dependently on the Ψ and χ masses, the mixing angle of scalar fields and coupling constant g_χ of light fermions to the dark matter. Besides, we obtain conditions for model parameters under which the cross-section width of the reaction becomes significant. Process $\psi_1 \psi_1 \rightarrow \psi_2 \psi_2$ is considered.

Н. Ю. Кондор, аспірант; В.Ю. Лазур, д.ф.-м.н., професор; О.В. Єгіазарян, аспірант;
 В. Ф. Гедеон, к.ф.-м.н., доцент
 ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
E-mail: kondornatali44@gmail.com

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВРАХУВАННЯ КОРЕЛЯЦІЇ ДЛЯ ОПИСУ АТОМІВ З ВІДКРИТИМИ 3p- ОБОЛОНКАМИ

В роботі розглянуті основні теоретичні принципи та засади, покладені в основу структурних розрахунків атомних систем за допомогою одно- та багатоконфігураційного методів Хартрі-Фока (пакет MCHF) [1]. За допомогою програмного коду MCHF [1] нами нараховані в LS-наближенні одноелектронні орбіталі понад 40 нижніх станів атома P ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 (^4S^o, ^2D^o, ^2P^o)$), $3s^2 3p^2 (^3P)$ nl (n = 3, 4, 5, 6, l = 0, 1, 2), $3s^2 3p^2 (^1D)$ nl (n = 4, l = 0, 1), $3s^2 3p^2 (^1P)$ 4s та $3s 3p^4 (^4P, ^2D, ^2S)$ та атома S ($1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4 (^3P, ^1D, ^1S)$), $3s^2 3p^3 (^4S^o)$ nl (n = 3, 4, 5, 6, l = 0, 1, 2), $3s^2 3p^3 (^2D^o)$ nl (n = 4, l = 0, 1), $3s^2 3p^2 (^2P^o)$ 4s та $3s 3p^5 (^3P^o)$). Отримана точність MCHF-енергій зв'язку здебільшого знаходиться в діапазоні ~0.05-0.2 еВ, що дає змогу в подальшому використати отримані енергії та хвильові функції для розрахунку розсіяння. В роботі визначені кількісні і якісні критерії розрахунків атомної структури. Для кон-тролю якості отримуваних хвильових функцій атома P та атома S були розраховані сили осциляторів між основними переходами. Здійснені розрахунки є систематичними, що дозволяє оцінити точність і збіжність обчислень, та степінь врахування кореляції. Нижні стани в атомарній сірці характеризується трьома конфігураціями, $3s^2 3p^4$, $3s^2 3p^3 (^3P, ^1D, ^1S)$ і $3s 3p^5$, які проявляють різні моделі кореляції. Для фосфору вони мають вигляд $3s^2 3p^3$, $3s^2 3p^2 (^4S^o, ^2D^o, ^2P^o)$ і $3s 3p^4$.

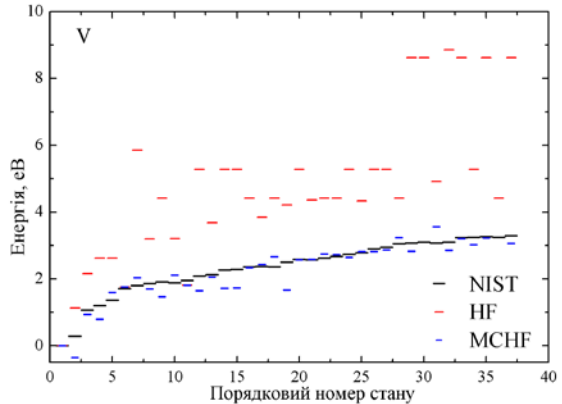
Для поліпшення хвильових функцій, отриманих у наближенні Хартрі-Фока (HF) [1], необхідно використовувати дуже великі розклади конфігураційної взаємодії. Урахування електронної кореляції приводить до значного покращення узгодження з експериментом при обчисленні рівнів енергії, ймовірностей переходів та інших атомних характеристик. Крім того, деякі ефекти, такі, наприклад, як двоелектронні переходи, взагалі не можуть бути описані в рамках наближення Хартрі-Фока. Щоб отримати точні результати використовувались неортогональні орбіталі, які дозволяють включати кореляцію з мінімальною кількістю конфігурацій і кореляційних орбіталей. Цей підхід був успішно застосований для створення станів мішені в кисні (Zatsarinny and Tayal [2]), де він показав велику ефективність для опису атомів з відкритими оболонками. В загальному, неортогональність призводить до набагато більших витрат часу на розрахунки в порівнянні з ортогональними орбіталами, але забезпечує набагато більшу гнучкість у виборі хвильових функцій мішені, які в принципі можуть бути отримані з незалежних розрахунків.

1. Froese Fischer C. *Comput. Phys. Commun.* // - 1991. - V. 64, No 3. - P. 369-398.
2. Zatsarinny O., Tayal S.S. // *J. Phys. B: At. Mol. Opt. Phys* - 2001. - V. 34 - P. 1299

А. А. Кочемба, аспірантка; В. Ю. Лазур, д.ф.-м.н., професор;
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
E-mail: alicekochemba2005@gmail.com

РОЗРАХУНКИ СТРУКТУРИ АТОМА ВАНАДІУ В НАБЛИЖЕНІ ХАРТРІ-ФОКА

Дослідження елементарних процесів, що відбуваються в процесі зіткнення атомних часток, їх точність та повнота базуються, в першу чергу, на точності і обширності розрахунків атомної структури. Подібні квантово-



механічні структурні розрахунки атомних часток мають, крім суто прикладного, також і фундаментальне значення і слугують для перевірки тих чи інших аспектів теорії. Прецизійні методи розрахунку структури атомних систем є необхідними як для встановлення властивостей складних атомів та іонів з відкритими оболонками, так і для їх подальшого використанні в задачах розсіяння „електрон + атом”.

Для розрахунку перерізів розсіяння електронів на атомі ванадію, з використанням багатоконфігураційного методу Хартрі-Фока [1], нами проведені розрахунки базисних станів $3d^4(5D, 3H, 3P, 3F, 3D, 3G, 1G, 1I, 1D) 4s, nl$ ($n = 3, 4, 5, 6, 7, l = 0, 1, 2, 3, 4$), $3d^3(4F)4s4p(3P)$, $3d^5$ та $3d^4(5D)4p$ (з усім спектром можливих термів двох останніх конфігурацій) необхідних для подальших розрахунків процесів $e - V$ - розсіяння. На рисунку наведена схема розміщення енергетичних порогів збудження E_{exit} атома ванадію за даними NIST [2] в порівнянні з нашими одноконфігураційними HF-розрахунками енергій спектроскопічних рівнів та багатоконфігураційними MCHF-розрахунками. Точність отриманих БКХФ-енергій збудження станів для іона атома ванадію переважно становить $\sim 0.02\text{--}0.8$ еВ, що дає змогу використати отримані енергії та хвильові функції в розрахунку розсіяння $e - V$.

1. Froese Fischer C. *Comput. Phys. Commun.* – 1991. – V. 64, No 3. – P. 369–398.
2. Kramida, A., Ralchenko, Yu., Reader, J., and NIST ASD Team (2015). *NIST Atomic Spectra Database* (ver. 5.3), [Online]. Available: <http://physics.nist.gov/asd> [2019, January 18]. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD.

І. С. Кравчук⁽¹⁾, студент магістратури; О.А. Гріншин⁽¹⁾, аспірант PhD;
 С.О. Соколовський⁽²⁾, к.ф.-м.н., доцент; О.Й. Соколовський⁽¹⁾, д.ф.-м.н., професор
⁽¹⁾Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
⁽²⁾Придніпровська державна академія будівництва та архітектури
 E-mail: kravchuk3571@gmail.com

РЕЛАКСАЦІЙНІ ЯВИЩА В ПРОСТОРОВО-ОДНОРІДНІЙ ПЛАЗМІ В МЕТОДІ СПЕКТРАЛЬНОЇ ТЕОРІЇ ОПЕРАТОРА ІНТЕГРАЛА ЗІТКНЕНЬ

Досліджуються релаксація температур і швидкостей компонент повністю іонізованої просторово-однорідної плазми в узагальненій моделі Лоренца. Інтеграл зіткнень такої моделі лінійний по функції розподілу електронів $f_p(t)$ і задовольняє кінетичне рівняння $\partial_t f_p(t) = I_p(f(t))$. В рівновазі $f_p(t)$ переходить у розподіл Максвелла w_p з температурою іонів T_0 і $I_p(w) = 0$. В термінах оператора інтеграла зіткнень \mathbf{K} , визначеного для довільної функції a_p формулою $\mathbf{K}a_p = -w_p^{-1}I_p(wa)$, і функції розподілу $g_p = w_p^{-1}f_p - 1$ кінетичне рівняння набуває вигляду $\partial_t g_p(t) = -\mathbf{K}g_p(t)$. Лінійний оператор \mathbf{K} є ермітів і позитивно визначений. В термінах його власних функцій g_{ip} і власних значень λ_i розв'язок кінетичного рівняння набуває вигляду $g_p(t) = \sum_i c_i g_{ip} e^{-t\lambda_i}$, де коефіцієнти c_i визначаються початковою функцією розподілу $f_p(t=0)$. Власні функції g_{ip} описують різні фізичні процеси, які завершуються при $t \gg \tau_i = \lambda_i^{-1}$. Встановлено, що векторна $A_p p_n$ і скалярна B_p власні функції і відповідні власні значення $\lambda_u = \tau_u^{-1}$, $\lambda_T = \tau_T^{-1}$ описують релаксацію густин імпульсу π_n та енергії ε електронної компоненти плазми. На основі припущення, що існує характерний час τ_0 , для якого $\tau_u, \tau_T \gg \tau_0 \gg \tau_i$ (для всіх $i \neq u, T$), досліджено еволюцію системи при $t \gg \tau_0$. Швидкість u_n і температуру T електронної компоненти введено означеннями

$$\varepsilon \xrightarrow{t \gg \tau_0} (3nT + mnu^2) / 2, \quad \pi_n \xrightarrow{t \gg \tau_0} mnu_n, \quad (1)$$

де m - маса електрона, n - густина електронів. Доведено формули [1]

$$g_p \xrightarrow{t \gg \tau_0} g_p^{(+)} = u_n A_p p_n + (T - T_0 + mu^2 / 3) B_p; \quad (2)$$

$$\partial_t u_n = -\lambda_u u_n, \quad \partial_t T = -\lambda_T (T - T_0) + (2\lambda_u - \lambda_T) mu^2 / 3,$$

перша з яких виражає ідею функціональної гіпотези Боголюбова, а дві інші точно описують нелінійну часову еволюцію системи.

1.Sokolovsky S.A., Sokolovsky A.I., Kravchuk I.S., Grinishin O.A. Temperature and velocity relaxation in plasma. Spectral theory approach // Journal of Physics and Electronics. - 2019. - Vol. 27, No. 2. - P. (у друку).

О. С. Крапівина-Соловйова, студентка;
 О. Й. Соколовський, доктор фізико-математичних наук, професор;
 С. Ф. Лягушин, кандидат фізико-математичних наук, доцент
 Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
 E-mail: olga.krapivina.zireael@gmail.com

МОДЕЛЮВАННЯ НЕЛІНІЙНИХ КОЛИВАНЬ ЗА МЕТОДОМ КРИЛОВА–БОГОЛЮБОВА

Важливу роль у математичному дослідженні динамічних фізичних систем відіграє вивчення нелінійних систем, у яких виникають квазіперіодичні автоколивальні процеси. В аналізі нелінійних коливальних процесів отримали суттєвий розвиток асимптотичні методи. Українські вчені М.М. Крилов і

М.М. Боголюбов відіграли основоположну роль у розвитку математичної теорії квазіперіодичних коливальних систем, яка виросла в цілий науковий напрям – нелінійну механіку [1]. Коли академік Боголюбов зосередився на дослідженнях із теоретичної фізики, київську школу нелінійної механіки очолив академік Ю.О. Митропольський [2]. Сучасна комп'ютерна техніка дозволяє отримувати чисельні розв'язки багатьох важливих для практики математичних задач і порівнювати їх із наближеними аналітичними результатами, які зберігають своє значення в науці.

Моделюються гармонічні коливання зі збуренням $\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} + \omega_0^2 x = Q(x)$,

$Q(x) \sim \varepsilon$, $\varepsilon \ll 1$. Розглядається наближений розв'язок рівняння з відомими початковими координатою та швидкістю. Для моделювання пропонується

рівняння $\frac{\partial^2 x}{\partial t^2} + \omega_0^2 x + \lambda x^2 + \mu x^3 = 0$. У методі Крилова–Боголюбова при $\lambda, \mu \sim \varepsilon$

($\varepsilon \ll 1$) розв'язок рівняння шукаємо у формі $x(t) = x(a(t), \varphi(t))$, де функції $a(t)$ і $\varphi(t)$ задовольняють рівняння $\dot{a}(t) = f(a(t))$, $\dot{\varphi}(t) = \omega(a(t))$. Невідомі малі функції шукаються у вигляді розвинення за степенями малого параметра ε , а величини a і φ визначаються формулою $x_0 = a \cos \varphi$. Закон руху містить члени з $\cos n\varphi$, де $n = 1, 2, 3$. Значення $\varphi(t)$ – це модифікована частота коливань. Отримано вирази для початкових координати та швидкості. Виведено умови малості параметрів λ і μ . Знайдені вирази x на певних часових проміжках порівнюються з чисельним розв'язком задачі Коші. Комп'ютерний експеримент проводився за різних випадків часу експерименту, масштаб якого варіювався від $0,1T$ до $10T$, де $T = 2\pi / \omega_0$.

Література

1. Боголюбов Н.Н., Крылов Н.М. Приложение методов нелинейной механики к теории стационарных колебаний // Н.Н. Боголюбов. Избранные труды. Том 1. – Киев: Наукова думка, 1968. – С. 257 – 401.
2. Боголюбов Н.Н., Митропольский Ю.А. Асимптотические методы в теории нелинейных колебаний. – Москва: Гостехиздат, 1955.

М. В. Кузьма, студент; М.Я. Євич, старший викладач;
 М.І. Карбованець, к. ф.-м. н., доцент, завідувач кафедри теоретичної фізики
 Ужгородський національний університет
 E-mail: m.karbovanets@gmail.com

СЕЛЕКТИВНЕ ЗАСЕЛЕННЯ ІОННИХ СТАНІВ У РЕАКЦІЯХ ІОН-МОЛЕКУЛЯРНОЇ ПЕРЕЗАРЯДКИ

Теоретично досліджено важливі для астрофізики елементарні процеси селективного захоплення електрона у збуджені (у тому числі, і двічі збуджені) іонні стани при повільних зіткненнях іонів з двоатомними гомоядерними молекулами.

У межах квазікласичного варіанту асимптотичної теорії методом поверхневих інтегралів одержано більш загальне, ніж відомі раніше [1], замкнуте аналітичне представлення для матричного елемента одноелектронної обмінної взаємодії, що визначає процес захоплення іоном молекулярного електрона.

Розроблено асимптотичну теорію двоелектронних процесів перезарядки з утворенням двічі збуджених іонних станів при повільних іон-молекулярних зіткненнях у випадку близьких значень енергії тунелюючого електрона у початковому та кінцевому станах. Показано, що для такого квазірезонансного розсіяння основний внесок у матричний елемент двоелектронної обмінної взаємодії $H_{ab}(R)$ робить конфігурація, при якій тунелюючий молекулярний електрон здійснює перехід у міжцентровій області, в той час як інший електрон – у околі атомного іона. При цьому корельовані електронні переходи, які призводять до заселення двічі збуджених станів налітаючого іона, відбуваються внаслідок міжелектронної взаємодії. Обмінний матричний елемент $H_{ab}(R)$ визначається співвідношенням [2]:

$$H_{ab}(R) = \sum_{m_1, m_2} C_{1, m_1, 1, 2, m_2}^{LM_i} \left[-\frac{4}{R^2} \int_0^{R/2} dz \int_S dS \varphi_{f_1}^*(r_{1b}^r) \varphi_a(r_{1a}^r) \int d^3r_{2b} \varphi_{f_2}^*(r_{2b}^r) \varphi_i(r_{2b}^r) r_{2b} \cos \theta + (-1)^S (f_1 \leftrightarrow f_2) \right],$$

де R – між'ядерна відстань. Квазікласичні вирази для спотворених полем чужого іона електронних молекулярної $\varphi_a(r_{1a}^r)$ та іонної $\varphi_{f_1}(r_{1b}^r)$ хвильових функцій, які асимптотично точно описують поведінку тунелюючого електрона в підбар'єрній області $r_a \sim r_b \sim R/2$, були одержані в [1,2], а для знаходження $\varphi_{f_2}(r_{2b}^r)$ і $\varphi_{f_2}(r_{2b}^r)$ використовувався модельний потенціал Саймонса [2]. У результаті одержано нове аналітичне представлення для матричного елемента двоелектронної обмінної взаємодії $H_{ab}(R)$ іонів з двоатомними гомоядерними молекулами, що виражається через квазікласичну проникність потенціального бар'єру, який розділяє партнерів по зіткненню. Досліджено двоцентрову та асимптотичну границі обмінної взаємодії.

1. Khoma M.V., Karbovanets O.M., Karbovanets M.I., Buenker R.J. Physica Scripta. – 2008. – V. 78. – P. 065201 (10pp).

2. Євич М.Я., Карбованець М.І. Наук. вісн. Ужг. ун-та. Серія "Фізика". – 2019. – № 45. – С. 104–115.

П. Є. Мінаєв, аспірант
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: *minaevp9595@gmail.com*

ELECTROWEAK PHASE TRANSITION IN A SPONTANEOUSLY MAGNETIZED VACUUM

It is well known that the large scale chromomagnetic B_3 ; B_8 and ordinary magnetic H fields have to be generated in QCD after the deconfinement phase transition (DPT) at temperatures T that are larger than deconfinement temperature T_d . The two above mentioned fields are created spontaneously in consequence of asymptotic freedom of gluon interactions. Whereas H is produced as a result of vacuum polarization caused by the quarks ability to possess both electric and color charges. In the process of polarization the vacuum quark loops mix the external fields. As a result, B_3 ; B_8 become the sources that generate H.

We investigate the electroweak phase transition in the One-Higgs-Doublet [4] standard model with accounting for the spontaneous vacuum magnetization. Already such type considerations have been done as a problem in different type given external magnetic fields. Since the spontaneously generated fields are temperature dependent and strong they influence essentially the phase transition. We determine the mass interval for Higgs particle when the phase transition is strong first order and fits Sakharov's conditions for the formation of the baryon asymmetry of the Universe.

The critical temperature for the electroweak phase transition is estimated in Standard Model and beyond. The fields' strengths $B_3(T)$, $B_8(T)$ and $H(T)$ are also estimated at relevant temperatures.

[1] Minaiev, P., Skalozub, V. Spontaneous magnetization of the hot quark-gluon plasma. // Nonlinear Phenomena in Complex Systems 22(3), p. 233-241(2019)

[2] V. Skalozub, P. Minaiev. On magnetization of quark-gluon plasma at the LHC experiment energies. // Visn. Dnipropetr. univ., Ser. Fiz. radioelektron. Vol.24 No23(2), 35(2016).

[3] P.Minaiev, V. Skalozub. Magnetized quark-gluon plasma at the LHC. // Physics of Particles and Nuclei Letters, Vol. 15, No. 6 (2018).

[4] Minaiev, P., Skalozub, V.. The electroweak phase transition in a spontaneously magnetized plasma. // Ukr. J. Phys., 64(8), c. 710-713 (2019).

М. В. Товт, студентка; В. Ю. Лазур, д.ф.-м.н., професор;
 В. Ф. Гедеон, к.ф.-м.н., доцент; Є.А. Нодь, к.ф.-м.н., доцент
 ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
 E-mail: sharkan3717@gmail.com

РОЗРАХУНОК СТРУКТУРИ АТОМНОЇ СИСТЕМИ ТИТАНУ

Розрахунки структури складних атомних систем є першим і чи не найважливішим кроком при дослідженні широкого класу взаємодій в астрофізичній та лабораторній плазмі. Зіткнення атомів та іонів між собою і з низько-енергетичними електронами та фотонами визначають динаміку плазми і її основні макроскопічні параметри. Тому дослідження структури (енергії рівнів та хвильові функції) атома Тi та іонів Тi⁺, Тi²⁺, а також Тi⁻, здійснені в даній роботі, є актуальними. Структурні розрахунки виконані нами у рамках методу R-матриці з B-сплайнами (БСР) [1]. Чутливість результатів до різного роду кореляцій та до

№ п\п	Конфігурація	Терм	Точність розрахунку (eВ)
1	$3d^2 4s^2$	a^3F	0,028
2	$3d^3 (^4F)4s$	a^5F	0,280
3	$3d^2 4s^2$	a^1D	-0,089
4	$3d^2 4s^2$	a^3P	-0,197
5	$3d^3 (^4F)4s$	b^3F	-0,001
6	$3d^2 4s^2$	a^1G	-0,119
7	$3d^3 (^4P)4s$	a^5P	0,256
8	$3d^3 (^2G)4s$	a^3G	0,164
9	$3d^2 (^3F)4s4p(^3P^o)$	z^5G^o	0,349
10	$3d^2 (^3F)4s4p(^3P^o)$	z^5F^o	0,333
11	$3d^3 (^2D)4s$	a^3D	0,096
12	$3d^3 (^2P)4s$	b^3P	0,111

розміру базису, перевірялася шляхом порівняння даних, отриманих у різних наближеннях БСР, з урахуванням меншої/більшої кількості фізичних станів мішені, включених у розгляд. Зокрема, для атома Тi I нами були враховані у розкладі сильного зв'язку 42 нижні фізичні стани мішені з конфігураціями $3d^2 (^3F)4s^2$ (основний стан), $3d^2 (^1D, ^3P, ^1G)4s^2$, $3d^3 (^4F, ^4P, ^2G, ^2D_2, ^2P, ^2H, ^2F)4s$ та $3d^2 (^3F, ^3P, ^1D)4s4p (^3, ^1P^o)$ – зі всеможливими комбінаціями проміжних термів, які (терми) вказані у круглих дужках. Як видно з переліку, більшість врахованих конфігурацій містить дві, а то й три відкриті s-, p-, d-оболонки, що значно ускладнює розрахунки. Для контролю збіжності розкладу, окрім фізичних станів атома Тi I, нами були використані два набори псевдостанів: 8l та 9l (l = s, p, d, f). У таблиці наведено 12 нижніх станів атома Тi I та, відповідно, отримана точність розрахованих енергій (тобто відмінність наших даних від експериментальних значень NIST). З таблиці видно, що наш розклад сильного зв'язку є збіжним і, з урахуванням кореляційних вкладів, у подальшому може бути використаний для отримання точних перерізів розсіяння e – Тi.

1. Zatsarinny O. Comput. Phys. Commun. – 2006. – V. 174, No 4. – P. 273-356.

4

Двигатели и энергетические установки. Энергообеспечение космических аппаратов

Координаторы:

Безручко Константин Васильевич,

главный научный сотрудник Национального
аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,
доктор технических наук, профессор

Габринец Владимир Алексеевич,

заведующий кафедрой теплотехники ДНУЖТ им. В.А. Лазаряна,
доктор технических наук, профессор

Митиков Юрий Алексеевич,

заведующий кафедрой двигателестроения ДНУ
имени Олеса Гончара, кандидат технических наук, доцент

П. Д. Алимов, аспирант¹; В.Л. Бучарский, к.т.н., доцент²

¹Конструкторское бюро «Южное»

²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

E-mail: pv12all@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Ракетные двигатели на твердом топливе (РДТТ) получили широкое распространение как в качестве маршевых двигательных установок средств выведения ракетно-космической техники на требуемые орбиты, боевых ракет и управляемых снарядов, так и в качестве вспомогательных РДТТ. Модернизация твердотопливных двигателей ведется, в основном, по таким направлениям как улучшение характеристик топлив, конструкционных материалов, снижение стоимости разработки и производства двигателей. С развитием электронно-вычислительной техники появились и новые методы проектирования, позволяющие повысить точность вычислений и снизить затрачиваемое на них время.

Исходя из вышесказанного, эффективность разработки РДТТ во многом зависит от используемых методов проектирования, применяемых для оптимизации проектных параметров (ПП).

Целью настоящей работы было проведение многокритериальной оптимизации ПП РДТТ с использованием генетических алгоритмов (ГА).

Перед проведением оптимизации были приняты следующие конструктивные параметры: конструктивно-компоновочная схема (ККС) - моноблочный маршевый РДТТ с корпусом типа «кокон» из полимерного композиционного материала, с прочноскрепленным зарядом твердого топлива и центральным стационарным соплом.

Постоянными параметрами при проведении оптимизации были приняты ККС, марка твердого топлива, диаметр среза сопла. Ограничения типа равенств и неравенств накладывались на габариты двигателя и часть энергетических характеристик. В качестве целевой функции выступала дальность полета.

На основе системы компьютерной алгебры Mathematica был разработан ГА, позволяющий провести оптимизацию нескольких ПП для достижения наибольшего значения критерия оптимальности, построены кривые изменения оптимизируемых параметров.

По результатам решения этой задачи был сделан вывод об эффективности и экономичности метода оптимизации на основе генетического алгоритма по сравнению с традиционными методами оптимизации.

Также были определены возможные дальнейшие направления работы: использование различных критериев оптимальности, изменение исходных диапазонов параметров двигателя, и вариация большим количеством параметров.

Я. О. Бабійчук, інженер-конструктор 1 категорії; Д.С. Назаренко, начальник групи
Державне конструкторське бюро «Південне»
E-mail: bayarol@ukr.net

ОЦІНКА ВПЛИВУ МАЛОГО ЗАПАСУ КОМПОНЕНТА ПАЛИВА У БАЦІ ПРИ ВВІМКНЕННІ РУШІЙНОЇ УСТАНОВКИ НА ЕНЕРГЕТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ КОСМІЧНОГО СТУПЕНЮ

При реалізації багаторазового включення рідинної рушійної установки в умовах микрогравітації виникає необхідність її запуску з малим запасом палива (на декілька секунд її роботи) в баках. В умовах зменшеної гравітації при малому заповненні баків, подача рідкого компонента палива до рушійної установки призводить до появи динамічного провалу вільної поверхні рідини над зливним отвором в результаті чого можливе потрапляння газу наддування в витратну магістраль, що призведе до порушення суцільності потоку рідини і збільшенню залишка компонента палива. Проведені дослідження для оцінки впливу малого заповнення бака на величину залишка компонента палива.

Дослідження проводились в статичних і динамічних умовах на двох модельних ємностях, які представляють собою імітацію нижнього днища бака з внутрішньобаковими пристроями в масштабі 1:2 і 1:3 для двох модельних рідин (бензин і керосин). Модельні параметри визначались за допомогою критеріїв Фруда (Fr) і гомохронності (Ho). Досліди в статичних умовах проводились в земних умовах при постійному прискоренні вільного падіння. Досліди в динамічних умовах проводились на стенді невагомості, причому умови зменшеної гравітації моделювались при падінні кінематичної моделі, а прискорення, створене роботою рушійної установки – силою тяжіння Землі після гальмування.

В результаті робіт виявлений вплив малого заповнення баку на величину залишка компонента палива, причому його величина обернено пропорційна ступіню заповнення бака. Показано, що заповнення бака на 10 с роботи рушійної установки призводить до зростання залишку у баці на 80%, тоді як заповнення бака на 5 с роботи рушійної установки призводить до зростання залишку у баці на 120%.

Враховуючи, що залишок у баці складає більшу частину (до 80%) від загального залишка компонента палива, отриманні результати можуть бути використані для підвищення енергетичних можливостей верхніх ступенів, а також при проектуванні засобів забезпечення суцільності.

Д. К. Вороновский, аспирант¹; С. Н. Кулагин², к.т.н., ст.н.с;

Б. В. Юрков, аспирант³; А. Е. Кашаба⁴ к.ф.-м.н., ст.н.с.

¹Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

²Институт технической механики НАН и ГКА Украины

³Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

⁴Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина

Email: voronovskiydk@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ХОЛЛОВСКОГО ДВИГАТЕЛЯ МАЛОЙ МОЩНОСТИ С ПОСТОЯННЫМ МАГНИТОМ

Представлены результаты экспериментальных исследований, направленных на повышение эффективности холловских двигателей малой мощности. Известна схема двигателя ПлаС-34, разработанная в ОКБ «Факел», с наружным диаметром разрядной камеры 36 мм, в которой использован полый магнитный анод и внутренняя катушка намагничивания [1]. С целью снижения мощности, потребляемой двигателем, в компании Space Electric Thruster System (департамент по разработке ЭРД) разработан двигатель ST-25 (с потребляемой мощностью 150-180 Вт) с наружным диаметром разрядной камеры 32 мм, отличающийся использованием постоянного магнита вместо внутренней катушки намагничивания. Показано, что использование постоянного магнита позволяет снизить энергопотребление на 3-5 Вт, в зависимости от режима работы.

На эффективность двигателя существенное влияние оказывает геометрия выходной части разрядной камеры в зоне основной ионизации и ускорения. При увеличении концентрации атомов ксенона в разрядной камере достигаются более высокие значения тягового КПД и удельного импульса тяги. Отличительной особенностью двигателей типа ПлаС является комбинированная разрядная камера, выходная часть которой образована диэлектрическими кольцами, расположенными в зоне наиболее интенсивного роста радиальной составляющей магнитной индукции B_r . В двигателе ST-25 увеличение концентрации реализуется путем установки диэлектрических колец, уменьшающих проходное сечение разрядной камеры на входе в зону ускорения. В отличие от ПлаС-34 с шириной разрядной камеры в зоне сужения 9 мм, в двигателе ST-25 диэлектрические кольца имеют меньшую толщину и обеспечивают сужение разрядной камеры до 8 мм. Проведенные экспериментальные исследования вольт-амперных и тяговых характеристик двигателя ST-25 при различных расходах ксенона показали, что установка диэлектрических колец приводит к улучшению устойчивости работы двигателя и увеличению КПД. Проведённые исследования подтвердили целесообразность применения постоянного магнита с целью снижения мощности, потребляемой двигателем, а интегральные характеристики ST-25 не уступают аналогичному двигателю ПлаС-34.

[1] Гопанчук В.В., Потапенко М.Ю. Создание плазменных двигателей малой мощности для микроспутников // Космическая техника и технология №4(11)/2015.

И. Д. Дубровский, студент; В. Л. Бучарский, к. т. н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара
E-mail: iskolyar@gmail.com

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПОЛНЕНИЯ НЕЗАХОЛОЖЕННОГО ТРАКТА ОКИСЛИТЕЛЯ ЖИДКИМ КИСЛОРОДОМ

На сегодняшний день последовательность этапов при запуске большинства криогенных ЖРД верхних ступеней включает в себя процесс захлаживания гидромагистралей криогенного компонента. Отказ от него приведет к упрощению пневмогидравлической схемы двигателя и к уменьшению времени между запусками.

В данной работе предлагается метод расчета заполнения незахлажденного тракта окислителя жидким кислородом для определения параметров криогенной жидкости после ее контакта с конструкцией и оценки возможности применения запуска без захлаживания для рассматриваемого двигателя разгонного блока РН. Суть метода заключается в применении конечно-элементного подхода для описания течения двухфазной жидкости в изолированной от окружающей среды магистрали окислителя, рассматриваемой от подбакового клапана до форсунок газогенератора.

Течение двухфазной среды в каждом конечном элементе описывалось с помощью системы обыкновенных дифференциальных уравнений законов сохранения массы, импульса и энергии. Теплообмен между жидкостью и паром не учитывался. Коэффициенты теплоотдачи между паром и стенкой, стенкой и жидкостью принимались постоянными. Тепломассообмен при испарении криогенной жидкости и конденсации ее пара рассчитывался с помощью эмпирических функций, зависящих от давления насыщенных паров и температур жидкости и пара. Интегрирование системы уравнений по времени выполнялось методом Эйлера. Расчет проводился до конечного времени, равного 4 с.

Был проведен анализ влияния уменьшения величины боковой поверхности и увеличения массы конструкции на время охлаждения стенок. Анализ результатов серии расчетов позволил установить, что для обеспечения быстрого охлаждения криогенных магистралей нужно облегчать конструкцию и развивать ее боковую поверхность. Это, в свою очередь, полностью согласуется с общими рекомендациями при проектировании агрегатов двигателя.

В результате проведенного в данной работе математического моделирования процесса заполнения незахлажденного тракта криогенной жидкостью были установлены ключевые параметры жидкости и конструкции по прошествии 4 с. от начала заполнения. Результаты позволяют утверждать о возможности применения запуска без захлаживания для рассмотренного ЖРД разгонного блока РН.

В. И. Калинин¹; А.С. Перепечкин¹¹ ТОВ «Флайт контрол»

E-mail: vladka19968@gmail.com

ГИБРИДНЫЙ ПЛАЗМЕННЫЙ ДВИГАТЕЛЬ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Представлены результаты разработки и экспериментальных исследований, которые направлены на улучшение основных рабочих характеристик холлового двигателя малой мощности. С целью повышения тяговых параметров холлового двигателя, в компании Space Electric Thruster System (департамент по разработке ЭРД) разработан двигатель ST-40 со средним диаметром ускорительного канала (УК) 40 мм, отличающийся использованием комбинированной разрядной камеры, верхняя часть которой выполнена в виде диэлектрических колец, а нижняя часть выполнена металлической.

Для проверки эффективной работы двигателя ST-40 на различных режимах были проведены испытания при постоянной потребляемой мощности 300 Вт. Испытания проходили при напряжениях разряда в диапазоне от 190 до 300 В и расходах ксенона в анод $1,3 \div 1,6$ мг/с при давлении в вакуумной камере 7×10^{-4} Торр. Вольтамперные характеристики определялись при фиксированных анодных расходах, обеспечивающих ток разряда 1,3, 1,4, 1,5 и 1,6 А. Напряжение разряда в диапазоне $190 \div 300$ В с шагом 10 В. На каждом режиме проводилась оптимизация магнитного поля по минимуму разрядного тока. Максимальное значение тяги и удельного импульса было достигнуто при анодном расходе 1,6 мг/с и напряжении разряда 300 В и составило 41,9 мН и 1575 с. Проведенные экспериментальные исследования двигателя ST-40 при различных расходах ксенона показали, что использование гибридной схемы приводит к повышению тяговых параметров и характеристик и увеличению КПД.

О. А. Логвин, инженер¹; С. Г. Бондаренко, к.т.н., доцент²

¹ Государственное предприятие «КБ «Южное» имени М.К.Янгеля

² Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

E-mail: jackwingol725@gmail.com

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ СПД С ПРИМЕНЕНИЕМ КОНУСНОЙ РАЗРЯДНОЙ КАМЕРОЙ

На данный момент многие международные космические организации стремятся разработать двигатель, позволивший повысить возможности исследования звездных тел, помимо Земли, Солнечной системы, а также транспортировки оборудования для постройки обитаемых колоний, добычи ресурсов с транспортировкой на Землю и т.д. Но так как еще не открыт компактный, мощный источник энергии, с отсутствием каких-либо радиоактивных излучений, или нейтрализацией их до безопасного для человека уровня, то одними из основных задач при разработке двигательных установок являются достижение высоких значений удельного импульса и тяги двигателя.

Среди ныне разработанных типов двигательных установок можно выделить стационарные плазменные двигатели (СПД), по значению удельного импульса тяги, они могут достигать 27 000 м\с. СПД представляет собой плазменный ускоритель с замкнутым дрейфом электронов, который содержит разрядную камеру с так называемым ускорительным каналом, выполненным в разрядной камере в виде открытой со стороны выхода кольцевой щели, в глубине которой размещается так называемый анод-газораспределитель, через который подается рабочий газ в ускорительный канал. В ускорительном канале создается радиальное магнитное поле с помощью магнитной системы, содержащей катушки намагничивания и магнитопровод.

Тяга нынешних СПД довольно мала, известные значения тяги этих двигателей колеблются в диапазоне от 3 мН до 280 мН. Для нахождения альтернативных решения по увеличению тяги, в данной работе рассматривается возможность применения конусной разрядной камеры, для фокусировки потока частиц. Для этого был взят в качестве прототипа СПД-70, который имеет известные параметры. Далее изменяя конструкцию разрядной камеры с формы цилиндра на конус, с сохранением параметров магнитной системы и габаритов разрядной камеры, проводился расчет основных параметров двигателя для определенных значений угловой конусности от 0° до 45° с шагом в 1°.

Собрав полученные данные, был проведен анализ изменения основных параметров СПД. По проведению которого зафиксировалось небольшое изменение значение тяги, что при сохранении основных параметров двигателя, показало свою перспективность. Также по полученным данным кратко было рассмотрены несколько решений по увеличению тяги СПД относительно полученным данным.

Д. С. Лукин, В. В. Скочко, Д. С. Мажуга
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля
E-mail: DmytroSLukin@gmail.com

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОЙ РЕГУЛИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ НАДДУВА ТОПЛИВНЫХ БАКОВ РН

Снижение массы баков ракет-носителей оказывает существенное влияние на повышение энергетики РН. Понижение массы баков может быть достигнуто за счет уменьшения действующих на них нагрузок, что, как правило, обеспечивается, соответственно, понижением максимального давления в них.

Проведен анализ существующих систем наддува топливных баков РН, определены их основные недостатки и показана необходимость создания перспективной регулируемой системы наддува.

Рассмотрена возможность создания системы, обладающей способностью поддерживать требуемое минимальное давление в баках за счет изменения проходного сечения исполнительного элемента в зависимости от величины фактического давления в топливном баке.

Проведены численные эксперименты, подтверждающие ее работоспособность, а также степень ее эффективности в снижении массы РН в целом.

Рассмотрена возможность проведения натурных испытаний, подтверждающих работоспособность указанной системы наддува, с последующим применением ее в перспективных РН.

Я. О. Маркова, студентка; С. Г. Бондаренко, к. т. н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончар
E-mail: markovay27@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ РАКЕТНИХ ДВИГУНІВ

Дослідження і розробка електричних ракетних двигунів (ЕРД), з початку їх застосування, мають майже піввікову історію. За цей час вивчено велику кількість двигунів з різними механізмами прискорення робочого тіла, потужністю від кілька ват до декількох мегават, що забезпечують швидкість витікання робочого тіла від декількох км / с до 100 км / с. Однак, практичне застосування знайшли лише деякі з них. Так, в даний час найбільш широко використовуються холлівські та іонні двигуни.

Широким фронтом в світі ведуться роботи по вдосконаленню як двигунних систем в цілому, так і їх основних елементів. Так, Американська компанія Aerojet Rocketdyne за підтримки Lockheed Martin Space System, створила потужний 12 кВт холлівських двигун XR-12. Дослідження ЕРД активно проводилося починаючи з 70-х - 80-х років і в Україні: Харківський авіаційний інститут (НАУ «ХАІ» ім. М. Є. Жуковського), Дніпропетровський державний університет (ДНУ ім. О. Гончара) - фізико-технічний факультет і НДІ енергетики, КБ «Південне» (ДП «КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля») та Інститут технічної механіки (ІТМ НАНУ і ДКАУ).

Електроракетні двигуни (ЕРДУ) в останні роки все більше застосовуються на борту космічних апаратів (КА). Це пов'язано, з одного боку, з прогресом у розвитку засобів бортової енергетики, а, з іншого боку, з ускладненням розв'язуваних в космосі завдань. Такі безперечні переваги, як високий рівень вихідних параметрів, малі вагові та габаритні характеристики, легкість управління роблять перспективним реальне застосування ЕРД.

У багатьох країнах світу розробляють електроракетні двигуни. Спонукальним мотивом є те, що їх застосування дозволяє істотно поліпшити характеристики космічних апаратів за рахунок зниження маси рушійних систем. У країнах лідерах, таких, як США, Франція, Японія, Великобританія розвиток ЕРДУ вже зараз знаходиться на високому рівні, але інтенсивність робіт в даній області не знижується. В Україні також були розроблені принципові схеми і оригінальні конструкції, проведені стендові випробування і відпрацювання експериментальних образів плазменно-іонних і стаціонарних плазмових двигунів, а також двигунів з анодним шаром.

Незважаючи на те, що ЕРД характеризуються набагато меншою тягою, вони дозволяють при тій же масі палива в результаті розігнати КА до набагато більшої швидкості. Здатність досягати високих швидкостей і високий коефіцієнт корисної дії, тобто ефективність використання робочого тіла (палива), роблять електроракетні двигуни вельми перспективними не тільки для систем управління (орієнтації і стабілізації) КА, а й для маршових систем для далеких космічних місій.

Д. О. Петренко, магістр; С. Г. Бондаренко, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: 7user101@gmail.com

ПРОЕКТУВАННЯ І ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛАСТИЧНОГО ОПОРНОГО ШАРНИРУ ТВЕРДОПАЛИВНОГО РАКЕТНОГО ДВИГУНА

Сучасні ракетні двигуни на твердому паливі (РДТП) мають широкий діапазон робочих параметрів: тяга їх може складати від десятків до мільйонів ньютонів, час роботи – від частки секунди до декілька сотень секунд, тиск у камері згоряння – від декількох одиниць до десятків мегапаскалей. У РДТП вузли та елементи працюють в діапазоні температур від -50 до $+3500^{\circ}\text{C}$ в умовах різнобічного силового навантаження у статичному та динамічному режимах. Органи керування вектором тяги є виконавчими елементами системи керування. Для управління вектором тяги по напрямку може використовуватися основне сопло двигуна або спеціальні пристрої в надзвуковій частині сопла для локального впливу на струмінь продуктів згоряння.

За останні роки в маршових двигунах РДТП в якості органів керування широке застосування знайшли поворотні управляючі сопла (ПУС). В ПУС створення бокової керуючої сили або відхилення газового струменя, що витікає із сопла, здійснюється шляхом дії на весь газовий потік всією поверхнею газового тракту сопла. Найбільш відповідальним елементом рухомого управляючого сопла є підвіс. Для кріплення рухомої частини керуючого сопла можуть використовуватися еластичні опорні шарніри, гідравлічні, карданні і цапфові підвіси.

Еластичний опорний шарнір (ЕОШ), як різновид підвісу, в даний час є найбільш поширеним в конструкціях більшості сучасних РДТП. ЕОШ являє собою шарнірний вузол, що складається з послідовних концентричних сферичних шарів взаємопов'язаних еластичних і жорстких кілець, з'єднаних склеюванням. Вузол встановлюється між рухомою та нерухомою частинами сопла, він забезпечує просторове відхилення сопла за рахунок пружних деформацій зсуву жорстких елементів з еластоміру.

Проектування і оптимізація ЕОШ проводиться за умови забезпечення мінімальної кутової жорсткості. Основні геометричні параметри для характеристики: внутрішній кут поверхні першого шару гуми; зовнішній кут поверхні першого шару гуми; кут внутрішньої бокової поверхні шарніра; кут зовнішньої бокової поверхні шарніра; кількість шарів гуми; товщина шару гуми; товщина таріли. За допомогою оптимізації ми отримуємо необхідні значення напруги стиснення, відносних деформацій, запасу стійкості тарілей, осьових прasadок та шарнірного моменту. Всі параметри розраховувалися за допомогою ЕОМ за методикою, розробленою в ДП «КБ «Південне» імені М.К. Янгеля».

Вибір оптимальних параметрів ЕОШ грає велику роль в досконалості як самого вузла так і соплового блоку в цілому. Це дозволить закладати в розробку меншу товщину стінок, геометричні розміри окремих деталей, а отже і меншу масу соплового блоку.

Р. М. Петренко, инженер-конструктор
Государственное предприятие «КБ «Южное»
E-mail: pomah.p@rambler.ru

ПРЕИМУЩЕСТВА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОГО ГЕНЕРАТОРНОГО НАДДУВА БАКОВ СО СЖИЖЕННЫМ ПРИРОДНЫМ ГАЗОМ

Одними из перспективных компонентов топлива (КТ) для ракет-носителей (РН) является «жидкий кислород – сжиженный природный газ (СПГ)». Более низкая стоимость СПГ по сравнению с керосином, повышенная теплотворная способность и другие его преимущества позволяют снизить стоимость запуска РН. Однако при разработке систем подачи СПГ для жидкостных двигательных установок в настоящее время (к примеру, в РН «Starship») не предусматривается использование высокотемпературных генераторных систем наддува (СН) баков с СПГ, обладающих конструктивной простотой, надёжностью и минимальной массой.

Проведены исследования генераторных СН баков с СПГ, в части оценки состава продуктов сгорания, выбора режима работы генератора и обоснования границ эффективного их применения. С помощью разработанной автором апробированной методики расчёта определены основные характеристики рассматриваемой СН, которые обобщены в виде критериальных, проектно-расчётных зависимостей. Их сравнение относительно других типов СН подтверждает весомое преимущество высокотемпературного генераторного наддува баков с СПГ газом, в части повышения энергетических характеристик РН в целом

Т. Н. Тимченко, студент; С. Г. Бондаренко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: taras.tymchenko@gmail.com

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ НЕМР ДВИГАТЕЛЬ НА ЙОДЕ

В последние несколько лет, мы наблюдаем бурный рост числа выведенных и планируемых к запуску в космос космических аппаратов. Все более популярными и востребованными становятся группировки спутников, находящиеся на относительно низких околоземных орбитах.

Создание подобных группировок, состоящих из многих тысяч относительно небольших спутников невозможно без применения эффективных электроракетных двигательных установок. Однако, традиционно применяемые конструктивные схемы и рабочие тела таких двигателей не отвечают целому ряду предъявляемых к ним требований. В связи с этим, наметилась четкая тенденция к применению в качестве рабочего тела (пропеллента) веществ, отличающихся от традиционно применяемого ксенона. Данное обстоятельство вызвано двумя факторами – высокой стоимостью ксенона и ограниченными мощностями по его выработке.

В качестве возможной альтернативы ксенону, рассматриваются такие вещества, как криптон, криптон-ксеноновая смесь, цинк, висмут, йод и т.д. Однако, последние три вещества, для своего применения в большинстве существующих электроракетных двигателей, требуют предварительной газификации. В свою очередь, становится необходимым и предварительный прогрев самого двигателя до температуры, исключающей конденсацию рабочего тела – стартовый прогрев.

Вместе с тем, в традиционные конструктивные схемы наиболее популярного класса электроракетных двигателей – двигателей Холловского типа, электрический стартовый нагреватель плохо вписывается. А применение такого химически высокоактивного вещества как йод, накладывает серьезные ограничения на номенклатуру применяемых материалов.

Поэтому было принято решение разработать экспериментальную лабораторную модель электроракетного двигателя Холловского типа, допускающую прямую замену одного рабочего тела другим с целью сравнения их эффективности. В качестве принципиальной схемы был выбрано семейство двигателей, известных в иностранной литературе, как НЕМРt - high efficiency multistage plasma thruster. Эти двигатели отличаются исключительно высокой простотой конструкции при достаточно приемлемых, с точки зрения эффективности интегральных параметрах.

Двигатель был изготовлен в нескольких экземплярах и успешно испытан. Он продемонстрировал сравнительно неплохую эффективность при высокой надежности – в анодном блоке, выйти из строя в результате перегрева могут только постоянные магниты. После предварительной, экспериментальной оптимизации конфигурации магнитного поля анодного блока, было проведена серия экспериментов по снятию вольтамперных и тяговых характеристик, как при использовании в качестве пропеллента традиционно применяемого ксенона, так и считающегося перспективным рабочим телом йода.

Т. Н. Тимченко, студент; С.А.Белогуров, к.т.н., доцент
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: taras.tymchenko@gmail.com

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАДАННОЙ МОЩНОСТИ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ КОСМИЧЕСКОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА НА ОСНОВЕ ГАЗОРЕГУЛИРУЕМЫХ ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТЕПЛОВЫХ ТРУБ

Интенсивное освоение космического пространства требует все большего разнообразия электрических источников питания для транспортных, а в будущем и для стационарных, космических энергоустановок. В качестве таких энергоустановок, по-прежнему, может быть рассмотрена на основе двигателя Стирлинга, работающая от внешнего подвода тепла, где источником его является Солнце. Такие энергоустановки представляют интерес не только с позиции компактности, меньшей удельной массы, но и с точки зрения надежности от внешнего воздействия космической среды (метеориты, космический мусор и т.д.).

Одной из проблем, возникающей при эксплуатации энергоустановок машинного преобразования с нерегулируемым циклическим подводом тепла и нестационарным отбором электрической мощности от генератора, является возможность доставки и регулирования теплового потока в зоне нагревателя двигателя Стирлинга.

Наиболее перспективным и отработанным способом является использование жидкометаллических тепловых труб, у которых плотность теплового потока может достигать до 40-60 Вт/см² (для сравнения в бытовых устройствах эта величина колеблется в пределах 3-6 Вт/см²). Такая высокая плотность теплового потока позволяет создать энергоустановку с минимальными габаритно-весовыми характеристиками и большим теплоприемником, что позволяет снизить требования к солнечному концентратору для фокусировки солнечных лучей.

Другой проблемой энергоустановок может быть перегрев нагревателя и тепловых труб, в случае минимального отбора электрической мощности от линейного генератора или изменение частоты его работы, что приведет к кризису теплообмена или нарушению мощностных характеристик двигателя Стирлинга.

В работе рассмотрены пути повышения эффективности двигателя Стирлинга с применением промежуточного теплоносителя, калия, в газорегулируемых тепловых трубах с составной капиллярно-пористой структурой. Применение жидкометаллических тепловых труб в двигателе Стирлинга позволяет уменьшить объем «вредного» пространства в зоне нагревателя и холодильнике (холодильник-излучатель), что дает возможность увеличить степень сжатия η и как следствие повысить работу цикла Стирлинга.

Определены основные характеристики составных капиллярно-пористых структур для газорегулируемых тепловых труб на основе проведенных экспериментов.

Г. В. Угланов, студент; В. Л. Бучарский, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: German9882@gmail.com

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ

На сегодняшний день в связи с сокращением запасов топливных полезных ископаемых, уменьшение эксплуатационных расходов системы отопления является актуальной задачей. Под эксплуатационными расходами подразумевается расход топлива и расход электроэнергии, которая затрачена на циркуляцию теплоносителя. Для упрощения расчетов, был произведен переход от мощности насоса к массовому расходу теплоносителя.

В данной работе была построена математическая модель системы отопления модельного здания, включающая котел, циркуляционный насос, батарею и трубопроводы. В качестве теплообменника котла был выбран прямоточный теплообменник типа труба в трубе. Для данного теплообменника, был записан закон сохранения энергии в форме баланса тепла, проведя преобразования была получена система линейных обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка с разделяющимися переменными. В результате решения системы обыкновенных дифференциальных уравнений, было получено распределение температур для данного теплообменника. Также для батареи, используемой в системе отопления, был записан закон сохранения энергии в форме баланса тепла, проведя преобразования было получено обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка с разделяющимися переменными. В результате решения данного дифференциального уравнения, было получено уравнение распределения температур для батареи. Также для батареи, было получено выражение для определения отдаваемого теплового потока. Объединив уравнения распределения температур для батареи и теплообменника котла, получили систему уравнений распределения температур для системы отопления. Решая полученную систему уравнений, для каждой комбинации массовых расходов теплоносителя и топлива, были получены температуры на входе и выходе из батареи, а также отходящих дымовых газов. С помощью полученных температур определили тепловой поток, отдаваемый батареей, для каждой комбинации массовых расходов теплоносителя и топлива.

Значения полученных тепловых потоков были занесены в таблицу. Для тепловых потоков, которые удовлетворяют тепловые потери здания, были определены затраты на эксплуатационные расходы. Тепловой поток удовлетворяющий тепловые потери здания с минимальными эксплуатационными расходами, является искомым. По приведенной методике были проведены расчёты системы отопления для нескольких видов топлива и был проведен анализ их эффективности топлив.

Г. В. Угланов, студент;

Л. В. Накашидзе, д-р. т. н., старш. науч. сотр., директор НИИ энергетики
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: German9882@gmail.com

НЕДОСТАТКИ СОВРЕМЕННЫХ ТИПОВ ТЕРМОИЗОЛЯЦИИ СООРУЖЕНИЙ

В связи с сокращением мировых запасов топливных полезных ископаемых, что в следствии приводит к увеличению себестоимости энергоносителей, вопрос об уменьшении энергетических затрат является актуальным. Как известно, использование систем энергоснабжения здания будет более эффективным в случае минимизации энергетических потерь здания. Одним из способов снижения энергетических затрат сооружения, является уменьшения тепловых потерь. На сегодняшний день существует множество термоизоляционных материалов, которые используются в строительстве. Однако не существует идеальных материала, каждому присущи свои недостатки.

В данной работе были рассмотрены свойства самых популярных термоизоляционные материалы, в результате анализа источников литературы [1] были выявлены недостатки.

На сегодняшний день, самыми популярным термоизоляционными материалами являются: минеральная вата, базальтовая (каменная) вата, пенопласт, экструдированный пенополистирол, пенополиуретан и пеноизол. Данные материалы имеют схожий коэффициент теплопроводности, но каждый имеет индивидуальные особенности. Минеральная вата, один из самых дешевых на рынке теплоизоляторов, однако данный материал имеет относительно небольшой срок эксплуатации, а также способность накапливать влагу, что со временем нивелирует теплофизические свойства. Базальтовая вата, является более усовершенствованным материалом, однако может содержать вредные вещества, а также имеет высокую себестоимость. Пенопласт, является пожароопасным материалом, при плавлении выделяет токсичные вещества, имеет ограниченный срок эксплуатации. Экструдированный пенополистирол, является усовершенствованной версией пенопласта, имеющий практически неограниченный срок эксплуатации, однако также, как и пенопласт пожароопасен. Пенополиуретан и пеноизол имеют практически одинаковые недостатки. Среди них высокая токсичность, относительно сложный монтаж и высокая стоимость.

Несмотря на недостатки вышеописанных материалов, применение их возможно, только в случае введения ограничений, таких как изоляция от окружающей среды. Внедрение теплоизоляции в современные сооружения, является необходимой мерой повышения энергоэффективности, предусмотренной нормативными документами ЕС.

Литература:

1. Данилов В.И., Данилова М.Э., Станевич В.Т. Современные теплоизоляционные материалы для энергоэффективного строительства - Павлодар : Кереку, 2014. - 73 с.

В.А. Хомяк, С.А. Куда, А.И. Логвиненко, к.т.н.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: Khomyakva@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ НАДДУВА ТОПЛИВНЫХ БАКОВ РН

Система наддува топливных баков является одной из важнейших и ответственных подсистем пневмогидравлической системы подачи (ПГСП) компонентов топлива.

Параметры систем наддува (СН) топливных баков существенно влияют на энерго-массовые характеристики РН и занимают одно из важных мест, определяющих степень работоспособности и надежности РН в целом. Главная их задача состоит в обеспечении требуемого давления в баках, на входе в двигатель, а также для выполнения условий прочности или устойчивости конструкции баков.

Проанализирован современный опыт, как мирового, так и отечественного ракетостроения, в части разработки СН, сделана их классификация по источнику рабочего тела, особенностей эксплуатации, режиму работы двигателя и др.

Сделан обзор наиболее интересных с точки зрения проектно-конструктивных решений систем наддува РН, работающих на различных компонентах топлива. Рассмотрены их отличительные особенности, выделены достоинства и недостатки.

Проведен комплексный анализ эффективности различных схем СН, определены границы и условия их применения, представлены попытки по определению облика наиболее эффективных систем наддува.

Б. В. Юрков, аспирант¹; А. А. Троян²;
 Д. К. Вороновский, аспирант¹; А. Е. Кашаба³ к.ф.-м.н.
¹Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
²Flight Control
³Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина
 E-mail: bohpanyurkov@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ ГАЗОВ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЛАБОРАТОРНОЙ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ЭЛЕКТРОРАКЕТНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Представлены результаты экспериментальных исследований системы подачи рабочего вещества и тарировки расходомеров на Хе, используя модельные более дешевые газы (Ar, Air). Известны газовые расходомеры компании Bronkhorst, которые широко используются как лабораторное оборудование компаниями космической отрасли (Sitael, Surrey и др.) для подачи рабочего вещества в двигатель, а также для отработки параметров лабораторной системы подачи. С целью снижения затрат на тарировку расходомеров Bronkhorst и отработку лабораторной системы подачи, в компании Flight Control (SETS, департамент по разработке ЭРД) предложено использовать модельные, более дешёвые газы по сравнению с Хе – Ar, Air с введением поправочных коэффициентов.

Расчет коэффициента пересчета проводится в два этапа. Учитывая, что в компании SETS используются модели Bronkhorst F-201CV, а также F200CV, которые рассчитаны на работу с аргоном и измеряют объемный расход, есть необходимость их калибровки для подачи массового расхода Хе. В связи с этим на первом этапе производится пересчет коэффициента Ar в Хе по объемному расходу (1).

$$CFv = (Cp,1 \times Dn,1) \div (Cp,2 \times Dn,2), \text{ где} \quad (1)$$

CFv – коэффициент пересчета,

Cp, 1 – теплоемкость Хе при постоянном давлении [Дж/кг К],

Dp, 1 – плотность Хе [кг/м³] при 0 °С и 1 атм (А).

Cp, 2 – теплоемкость Ar при постоянном давлении [Дж/кг К],

Dp, 2 – плотность Ar [кг/м³] при 0 °С и 1 атм (А).

Таким образом $Q2=Q1/CFv$, где

Q1=поток Хе единицах нормального объемного расхода,

Q2=калибровочный поток Ar в единицах нормального объемного расхода.

На втором этапе производится пересчет объемного расхода в массовый с помощью официальной программы производителя Bronkhorst «Fluidat» и сопоставлялось с экспериментальными данными.

В результате работ установлено, что для Bronkhorst моделей F-200CV коэффициенты пересчета по Хе отличаются от модели F-201CV т.е. нельзя использовать универсальный тарировочный коэффициент пересчета Ar в Хе. Необходимо учитывать поправку полученную экспериментальным путем. Успешно проведены испытания лабораторной системы подачи на Ar, моделируя работу на Хе.

5

Динамика, баллистика и управление движением летательных аппаратов

Координаторы:

Шептун Юрий Дмитриевич,

профессор кафедры механотроники ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

Хорошилов Виктор Сергеевич,

начальник расчетно-теоретического сектора
ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»,
профессор кафедры проектирования и конструкций ДНУ
имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

Р.В. Ананко, студент; С.Е. Зирка, д.т.н., профессор
Днепровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: sa9in1@gmail.com

ОПТИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛОВОГО ПОЛОЖЕНИЯ НАНОСПУТНИКА

Космическое машиностроение получило широкое развитие в конце XX столетия. Сначала такую возможность имели только несколько государств, а сейчас уже тысячи спутников выведены на околоземные орбиты. Этим можно благодарить одной из главных тенденций развития современной космической техники - минимизации всех компонентов и систем. Снижение массы космического аппарата позволило уменьшить расходы на вывод их в космос, и сделали эту возможность более доступной. Спутники весом до 10 кг называют наноспутниками. Несмотря на их малые размеры и вес, они позволяют решать большое количество задач, в частности использовать системы связи, осуществлять дистанционное зондирование Земли, а также применять их в учебных целях.

Общими задачами представляемой работы является создание математической модели обработки цифровых данных с фотокамеры и алгоритма определения углового положения наноспутника, а также разработка имитационной модели работы полученного алгоритма.

Целью и задачей является разработка математической модели обработки цифровых данных, полученных с цифровой фотокамеры, и разработка алгоритма определения углового положения с помощью информации с фотокамеры и координат GPS. Требуется разработать имитационную модель и произвести моделирование процесса работы систем ориентации. Необходимо провести оценку влияния внешних факторов на точность определения угловых параметров и провести оценку точности системы угловой ориентации. Модель служит для определения углового положения с использованием принципа выделения контурных линий на изображении с дальнейшим превращением цепного кода.

Точность данной системы определения ориентации направления зависит от качества: чем больше база опорных точек, тем подробнее изображена поверхность. Решающую роль при этом имеет алгоритм сравнения изображений.

Н.Р. Бондарев, студент; С.Г. Бондаренко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им.О.Гончара
E-mail: Super-wow1999@ukr.net

СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ РАКЕТОЙ-НОСИТЕЛЕМ ПРИ ПОЛЁТЕ В ПЛОТНЫХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ

С начала истории ракетной техники одними из главных критериев эффективности были энергетическое и массовое совершенство ракеты: чем оно выше, тем ракета легче и тем меньше топлива она потребляет в процессе полёта.

Но так же не менее важным критерием эффективности является и надёжное управление ракетой, так как для успешного запуска баллистической ракеты или же ракеты-носителя нужно как можно точнее задать траекторию или же орбиту, на которую будет отправлена полезная нагрузка.

Для этого были изобретены многие варианты систем управления и органов управления, таких как рулевые двигатели, газодинамические рули и т.д., но все они имеют свои недостатки, рулевые двигатели потребляют топливо из основного его запаса, а газодинамические рули быстро изнашиваются и становятся не пригодными даже в рамках одного запуска. Однако, так же были изобретены и локальные системы и органы управления, которые имели эффективное применение лишь на конкретном отрезке активного участка полёта, например, система, позволяющая отклонять головную часть (смещение центра масс) относительно продольной оси ракеты при полёте в плотных слоях атмосферы, и за счет аэродинамического усилия ракета меняет траекторию своего полёта.

Но такая система была применена лишь на баллистических ракетах военного назначения. В данном докладе предлагается новый способ управления многоступенчатой ракетой-носителем. При этом управление ракетой-носителем будет осуществляться при помощи отклонения головной части и последней ступени маршевого двигателя от продольной оси корпуса ракеты в шарнирном устройстве, при воздействии аэродинамического усилия в плотных слоях атмосферы и смещения центра масс относительно направления вектора тяги маршевых ракетных двигателей.

Данная система позволит исключить из конструкции маршевых двигателей всех ступеней ракеты-носителя классические органы управления (газодинамические рули, рулевые двигатели и т.д.), что позволит значительно улучшить энергетическое и массовое совершенство ракеты-носителя. Более подробно о механизме действия данного способа управления будет представлено в докладе.

Р.О. Головешко, магістр; С. Є.Зірка, д.т.н., професор.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: romaholoveshko@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ КОРЕКЦІЇ ОРБИТИ МОЛОДІЖНОГО СУПУТНИКА ДВИГУНОМ МАЛОЇ ТЯГИ

Досягнення науки і техніки в сучасному світі призвели до інтенсивного використання космічного простору. Відмінною властивістю сучасної космічної техніки, що інтенсивно розвивається, є збільшення кількості і ускладнення характеру задач, що вирішуються космічними апаратами. Ефективність вирішення цих задач в значній мірі залежить від здатності космічних апаратів виконувати деяку сукупність орбітальних маневрів.

Для виконання корегуючих маневрів КА можуть використовуватися або двигуни великої тяги, або малої, а також комбінація двигунів великої тяги (для швидкої зміни параметрів руху КА) і малої тяги (для компенсації малих збурювальних впливів).

Характерною особливістю маневрів з малою тягою є мала величина управляючого прискорення, що надається КА рушійною установкою, порівняно з місцевим гравітаційним прискоренням. Тому політ КА з двигуном малої тяги на значній частині або на всій траєкторії відбувається з працюючим двигуном. В даній роботі розглядаються наступні типи двигунів малої тяги: електрореактивні, теплові ядерні реактивні, сонячний парус, хімічні реактивні та інші.

Задача корекції орбіти КА може бути сформульована наступним чином. За результатами спостережень за польотом КА визначаються відхилення параметрів, що корегуються, від потрібних значень, що відповідають розрахованій орбіті. Коли відхилення цих параметрів перевищує допустимі значення, визначають, в якому напрямку, якої величини і в який момент часу необхідно ввімкнути і вимкнути управляючий вплив, що забезпечує виконання умов знаходження відхилень параметрів, що корегуються, в допустимому діапазоні.

Розроблено математичну модель для дослідження процесу корекції орбіти двигуном малої тяги радіального напрямку. Отримана система диференціальних рівнянь, яка характеризує керований рух КА в безрозмірних величинах. Розроблена програмна реалізація математичної моделі руху КА з малим прискоренням радіального напрямку. Реалізований розв'язок системи диференціальних рівнянь методом Рунге – Кутта.

М. С. Лазарец, студент; Т. В. Лабуткина, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара
E-mail: max.lazarets@gmail.com

БАЛЛИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ СПУТНИКОВОЙ СЕТИ С РАЗНОВЫСОТНЫМИ СЕГМЕНТАМИ

Все более активно исследуются возможности создания спутниковых сетей связи, построенных на разновысотных орбитальных сегментах глобального охвата поверхности Земли или заданной области широт (в общем случае сеть может включать в себя несколько низких, средневысотных и высоких сегментов). Космический аппарат реализует программно управляемые линии связи с космическими аппаратами в одном с ним сегменте. В числе пользователей такой сети – космические аппараты, связывающиеся между собой через сеть. В данной работе предложен подход к исследованию влияния орбитальных параметров группировки спутников на пути информации в сети (при этом каждый путь представляется как динамическая пространственная структура в виде ломаной линии с космическими аппаратами в точках излома). При заданных орбитальных параметрах группировки сети и правилах реализации межспутниковых линий связи с точки зрения их геометрии выбираются различные варианты орбитальных параметров пары космических аппаратов-пользователей. При этом один из них рассматривается как космический аппарат отправитель, второй – как космический аппарат-получатель. Для каждого из космических аппаратов-пользователей реализуется расчет расписания доступности для связи космических аппаратов спутниковой сети на интервал времени, для которого реализуется моделирование и анализ. На каждом шаге по времени между всеми возможными парами космических аппаратов, в которых один доступен одному космическому аппарату-пользователю, а второй – другому, определяются кратчайшие пути через сеть. При этом длина пути измеряется либо числом отрезков пути, либо представляет собой сумму «стоимостей» отрезков путей (в данном случае сумму чисел, приписываемых элементарным отрезкам пути в соответствии с их длиной при введении дискретизации непрерывной величины длины на основе разбиения с достаточно крупным шагом). На заданном отрезке времени наблюдения путей между парой пользователей сети накапливается и обрабатывается статистика. На множестве путей между всеми парами, составленными узлом вхождения данных в сеть и узлом выхода данных из сети, для текущего момента времени определяются минимальный, максимальный и средний по длине пути. Кроме того, для каждого из рассматриваемых путей фиксируется время его существования (интервал времени, в течение которого последовательность узлов сети на этом пути остается неизменной). Эти данные усредняются на интервале времени наблюдения объекта исследования. При расчете оценок длина пути учитывается в отрезках пути, в суммах приписываемых стоимостей, определенных на основе учета длины, а также собственно в единицах длины. Разработана имитационная модель спутниковой системы, адаптированная для проведения исследований на основе предложенного подхода.

Е. О. Лапханов, аспірант
Інститут технічної механіки НАНУ і ДКАУ
E-mail: ericksaavedralim@gmail.com

СИНТЕЗ АЛГОРИТМУ КЕРУВАННЯ КУТОВИМ РУХОМ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ З АЕРОМАГНІТНОЮ СИСТЕМОЮ ВІДВЕДЕННЯ

Проведено синтез алгоритму керування кутовим рухом космічного апарату (КА) з аеромагнітною системою відведення (АМСВ) при застосуванні виконавчих органів з поворотними постійними магнітами. Головною метою керування кутовим рухом КА з АМСВ є стабілізація плоского аеродинамічного елемента перпендикулярно до динамічного потоку атмосфери, що набігає. Здійснення такої орієнтації дозволяє підвищити ефективність застосування аеродинамічних плоских вітрильних елементів для відведення відпрацьованих космічних апаратів з робочих орбіт. Так, було встановлено, що орієнтація плоских аеродинамічних вітрильних елементів перпендикулярно до динамічного потоку атмосфери, що набігає, дозволяє зменшити час відведення на 30-40%. Це пояснюється, підтриманням максимального значення балістичного коефіцієнту КА, шляхом орієнтації і стабілізації аеродинамічного елемента КА максимальною площею до динамічного потоку атмосфери, а звідси збільшенням сили аеродинамічного гальмування.

Для керування кутовим рухом і стабілізацією КА з АМСВ запропоновано застосування спеціальних виконавчих органів з поворотними постійними магнітами. Ці виконавчі органи складаються з поворотних постійних магнітів, шагових двигунів і капсул-екранів зі стулками. Відкривання і закривання стулок капсул-екранів і поворот постійних магнітів за синтезованим алгоритмом забезпечують генерацію дискретного керуючого магнітного моменту. В свою чергу, головним критерієм оптимального застосування виконавчих органів з поворотними постійними магнітами є мінімізація витрат електричної бортової енергії КА, що є необхідним в довготривалих космічних місіях по відведенню об'єктів космічного сміття. Звідси, було запропоновано алгоритм для здійснення грубої стабілізації КА з АМСВ за допомогою виконавчих органів з поворотними постійними магнітами, застосування якого дозволяє зменшити витрати бортової електричної енергії. Алгоритм реалізується із застосуванням методу синтезу нелінійного регулятора з широтно-імпульсною модуляцією. Із застосуванням комп'ютерного моделювання, було проведено моделювання кутового руху КА з АМСВ і визначено основні критерії якості керування.

Виходячи із отриманих результатів було встановлено, що застосування даного алгоритму для стабілізації КА з АМСВ за допомогою виконавчих органів з поворотними постійними магнітами задовольняє вимогам грубої стабілізації, де максимальна похибка в кожному каналі керування не перевищує 0,2 радіани.

А. Д. Легенков, студент; Т. В. Лабуткина, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара
E-mail: 1997legen@gmail.com

БАЛЛИСТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВИРТУАЛЬНОЙ ФРАГМЕНТАЦИИ МНОГОСПУТНИКОВОЙ СЕТИ

Перспективны многотысячные спутниковые системы на разновысотных орбитальных группировках (с разновысотными орбитальными сегментами). Повысить эффективность функционирования сложных распределенных систем можно, если в задачах управления они виртуально фрагментированы на части, которые назовем кластерами. В работе [1] представлена концепция фрагментации спутниковой сети, названная «ячеистая структура», применимая для описанных далее систем с разновысотными орбитальными сегментами. Каждый сегмент системы – на однородных орбитах (номинальные значения эксцентриситета, высоты перигея, наклона орбиты и аргумента перигея одинаковы для всех его космических аппаратов). В каждой номинальной орбитальной плоскости несколько симметрично разнесенных космических аппаратов; орбитальные плоскости симметрично разнесены по долготе восходящего узла. Символическое представление множества космических аппаратов одного высотного сегмента – в виде рядов, заполняющих прямоугольную область (каждый ряд – замкнутая траектория, абстрактно развернутая в отрезок прямой). Представленное таким образом множество космических аппаратов разбивается на прямоугольные кластеры (один размер прямоугольника – число образующих кластер орбит, другой размер – число входящих в кластер космических аппаратов одной орбиты). Состав кластеров одного высотного сегмента (элементарных кластеров) и их расположение друг относительно друга не меняются. Меняется пространственная форма таких кластеров и линейные расстояния между космическими аппаратами. Между собой тесно взаимодействуют близко расположенные элементарные кластеры разновысотных сегментов (образуют разновысотные кластерные структуры более высокой иерархии). Для каждой пары взаимодействующих кластеров, находящихся в сегментах разной высоты, отношение близости расположения, определяющее возможность взаимодействия в иерархической кластерной группировке, сохраняется в течение некоторого времени (их пространственное «расхождение» вызвано разными скоростями прецессии орбитальных плоскостей и разными скоростями движения по орбите). Вследствие симметричности орбитальной группировки состав взаимодействующей пары кластеров периодически изменяется (один кластер более низкого сегмента заменяет другой кластер этого сегмента). В работе исследуются баллистические характеристики элементарных группировок и иерархических кластерных групп, состоящих из взаимодействующих кластерных группировок разновысотных орбитальных сегментов.

1. Лабуткина Т.В. Разбиение многоспутниковой сети на кластеры / Т.В. Лабуткина, А.Д. Легенков, М.С. Лазарец, Я.С. Литвиненко // Scientific achievement of modern society. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. – 2020. – Pp. 667-675.

Я. С. Литвиненко, студент; Т. В. Лабуткина, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: yaric.litvinenko@gmail.com

ОРБИТАЛЬНАЯ ГРУППИРОВКА ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ КОЛЕЦ ВЗАИМОДЕЙСТВУЮЩИХ КЛАСТЕРОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Одна из концепций создания орбитальных сегментов спутниковых систем – системы, построенные на основе охватывающих Землю «колец» взаимодействующих кластеров космических аппаратов. В данном случае под кластером понимается группа космических аппаратов, объединенных тесным взаимодействием при решении единого комплекса функциональных задач на основе коммуникаций посредством межспутниковых линий связи. Кластеры связаны между собой и согласованно используются для решения множества задач кластерной системы. Кольцо кластеров можно представить как множество функционально связанных группировок космических аппаратов в пределах торообразной зоны, которая прецессирует вместе с входящими в нее орбитами вокруг Земли. Коррекция изменения долготы восходящего узла осуществляется только для поддержания орбит в пределах торообразной зоны, то есть для устранения расхождений, возникающих вследствие разных скоростей изменения долготы восходящего узла. В ряде работ (например, в работе [1]) рассмотрены кольца кластеров скользящего состава, построенные на разновысотных орбитах (расхождений, которое накапливается вследствие разности высот, не корректируется; космические аппараты симметрично разнесены по орбитам и переходят из кластера в кластер). Данная работа развивает эту концепцию. Рассматриваются различающиеся по высоте пары разновысотных колец кластеров скользящего состава. Пары колец могут быть «сцеплены» тем, что коррекция по долготы восходящего узла обеспечивает их относительно синхронную прецессию, а могут прецессировать независимо, расходясь по долготы восходящего узла и тем самым в пространстве (в этом случае возможное взаимодействие кластеров разновысотных систем ограничено во времени). Каждому кластеру верхнего кольца в текущий момент времени поставлен в соответствие один или несколько кластеров нижнего кольца (образуется связанная группа разновысотных кластеров). Кластеры такой группы взаимодействуют между собой, решая совместную задачу. Вследствие разности высот кластерных колец взаимодействующие кластеры разновысотной группы постепенно смещаются друг относительно друга (имеет место переход кластерных групп более низкого кольца от одной кластерной группы к другой, то есть образуется структура «скользящего состава» на более высоком уровне иерархии). Разработана имитационная модель описанной кластерной системы, предназначенная для исследования динамики кластерной структуры.

1. Лабуткина Т.В. Имитационная модель спутниковой сети коммутации пакетов кластерного типа. / Т.В. Лабуткина, И.А. Саенко // Матеріали Тринадцятої міжнародної науково-технічної конференції Перспективи телекомунікацій, 15-19 квітня, 2019, Київ, Україна. – С. 33-35.

М. С. Малий, магістр; М.О. Рахматов, магістр; Кулабухов А. М., к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: *maximmalij1997@gmail.com*

КУТОВА ОРІЕНТАЦІЯ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ В НАДИР ПЛАНЕТИ

Практично всі космічні апарати потребують кутової орієнтації і стабілізації в просторі для рішення цільових задач. Як джерело інформації для визначення кутової орієнтації сучасні КА використовують магнітометри, інфрачервона вертикаль, сонячні датчики, астродатчики, датчики кутових швидкостей.

Основні складності використання датчиків кутів по лінії горизонту на КА пов'язані з наявністю атмосфери і не лінійністю знімку при широких кутах огляду. В деяких роботах розглядаються можливості врахування нелінійностей для визначення кутового положення КА. Однак це приводить до значних обчислювальних операцій з урахуванням особливостей конкретної відеокамери.

Значна кількість низькоорбітальних КА потребують орієнтації в надир планети (зв'язок, дистанційне зондування). Оскільки оптичні датчики горизонту практично не використовуються для космічних апаратів, а в існуючих є недоліки, тому необхідно розробити такий датчик для КА.

Запропонований спосіб реалізації датчика горизонту для КА має невисоку вартість за рахунок використання малогабаритних відеокамер з широким кутом огляду і малогабаритного контролера.

Вимоги до камери: знаючи висоту орбіти низько орбітальних супутників 400-800 км., можливо розрахувати. Оптимальний кут огляду камери від 120° до 140°. В якості камери вибрана камера SQ11.

Також підібраний контролер який буде виконувати такі функції: прийняти зображення, декодувати зображення з камери з формату JPEG в матричний вид, зберегти розкодоване зображення, потім провести розрахунки (визначити кути) та передати інформацію на інтерфейс виводу. Для таких завдань був обраний контролер BeagleBone Black.

Алгоритм стабілізації космічного апарату у надир дозволяє здійснювати стабілізацію КА в реальному часі з Землі за допомогою джойстика (для супутників Землі), або астронавтом, що знаходиться на космічному кораблі на орбітах планет і їх супутників.

Датчик горизонту з запропонованим алгоритмом орієнтації в надир може використовуватись при відсутності навігаційних параметрів КА (особливо при відсутності систем глобального позиціонування типу GPS і ГЛОНАСС) на навколосезних орбітах, а також на орбітах інших планет і їх супутників (Марс, Юпітер і його супутники, Місяць і т.д.).

А. В. Омельченко, студент; Б. Р. Гуляєв, студент; В. О. Ларін, професор
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: 0oallworldo0@gmail.com

АВТОНОМНИЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ЕЛІПТИЧНИХ ОРБІТ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИСОТОМІРУ

Розглядається задача оперативного автономного контролю орбіти космічного апарату за допомогою радіовисотоміра великих висот, що вимірює відстань щодо локального рівня морської поверхні в заданих районах океану. При цьому рівень відліку висоти, який є функцією різних фізичних параметрів і визначається з використанням відповідної моделі геоїда, повинен бути відомим з досить високою точністю.

За даними зарубіжних джерел в теперішній час досягнута похибка визначення цього параметра при вимірах над морською поверхнею на висотах декількох сотень кілометрів має порядок декількох сантиметрів. Приблизно такий же порядок точності необхідно забезпечити для помилок радіовисотоміра.

В даний час радіовисотоміри знаходять широке застосування і входять до складу апаратури багатьох космічних комплексів самих різних типів. Вперше орбітальний радіовисотомір був успішно застосований на «глобальній» радянській ракеті розробки КБ «Південне» в шістдесятих роках минулого століття. Ця розробка дозволила забезпечити подолання цієї ракетою протиракетної оборони США за рахунок можливості атаки з незахищеного південного напрямку. Причому, саме за допомогою радіовисотоміра, що вимірює висоту траєкторії орбітального блоку в точках яких задаються за часом районах над океаном, вдалося отримати високу точність вогню в діапазоні відстані до 40000 км.

Параметри траєкторії в площині орбіти можна визначити при контролі висоти в трьох або більше точках. Положення плоскості орбіти можливо уточнити за рахунок фіксації різкої зміни відносини сигнал-шум та інших статистичних особливостей відбитих сигналів на низі морської поверхні і суші.

У даній роботі розглядається задача оперативного контролю характеристик траєкторій космічного апарату за даними висотоміра, наприклад, після його запуску. Така можливість може бути актуальною при реалізації космічних програм України. Особливо після втрати комплексу радіо контролю космічного простору в Євпаторії.

Проаналізовано основні вимоги, які пред'являються до параметрів радіовисотоміру, характеристик діаграм спрямованості антен і точності орієнтації в моменти вимірювання висоти в залежності від конкретної розв'язуваної задачі. А також вибір і оптимізація програми вимірювань висоти, розташування і кількість районів виміру.

Д. О. Радіонов, студент; В. В. Авдєєв, доцент
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: d1ma999@i.ua

КОРЕКЦІЯ ОРБИТИ СУПУТНИКА ДВИГУНОМ МАЛОЇ ТЯГИ

У зв'язку з початком практичного використання електричних ракетних двигунів виник інтерес до проблеми оптимального управління узгодженим рухом супутників з двигуном малої тяги. Ускладнення і зростання переліку задач супутників, збільшення тривалості їх активного існування та рівня засміченості навколоземного простору зумовлюють можливість виникнення ситуацій, коли для виконання заданих функцій необхідно виконати маневр, наприклад, з метою підтримання середньої висоти, зменшення ймовірності зіткнення з іншим космічним об'єктом або забезпечення взаємно узгодженого руху космічних апаратів.

Питання формування різних супутникових угруповань є одним із найактуальніших для майбутнього розвитку космічної діяльності. Побудова групи із декількох космічних апаратів, сформованих у жорстку конструкцію, дає можливість відмовитися від використання великогабаритних систем. Відомо, що питомі витрати на розробку, виготовлення, транспортування малих космічних апаратів (КА) істотно менше, ніж для важких багатофункціональних КА.

Об'єктом дослідження є процес корекції майже колової орбіти КА шляхом включення бортової рушійної установки малої тяги.

Мета роботи – розробка методики розрахунку програми корекції майже колової орбіти КА двигуном малої тяги і дослідження її ефективності з погляду витрат палива і швидкодії, переваг у порівнянні з існуючими методами.

1. Збільшення висоти орбіти космічного апарата малою тягою трансверсального напрямку / Космічна наука і технологія, т.15, № 1, 2009.- С. 9-12.

Г. В. Фарафонов, студент; Мороз Ю. И., доцент; Голубек А.В., доцент
Днепропетровский национальный университет имени О. Гончара
E-mail: georgiifarafonov@gmail.com

МЕТОДИКА ПОДДЕРЖАНИЯ ВЫСОТЫ ОРБИТЫ СПУТНИКА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ С ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

Широкое развитие технологий создания спутников дистанционного зондирования Земли и их группировок привело к появлению класса задач, связанных с необходимостью обеспечения стабильности высоты полета с высокой точностью (менее 500 м) в условиях воздействия множественных стохастических возмущений различной природы.

Как известно, для поддержания заданной орбиты спутника в основном используются реактивные двигательные установки: маршевые, малой тяги и электрореактивные. Последние из них представляют наибольший интерес ввиду высокого значения удельного импульса, который может достигать десятков тысяч секунд, а также обладает возможностью многократного включения. В свою очередь, использование электрореактивной двигательной установки имеет ряд ограничений, связанных с возможностями систем энергообеспечения спутника, времени заряда аккумуляторной батареи и максимального времени работы двигательной установки, связанных с разрядом.

Работа посвящена разработке методики поддержания высоты орбиты спутника дистанционного зондирования Земли с использованием электрореактивной двигательной установки. Работоспособность методики проверена на примере спутника дистанционного зондирования Земли, движущегося по солнечно-синхронной орбите, высотой 500 км и электрореактивной двигательной установкой с удельным импульсом 5000 с и тягой 200 мН.

Предлагаемая методика может быть использована для высокоточного поддержания высоты орбиты спутников дистанционного зондирования Земли.

А. В. Хлапонина, студент; Т. В. Лабуткина, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: *khlaponina199870@gmail.com*

ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ НАБЛЮДЕНИЙ КОМПАКТНЫХ ГРУПП ОРБИТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ, РЕАЛИЗУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ

Появляется тенденция использования распределенных космических аппаратов – группировок спутников, которые находятся друг от друга на близком расстоянии (не более 200 метров) и тесно взаимодействуют, разделяя функции решения общей задачи. В общем случае распределенный спутник может быть реализован на разновысотных орбитальных группировках (с коррекцией рассогласования вдоль орбиты). В нормальном режиме функционирования распределенного спутника для него поддерживаются параметры его орбитальной структуры, и есть возможность использовать методы, которые позволяют уточнить значения орбитальных параметров каждого космического аппарата в процессе функционирования спутниковой системы, в которую он входит. Однако возможны ситуации, когда необходимо уточнять орбитальные параметры космических аппаратов как управляемого, так и потерявшего управление распределенного спутника на основе его наблюдения оптическими или радиолокационными средствами. Иными словами, – необходимы сеансы уточняющих эфемериды наблюдений компактной группировки с поддерживаемой структурой или постепенно «рассредоточивающейся» в пространстве. Задача наблюдения компактной группы орбитальных объектов также может возникнуть при появлении групп объектов космического мусора вследствие аварийных ситуаций в околоземном космосе. Возможный подход к реализации уточняющих орбиту наблюдений – с использованием устройств наблюдения, установленных на космических аппаратах. В работе [1] предложен централизованный метод планирования сеансов наблюдения постоянной длительности, реализуемых радиолокационными устройствами группы космических аппаратов. Предлагается адаптация этого метода для случая, когда в число условий доступности объекта для наблюдения входит отсутствие препятствий и помех, создаваемых другими объектами наблюдаемой группы. Рассмотрены два варианта задачи планирования. Во-первых, когда орбитальная группировка космических аппаратов-наблюдателей задана на начальный момент планирования без учета параметров наблюдаемой группировки. Во-вторых, когда орбитальные параметры группировки космических аппаратов-наблюдателей можно выбирать на начальный момент времени. На интервале времени, для которого планируются наблюдения, орбиты космических аппаратов-наблюдателей не изменяются управлением.

1. Хлапонина А.В. Пошаговый адаптивный метод планирования сеансов согласованного наблюдения орбитальных объектов сетью космических аппаратов / А.В. Хлапонина, Т.В. Лабуткина // Тези ХХІ Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос», 10-12 квітня 2019, Дніпро, Україна. – С. 79.

6

Защита и контроль космического пространства. Конверсия в ракетно-космической технике

Координатор:

Милых Михаил Макарович,

заместитель председателя правления по науке

ПАО «КБ «Днепровское» ГАХК ДМХ,

кандидат технических наук

А. В. Хлапонина, студент; Т. В. Лабуткина, к. т. н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: khlaponina199870@gmail.com

ЦЕНТРАЛИЗОВАННЫЙ МЕТОД ПЛАНИРОВАНИЯ НАБЛЮДЕНИЯ ОРБИТАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ СУЩЕСТВЕННОЙ ВАРИАЦИИ ДЛИТЕЛЬНОСТЕЙ СЕАНСОВ НАБЛЮДЕНИЯ

Все более актуальна задача дополнения данных наземных систем наблюдения орбитальных объектов данными, получаемыми космическими аппаратами, оснащенными оптическими или радиолокационными средствами наблюдения. Космическая система наблюдения может быть глобальной или представлять собой группировку космических аппаратов, решающих локальную комплексную задачу, которая требует периодического уточнения информации о заданной группе орбитальных объектов. В работе [1] рассматривалась задача планирования сеансов наблюдения постоянной длительности, реализуемых группой космических аппаратов с использованием радиолокационных средств, для уточнения значений орбитальных параметров заданной группы объектов (параметры известны с точностью, достаточной для первоначального «радиозахвата» объекта наблюдения). В данной работе постановка задачи изменяется. Задано множество космических аппаратов и множество орбитальных объектов, число которых превосходит число космических аппаратов. На начальный момент времени планирования известны значения орбитальных параметров космических аппаратов-наблюдателей и объектов наблюдаемой группировки. Каждый космический аппарат оснащен несколькими устройствами наблюдения. Все объекты должны периодически наблюдаться в течение сеансов постоянной длительности (назовем их «короткими уточняющими наблюдениями») для уточнения значений орбитальных параметров. Кроме того, некоторая подгруппа объектов для получения более подробной информации требует наблюдения в течение сеансов не менее чем на порядок большей длительности (назовем эти сеансы «сеансами сопровождения объектов»). Длительность сеансов сопровождения объектов может превышать длительность интервала доступности объекта для наблюдения одним устройством космического аппарата. Тогда реализация сеанса сопровождения требует «переключения» объекта с одного устройства наблюдения на другое. Каждое устройство наблюдения может быть использовано как в уточняющих сеансах наблюдения, так и в сеансах сопровождения орбитальных объектов. Реализация сеансов сопровождения полагается задачей большей приоритетности, чем задача коротких периодических уточнений. Разработан централизованный метод планирования согласованного использования для описанной задачи всех устройств наблюдения заданной группы космических аппаратов.

1. Хлапонина А.В. Пошаговый адаптивный метод планирования сеансов согласованного наблюдения орбитальных объектов сетью космических аппаратов / А.В. Хлапонина, Т.В. Лабуткина // Тези XXI Міжнародної молодіжної науково-практичної конференції «Людина і космос», 10-12 квітня 2019, Дніпро, Україна. – С. 79.

7

Информационные технологии. Системы телекоммуникаций

Координатор:

Клименко Светлана Владимировна,

доцент кафедры радиоэлектронной автоматики ДНУ имени
Олеся Гончара, кандидат технических наук, доцент

И. Г. Богиня, аспирант; С. В. Клименко, к.т.н., доцент
 Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
 E-mail: inventionmaker@outlook.com

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗАЦИИ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ПРИ СОСТОЯНИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ТРЕВОЖНОСТИ

Психологи и психиатры получают информацию о состоянии человека путём наблюдения, собеседования и тестирования. Компьютерное тестирование позволяет автоматизировать процесс сбора информации. Для адекватной оценки результатов тестирования важной является искренность тестируемого. Оценить степень искренности можно путём поиска корреляции между длиной вопроса и затраченным на обдумывание ответа временем. Измеряется время с момента появления вопроса на экране до момента выбора ответа путем нажатия на определенную клавишу. Время обозначают $t(k)$, где k – номер вопроса, размер $S(k)$ которого оценивается числом знаков.

При оценке корреляционной связи между размерами вопросов и временными показателями их обработки испытуемым предполагается, что более длинным стимулам должны соответствовать более длительные промежутки времени ответов. На практике для этих целей используется ранговый коэффициент корреляции Спирмена. Под рангом значения измерения случайной величины понимается его номер в упорядоченной по возрастанию выборке измерений. Для оценки степени связи случайных величин используются не их числа, а соответствующие им ранги. Корреляционная связь означает, что изменения $S(k)$ в ту или в иную сторону будут вызывать подобные изменения в измерениях $t(k)$. Эта же закономерность справедлива и для рангов двух выборок случайных величин.

Ранги для выборок $S(k)$ и $t(k)$ вычисляются следующим способом. По выборкам $S(k)$ и $t(k)$ формируют упорядоченные выборки $Y_S(j)$ и $Y_t(j)$.

Ранги $R(S_k)$ и $R(t_k)$ вычисляются по формулам:

$$R(S_k) = \sum_{j=1}^n \operatorname{sgn}(S(k) - Y_S(j)), R(t_k) = \sum_{j=1}^n \operatorname{sgn}(t(k) - Y_t(j)),$$

где $\operatorname{sgn}(x)$ – функция единичного скачка. Коэффициент корреляции Спирмена определяется как нормированная сумма рангов двух выборок измерений:

$$r^* = 1 - \frac{6 \sum_{k=1}^n (R(S(k)) - R(t(k)))^2}{n(n^2 - 1)}.$$

Таким образом, корреляция между $S(k)$ и $t(k)$ признается незначимой, если рассчитанное значение показателя Спирмена r^* удовлетворяет неравенству:

$$-\frac{2+3}{\sqrt{n-1}} \leq r^* \leq \frac{2+3}{\sqrt{n-1}}.$$

Результаты исследования, при котором было протестировано 65 человек, 40 из которых прошли повторное тестирование, показали, что в 98% случаев значение корреляции не удовлетворяло вышеуказанному неравенству, что подтверждает гипотезу.

Я. В. Гринев, студент; Т. П. Мандрыка, преподаватель; В.Е. Пристрельский, студент
Колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара
E-mail: tmandrika80@ukr.net

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ КОЛЛЕДЖЕ

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing – от слова аддитивность – прибавляемый) – это послойное наращивание и синтез объекта с помощью компьютерных 3d технологий. Изобретение принадлежит Чарльзу Халлу, в 1986 г. сконструировавшему первый стереолитографический трехмерный принтер.

3D-печать - один из главных образовательных трендов последних лет в Украине. 3D-принтеры совершенствуют процесс обучения, развивают у студентов образное мышление, приучают будущих специалистов к автоматизированному программированию и проектированию. 3D-печать значительно увеличивает интерес к процессу обучения, так как дает возможность студентам почувствовать себя настоящим новатором. Создав на компьютере модель, студент уже через несколько часов сможет держать ее в руках - это прекрасная мотивация создавать новое. Студенты, использующие 3D-принтер в образовательных целях, получают возможность учиться на собственных ошибках.

В Колледже ракетно-космического машиностроения Днепропетровского национального университета им. О.Гончара, активно начинают внедряться аддитивные технологии. Так, по новой программе дисциплина «Информатика» для студентов колледжа второго курса с 2018 года включает модуль «Трехмерное моделирование» для всех специальностей. Дальнейшее изучение аддитивных технологий проходит для студентов специальности 121 «Инженерия программного обеспечения» изучая дисциплину «Системы автоматизированной обработки информации», для специальности 131 «Прикладная механика» изучая дисциплину «Технология машиностроения».

Активные студенты, которые в совершенстве изучали аддитивные технологии по специальности 134 «Авиационная и ракетно-космическая техника» собственными силами собрали 3D-принтер «Глусок», печатающий пластиковые изделия. Студенты могут разрабатывать дизайн предметов, деталей и макетов прямо в аудитории, изготавливать прототипы с помощью 3D-принтера, оценивать и тестировать их. Во время работы на 3D принтере постоянно рождаются новые идеи, принтер печатает самостоятельно, в то время как студенты спокойно следят за его работой и обдумывают новые идеи. 3D принтер освобождает студентов и преподавателей от рутинного занятия и позволяет им полноценно заниматься творчеством.

Такое оборудование позволяет получать прочные прототипы и механизмы, так студенты колледжа наглядно видят, на сколько они усвоили знания, которое получили в процессе обучения и могут их исправить на готовых моделях.

Для колледжа сборка 3D-принтера позволяет не только поднять общий престиж, но и подготовить настоящих специалистов, способных выполнять реальные задачи по проектированию.

Т. О. Гутцул, студент; Л. М. Петречук, ст. викладач
Національна металургійна академія України
E-mail: PetrechukLN@gmail.com

ПОБУДОВА ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ ПРИЛАДІВ

Збір, зберігання і аналіз інформації, структурування інформаційних потоків, їх розподіл і інші операції з різнорідними типами даних, неможливі без застосування комп'ютерних технологій. Запропонована в даній роботі комп'ютерна система спрямована на вирішення проблеми автоматизації комплексної оцінки технічного функціонування механізмів. Система має мінімальні вимоги до апаратної частини обчислювальної техніки.

Для створення комп'ютерної системи були використані наступні засоби розробки і зберігання даних:

- Microsoft SQL Server Management Studio - для зберігання даних;
- Microsoft Visual Studio 2019, мова програмування C # - для розробки програмного продукту.

Розроблена система відрізняється простотою і комфортністю експлуатації, вона оснащена інтуїтивно зрозумілим для оператора інтерфейсом, що дозволяє швидко пройти етап освоєння системи та перейти до її ефективного використання. Система стежить за правильністю заповнення електронної історії – нагадує, якщо не вказані деякі основні поля (дані про ремонт, заявки на ремонт, ціна деталі і т.д.). Система має можливість додавати власні шаблони для конкретного підрозділу. На відміну від існуючих, запропонована інформаційна систем відрізняється багатфункціональністю, та водночас з цим вона легко адаптується до профілю діяльності конкретного підрозділу. Система також відрізняється стабільністю і надійністю роботи – маючи важливу інформацію про підприємство, система не тільки стабільна в роботі, але і захищена від несанкціонованого доступу. Комп'ютерна система постійно оновлюється, з урахуванням побажань її користувачів.

А. Д. Клименко, студент; Д. С. Астахов, ст. преподаватель
 Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
 E-mail: lexaklimenko37@gmail.com

ДИСКРЕТНЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОДНОРОДНОСТИ ВЫБОРОК ИЗМЕРЕНИЙ

В неразрушающем контроле и технической диагностике технических объектов существует задача проверки гипотезы о статистической однородности экспериментальных выборок независимых случайных величин $X(1), X(2), \dots, X(k), \dots, X(n)$, которые описываются законом распределения вероятности $W(x)$ и функцией распределения $F(x)$. Решим задачу проверки гипотезы о том, что выборки измерений случайных величин $X(k)$ однородны с эталонной выборкой $X_1(k)$, если статистические закономерности ее и исследуемой выборки неизвестны. Известно классическое решение указанной задачи, предложенное Смирновым. Если известна $F(x)$ для выборки $X(k)$, то вычислив математическое значение квадрата разности теоретической функции распределения $F(x)$ и экспериментальной функции $F^*(x/|x|)$, где $|x|=|X(k)|$ экспериментальная выборка, получим критерий сравнения, который сравнивается с пороговым значением при заданном уровне значимости

$$V_c = n \int_{-\infty}^{\infty} (F(x) - F^*(x/|x|))^2 W(x) dx ,$$

где V_c – случайная величина с распределением nw^2 , функция распределения вероятности которой табулирована.

Как показывает практика, статистические свойства выборок измерений заранее не известны. Восстановление закона распределения вероятности и определение его параметров – это трудная задача, требующая многих знаний и практического опыта.

Предлагается новый критерий проверки гипотезы о однородности экспериментальных выборок измерений, не требующий знаний о законе распределения вероятности. Он основан на сравнении дискретных эмпирических функций распределения вероятности $F^*(\Delta xk)$

$$Vm^* = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \left(F_1^*(\Delta xk) - F_2^*(\Delta xk) \right)^2 ,$$

$$\text{где } F^*(\Delta xk) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \text{sgn}(\Delta xk - x(i)) ,$$

$$\Delta x = (x_{\max} - x_{\min}) / n .$$

В данной работе исследуются информативность критерия Vm^* в сравнении с критерием Смирнова, V_c .

М. С. Лазарец, студент; Я. С. Литвиненко, студент; А. Д. Легенков, студент;
Т.В. Лабуткина, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара
E-mail: max.lazarets@gmail.com

МАРШРУТИЗАЦИЯ ПОТОКОВ ДАННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В СПУТНИКОВОЙ СЕТИ КОММУТАЦИИ ПАКЕТОВ

В тенденции развития спутниковых систем можно выделить два направления. Одно из них предполагает использование систем, в которых на множестве космических аппаратов, связывающихся между собой посредством межспутниковой связи, реализуется получение, передача и обработка данных. Второе направление предполагает спутниковую сеть связи с техникой коммутации пакетов, пользователями которой являются не только земные (наземные и авиационные) пользователи, но и космические (не входящие в состав этой сети). То есть во втором направлении спутниковая сеть предоставляет «услуги связи» космическим аппаратами (единичным или входящим в группировки спутниковых систем) дистанционного зондирования Земли, наблюдения околоземного пространства, а также космическим аппаратам, используемым для обслуживания спутниковых систем. В данной работе рассматривается функционирование системы второго направления. В частности, представлено исследование потоков данных между парами космических аппаратов (отправитель-получатель) в спутниковой сети коммутации пакетов, построенной на разновысотных орбитальных сегментах (сеть имеет несколько разновысотных сегментов на низких, средних и высоких орбитах). При проведении исследований моделируется функционирование сети, как равномерно загруженной, так и с вариацией ситуаций «перекосов» сетевой нагрузки или флуктуационных всплесков нагрузки. Варьируются орбитальные параметры связывающихся через спутниковую сеть космических аппаратов и исследуются характеристики текущего пути наименьшей стоимости между ними, выбранного на основе принятого в сети алгоритма маршрутизации. Путь наименьшей стоимости с течением времени меняется вследствие изменения множества узлов сети (космических аппаратов), доступных для связи космическим аппаратам-пользователям, а также вследствие изменения топологии сети и нагрузки в сети. Рассматривается сеть с дейтаграммной передачей данных, то есть пакеты одного сообщения могут быть отправлены к получателю по разным путям следования. «Текущий» путь между космическими аппаратами с заданными орбитальными параметрами наблюдается в течение заданного интервала времени, и определяются его статистические характеристики. Цель проведения исследований – анализ влияния на сетевые характеристики маршрута данных космических пользователей следующих факторов: орбитальных параметров спутников сети связи и космических аппаратов-пользователей сети; алгоритмов маршрутизации. В том числе, в задачи исследования входит обоснование эффективности спутниковой сети с разновысотными орбитальными сегментами и использования правил управления сетевой нагрузкой, учитывающих приоритетность сетевой нагрузкой космических пользователей в некоторых сегментах сети.

А. Д. Легенков, студент; М. С. Лазарец, студент; Я.С. Литвиненко студент;
Т. В. Лабуткина, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: 1997legen@gmail.com

БАЛАНСИРОВКА НАГРУЗКИ ФРАГМЕНТИРОВАННОЙ НА КЛАСТЕРЫ СПУТНИКОВОЙ СЕТИ

Все более активно разрабатываются многотысячные спутниковые системы, реализующие сети связи с техникой коммутации пакетов. В настоящей работе рассматривается спутниковая сеть коммутации пакетов, в орбитальной группировке которой несколько разновысотных подгруппировок (сегментов), построенных на круговых орбитах. Межспутниковые связи реализованы между космическими аппаратами (узлами сети) как одного сегмента, так и разновысотных сегментов. С целью повышения эффективности управления функционированием такой сети сеть виртуально фрагментирована на кластерные группы неизменного состава на основе концепции «ячеистая» структура [1]. Элементарный кластер образован группой космических аппаратов одного высотного сегмента. В кластер входят m_1 близких друг к другу «цепочек» из n_1 последовательно расположенных космических аппаратов на m_1 последовательных по значению долготы восходящего узла орбитах. В данной работе принято, что в сети используется децентрализованная маршрутизация на основе централизованного алгоритма выбора пути наименьшей стоимости, реализованного в каждом узле сети (принято, что в каждый момент узел сети имеет глобальную информацию о текущей топологии сети и нагрузке в каждом из узлов сети). Накопители узла сети, в которых информация ожидает отправки на пути следования к получателю, разбиты на уровни заполнения (размер одного уровня заполнения одинаков для всех узлов сети). Алгоритмы маршрутизации адаптивны к нагрузке в сети. Маршрутизация в исследуемой сети – «плоская», то есть при выборе пути следования информации между парой узлов учитываются стоимости всех существующих элементарных отрезков пути (отрезков пути между непосредственно связанными узлами). Разбиение сети на кластеры используется в правилах назначения стоимостей линиям связи между смежными узлами сети. Под балансировкой сетевой нагрузки понимается обеспечение относительно равномерного заполнения узлов сети ожидающей отправки нагрузкой. В данном случае рассмотрены методы балансировки, использующие один основной показатель (среднее значение числа уровней загруженности накопителя узла) и один вспомогательный (дисперсия числа уровней загруженности накопителя узла), определенные по всем узлам сети. Используется альтернативная стратегия маршрутизации: для всех узлов сети, не входящих в кластер, при определении маршрутных таблиц стоимости линий связи, ведущих к узлам на границе перегруженного кластера или ко всем узлам кластера, повышаются.

1. Лабуткина Т.В. Разбиение многоспутниковой сети на кластеры / Т.В. Лабуткина, А.Д. Легенков, М.С. Лазарец, Я.С. Литвиненко// Scientific achievement of modern society. Abstracts of the 5th International scientific and practical conference. Cognum Publishing House. Liverpool, United Kingdom. – 2020. – Pp. 667-675.

Я. С. Литвиненко, студент; М. С. Лазарец, студент; А. Д. Легенков, студент;
Т. В. Лабуткина, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: yaric.litvinenko@gmail.com

НАГРУЗКА В СЕТИ СВЯЗИ СИСТЕМЫ ИЕРАРХИЧЕСКИХ КЛАСТЕРОВ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В настоящее время активно анализируются различные концепции спутниковых систем, предназначенных для получения, обработки и передачи данных. Перспективны гибридные системы, в которых комплексно используются спутники дистанционного зондирования Земли, наблюдения земной атмосферы и околоземного космоса с разными технологиями реализации перечисленных функций. Ряд публикаций (в том числе работа [1]) посвящен исследованию концепция спутниковой системы кластеров скользящего состава на разновысотных орбитах. Космические аппараты такой системы переходят из кластера в кластер вследствие некорректируемого рассогласования движения вдоль орбиты, вызванного разной высотой орбит; коррекция рассогласования относительного расположения прецессирующих орбит по долготе восходящего узла обеспечивает поддержание космических аппаратов в абстрактной торовидной зоне пространства, окружающей орбиты кластера и прецессирующей вместе с ними. Данное исследование развивает описанную концепцию. В частности, исследуется управление нагрузкой сети связи иерархических кластеров космических аппаратов. Рассматриваются кластерные системы, построенные на нескольких кластерных группировках в торообразных зонах (нескольких «кольцах кластеров»). Кластер более высокого уровня иерархии образован несколькими тесно взаимодействующими элементарными кластерами, входящими в разные кольца кластеров (в общем случае разновысотных колец состав кластерных групп более высокого уровня иерархии также скользящий). В соответствии с усложнением кластерной системы классификация видов сетевой нагрузки, предложенная в работе [1] для задач управления нагрузкой, расширена. Предусмотрено не только выделение внутрикластерной нагрузки элементарного кластера (нагрузки, которую дает связь космических аппаратов при совместном решении кластером функциональной задачи получения и обработки информации), но и внутренняя нагрузка обмена информацией между космическими аппаратами иерархической кластерной группы. Также используются следующие виды нагрузки: общесетевая нагрузка, нагрузка обмена информацией между элементарными кластерами как едиными структурами и иерархическими кластерами как едиными структурами; «чужая внутрикластерная нагрузка» для элементарных кластеров («избыточная» внутренняя нагрузка перегруженного соседнего элементарного кластера).

1. Лабуткина Т.В. Имитационная модель спутниковой сети коммутации пакетов кластерного типа. / Т.В. Лабуткина, И.А. Саенко // Матеріали Тринадцятої міжнародної науково-технічної конференції Перспективи телекомунікацій, 15-19 квітня, 2019, Київ, Україна. – С. 33-35.

А. С. Музиченко, студент; О. А. Гуляєва старший викладач
Національна металургійна академія України
E-mail: adray.muz@gmail.com

МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД РЕАЛІЗАЦІЇ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ВИБОРІВ І ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ В УКРАЇНІ

Використання сучасних інформаційних технологій у сфері систем дистанційних електронних виборів є пріоритетом у провідних країнах світу. Завдяки таким системам можливо знизити тиск на виборця і підвищити достовірність виборів, уникнути модифікації бюлетенів з позначками вибору та результатів підрахунку голосів.

В доповіді розглянуті проблеми, які виникають під час впровадження систем електронних дистанційних виборів: вразливість електронних систем до кібератак, можливість застосування методів злому та модифікації інформації.

Наявні на даний час технології обробки та захисту інформації дозволяють здійснювати розробку перспективних протоколів з використанням алгоритмів асиметричного шифрування та електронного цифрового підпису, використання генераторів випадкових послідовностей для знеособлення бюлетенів при підрахунку голосів; можливість оскарження результатів свого голосування конкретним виборцем.

У доповіді проаналізовано різні системи електронного голосування, які можуть відбуватися через глобальну мережу Інтернет. Безсумнівно є гідності: високий рівень зручності для виборця, чіткість і оперативність щодо підрахунку голосів та інші.

Але є і недоліки. Специфічне для України питання залучення до виборчого процесу старшого покоління, а також відсутності якісного інтернет-сервісу. Але в деяких частинах країни це питання можна вирішити шляхом запровадження змішаної системи, при якій проголосувати можна буде як онлайн, так і прийшовши на дільницю та заповнивши традиційний бюлетень.

В Україні на даний момент електронне голосування не використовується. Тому для реалізації цієї системи слід звернути увагу на закордонний досвід і проблеми.

М. И. Недошивина, студентка; Е. А. Гуляева, старший преподаватель
Национальная металлургическая академия Украины
E-mail: mariyanedoshivina7@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ

В век повсеместного внедрения информационных технологий вопрос, касающийся защиты информации, становится все более актуальным. Все чаще компании задумываются об использовании средств аутентификации в целях обеспечения высокого уровня защиты своих информационных активов.

В докладе рассмотрены стандартные средства, позволяющие провести аутентификацию. Безусловно есть достоинства: проверка подлинности пользователя с помощью сравнения введённого им пароля с паролем, который сохранён в базе данных; подтверждение подлинности документа путём проверки его цифровой подписи по открытому ключу отправителя, проверка контрольной суммы файла на соответствие сумме, заявленной автором этого файла.

Но есть и недостатки: кража пароля, которая происходит с помощью фишинга, ослабления роли паролей – их многократное использование и другие. Таким образом должный уровень информационной защиты не обеспечивается.

В докладе проанализированы новые направления в разработке методов и способов аутентификации. Одним из наиболее многообещающих направлений считается биометрия. Биометрические конструкции распознают пользователей, основываясь на их анатомических отличительных чертах (отпечатках пальцев, типе лица, рисунке линий ладони, радужной оболочке глаза, голосе) либо поведенческих признаках (походке).

Перспективным направлением является так же метод многофакторной аутентификации. При этом пользователю для получения доступа к информации необходимо предъявить более одного «доказательства механизма аутентификации». К категориям таких доказательств относят:

- знание – информация, которую знает субъект (пароль/пин-код);
- владение – вещь, которой обладает субъект (электронная или магнитная карта, флеш-память);
- свойство, которым обладает субъект (биометрия, природные уникальные отличия).

Комплексное использование средств, повышает надежность и точность использования аутентификации, а, следовательно, повышает сохранность данных. Поэтому дальнейшие работы и исследования в данной области будут вестись исключительно для дальнейшего апгрейда систем, позволяющих аутентифицировать пользователей.

А. О. Орішечок, студентка; С. В. Клименко, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: orishechok.n@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ТА ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ЗАХИСТУ ПРИМІЩЕНЬ

Різноманіття і складність сучасних інженерних систем житлових будинків призвели до того, що його мешканцям досить складно правильно управляти всіма необхідними функціями цих систем. Для забезпечення максимального рівня комфорту, безпеки, а також енергозбереження в даний час все ширше застосовуються системи «Розумний будинок». Під цим терміном розуміють цілий комплекс систем управління, який здатний контролювати й управляти роботою освітлення, водопостачання, опалення, вентиляції, охоронними та іншими системами.

Система «Розумний будинок» має різні датчики і виконавчі пристрої, які є частиною інфраструктури. Робота системи організована за допомогою програмних і апаратних засобів. Апаратний комплекс складається з центрального сервера і спеціальних контролерів, кожен з них виконує окрему функцію. Всіма контролерами управляє центральний сервер по командам куди закладається вся логіка управління. Програмний комплекс складається з серверної, клієнтської і конфігураційної частини. Серверна частина, невидима для користувача, призначена для управління контролерами. Клієнтська частина являє собою додатки для Windows, Linux, Android і IOS, це саме та частина програмного забезпечення, інтерфейс якої відображається на екрані користувача. Конфігураційна частина складається зі спеціальних службових програм.

За проведеним аналізом особливостей роботи різних систем захисту приміщень можна визначити, що вітчизняна система безпеки ані трохи не поступається китайській. Так, система Ajax Starter Kit (ASK) дорожче та має більші габаритні параметри, ніж система Xiaomi Smart Home Suite (XSHS). Слід відзначити, що за експлуатаційними характеристиками система ASK істотно перевершує набір від XSHS. Система ASK може кілька годин обходитись без електроживлення, а при зникненні провідної мережі вона переходить на резервне бездротове GSM підключення, не втрачаючи зв'язку з власником. Все це вкрай важливо для надійності охоронної системи, від якої залежить безпека приміщень.

С. О. Плетінь, аспірант
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: *pletin.sergiy@gmail.com*

ІНФОРМАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ РАКЕТНОЇ ДВИГУННОЇ УСТАНОВКИ З ХОЛЛОВСЬКИМ ДВИГУНОМ

Для створення та налаштування електричної ракетної двигунної установки (ЕРДУ) необхідно проводити аналіз роботи системи в цілому та її окремих елементів. Для вирішення задач аналізу роботи ЕРДУ використовується інформаційно-вимірювальна система (ІВС). Для побудови такої ІВС необхідно виділити основні інформаційні параметри системи та її компонентів, які необхідно вимірювати та аналізувати для отримання ефективної оцінки об'єкта дослідження.

ЕРДУ складеться з наступних блоків: електричний ракетний двигун (ЕРД), системи зберігання і подачі робочої речовини (СЗР) та системи перетворення енергії (СПЕ). Запропоновано розглядати наступні інформаційні параметри, які характеризують роботу ЕРДУ, її функціональних блоків та взаємозв'язок між блоками:

- F – тяга двигуна;
- η – ККД двигуна;
- U_d, I_d – напруга і струм розряду у каналі холловського двигуна;
- U_k – напруга на кіпері;
- I_{em} – струм електромагніту, від якого залежить магнітна індукція;
- I_{hc} – струм нагрівача полого катода;
- $m_1^{\&}, m_2^{\&}$ – масова витрата робочої речовини, що подається в анод та катод холловського двигуна;
- I_{hp} – струм нагрівача робочої речовини в системі подачі;
- $U_{SVH\ 1}, U_{SVH\ 2}, U_{SVL\ 1}, U_{SVL\ 2}$ – напруга, що подається для управління клапанами високого та низького тиску;

Параметри ЕРДУ які треба вимірювати у ході лабораторних випробувань:

- P_i – значення тиску робочої речовини, що вимірюється у заданих точках;
- T_i – значення температури, вимірюваної в заданих точках ЕРДУ;
- B – магнітне поле, створюване ДУ;
- I_b – струм іонного пучка;
- θ – половинний кут розходження іонного пучка.

У докладі наведені практичні шляхи щодо реалізації інформаційно-вимірювальної системи.

О. О. Слипченко, аспирантка; С. В. Клименко, к.т.н., доцент
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: knit.for.children@gmail.com

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАСПОЗНАВАНИЯ ЭМОЦИЙ

Совершив большой скачок в развитии технологий, человечество всё ещё сталкивается с проблемой взаимопонимания между людьми. Об этом говорит большой интерес психологов к проблемам общения и вопросам изучения невербальной коммуникации (мимика, жесты, позы и т.д.). Установлено, что выражение базовых эмоций человека не зависят от половой, расовой или возрастной принадлежности. Это позволяет поставить задачу интеллектуализации систем распознавания эмоций. Анализ визуальной информации – один из основных способов распознавания лиц и эмоций человека. Современный анализ основан на результатах обработки изображений лица человека, полученных с камеры. В связи с этим, автоматизация процесса распознавания эмоций основана на использовании средств компьютерного зрения, которое охватывает этапы разработки систем, которые базируются на обработке и анализе видеoinформации. Наибольшей актуальности получило направление оценки состояние человека в случаях, которые связаны с опасностью для жизни, обращения к семейному врачу, эмоционального выгорания на рабочем месте, а также необходимости определения отклонений работы центральной нервной системы. Большинство современных информационных технологий в сфере эмоциональной науки строится на семи базовых эмоциях и микрoэкспрессии лица, которая отражает наши эмоции на уровне, неподвластном контролю мозга. Сознательно мы можем сдержать улыбку, но легкие подергивания уголков губ останутся, и это будет сигнал для технологий распознавания эмоций.

Проведен анализ технологии распознавания эмоций Face Reader Noldus Information Technology (Нидерланды), позволяющая распознавать эмоции по выражению лица (радость, печаль, удивление, злость, страх, отвращение, нейтральность, а также позволяет определить пол, возраст, расу человека). Программное обеспечение не имеет машинного обучения и дополнительных настроек. Проведен анализ технологии распознавания эмоций EmoDetect (Россия, Нейроботикс), позволяющая определить психоэмоциональное состояние людей, по их изображениями (в формате видео- или фотоизображения). Эмоциональный классификатор EmoDetect позволяет определить шесть главных эмоций, таких как радость, грусть, удивление, страх, злость, отвращение. Эмоции распознаются с помощью нейронных сетей.

Проведен анализ технологии распознавания эмоций Microsoft Oxford Project Emotion Recognition (США, Microsoft). Принцип работы этой информационной технологии основан на машинных алгоритмах, с помощью которых система анализирует наличие лиц во входном изображении, после этого определяет по мимике, примерные эмоции человека.

Анализ показал, что на сегодня разработаны системы распознавания шести эмоций, при этом все они основаны на методе обработки изображений Виолы-Джонса, что говорит о высокой точности и скорости распознавания эмоционального состояния человека.

В. В. Чердайко, студент; Т. П. Мандрика, преподаватель
Колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара
E-mail: tmandrika80@ukr.net

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПОКОЛЕНИЕ АЛФА

Сегодня человечество стоит на пороге очередного технологического переворота, справиться с которым предстоит генерации цифровых детей – так называемому поколению Альфа, то есть тем, кто появился на свет после 2010 года.

Поколение Альфа начало рождаться в 2010 году, поэтому через четыре года большинство из них станут студентами колледжа. Поколение Альфа уже сегодня приходит в колледж на экскурсию. Они с интересом получают знания, но лишь в том случае, если осознают, зачем им это нужно. Страхом, угрозами, наказаниями от них добиться хороших результатов не получится. Это, к сожалению, не всегда понимают преподаватели, привыкшие работать по старинке. Эффективными методами признаны сотрудничество, поощрение и умелая похвала! Они сильно отличаются от предыдущих поколений: с раннего возраста пользуются различными гаджетами, включаются в информационные технологии и общение онлайн. Эти дети предпочитают выбирать сами, что и как смотреть в сети, они активно создают новый контент.

Задача преподавателя в будущем – помочь студенту найти то, что его радует, вдохновляет и мотивирует. Студент который придет через четыре года в учебное заведение умеет воспринимать большие объемы информации, чувствителен, раним и не терпит насилия: ни физического, ни морального.

Демографы считают, что именно дети поколения Альфа станут движущей силой прогресса в нашем столетии. Они более уравновешенные, позитивные, менее агрессивные. И будут стараться примыкать уже не к структурам, конфессиям и организациям, а к образу жизни и мыслей. Предполагается, что для Альфа будет важна интересная работа, при этом только 40% получат высшее образование. Они зависимы от технологий, заняты несколькими делами, очень мобильны.

Типичный представитель поколения Альфа – это ребёнок, который знает, как пользоваться Youtube раньше, чем учится писать и читать. В целом видео в их жизни играет доминирующую роль. Уже сейчас они черпают информацию, учатся, проводят досуг, общаются с помощью видео.

Каждое новое поколение более свободное, чем предыдущее. И поколение Альфа уже не будет воспринимать формальные статусы, обязанности и ритуалы.

Время Альфа – это период ярких, творческих, гармонично развитых самодостаточных личностей, которые способны достичь высшей реализации и позитивно повлиять на мир вокруг себя. Поколение Альфа и интернет – вещи неразрывно связанные. Чтобы соответствовать мобильным запросам подрастающего будущего, меняться преподавателям нужно уже сейчас.

8

Испытания летательных аппаратов и их систем. Методы неразрушающего контроля

Координатор:

Гусарова Ирина Александровна,

начальник отдела физических средств контроля материалов
и конструкций ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К.
Янгеля», кандидат технических наук

М. Ю. Другалёва, инженер; Ю. Н. Петренко, начальник сектора;
П. П. Левченко, начальник группы
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
им. М. К. Янгеля
E-mail: maryfibigirls82@gmail.com

УПРАВЛЕНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКИМИ РИСКАМИ

Требования к процессу управления рисками определяются стандартами:

- AS/EN/JISQ 9100 Quality Management Systems- Requirements for Aviation, Space and Defense Organizations;
- ДСТУ ISO 9001:2015 Системи управління якістю - Вимоги;
- ECSS-M-ST-80C Space project management – Risk management.

Соответствие требованиям этих стандартов в значительной степени увеличивают доверие иностранных заказчиков к продукции и услугам, предоставляемым отечественными предприятиями.

Однако, в настоящее время, отсутствует методология управления метрологическими рисками, возникающими на различных этапах создания продукции авиационного, космического и оборонного назначения.

Целью доклада является идентификация перечня метрологических рисков, их детальное описание, управление такими рисками. К перечню метрологических рисков можно отнести такие риски как: недостаточная точность (достоверность) измерений по ключевым характеристикам изделия; экономические потери из-за погрешностей/неопределенностей измерения; несоответствие конструкторской, технологической и отчетной документации требованиям метрологического обеспечения; использование неуповенных/неоткалиброванных/неаттестованных средств измерительной техники и испытательного оборудования; несоответствие метрологического обеспечения изделия требованиям тактико-технического и технических заданий; несоответствие параметров применяемых средств измерительной техники, испытательного оборудования требованиям, программ и методик испытаний, технических условий; несоответствие качества и объема измеряемой информации при изготовлении, наземно-экспериментальной отработке и летных испытаний; браковка средств измерительной техники при поверке/калибровке/аттестации.

Основными задачами управления метрологическими рисками является: идентификация рисков, определение категории тяжести последствий, определение уровня вероятности возникновения риска, определение категории риска, выбор способов и методов управления рисками.

В. Г. Карасев, инженер второй категории;
А. П. Трофименко, начальник группы; Т. И. Зиленская, инженер второй категории
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля
E-mail: info@yuzhnoye.com

НАЗЕМНЫЕ ИСПЫТАНИЯ ПАРАШЮТНЫХ СИСТЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

В последнее время все большее внимание уделяется возвращаемым ракетам-носителям и космическим самолетам. Применение парашютных систем при снижении летательных аппаратов и их частей в атмосфере, их посадки на земную поверхность обеспечивает такие преимущества, как безопасность для других летательных аппаратов и наземных объектов, сохранность полезной нагрузки и возможность их повторного использования.

Работу парашютной системы можно разделить на следующие этапы:

- приведение летательного аппарата в посадочную конфигурацию;
- раскрытие створок парашютного контейнера;
- выход (выброс) парашюта в воздушное пространство;
- раскрытие парашюта;
- обеспечение безопасного снижения;
- отделение парашюта от летательного аппарата или его части при касании земной поверхности.

Полноценное испытание парашютных систем на всех стадиях возможно только в реальном полете. Однако такие испытания требуют больших затрат времени и средств. Поэтому представляет интерес разработка и использование методики, удешевляющей этот процесс.

В докладе представлена методика, в соответствии с которой первые 4 этапа проводят в стационарных условиях на земле, а не в ходе летных испытаний.

Использование методики существенно уменьшает затраты на испытание парашютной системы и устранение ее недостатков.

Ключевые слова: парашют, парашютная система, испытание, летательный аппарат.

Ю.И. Кравченко, инженер
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля
E-mail: info@yuzhnoye.com

ВЫБОР АЛГОРИТМА ВАЛИДАЦИИ МЕТОДИКИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ТЯГИ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ТВЕРДОМ ТОПЛИВЕ

Сила тяги ракетного двигателя на твердом топливе (РДТТ) – один из основных параметров, измерение которого проводится при контроле соответствия параметров разрабатываемого двигателя предъявляемым к нему требованиям. Измеренные значения силы тяги в дальнейшем используют для определения удельной тяги и характеризующую энергетическое совершенство испытуемого РДТТ.

При экспериментальной отработке РДТТ устанавливается на огневой испытательный стенд, в составе которого сформирован измерительный канал силы тяги, позволяющий при огневом пуске РДТТ измерить и регистрировать развиваемую РДТТ силу тяги.

Наиболее предпочтительной процедурой валидации (оценки пригодности) методики выполнения измерений является прямое нагружение собранного измерительного канала силы тяги с помощью рабочего эталона, представляющего собой силоизмерительную машину в тех случаях, когда измерительный канал может быть доставлен в место размещения силоизмерительной машины. В остальных случаях предпочтительным является метод, при котором вначале оцениваются характеристики погрешности или неопределенности измерений отдельных звеньев измерительного канала силы тяги исходя из технической возможности проведения экспериментальных исследований этих отдельных звеньев, а затем расчетным способом оцениваются суммарные характеристики погрешности или неопределенности измерений всего измерительного канала силы тяги по полученным данным на отдельные звенья.

Д. С. Музика, студент;
О. В. Заморський, кандидат технічних наук, доцент
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна
E-mail: *dinis_myz@ukr.net*

МАЛОГАБАРИТНИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК І КАЛІБРУВАННЯ МІКРОМЕХАНІЧНИХ ДАТЧИКІВ СИСТЕМ ОРІЄНТАЦІЇ І СТАБІЛІЗАЦІЇ РУХОМИХ ОБ'ЄКТІВ

При застосуванні мікромеханічних датчиків – гіроскопів, акселерометрів і магнітометрів в системах орієнтації і стабілізації рухомих об'єктів, зокрема – в малогабаритних літальних апаратах – в квадрокоптерах і дронах, важливо дослідити і визначити статичні і динамічні характеристик датчиків для їх подальшого калібрування, для чого необхідні відповідні лабораторно-стендові і апаратно-програмні засоби. Ціль роботи – розрахунок і практична реалізація лабораторного стенду – компактного пристрою з обертовою платформою та його електротехнічного і інформаційного забезпечення. Горизонтальна рухома платформа (діаметр – 10 см, момент інерції – біля $180 \cdot 10^{-6}$ кг·м²) закріплюється на вертикальному конічному валу (половина кута конуса – 4,5 град, момент інерції – біля $20 \cdot 10^{-6}$ кг·м², момент тертя ковзання – до 4 мН·м). Для підвищення динамічних властивостей пристрою можливе розміщення датчиків і їх апаратного забезпечення безпосередньо на валу без використання платформи (використовується горизонтальна площа валу біля 7,5 см²). Для регулювання швидкості і прискорення оберту вала використовується двигун постійного струму фірми Mabuchi Motor (з кодовим номером діаметру якоря – 3, діаметр – 27,7 мм) з якрним керуванням, тип якого вибирається в залежності від динаміки досліджуваних характеристик мікромеханічних датчиків так, щоб забезпечити максимальну ефективність використання двигуна. Вал двигуна пов'язаний з валом черв'яка одноступінчатою зубчатою передачею (передатне відношення зубчатої передачі – 2, передатне відношення черв'ячної передачі – 32). Вал черв'ячного колеса пов'язаний з валом платформи компенсаційною кулачково-дисковою муфтою. Корисне навантаження на платформу – до 200 г. На платформі розміщуються досліджувані мікромеханічні датчики з їх апаратно-програмним забезпеченням для збору і бездротової передачі вимірювальної інформації на персональний комп'ютер. Апаратна частина реалізована на базі мікроконтролера ATmega328P фірми Atmel. Бездротова передача реалізована на базі модулів XBee Pro S1 фірми Digi. Швидкості обертів валу платформи і валу двигуна вимірюються відповідно з використанням датчика Хола А3144 фірми Allegro MicroSystem і датчика положення оптичного GP1A70R фірми Sharp. Первина обробка, вивід для графічної візуалізації на дисплей, збереження на носіях для подальшої обробки вимірювальної інформації виконується в реальному масштабі часу на персональному комп'ютері з використанням інтерфейсу віртуального приладу пакету прикладної програми LabVIEW фірми National Instruments.

М. О. Позднішев, інженер-конструктор
Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля»
E-mail: n.pozdnyshv@gmail.com

ОПТИМІЗАЦІЯ СТРУКТУРИ ПЛЕТІННЯ СІТОК ФАЗОРОЗДІЛЬНИКІВ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СУЦІЛЬНОСТІ ПАЛИВА

Для забезпечення можливості багаторазового запуску рідинного рушійної установки у невагомості використовують системи забезпечення суцільності палива. Важливим елементом таких систем є екрани з металевих сіток з квадратними вічками мікронних розмірів, що використовуються у якості фазороздільників рідина-газ. Основними гідродинамічними характеристиками сіток є коефіцієнт гідравлічного опору (КГО) і капілярна утримуюча здатність (КУЗ).

Для підвищення ефективності фазороздільників актуальною задачею є оптимізація параметрів сіток для забезпечення максимального значення КУЗ при одночасному зменшенні КГО. Перспективним напрямком такої оптимізації є деформація структури плетіння сітки, в результаті якої змінюється кут переплетіння її волокон і, як наслідок, форма та розміри їх вічок.

Сітка має складну просторову структуру, тому методики розрахунку гідродинамічних характеристик базуються на результатах експериментальних досліджень. Визначено, що при зменшенні кута переплетіння сітки зростає як КУЗ, так і КГО. Виявлено, що КГО деформованих сіток менше ніж у недеформованих при однаковому значенні коефіцієнта живого перетину. Цей ефект враховано за допомогою введення коефіцієнта форми сітки. Автором отримана емпірична залежність коефіцієнту форми для врахування кута переплетіння волокон сітки при розрахунку її КГО на основі даних літературних джерел для недеформованих сіток. Розроблена методика розрахунку КУЗ в залежності від кута переплетіння волокон сіток з урахуванням даних для недеформованих сіток.

В результаті проведеного дослідження отримані методики оптимізації структури плетіння сіток, що суттєво підвищують ефективність капілярних фазороздільників систем забезпечення суцільності палива.

Е. Ю. Старченко, инженер 2 категории¹;

В. П. Фролов, к.т.н., доцент, заместитель начальника комплекса по разработке и созданию ракетных и космических комплексов¹; А. А. Пустовгаров, начальник группы¹

¹Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля

E-mail: ekstazi22@gmail.com

ТЕПЛОВАКУУМНАЯ КАМЕРА ДЛЯ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЙ МОДУЛЯ-ВИВАРИУМА ЛУННОЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ БАЗЫ

В настоящее время во многих странах приняты программы освоения Луны, предусматривающие создание как обитаемых космических станций на окололунной орбите, так и долговременных обитаемых баз на лунной поверхности. Концептуальный проект такой базы разработан и Государственным предприятием «Конструкторское бюро «Южное».

Формирование лунной базы предусматривается по модульному принципу с поэтапной сборкой из отдельных составных частей различного назначения.

Одной из таких частей является модуль-вивариум, работа которого будет способствовать уменьшению зависимости лунной базы от грузов, доставляемых с Земли и повышению безопасности и автономности базы.

Важнейшим условием безотказной работы модуля в составе лунной базы является проверка функционирования всех его систем на Земле в условиях, максимально приближенных к условиям космического пространства и Луны.

Для подобных проверок, которые проходят все космические аппараты, применяются специальные тепловакуумные камеры, в которых воспроизводятся заданные значения давления, температур, прямое солнечное излучение, отражённое излучение поверхностей планет и некоторые другие воздействующие факторы.

Целью данной работы является определение общего облика тепловакуумной камеры, примерного состава её оборудования, а также основных технических характеристик.

В работах, предворяющих данную, была концептуально проработана конструкция модуля-вивариума, определены его основные технические характеристики и условия, в которых он должен функционировать, что позволило перейти к рассмотрению тепловакуумной камеры.

В данной работе изучено современное состояние дел по тепловакуумным камерам в мире, дан их краткий обзор. Определена структурная схема тепловакуумной камеры, проведены оценочные расчёты, определён её облик методом 3D-моделирования. Приведены некоторые экономические показатели создания и эксплуатации тепловакуумных камер.

Показано, что наземная испытательная инфраструктура для отработки и натуральных испытаний модуля-вивариума и других компонентов лунной промышленно-исследовательской базы является сложным и дорогостоящим компонентом наземного комплекса, требующим значительного времени на своё создание. Своевременный ввод в строй такой инфраструктуры, в состав которой входит тепловакуумная камера, позволит в дальнейшем построить лунную промышленно-исследовательскую базу в заданные сроки.

9

Космические аппараты: разработка и эксплуатация

Координаторы:

Кавелин Сергей Сергеевич,

главный специалист по космическим аппаратам
ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»

Демченко Анатолий Вадимович,

начальник СО 1 ГП «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля»

РОЗВИТОК УГРУПОВАНЬ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ НА НИЗЬКІЙ НАВКОЛОЗЕМНІЙ ОРБИТІ

У XXI столітті вищі військові штаби провідних країн світу розглядають космос як новий оперативний простір. В Україні підготовку військових фахівців з експлуатації космічних систем здійснює Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова. Якісна підготовка військових фахівців потребує постійного моніторингу змін у сфері космічних технологій.

Так з 2017 року фіксується різке збільшення кількості запусків космічних апаратів на навколосезну орбіту. Зазначене обумовлено появою на низьких навколосезних орбітах нових космічних апаратів – «CubeSat». Зазначені космічні апарати мають значно менші масо-габаритні розміри порівняно із традиційними і при цьому не поступаються за технічними характеристиками. Зокрема, один космічний апарат серії «SkySat» американської компанії «Planet», що здійснює оптико-електронне знімання земної поверхні з просторовим розрізненням до 0,75 м, за різними оцінками коштує до 20 млн. доларів США. Космічний апарат має вагу близько 120 кг та розміри 60x110 см.

Також існує тенденція до здешевлення пускових послуг. Станом на лютий 2020 року компанія «SpaceX» запропонувала виведення на низьку навколосезну орбіту вантажу до 200 кг за ціною від 5000 \$/кг.

Здешевлення виробництва і запуску космічних апаратів призвело до появи на ринку приватних компаній та виникнення ринкової конкуренції. Як наслідок відбулося здешевлення космічних послуг. Для прикладу, американська компанія «Planet» станом на 2018 рік пропонувала реалізацію знімків космічного апарату серії «Dove» з просторовим розширенням 3 м за ціною 218 доларів США за 10000 га відзнятої земної поверхні. В свою чергу, зниження ціни призвело до масового використання космічних послуг у різних секторах економіки. З 2010 року з'явився тренд створення сузір'я з десятків космічних апаратів, що дозволяє замовникам отримувати інформацію в режимі часу наближеного до реального.

Здешевлення виробництва та запуску космічних апаратів типу «CubeSat» дало можливість залучення до конструкторських робіт студентів вищих навчальних закладів. Так, станом на 2020 рік вже більше 300 вищих навчальних закладів здійснюють виробництво та запуск космічних апаратів типу «CubeSat». Американська компанія «Pumpkin» пропонує для вищих навчальних закладів конструкторський набір вартістю близько 8000 доларів США для створення елементарного космічного апарату. Виведення на орбіту даного космічного апарату можливе з борту Міжнародної космічної станції на безкоштовній основі в рамках освітніх програм. В даному контексті слід зазначити і те, що NASA щороку проводить конкурс серед вищих навчальних закладів на отримання гранту у 100 тис. доларів США для реалізації відповідних наукових проєктів.

П. А. Желябов, студент¹; Д. Файзуллин, д.ф.н.²; А. М. Кулабухов, к.т.н, доцент¹
¹Днепропетровский национальный университет им. Олеса Гончара, Днепр, Украина
²Технологический университет Кюсю, Китакусю, Япония
E-mail: pelyaba@gmail.com

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КЛАСТЕР КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ОСНОВЕ COTS КОМПОНЕНТОВ

С каждым годом требования к спутникам становятся все более изощренными и жесткими, что вынуждает вычислительные узлы обработки информации иметь необходимую производительность и объем встроенной памяти, в первую очередь связанные со сложностью алгоритмов управления в реальном времени и обработкой больших объемов данных, генерируемых полезной нагрузкой (оптической, радары и системы связи) и датчики.

В статье рассматривается задача создания структуры вычислительного кластера с высокой производительностью и относительно низкой стоимостью на основе широкодоступных одноплатных миникомпьютеров для совмещения задач бортового вычислителя, вычислителя системы управления ориентацией и стабилизацией (СУОС), а также вычислителя для системы полезной нагрузки в одной системе.

Предложена кластерная система бортового компьютера (БК), основанная на одноплатных компьютерах, которая позволяет распределить вычислительную нагрузку между несколькими узлами и обеспечить тройную избыточность.

Кластерную систему на основе COTS (компонентов готовых к использованию) компонентов предлагается использовать в качестве БК университетского наноспутника дистанционного зондирования Земли для повышения производительности вычислений и снижения стоимости компонентов.

О. А. Кравец, инженер-конструктор III категории; Д. А. Галабурда, начальник отдела;
В. В. Захаров, начальник сектора; И.Н. Боклагова, начальник группы;

М.Г. Добрушина, начальник сектора

Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»,
г. Днепр, Украина

E-mail: info@yuzhnoye.com, www.yuzhnoye.com

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ИЗОТЕРМИЧНОСТИ ТРЕХСЛОЙНЫХ СОТОПАНЕЛЕЙ СО ВСТРОЕННЫМИ ТЕПЛОВЫМИ ТРУБАМИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В СИСТЕМАХ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В составе систем терморегулирования, предназначенных для поддержания заданного диапазона температур приборов и элементов конструкции геостационарных спутников связи, широко применяются трехслойные сотовые панели со встроенными тепловыми трубами, выполняющие функцию радиаторов.

Для геостационарного спутника связи были изготовлены два варианта конструкции трехслойных сотовых панелей со встроенными тепловыми трубами и проведены их испытания.

В ходе проведения испытаний было экспериментально определено термическое сопротивление и изотермичность изготовленных конструкций панелей при подводе тепловых потоков, имитирующих внешний теплоподвод и тепловыделение приборов полезной нагрузки геостационарного спутника связи в условиях орбитального полета.

В настоящей работе приведены результаты экспериментального исследования термического сопротивления и изотермичности (распределение температур) двух вариантов трехслойных сотовых панелей, а также проведен анализ результатов испытаний.

Д. В. Меловацкий, студент; В. В. Авдеев, профессор кафедры
систем автоматизированного управления
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
E-mail: melovacki@gmail.com

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ОПТИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ СПУТНИКОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

Каждый человек желает привнести в этот мир нечто лично созданное, то что будет выделять его на фоне других и оставит след в истории техники. Но для того что бы что-либо создать, одно из направлений деятельности изучение своей инструментальной базы. Моим инструментом является система, которая будет способна совершать расчеты для вычисления массы исследуемого объекта, а в дальнейшем и материала, на основании его поведения при внешних воздействиях. И для получения информации о силе, которая будет воздействовать на некий предмет, мне необходим приборы способные предоставит мне данную информацию, вследствие этого я и занялся анализом оптических приборов. Например, рассмотрим спутник GOES-17 на котором размещены множество приборов, но самым главным инструментом является Advanced Baseline Imager (ABI), который в 16 частотных диапазонах от видимого до инфракрасного фиксирует атмосферные явления, происходящие на земном шаре. Много диапазонов нужно потому, что, например, снег и лед лучше видны в диапазоне длин волн 1.58–1.64 микрометра, а туман, пожары и вулканизм — в 3.80–4.00 микрометра. Оптическое разрешение зависит от диапазона и в лучшем случае составляет 0,5 км на пиксель, что в два раза больше разрешения сенсора спутников GOES предыдущего третьего поколения.

Изучая различные оптические приборы спутников, в дальнейшем я смогу оценить их полные возможности и на основании этого создать систему, которая способна устанавливать физические свойства объекта на основании оптических наблюдений.

СТИКУВАННЯ КОСМІЧНИХ АПАРАТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КВАНТОВИХ ПІДСИЛЮВАЧІВ ЯСКРАВОСТІ

Вступ. При проведенні космічних маневрів найвідповідальнішими є процедури, які відбуваються на відстані до 100 м. Роботі екіпажів у ручному режимі із застосуванням оптичних пристроїв та електронно-оптичних перетворювачів спостереження за космічними об'єктами (КО) може заважати пряма сонячна засвітка з інтенсивністю $1,4 \text{ кВт/м}^2$.

Для розв'язання цієї проблеми нами запропоновано застосування підсилення відбитого від КО оптичного променя квантовим підсилювачем яскравості (КПЯ) на базі активного елемента лазера на парах міді (ЛПМ) ($\lambda=510,5$ та $578,2$ нм), або лазера на самообмежених переходах іншого типу.

Вузька смуга контуру підсилення ЛПМ (-10 ГГц) [1] надає можливість працювати навіть умовах попадання в апертуру підсилювача вимірювання з неперервним спектром потужністю 1 кВт. При цьому величина потужності, яка попадає в спектральний інтервал контуру підсилення КПЯ, становить 1 мкВт, враховуючи шпаруватість його роботи.

Запропонована система працює так. Лазер-освітлювач з середньою потужністю 100 Вт генерує з частотою 10 кГц наносекундні лазерні імпульси, які направляються на КО. Дифузно відбиті промені потрапляють у приймальний пристрій – телеоб'єктив і направляються в КПЯ, який також працює в імпульсно-періодичному режимі. Стробуючи за допомогою блока запуску затримку між імпульсами лазера і КПЯ, фіксуємо появу на екрані проекційного пристрою зображення. Одночасно визначається відстань до об'єкта.

Збільшення відношення розмірів зображення на екрані до розмірів об'єкта повністю визначається оптичними елементами і може змінюватися від 0,01-0,1.

При випромінюванні КО лазером потужністю P в апертуру телеоб'єктива діаметром D створюється потужність 0,1 Вт, а значення прямої фонової засвітки апертури телеоб'єктива неперервним сонячним випромінюванням після проходження вхідного інтерференційного фільтра та КПЯ перевищує 0,05 Вт.

Повне кількість розділених елементів у двовимірній картині на екрані складає $6,4 \cdot 10^2$. Авторами проведені модельні експерименти із застосування лазер-освітлювача потужністю 1 Вт, які показали працездатність запропонованої системи.

Висновок. Якщо замість джерела (галогенні лампи, вольтова дуга) використовувати інші типи імпульсно-періодичних лазерів на самообмежених переходах можлива робота системи в ІЧ- та УФ- діапазонах спектру.

Список літератури.

1. Опачко І.І., Шевра В.С., Воронюк Л.В., Селищев П.А. Исследование усилительных характеристик лазера на парах меди при низких входных сигналах // УФЖ. – 1986. – 31. № 1. – С. 40 – 43.

М. О. Рахматов, студент; М. С. Малий, студент; Кулабухов А. М., к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: mark.rakhmatov@gmail.com

ТОЧНІСТЬ ВИЗНАЧЕННЯ КУТОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ЗНІМКУ

Задача орієнтації і стабілізації кутового положення є однією з основних задач управління космічними апаратами (КА). Для її вирішення використовують систему кутової орієнтації і стабілізації (СКОС). Вона складається з датчиків, які визначають кутове положення, обчислювального обладнання, яке здійснює обробку інформації з датчиків та формує керуючі сигнали для органів стабілізації, що виконують поворот в заданому напрямку. Датчики СКОС достатньо складні, мають високу вартість та потребують значних обчислювальних ресурсів. Для орієнтації КА в надрі планети доцільно використовувати датчик горизонту на базі малогабаритної відеокамери та контролера. Використання такого датчика суттєво знизить вартість виготовлення КА при оптимальній надійності та точності вимірювань кутового положення. Обробка інформації з нього здійснюється програмно у реальному часі і не потребує значних обчислювальних ресурсів.

Для визначення кутового положення КА по фотознімку з камери потрібно виконати наступні кроки: зчитати зображення в стиснутому форматі – JPEG, декодувати його, після чого зображення набуде матричного вигляду, провести попередній аналіз та фільтрацію, визначити три контрастні точки, по знайденим точкам розрахувати кути відхилення від надиру, та записати їх у файл.

Зображення представлено у вигляді матриці, кожне значення якої формується з комбінації кольорових коефіцієнтів. Точність визначення кутового положення залежить від точності знаходження контрастних точок. Для знаходження контрастних точок використовуються методи виділення границь (алгоритм Кенні, оператор Собеля, частотні методи).

Розроблено програмне забезпечення, яке дозволяє шляхом експерименту визначити оптимальні коефіцієнти, які забезпечують мінімальну погрішність при знаходженні контрастних точок на знімку і відповідну точність визначення кутового положення КА від надиру.

10

Экология. Космическая биомедицина и психология

Координаторы:

Горбань Вадим Анатольевич,

доцент кафедры геоботаники, почвоведения и экологии ДНУ
имени Олеся Гончара, кандидат биологических наук, доцент

Сичевой Алексей Владимирович,

заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности
ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук,
профессор

К. А. Благодаров, ученик¹; С. Г. Бондаренко, к.т.н., доцент²

¹КЗО "СОШ № 8", г. Днепр

²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

E-mail: andrewblagodarov@gmail.com

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА С НИЗКИХ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ

Количество космических объектов, вращающихся вокруг Земли, скорее всего, будет только увеличиваться. Это особенно актуально для низких околоземных орбит, где сосредоточены многочисленные спутниковые группировки. По мере того, как все большее количество спутников заполняют космическое пространство, и, со временем, неизбежно превращаются в космический мусор, низкие околоземные орбиты все больше становятся «минным полем» и угрожают не только земной среде, но и безопасности будущей космической деятельности. К 2100 или даже к 2050 году космическое пространство может вообще стать недоступным.

Основным фактором роста техногенного засорения околоземного пространства сегодня является разрушение крупных космических объектов - неактивных спутников, верхних ступеней ракет, а также аккумуляторных батарей, фрагментов от взрывов космических аппаратов. На сегодня невозможно выделить способ борьбы с космическим мусором, который можно было бы назвать наиболее эффективным. Одним из вариантов решения проблемы является обеспечение удаления крупных объектов мусора.

Целями моего исследования являются - систематизация типов крупных объектов мусора, подлежащих удалению, сравнительный анализ существующих методов и технических средств деорбитации; описание проблем, которые могут возникнуть при их практической реализации и выделение наиболее перспективных, на мой взгляд, систем удаления космического мусора с низких околоземных орбит.

К. В Варлан, студент; В. Ю. Шевцов к.т.н., доцент
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: kohavarlan@gmail.com

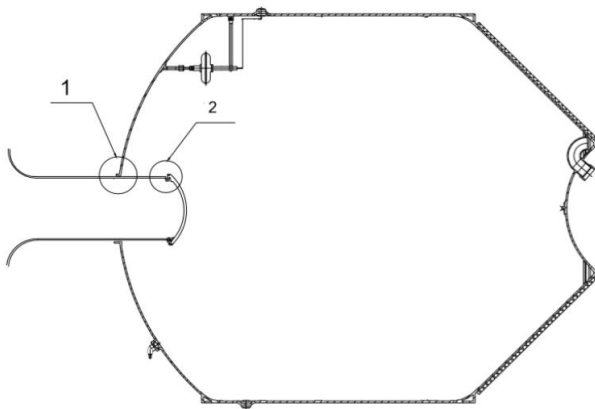
ПЕРСПЕКТИВНІ ТРЕНАЖЕРИ ДЛЯ ПІДТРИМКИ ФІЗИЧНОЇ ФОРМИ КОСМОНАВТІВ

З умов відсутності гравітаційного навантаження на організм людини атрофіюються м'язи, слабне кістково-опірний механізм, змінюються інші біологічні функції. Для тренування і підтримки організму в задовільному стані стані невагомості використовують різні пружинні тренажери, але замінити постійно діючу силу тяжіння однакової величини на кожен складову організму вони не можуть, так само як і дія електричних та магнітних імітаторів сили тяжіння. Єдиного більш-менш придатною альтернативою є відцентрова сила, але її використання неможливе по обмежень на обертання космічних орбітальних станцій (ОС) і космічних літальних апаратів (КЛА).

В представленій роботі розглядається модифікований варіант застосування відцентрового навантаження, в якому постійно обертається не вся ОС чи КЛА, а призначений для цього «модуль-тренажер». В якості «модуля-тренажера» пропонується використовувати бак окисника останнього ступеня ракети-носія, дообладнаний наступним чином.

В районі люка-лаза 1 збирається герметичний вузол стиковки на підшипниках.

2. Для розгону і підтримки постійної швидкості обертання передбачені газореактивні сопла.



1-герметичний вузол стиковки
 2-кріплення люка-лаза

Голуб Є. Р., студент; Жук Л. П., к.х.н., доцент
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: golub0208@gmail.com

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ ПОЛІЕЛЕКТРОЛІТУ FO4800 НА ПРОТОЛІТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ФЕНОЛОВОГО ЧЕРВОНОГО

Питання ефективної очистки води все частіше здійснюють за допомогою флокулянтів. Необхідність визначення катіонних флокулянтів пов'язане не тільки з широким застосуванням цих речовин в технологічних процесах, але і з можливим накопиченням їх в навколишньому середовищі, що набуває особливої важливості в ізованих системах. Розробка селективних аналітичних методик достовірного визначення залишкового вмісту флокулянтів на рівнях, характерних для реальних технологій водопідготовки, – обов'язкова умова для організації надійної системи контролю вмісту їх у воді після очищення.

Спектрофотометрично досліджено властивості поліелектроліту політриметиламонієтилакрилату (FO4800). Для отримання забарвленої системи використано сульфогфталейновий барвник феноловий червоний (ФЧ). В присутності FO4800 у розчинах ФЧ змінюються спектри поглинання барвника (рис.1). Показано залежність протолітичних властивостей ФЧ (значень pK^a або $pH_{1/2}$ – pH, при якій в присутності ПЕ утворюється 50 % аддукту) від концентрації FO4800 (рис.2): при концентрації 8 мг/л спостерігаються максимальні зміни.

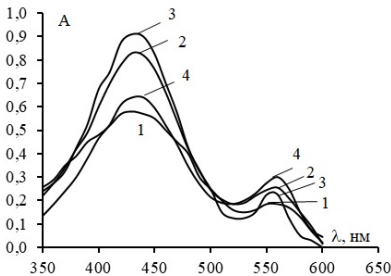


Рис. 1 – Залежність А від λ при pH 7 розчинів ФЧ при концентрації FO 4800, мг/л: 0 (1); 4 (2); 8 (3); 16 (4).
 $C_{ФЧ} = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/л, $l = 2$ см, СФ-26.

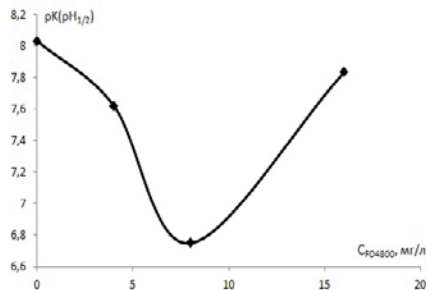


Рис. 2 – Графічна залежність pK ($pH_{1/2}$) від концентрації FO 4880 у ІА ФЧ - FO4800. $C_{ФЧ} = 1 \cdot 10^{-5}$ моль/л.

Співставлення даних вказує на зміни спектральних і протолітичних властивостей барвника за низьких концентрацій FO 4880, що може бути використано для створення методики контролю залишкового вмісту флокулянту в очищеній воді.

А. С. Давидова, студентка, Е. Г. Левицька, к.т.н., доцент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: davydovanastya84@gmail.com

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ КОСМОНАВТІВ ЗА МЕЖАМИ СФЕРИ ДІЇ ЗЕМЛІ

Усе, що знаходиться і діє в межах сфери дії Землі, є єдиним цілісним гармонійним об'єктом, в якому всі складові як масштабно, так і в часовому відношенні з гравітаційним і магнітним полями планети. Якщо розміри макрооб'єктів, в тому числі й людини, залежать в першу чергу, від сили тяжіння, то і функціонування налаштовано на частоти магнітного поля планети та її взаємодію із супутником Місяцем. Відомо, що мозок людини, працює на тих же частотах (α , β , γ - ритми), що й магнітне поле Землі. Інколи спостерігається збурення магнітного поля під дією потоків заряджених часток під час «вибухів» на Сонці, то у всього живого на планеті відбуваються збої в типовому для нього функціонуванні. Особливо наочно вплив «магнітних буревіїв» помітний на життєдіяльності північних народностей під час масштабних «полярних сьайв», коли місцеві мешканці на деякий час втрачають здатність інтелектуальної діяльності взагалі.

Сучасна космобіологія в своїх дослідженнях безпеки життєдіяльності космонавтів «не помічає» розглянутого вище впливу сфери дії Землі на земні організми тому, що тривале перебування космонавтів хоча і відбувається в позаземному просторі, але протікає в сфері дії Землі ($\sim 10^6$ км). Але вже в найближчі роки, чи десятиріччя, людство планує дослідження і освоєння найближчих планет з виходом за межі сфери дії Землі. При цьому космонавти спочатку попадають під вплив сфери дії Сонця, а потім сфери дії іншої планети з невластивими людському організму параметрами. Чим обернеться політ людини до інших планет на сьогодні передбачити практично неможливо, але маючи на увазі ефекти від «магнітних буревіїв на Землі» можемо прогнозувати вкрай несприятливі наслідки такого польоту не лише на діяльність мозку, а й на фізіологію людського організму в цілому. Тож, турбуючись про безпеку життєдіяльності космонавтів за межами сфери дії Землі, людство має спочатку дослідити вплив позаземних факторів спочатку на інших земних істотах з можливістю його нейтралізації і забезпечення безпеки всіх живих організмів.

А. С. Давидова, студентка, В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: davydovanastya84@gmail.com

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ІНФОРМАЦІЙНОГО СЕРЕДОВИЩА ПЛАНЕТИ ЗЕМЛЯ

Глобальною проблемою з часів існування людства була та продовжує бути екологія. Якщо на сьогодні максимальна увага приділяється аспекту фізичного забруднення навколишнього середовища, то вже незабаром на перший план вийдуть проблеми забруднення інформаційного простору. При цьому необхідно розрізняти дві сторони цього питання, а саме: безпосереднє забруднення інформаційного простору життєдіяльності людства і потенційне забруднення навколишнього середовища.

Передача інформації здійснюється майже на 100% за допомогою електромагнітних потоків, а її якість і кількість пов'язана з частотними характеристиками цих потоків. Чим коротша довжина електромагнітної хвилі, тим більше інформації можна передати відповідним сигналом. З цього можна зробити наступний висновок - чим більша енергія притаманна цим потокам, тим більший негативний вплив на всі складові біосфери. Зважаючи на те, що запис інформації в структурах біоклітин відбувається в межах фазового переходу між рідким і квазікристалічним станом води в клітинах, інформацію, яка передається оточуючому простору частково чи повністю зберігається у такій воді. В свою чергу, це певним чином призводить до порушень в біохімічних процесах з непрогнозованими наслідками. З одного боку, подібне енерго-інформаційне втручання може вести до хвороб і погіршення життєздатності живих істот та організмів, з іншого боку - можливе виникнення генетичних модифікацій невластивих біосфер із загрозою для існування людства взагалі.

Важливим моментом інформаційного забруднення є також вплив штучних електро-магнітних інформаційних потоків на позаземне середовище. В першу чергу, витік «брудної» інформації за межі Землі відбувається на ультракоротких хвилях, а тому не знаючи наслідків дії цих електро-магнітних потоків на космічні об'єкти і процеси в космосі, маємо їх досконально вивчати, щоб уміти їх блокувати.

Розглянуті в роботі екологічні аспекти інформаційного середовища планети Земля є надзвичайно актуальними і мають статус першочергових у вирішенні проблем екологічної безпеки людства.

Н. Т. Кулаев, студент; М. Л. Микаилова, преподаватель; Ю.Ю. Халецкая, преподаватель
Колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара
E-mail: kulaev951@gmail.com

БЕСПИЛОТНЫЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫЕ АППАРАТЫ ДЛЯ СБОРА МУСОРА В ОКЕАНЕ

Всем нам известна современная ситуация с загрязнением океана пластиковыми, и не только, отходами. Предлагаю вариант решения этой глобальной проблемы всей нашей планеты - использовать беспилотные летательные аппараты в качестве инструмента сбора мусора в водоемах.

В результате исследования и изучения вопроса, установил, что есть возможность использования некоторых видов БПЛА для подъема грузов массой 20 килограмм и более. В теории, если увеличить грузоподъемность дрона, есть возможность подъема тела большей массы. Собирать отходы будут при помощи специальной сети, сброшенной в воду. Дроны будут выпускать сеть на участок воды, на котором находится мусор, сеть опускается при помощи грузиков (или других вспомогательных средств) и в нижней части соединяется, ухватив с собой отходы, по типу тенет для ловли животных. В случае нехватки грузоподъемности к БПЛА будет присоединён еще один дрон. БПЛА будут выведены в океан на специальном судне, на котором будет скапливаться и сортироваться собранный мусор. После чего он будет отправлен на вторичную переработку или утилизирован.

В результате мы придем к, возможно, полной очистке океана от отходов, ну или частичной.

И еще в итоге у нас есть возможность не только спасти океаны и другие водоемы от еще большего загрязнения, но и использовать отходы во вторичном использовании, например, переработанный пластик в дорожном покрытии.

И. П. Петренко, инженер 1 категории
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля
E-mail: petrenko1985irina@gmail.com

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ НИЖНЕЙ АТМОСФЕРЫ ДРЕНАЖНЫМИ ВЫБРОСАМИ ПРИ ЗАПРАВКЕ ГОРЮЧИМ БАКОВ ПЕРВОЙ И ВТОРОЙ СТУПЕНЕЙ РАКЕТЫ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Одной из актуальных задач проектирования изделий ракетно-космической техники является исследование их воздействия на окружающую среду и выработка эффективных мероприятий по его минимизации.

В ходе заправки ракеты космического назначения, по мере заполнения бака углеводородным горючим (керосином), пары горючего вместе с газом наддува дренируются (выбрасываются) в атмосферу через дренажный клапан, приводя к образованию в атмосферном воздухе сверхфоновых концентраций.

Цель работы – оценка влияния конструктивно-технологических особенностей заправки баков первой и второй ступеней ракет космического назначения на показатели загрязнения атмосферного воздуха.

В качестве объекта исследования выбрана гипотетическая модель ракета-носителя легкого класса.

Были проведены расчеты максимального выброса паров для определения загрязнения приземного слоя воздуха и пожаровзрывоопасности парогазового облака.

Во время исследования варьировались конструктивные (высота и диаметр бака) и технологические (расход заправки, температуры горючего, коэффициент диффузии паров горючего в газ наддува, последовательно-параллельная схема заправки) параметры.

Полученные в рамках проведенных расчетов суммарные концентрации дренируемых паров керосина в приземном слое воздуха не превышают нормативного значения предельно допустимой концентрации для воздуха рабочей зоны ПДК_{рз} = 300 мг/м³, а в парогазовом облаке – нижнего концентрационного предела распространения пламени НКПР=69•10³ мг/м³.

Таким образом, выбросы дренажных газов при заправке углеводородным горючим баков ракеты космического назначения могут рассматриваться как экологически приемлемые.

Литература:

1. Э.Р. Эккерт, Р.М. Дрейк. Теория тепло и массообмена. М., ИЛ, 1961 г.
2. Экологические проблемы и риски воздействия ракетно-космической техники на окружающую природную среду. Справочное пособие. Под общей редакцией В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова – Москва, 2000 г. 640 с.

И. Р. Пирогов, студент; А. Н. Петренко, к.т.н., доцент;
Черная О. А, к.э.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: pyrogov_vanya@mail.ru

КОСМИЧЕСКИЙ МУСОР

Человека в космос – естественный и логический шаг. В эволюции человека неизбежным было начало освоения космического пространства. Оно привело к возникновению новых научных направлений – космической биологии и медицины, геодезии, космического мониторинга и космической экологии.

Космическая техника открывает новые возможности изучения нашей планеты. Спутники обеспечивают точность работы навигационных систем во всём мире, а космические системы позволяют функционировать спутниковому телевидению, прогнозировать погоду и т. п.

Но интенсивное освоение космического пространства может привести к весьма ощутимым техногенным воздействиям как на природную среду в масштабах Земли, так и самого космоса.

В наши дни одной из важных проблем связанных с космической экологией стал «космический мусор». Рассматривая снимки околоземного пространства, учёные обнаружили, что человек успел достаточно сильно намусорить и в космосе. С 1957 года в космос было запущено около 12 000 различных объектов размером более метра. Количество элементов, чьи размеры не превышают сантиметра, исчисляются сотнями тысяч. Часть из них давно вышла из строя, а способствует загрязнению пространства вокруг Земли.

Все искусственно созданные объекты, их фрагменты, которые перестали выполнять свои функции, называются «космическим мусором». Это могут быть крупные аппараты, их обломки, последние ступени ракет. Происходит это при полном или частичном разрушении космического аппарата или иного объекта, например, при его взрыве или столкновении с частицей космического мусора. Даже инструменты, утерянные космонавтами при выходе в открытый космос, становятся космическим мусором.

Каждый год сотни тонн различных тел попадают в атмосферу, большинство из них сгорает, до Земли доходят единицы. Некоторые объекты преодолевают атмосферные слои и оказываются на Земле.

В космосе, элементы космического мусора сталкиваются между собой постоянно. Корабль при малейшей угрозе маневрирует и избегает опасности. Микроскопические объекты не представляют смертельной опасности, хотя вред наносят. На иллюминаторах и на обшивке аппаратов регулярно обнаруживаются небольшие царапинки.

Проблемой засорения околоземного космического пространства космическим мусором занимается координационный комитет по космическому мусору. Комитет вырабатывает правила конструирования, эксплуатации, экологической безопасности космических аппаратов на орбите и вывода их на Землю, а также пытается найти способы избавления от накопившегося мусора.

О. А. Ситковский, студент; Ю. Ю. Халецкая, преподаватель; Н. Т. Кулаев
Колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара
E-mail: olegsimkovskiy01@gmail.com

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ЛЕСНОЙ МЕСТНОСТИ

В последние годы остро стала проблема масштабных пожаров в которых гибнут растения, животные, люди. Разработка противопожарных технологий является актуальным вопросом для многих ученых. В своей работе я предлагаю способ раннего определения очагов возгораний.

В отдаленных местах, где человек не сразу может увидеть начало пожара, предлагаю использовать БПЛА для контроля и наблюдения за опасными участками.

На беспилотном радиоуправляемо устройстве установлена модифицированная камера со свойствами тепловизора. Работает на электродвигателе, что делает его экологичным. При помощи тепловизора определяет опасный участок и с помощью радиомаяка передает координаты и информацию о пожаре оператору в онлайн режиме. Благодаря этому мы можем определить очаг возгорание, своевременно отреагировать и избежать последствий.

В данной работе проведены расчеты и представлено детальное описание требуемых и возможных характеристик дрона и его модификации, длительность работы и дальность полета, требуемые технические характеристики тепловизора и программное обеспечение для него.

При помощи этого решения мы имеем возможность сохранить огромные участки леса и спасти животных.

¹Форостовська Т. О., викладач;¹Бохан Ю. В., к.х.н., доцент; ²Н. М. Смітюк, к.х.н., доцент

¹Центральноукраїнський державний педагогічний університет
імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький

²Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: nmtsh@ukr.net

ВПЛИВ ПРОЦЕСУ ВИРОЩУВАННЯ АГРОПРОМИСЛОВИХ КУЛЬТУР НА ҐРУНТАХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ УКРАЇНИ НА ВМІСТ В НИХ ГУМІНОВИХ КИСЛОТ

Гумінові речовини - це складні стійкі до біодеструкції високомолекулярні темні органічні сполуки в ґрунтах. Гумусові кислоти є найбільш рухомими і реакційно здатними компонентами гумінових речовин, які беруть активну участь в хімічних процесах, що протікають в екосистемах. Вони здатні зв'язувати в міцні комплекси іони важкі метали (ВМ) за рахунок карбоксильних і фенольних груп. Взаємодія відбувається з утворенням розчинних і нерозчинних гумітів, що призводить до зміни форм існування етоксикантів і їх міграційної здатності, зменшення біодоступності і токсичності. На цій підставі гумусові кислоти розглядають як природні детоксиканти.

Важкі метали відносяться до числа найважливіших серед забруднювачів біосфери, вміст яких постійно треба контролювати. На організм людини і тварин фізіологічна дія металів різна і залежить від природи металу, типу сполук, а також його концентрації. ВМ надходять до організмів в основному з рослинною їжею і водою. У зв'язку з цим, аналіз ґрунту, який використовують в аграрних цілях, на сполуки важких металів займає важливе місце.

Метою роботи було визначення вмісту гумінових кислот в зразках ґрунту, який використовують в аграрії на територіях центральної України. В якості контрольного зразка обрали ґрунт, який не було використано в аграрних цілях. Визначення вмісту гумінових кислот проводили в зразках ґрунту, на яких протягом останнього року вирощували різні культури: пшеницю, кукурудзу, сою, соняшник.

З висушених на повітрі зразків ґрунту вилучали гумінові кислоти за допомогою 0,1 н розчину гідроксиду натрію за агрохімічною методикою. Визначення вмісту гумінових кислот проводили спектрофотометрично за власним поглинанням при $\lambda = 360$ нм на спектрофотометрі СФ-26 за градувальним графіком (табл. 1)

Таблиця 1 – Результати спектрофотометричного визначення гумінових кислот в аналізованих пробах ґрунту.

Ґрунту, на якому протягом року вирощували	Концентрація гумінових кислот, г/л	Вміст гумінових кислот, %
нічого не вирощували	1,03	1,29
Соя	0,50	0,63
Соняшник	0,90	1,13
Пшениця	0,31	0,39
Кукурудза	0,20	0,25

Встановлено, що вирощування кукурудзи та пшениці значно знижує вміст розчинних форм гумінових кислот.

11

Математические модели и численные эксперименты

Координатор:

Байбуз Олег Григорьевич,

заведующий кафедрой математического обеспечения

ЭВМ ДНУ имени Олеся Гончара, доктор технических наук,

профессор

В. В. Бабуров¹; В. З. Гришак², д.т.н., проф.; С. И. Гоменюк²,
С. В. Чопоров², к.т.н., доц.; А. А. Лисняк², к.ф.-м.н., доц.

¹Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля

²Запорожский национальный университет

E-mail: kmm@znu.edu.ua

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ РКТ

Проектирование современной ракетной техники связано с необходимостью уменьшения ее стоимости за счет повышения точности компьютерного моделирования. Существующие методы математического моделирования, такие как, например, метод конечных элементов, позволяют строить весьма точные модели конструкций ракетной техники. Однако, процесс подготовки математических моделей для таких методов – описание геометрической модели и построение адекватной дискретной модели – является весьма сложным. При этом проведение вычислительных экспериментов над готовыми дискретными моделями, которые могут содержать миллионы конечных элементов, занимает длительное время. Современной альтернативой «классическим» методам математического моделирования является машинное обучение.

В основе машинного обучения является построение вероятностных моделей, описывающих связи между входными и выходными сигналами. При этом критически важным этапом является подготовка достаточно большой выборки статистических (экспериментальных) данных для обучения сети искусственных нейронов.

Возможным способом решения проблемы построения обучающей выборки является проведение серии неразрушающих экспериментов над элементом конструкции РКТ. При этом данные, полученные сенсорами (например, тензор-резисторами), являются основой такой выборки. Для использования экспериментальных данных в машинном обучении их необходимо предварительно отфильтровать: убрать шумы и сгладить.

Таким образом, процесс моделирования сводится к шагам построения модели сети искусственных нейронов, формирования обучающей выборки на основе экспериментальных данных и выполнении обучения сети. Обученная нейронная сеть может быть повторно использована для быстрой оценки состояния схожих конструкций РКТ.

А. Е. Власенко, студент; Ю. И. Мороз, к.т.н., доцент
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: darkhuntersoll@gmail.com

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО СТАРТА РАКЕТ МАЛОГО КЛАССА

В настоящее время намечается тенденция к использованию ракет носителей малого класса. Не смотря на то, что теория полета ракет носителей достаточно хорошо развита, возникает задача ее изучения студентами, получения ими навыков моделирования полета и выбора параметров ракет носителей в зависимости от параметров полезной нагрузки.

В данной работе предлагается лабораторная работа изучения вертикального старта ракеты носителя. Лабораторная работа реализована в виде программного модуля на языке Pascal ABC, скомпилированного в исполняемый файл.

Модель старта ракеты представляет собой систему уравнений в пространстве состояний, то есть в нормальной форме Коши. Интегрирование уравнений производится методом Рунге-Кутты.

Программа снабжена удобным интерфейсом, в котором студент имеет возможность менять количество ступеней от одной до трёх, менять диаметр ракеты, изменять параметр аэродинамического сопротивления, задавать массу топлива для каждой ступени и сухую массу для заданного количества ступеней, менять секундный расход топлива для каждой ступени и тягу двигателя. В результате получают такие данные, как: зависимость высоты полёта ракеты-носителя от времени; время работы каждой ступени; время падения и снос отделившейся ступени от точки старта.

Результаты моделирования представляются в виде графиков и таблиц на экране монитора и при необходимости могут быть сохранены в файл

Р. Д. Воропаев, студент; В. В. Паслён, к.т.н., доцент, зав. каф.
Донецкий национальный технический университет
E-mail: roma.voropaev.96@bk.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ

Технология идентификации личности на основе изображения лица, в отличие от использования других биометрических показателей, не требует физического контакта с устройством и с учетом стремительного развития цифровой техники является наиболее приемлемой для массового применения. Основной трудностью данной технологии является зависимость качества результата распознавания человека по изображению лица от ракурса, положения, условий освещенности и т. д.

Цель работы – проанализировать современные методы распознавания лиц. Определить перспективу развития

Для большинства современных систем автоматического распознавания лиц основной задачей является задача сравнения заданного изображения лица с набором изображений лиц из базы данных. Характеристики систем автоматического распознавания лиц в этом случае оцениваются путем определения вероятностей ошибочного отказа в распознавании (ошибки первого рода) и ошибочного распознавания (ошибки второго рода). В ходе исследования были проанализированы такие современные методы распознавания лиц, как: метод главных компонент, сравнение шаблонов, метод Виолы-Джонса, нейронная сеть Хопфилда. Основное внимание в ходе анализа уделялось преимуществам и ограничениям каждого из методов.

Наилучший результат продемонстрировала нейронная сеть Хопфилда: точность распознавания с использованием данного метода составляет свыше 90 %, а в ряде случаев – даже приближается к 100 %, в то время как у других методов максимальная точность была меньше 80%.

По итогу проделанного анализа был сделан следующий вывод: наиболее перспективным направлением развития методов распознавания лиц является создание гибридных методов, использующих преимущества и нивелирующих недостатки рассмотренных различных частных подходов.

1. Viola, P. Rapid object detection using a boosted cascade of simple features / P. Viola // IEEE Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition. – Kauai, Hawaii, USA, 2001. – P.511-518.

К. Л. Духневич, магістр; О. В. Кравець, к.ф.-м.н., доц.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: kravets974@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ЦИЛІНДРИЧНОГО ІНДУКТОРА ЗА ДОПОМОГОЮ ПАКЕТІВ SOLIDWORKS ТА ELCUT

Індукційне нагрівання тіл здійснюється в електричних індукторах і полягає в передачі тепла до заготовки за допомогою електричного струму, який індуктує змінне магнітне поле. Нагрівання за допомогою індукторів має чисельні переваги, серед яких: безконтактний спосіб передачі теплової енергії, висока швидкість, а також можливість повної автоматизації процесу нагрівання та включення його в поточну лінію [1] – все це веде до поширення областей застосування електричних індукторів: в промисловості, машинобудівництві, взагалі, та в космічній галузі, зокрема, наприклад, з метою нагріву деталей перед сваркою, при плавці та пайці металів в паливних та гідравлічних системах космічних літальних апаратів. За таких умов підвищуються вимоги, які пред'являють до проектування та розрахунку нагрівальних установок. Вирішальним фактором при цьому стає вибір оптимального режиму роботи індуктора, параметри якого визначають з теплового розрахунку – він повинен враховувати велику кількість факторів, що впливають на зміну теплового стану заготовки: залежність теплофізичних властивостей металу від температури, наявність теплових витрат з поверхні, зміна параметрів тепловиділення металу заготовки в залежності від його переходу в немагнітний стан. Сучасні методики теплових розрахунків базуються на напівемпіричних співвідношеннях, що є дійсними тільки для найпростіших режимів роботи нагрівачів. Тому, актуальним стає розрахунок, що базується на сучасних пакетах автоматизованого проектування, які враховують всю необхідну кількість факторів.

В процесі дослідження було реалізовано наступні етапи: 1) вивчено теоретичні відомості, що стосуються типів та конструкцій індукційних нагрівачів; 2) досліджено особливості різноманітних типів індукційного нагрівання (нагрів струмом промислової частоти, нагрів заготовок під різання на ножицях, нагрів смугової трансформаторної сталі для сушки захисного покриття, проміжний нагрів труб у лінії трубопрокатного агрегату) та обговорено області його застосування; 3) проведено огляд особливостей функціонування індукторів, застосованих в ковальському, прокатному виробництвах; 4) розглянуто принцип роботи індукційного нагрівача зі штовхачами, нагрівача із секціонованими індукторами, двочастотного нагрівача заготовок, а також функціонування установки для рекристалізаційного відпалу сталевого прокату, установки для сушки ізоляцій якорів електричних машин та верстату для розриву труб; 5) розраховано поля температур циліндричного індуктора з урахуванням шару футерування за допомогою пакетів SolidWorks та Elcut в залежності від: а) наявності або відсутності заготовки всередині індуктора; б) газу середовища в індукторі; 6) проведено порівняння та аналіз отриманих результатів.

Література

1. Павлов Н.А. Инженерные тепловые расчеты индукционных нагревателей / Н.А. Павлов. – М.: Энергия, 1978. – 120 с.

Ю. И. Захарий инженер, О.И. Ковч, инженер.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-Mail: info@mail.ru

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РАЗРУШЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ КРЕПЛЕНИЯ БКС

Представляются результаты анализа эксплуатационного и предельного состояния пластинчатой конструкции кронштейнов крепления БКС, установленных на корпусе МД на основе клеевого соединения.

На основе численных методов компьютерного моделирования проводится комплексный анализ напряженно-деформированного состояния и разрушения элементов составной конструкции крепления БКС, учитывающий взаимодействие клеевых соединений с силовыми элементами конструкции.

Результаты проведенного анализа позволяют выбрать оптимальный уровень геометрических параметров и определить требования, обеспечивающие работоспособность перспективной системы крепления кронштейнов БКС.

В. Ю. Кожарин, инженер-программист 1к.
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: miloemulo@i.ua

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗРУШАЮЩИХ ИСПЫТАНИЙ БАНДАЖНОГО СОЕДИНЕНИЯ НА ПЛОСКИХ ОБРАЗЦАХ

Представлены результаты численного эксперимента на прочность перспективной конструкции бандажного соединения отсеков ОТР.

Анализ напряженно-деформированного состояния и разрушения проводился на плоских фрагментах бандажного соединения с использованием численных методов компьютерного моделирования применительно к условиям нагружения штатной конструкции ОТР.

Расчетные исследования проводились на основе полной конечно-элементной модели фрагментов, учитывающей все геометрические параметры и контактное взаимодействие элементов конструкции при эксплуатации.

По результатам проведенного анализа делаются выводы о несущей способности и специфических особенностях работы конструкции бандажного соединения необходимые на проектном этапе разработки и проведения экспериментальной отработки перспективных ОТР.

Р. А. Мочёнов, инженер-конструктор 1-й категории; А.В. Сотниченко, начальник группы;
Г.М. Иваницкий, начальник ЛСНИ; М.П. Сало, начальник сектора
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: r.mochonov@gmail.com

СНИЖЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО И СИЛОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СВЕРХЗВУКОВЫХ СТРУЙ РАКЕТНОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ОБЪЕКТЫ НАЗЕМНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В большинстве современных стартовых комплексов ракет космического назначения (РКН) для защиты от оплавления поверхностей, испытывающих непосредственное воздействие высокотемпературных газовых струй, используются системы водоподдачи (СВ).

На сегодняшний день единственным возможным способом исследования процессов взаимодействия сверхзвуковой струи двигательной установки (ДУ) РКН со струями воды, выпускаемыми коллектором СВ, является численное моделирование.

Для исследования температурного и силового нагружения поверхностей, находящихся под воздействием сверхзвуковых струй ДУ РКН, было проведено численное моделирование газодинамических процессов, происходящих в газоход в момент старта РКН. Были рассмотрены два варианта, с подачей воды и без неё. В качестве расчётной модели был выбран газоход РКН «Антарес».

В основе математической модели лежат уравнения динамики двухфазной среды. При этом течение газа описывается трёхмерными уравнениями Навье-Стокса, а моделирование капель воды проведено с использованием траекторного подхода. Моделирование проведено в коммерческом CFD коде Ansys Fluent.

В результате проведённого численного эксперимента были получены данные относительно эффективности снижения теплового и силового воздействия сверхзвуковых струй ДУ РКН на конструкцию газохода при использовании СВ. По итогам проведённых исследований сформулированы основные рекомендации, которые могут быть полезными при разработке и оптимизации СВ наземных комплексов РКН.

В. В. Нагаев, инженер 2 кат.; Я. В. Мишура, инженер 2 кат.; Р. И. Пека, инженер
ГП «КБ «Южное»
E-mail: nagayevvlv@ukr.net

ОЦЕНКА РИСКОВ ПОРАЖЕНИЯ ПЕРСОНАЛА И ИНФРАСТРУКТУРЫ СТАРТОВОГО КОМПЛЕКСА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ

Работы на стартовом комплексе при подготовке к пускам ракет-носителей относятся к работам с повышенной опасностью в связи с использованием сложного технологического оборудования, пожаро-взрывоопасных и токсических веществ. Возникновение аварии представляет угрозу жизни и здоровью персонала, значительного материального ущерба и нанесения вреда окружающей среде. Следовательно, обеспечение безопасности пусков РКН является важной задачей, актуальность которой возрастает по мере развития ракетно-космических технологий.

Для верификации расчётного алгоритма составлена упрощённая модель стартового комплекса. Проведено моделирование следующих аварийных ситуаций: взрыв РКН на пусковом столе; разлёт осколков вследствие взрыва [1, 2]; выброс и рассеяние вредных веществ вследствие испарения пролива НДМГ [3]. Для указанных аварий проведён расчёт вероятностей поражения персонала и сооружений стартового комплекса, посредством функции Гаусса (функции ошибок) с использованием пробит-функции, имеющей вид: где a и b – эмпирические константы, характеризующие специфику и меру воздействия опасного фактора; D – поглощенная субъектом доза негативного воздействия.

Полученные результаты включают: оценку степени разрушения объектов инфраструктуры стартового комплекса ударной волной и степень поражения персонала; оценку поражения объектов инфраструктуры осколками от взрыва; оценку степени поражения персонала отравляющим воздействием паров НДМГ, с учётом направления ветра. Степень воздействия на людей для всех случаев оценена в трёх категориях: легкие, средние и смертельные поражения. Расчёт проведён с помощью лицензированного исследовательского программного комплекса моделирования аварий и оценки риска «РизЭкс-2».

Полученные результаты подтверждают экспертные прогнозы и согласуются с предварительными, консервативными оценками, уточняя результирующие значения. Предложенная физико-математическая модель является корректной и может быть использована для решения задачи обеспечения безопасности, при проектировании объектов инфраструктуры РКК.

Литература

1. Стоецкий В. Ф. Управление техногенной безопасностью объектов повышенной опасности / В. Ф. Стоецкий, Л. В. Дранишников, А. Д. Есипенко, В. М. Жартовский, А. В. Найверт // Тернополь: Издательство Астон, 2006. – 424 с.
2. Романов В.И. Прикладные аспекты аварийных выбросов в атмосферу. Справочное пособие. – М.: ФИЗМАТКНИГА, 2006. – 368 с.
3. B. R. Pobleto, F. P. Lees, G. B. Simpson – Journal of Hazardous Materials, Vol. 9, pp.

А. М. Нікуліна, аспірантка¹,

О. Г. Гоман, проф. д. ф.-м. н.¹, В. І. Перехрест, доц.²

¹Дніпровський національний університет ім. О. Гончара,

²Дніпровський аграрно-економічний університет

E-mail: nik.ann.nik@gmail.com

ВИХРОВА ГІДРОДИНАМІЧНА МОДЕЛЬ ЗОРЕТВОРЕННЯ

На основі аналітичних розв'язків гідродинамічних рівнянь Ейлера для циліндричних та сферичних вихрових структур [1,2] побудовано гідродинамічну модель утворення зірок та їх планетних систем. Згідно з цією моделлю сферичний вихровий диполь, який породжує зірку та її планетну систему [2], утворюється внаслідок витoku циліндричного вихрового шнура в область протопланетної туманності. Вихрові течії у циліндричному шnurі та сферичному диполі спрягаються у екваторіальній площині з виконанням умов збереження інтегральних витрат їх вихрових трубок та інтенсивностей вихрового руху.

Така модель зоретворення недавно була експериментально підтверджена спостереженнями астрофізиків з допомогою радіотелескопа «Гершель» (ESA): було виявлено заплутану мережу яскравих ниток, яка простягається від темних, менш щільних областей до яскравих, більш щільних частин туманностей Taurus та Rho Ophiuchi. Як правило, спалахи молодих зірок спостерігаються в околах цих ниток. Було зроблено висновок: «Подібні нитки були виявлені Гершелем по всій Галактиці, що вказує на те, що ці структури відіграють основну роль у процесах, що ведуть до народження зірок» (T.Pyle, R. Hurt /JPL-Caltech) [3].

Таку ж думку півстоліття тому висловив засновник космічної електродинаміки Х.Альфвен: «Космічні «магнітні канати» самі по собі неспостережні, але пов'язані з ними волокна конденсованої речовини можна спостерігати за випромінюванням, яке вони випускають чи поглинають».

У нашій роботі умови спряження пов'язують геометричні та витратні характеристики шнура та диполя і дозволяють розраховувати параметри і структуру майбутньої зірки та її планетної системи. Показано також, що інтенсивні градієнти поля тиску в центральній частині планетарного вихору є основними чинниками швидкого утворення ядра протозірки у вигляді чотирьох-пелюсткового гарячого тіла. Подібні фотознімки ранніх протозірок, зроблені орбітальними телескопами, широко представлені в електронних каталогах NASA/ESA [3].

Література:

1. Perekhrest V.I. Vortex theory of planetary systems origion and evolution. LAP-Lambert Academic Publishing - Saarbrücken, Germany, 2016, 308 p., ISBN 978-3-659-90265-9.
2. CHANDRA X-ray Observatory, Electronic resource NASA, <http://chandra.si.edu/photo>
3. Alfven H., Cosmic Electrodynamics, Fundamental Principles. 2nd ed. / H. Alfven , G.-G. Fälthammar- Oxford: Oxford Univ. Press, 1963.

Т. М. Нікуліна, аспірантка, О. Г. Гоман, проф. д. ф.-м. н.
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара
E-mail: tatyananikulina2206@gmail.com

ПРИЄДНАНІ МАСИ ПРИ УДАРНІЙ ВЗАЄМОДІЇ ТІЛА У ВИГЛЯДІ КРУГОВОГО СЕГМЕНТА ТА НЕСТИСЛИВОЇ РІДИНИ З УТВОРЕННЯМ ЗОНИ ВІДРИВУ

В роботі розглядається задача в плоскій постановці про удар круглого тіла об поверхню ідеальної нестисливої рідини, що не має меж. Тіло частково занурене в рідину, а його занурена частина має форму кругового сегмента. В певний момент часу відбувається нецентральний удар, після чого тіло миттєво отримує поступальну і обертальну швидкість навколо осі, перпендикулярної до площини, в якій розглядається течія. Добре відомо, що у мить після удару, при деяких значеннях швидкостей, рідина може почати рухатися як без відриву від поверхні тіла, так і з утворенням зони (або зон) відриву. В отриманому розв'язку було знайдено, як місцезнаходження точки відриву залежить від кінематичних параметрів – поступальної та обертальної швидкостей, а також від геометричних параметрів, а саме кута сегмента круглого тіла.

При безвідривному ударі коефіцієнти приєднаних мас не залежать від швидкості тіла, а тільки від геометричного параметра, в нашому випадку кута сегмента. Однак, було отримано також важливий результат, що при появі зони (чи зон) відриву з'являється також нелінійна залежність приєднаних мас від кінематичних параметрів – лінійної горизонтальної та вертикальної, а також обертальної швидкостей. Ця залежність виникає через те, що вирази для приєднаних мас враховують наявність положення точки (або точок) відриву, яка (або які), в свою чергу, залежать від швидкостей тіла. Аналіз результатів свідчить про те, що при збільшенні зони відриву певні коефіцієнти приєднаних мас різко зростають, інші ж – зменшуються. Також було зазначено, що, чим більше значення компонента швидкості, тим, більше значення коефіцієнта приєднаної маси при відповідному компоненті швидкості.

Р. И. Пека, инженер¹, Е. В. Кравец, к.ф.-м.н., доц.²

¹ГП «Конструкторское бюро «Южное»,

²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

E-mail: pekaruslan2009@ukr.net

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ТЕПЛООБМЕНА ПОВЕРХНОСТИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ПРИ ЕГО ОБТЕКАНИИ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА

Актуальность математического моделирования сложных физических процессов возрастает по мере развития науки и техники. Одним из важнейших направлений исследований в области аэродинамики является решение задач обтекания профилей летательных аппаратов с целью повышения их аэродинамических характеристик. Решена задача обтекания профиля NASA-23012 вязкой несжимаемой жидкостью для чисел Рейнольдса от 10^4 до 10^7 [1]. Результаты получены для двумерной стационарной формулировки в приближении Буссинеска при использовании $k-\epsilon$ модели турбулентности модуля Fluent пакета программ ANSYS 19.

Верификация используемого алгоритма проведена на тестовой задаче о свободной конвекции в замкнутой квадратной камере для чисел Грасгофа от 10^3 до 10^5 . Полученные расчетные результаты сравнивались с данными работы [2].

В результате исследований установлено влияние подогрева поверхности профиля на его аэродинамические характеристики, выбран наиболее оптимальный тепловой режим обтекания – подогрев нижней поверхности профиля с одновременным охлаждением верхней поверхности, а также установлены границы чисел Рейнольдса, для которых регулировка теплового режима обтекания профиля имеет практическое значение. Из результатов расчёта следует, что при числах Рейнольдса, превышающих 10^5 , влияние регулировки теплового режима обтекания пренебрежимо мало.

Выводы, сделанные на основании полученных результатов, хорошо согласуются результатами работы [3]. Предложенная математическая модель является корректной и может быть использована для моделирования физических процессов задач рассматриваемого класса.

Литература

1. Peка R.I. Dependence of the profile aerodynamic characteristics on the surface heating at subsonic velocity of flowing around / R.I. Peка, E.V. Kravets // Вісник Дніпровського університету. Серія Механіка. – 2019. – Вип. 23. – Т. 27. - № 5. – С. 47-54.

2. Кочубей А. А. Численное моделирование процессов конвективного переноса на основе метода конечных элементов / А.А. Кочубей, А.А. Рядно. – Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1991. – 223 с.

3. Ву Тхань Чунг. Исследование влияния теплообмена на подъемную силу модели прямоугольного крыла при дозвуковых скоростях / Ву Тхань Чунг, В.В. Вышинский // Труды МФТИ. Сер. Аэрогидромеханика. – 2013. – Том 5. – № 2. – С. 88-93.

И. А. Сидоров, аспирант; А. А. Манойленко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: harage2@gmail.com, aamz5@meta.ua

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНИВАНИЯ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА И РАСЧЕТА ПОГРЕШНОСТЕЙ ОЦЕНОК

Рассматривается актуальная задача оценки точности системы угловой ориентации и стабилизации (СОС) малого космического аппарата (КА). Система оснащена чувствительными элементами - трёхосным магнитометром (ММ) и датчиком угловых скоростей КА (ДУС). Исполнительными органами системы являются управляющие электромагниты. Орбита КА - околоземная, приполярная, солнечно-синхронная.

При проектировании бесплатформенных инерциальных навигационных систем (БИНС) КА на основе чувствительных элементов одной из основных задач является обеспечение высокоточной калибровки этих элементов, связанной с идентификацией погрешностей измерителей БИНС.

Исследования, направленные на определение погрешностей измерителей БИНС, в частности, погрешностей оценки угловых скоростей КА, являются актуальными.

Для обеспечения таких исследований предложены математические модели объектов наблюдения - измерителей БИНС и процессов измерений, а также быстродействующие и достаточно точные алгоритмы фильтрации сигналов измерителей и оценивания параметров движения динамической системы в целом.

Проведено численное моделирование процессов оценивания показаний ДУС с использованием оптимального дискретного фильтра Калмана.

Выполнен расчет погрешностей оценивания составляющих вектора угловой скорости КА.

При моделировании использованы данные, характеризующие космический аппарат, орбиту КА и ДУС.

Полученные результаты имеют практическую значимость, могут быть использованы для проведения численных расчетов по оценке точности СОС, при формировании приборного состава системы и оценке ее характеристик.

К. Л. Смаль, студент¹; Ю. І. Мороз, к.т.н., доцент¹
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара¹
E-mail: mrsma197@gmail.com

ЕЛЕКТРОМАГНІТНА СИСТЕМА КУТОВОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ

Набір виконавчих приладів сучасних малих космічних апаратів (МКА) зазвичай включає електромагнітну систему кутової орієнтації і стабілізації (СКОС) [1]. В процесі навчання студентів фізико-технічного факультету за напрямком «Авіоніка» виникає задача вивчення принципів керування СКОС. З цією ціллю розробляється лабораторна робота, яка представляє собою програму, написану у середовищі Mathcad, і оформлену у вигляді електронної книги. У процесі виконання даної роботи студент має можливість вивчити теоретичні відомості і змінюючи параметри СКОС і МКА дослідити процеси управління.

Основними проблемами електромагнітної СКОС є малий момент управління і наявність магнітних збурюючих моментів під час вимірювань параметрів магнітного поля Землі, що призводить до відносно невисокої точності стабілізації кутового положення КА.

Основними завданнями дослідження є:

- фактори які впливають на орієнтацію космічного апарату;
- отримання перехідного процесу зміни кута, кутової швидкості, магнітного моменту і керуючого моменту в часі при заданих характеристиках: об'єкта управління, законів управління, початкового відхилення за кутом, кінцевого значення кута в сталому режимі і нульовою початковою і кінцевою швидкостями для різних значень коефіцієнтів закону управління (завдання кутових поворотів КА та ГКШ);
- оцінка впливу коефіцієнтів закону управління на енергоспоживання, якість і час перехідного процесу.

Запропоновано єдиний алгоритм управління за допомогою однієї котушки як для площинного розвороту, так і для погашення кутових швидкостей з досить простою реалізацією, що забезпечує прийнятну якість перехідних процесів.

Використані джерела

1. Системи і процеси в управлінні, зв'язку та електротехніці / Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара (ДНУ) / № держреєстрації 0116U003321. – Д., 2018. – 187 с.

М. А. Щербинин, студент; Д. М. Таньчук, студент; М. С. Сазонова, доцент
 Национальная металлургическая академия Украины
 E-mail: sazonovamari29@gmail.com

О РЕШЕНИИ НЕПРЕРЫВНОЙ НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗБИЕНИЯ МНОЖЕСТВ

Рассматривается непрерывная нелинейная задача оптимального разбиения множества Ω из n -мерного евклидова пространства на его непересекающиеся подмножества в следующей постановке:

$$\min_{(\Omega_1, \dots, \Omega_N)} \sum_{i=1}^N \left[\varphi_i \left(\int_{\Omega_i} \rho(x) dx \right) + \int_{\Omega_i} c(x, \tau_i) \rho(x) dx \right] \quad (1)$$

при условиях

$$\bigcup_{i=1}^N \Omega_i = \Omega, \quad \Omega_i \cap \Omega_k = \emptyset, \quad i \neq k, \quad i, k = \overline{1, N} \quad (2)$$

Задача (1)-(2) является задачей бесконечномерного математического программирования. Для этой задачи сформулирован алгоритм решения, обобщающий алгоритм из [1], состоящий в переходе от исходной бесконечномерной задачи оптимизации через функционал Лагранжа к конечномерной с негладким целевым функционалом.

Алгоритм реализован на ПЭВМ и протестирован на модельных задачах орошения.

Литература

1. Киселёва Е.М., Шор Н.З. Алгоритм решения многопродуктовой задачи оптимального разбиения с ограничениями // Кибернетика.-1985.-№1.-С.76-81.

М. А. Яковлева, студентка; Е. Е. Запорожченко, доцент
 Университет имени Альфреда Нобеля
 E-mail: zaporozhchenkohelen@gmail.com

О МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ БЕСКОНЕЧНОМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ОРОШЕНИЯ С РАЗМЕЩЕНИЕМ ВОДОНАПОРНЫХ СТАНЦИЙ

Пусть потребность в воде в каждой точке $x=(x^1, x^2)$ орошаемой территории Ω выражается функцией $\rho(x)$. Тогда для орошения всей области Ω потребность в воде будет равна $\int_{\Omega} \rho(x) dx$. Для её получения возможно

строительство не более N водонапорных станций, координаты $\tau_i = (\tau_i^1, \tau_i^2)$, $i=1, \dots, N$ которых заранее неизвестны. Заданы удельные затраты $c(x, \tau_i)$ на доставку воды от i -ой водонапорной станции в точку с координатами $x=(x^1, x^2)$. Для каждой i -ой водонапорной станции задана функция $\varphi_i(Y_i)$, описывающая зависимость стоимости эксплуатации этой станции от её мощности Y_i , определяемой по формуле $Y_i = \int_{\Omega_i} \rho(x) dx$. Орошаемая территория

Ω будет разбиваться на зоны орошения Ω_i i -ой водонапорной станцией так, чтобы

$$\bigcup_{i=1}^N \Omega_i = \Omega, \quad \Omega_i \cap \Omega_k = \emptyset, \quad i, k = \overline{1, N}, \quad (1)$$

причём мощность i -ой водонапорной станции определяется суммарной потребностью в воде территории Ω_i и не должна превышать заданных объёмов

$$\int_{\Omega_i} \rho(x) dx \leq b_i, \quad i=1, \dots, N, \quad (2)$$

не исключается, что некоторые из подмножеств Ω_i могут оказаться пустыми. Требуется разбить всю орошаемую территорию на зоны орошения её N водонапорными станциями, т.е. на подмножества Ω_i , $i=1, \dots, N$, и разместить эти водонапорные станции в Ω так, чтобы минимизировать функционал суммарных затрат на орошение всей территории Ω , а также на эксплуатацию системы орошения: $F(\{\Omega_1, \dots, \Omega_N\}, \{\tau_1, \dots, \tau_N\}) = \sum_{i=1}^N [\varphi(\int_{\Omega_i} \rho(x) dx) + \int_{\Omega_i} c(x, \tau_i) \rho(x) dx]$ при

условиях (1)-(2).

Построенная математическая модель (1)-(2) рассматриваемой задачи орошения является нелинейной непрерывной задачей оптимального разбиения множества Ω на подмножества $\Omega_1, \Omega_2, \dots, \Omega_N$ без ограничений с неизвестными заранее координатами центров подмножеств.

А. О. Ярцев, студент; О. В. Соболенко, доцент
Національна металургійна академія України
E-mail: avsobol.1651@gmail.com

ПОБУДОВА МОДЕЛІ РОЗПОДІЛУ СЕРЕДНЬОЇ ТОВЩИНИ СТІНКИ ОБСАДНИХ ТРУБ КІНЦЕВИХ ДІЛЯНОК

Для нарізних обсадних труб величина різностінності на кінцевих ділянках є найбільш важливою характеристикою. Тому аналіз розкиду значень товщини стінки і визначення кількісних показників рівня різностінності гарячекатаної труби досить важливе та актуальне питання.

В роботі виконана статистична обробка вибірових даних, отриманих під час вимірювання товщини стінки труб, обраних відповідно, після раскатного та калібрувального станів. Виміри проводилися по лініях вздовж труби, що відповідають вершині та випуску калібру, а також в точках, розташованих під кутом 45° до осі калібру. Для всіх досліджуваних труб з об'ємом вибірки $n=56$ значень побудовані гістограми й проведена перевірка гіпотези відносно типу закону розподілу за критерієм Пірсона. Зважаючи на нормальний розподіл гарантована товщина стінки обсадних труб розміром $244 \times 10,0$ мм та $177 \times 9,0$ мм складає відповідно $10,0 \pm 0,49$ мм та $9,0 \pm 0,67$ мм.

Проведений графічний аналіз отриманих гістограм дає підставу стверджувати, що характер розподілу товщини стінки по трубах після калібрувального стану свідчить про наявність систематичних змін у певних перерізах.

Результатом роботи є висновок: для уточнення загального вигляду випадкової періодичної складової отриманої залежності доцільно застосувати методи гармонічного аналізу, що дозволить розробити математичну модель визначення точності труб.

12

Нетрадиционные идеи и проекты

Координатор:

Шевцов Василий Ефимович,

заведующий кафедрой проектирования и конструкций ДНУ
имени Олесья Гончара, кандидат технических наук, доцент

О. М. Бердо студент; О. В. Кулик, генеральний директор НЦАОМ
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара
E-mail: berdo.apoloton@gmail.com

МЕТОД СТВОРЕННЯ КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Якщо порахувати кількість САМ-систем, що мають місце на світовому ринку, то їх число вже давно перевищило за десятки. Всі вони цілком справляються з розрахунком траєкторії руху інструменту. При цьому кожна з них формує траєкторію в деякому універсальному форматі, що не залежить від моделі конкретного верстата. Спроби їх стандартизації, хоча і дозволили навести деякий порядок, але справа до стандарту, прийнятого всіма, так і не дійшла. Проте, питання використовуваних форматів виходять за рамки даної роботи, тут буде сконцентрована увага на питанні перетворення даних з універсального формату в код конкретної керуючої програми - іншими словами, адаптації під конкретні виробничі умови.

Autodesk Inventor HSM дозволяє виконувати симуляцію процесу обробки і генерувати керуючі програми під конкретну модель обладнання. КП може бути передана на верстат з ЧПК.

ПЗ Inventor HSM дозволяє на підставі існуючої бібліотеки інструментів і тримачів інструментів формувати процес обробки деталі. Inventor HSM дозволяє відкривати деталі у форматі Autodesk Inventor (.ipt) і формувати дерево налаштувань і операцій. Може бути завантажена заготовка в форматі .stl. Симуляція обробки дозволяє перевірити налаштування і операції на наявність помилок обробки. У Inventor HSM є вбудований генератор і редактор G-кодів. Inventor HSM дозволяє генерувати КП для виготовлення деталей методом обробки.

У даній роботі представлений робота з модуле Autodesk CAM із застосуванням нестандартної заготовки складної форми.

Метою даної роботи є базовий опис програмного забезпечення для створення механічного процесу обробки деталі у віртуальному середовищі програми Autodesk Inventor, та представлення зпрощеної стратегії створення КП використовуючи Autodesk Inventor HSM. За результатами отриманої симуляції з використанням постпроцесора обраного верстата в Autodesk Inventor HSM генерується керуюча програма у вигляді структури G-коду.

Є. О. Годованець, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: *godovanishe@gmail.com*

ПРО МОЖЛИВОСТІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ В ПОЗАЗЕМНОМУ ПРОСТОРИ

Освоєння позаземного комічного простору людством відбувається в трьох різних напрямках: в розбудові транспортних засобів виходу в позаземний простір, в створенні необхідних умов для життєдіяльності людини в умовах космічного простору чи конкретних небесних об'єктів, а також в освоєнні позаземного простору для потреб людства шляхом науково-дослідної діяльності. Якщо перший і третій напрямки практичного не пов'язані безпосередньо з життєдіяльністю людини, то вплив «неземних» умов може виявитись нездоланною перепорою на позитивному рішенні даної проблеми.

Відомо, що функціонування всіх складових біосфери, в тому числі і людини, тісно пов'язано з магнітним полем Землі, якому притаманні ті ж частоти (α , β , γ ритми), що й процеси функціонування «людського інформаційного комплексу», а саме мозку. Людство в своїй діяльності налаштовано на вказані вище частоти і збурення магнітного поля Землі призводить до суттєвих негативних наслідків. Так, при польоті американських астронавтів до Місяця у більшості з них спостерігались незрозумілі «галюцинації» і «видіння», «провали» в пам'яті, незважаючи на те, що польоти відбувались у «сфері дії планети» (яка складає близько 106 км).

На сьогодні надзвичайно актуальним є питання польоту людини на найближчу до нас планету – Марс, що відбуватиметься впродовж 2-3 років поза межами сфери дії Землі (і її магнітного поля), спочатку в сфері дії Сонця, а потім у сфері дії Марса. При цьому не виключається ймовірність збоїв інтелектуальної діяльності астронавтів з наступним порушенням і фізіологічних аспектів їх життєдіяльності.

Рішенням даної проблеми може бути створення штучного магнітного поля в межах космічного корабля з характеристиками ідентичними магнітному полю Землі. Але й наявність такого поля може виявитись недостатнім через відсутність його земного інформаційного наповнення. Приведені аргументи є попередженням людству про недопустимість польотів за межу Землі без дослідження даного питання і розуміння наслідків його космічної діяльності.

В. В.Голобородько, студентка ДНУ ім. О. Гончара, А. В. Давидова, доцент ДНУ ім.
О.Гончара, В.Ю. Шевцов, доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: viktoriagolf67@gmail.com

ЕТНОСИ ТРЕТЬОГО ТИСЯЧОЛІТТЯ

Під етносом, за визначанням, розуміють множину людей одного генетичного походження, яка користується одним і тим же джерелом забезпечення життєздатності, проживає на спільній території за єдиним морально-етичним кодексом і спілкується однією і тією ж мовою.

Першопочатково різні етноси формувались як етноси – збирачі, споживачі природних ресурсів, які люблять і захищають свою територію як джерело власного існування. Але конкретно територія може прокормити лише обмежену кількість людей, тому, після одомашнення свійських тварин, частина етносів отримала ново джерело життєдіяльності – табун. Однак табун, що живить, лікує, одягає, пасеться там де є трава, а трава росте там де ідуть дощі, тож етнос з табунами стає «кочовим». Кочовий етнос любить не територію, а «табун». Коли ж і табун не може прогодувати зростаючу множину людей, останні переходять на осілий, виробничий засіб життя, найчастіше землеробний. Це третій тип етносів, які в подальшому визначаються як виробничі.

В третьому тисячолітті, тисячолітті освоєння інформаційних технологій, змінюються не лише джерела існування, а й їх територія. Видозмінюються і етноси, залишаючись, за визначенням, етносами – споживачами, кочовими етносами і виробничими. Так етноси, що складають Росію, живуть за рахунок природних дарів (нафта, газ, мінерали, деревина, і т.д.) і відносяться до етносів – споживачів. Євреї, які обслуговують фінансові потоки, за джерелом існування є в цілому етносом кочовим (де фінанси, там і ті хто їх «пасе»). Більшість світових етносів в цілому, на сьогодні, є виробниками. В той же час, спостерігається подальша модифікація розглянутих етносів. З'явилися етноси – споживачі «інформаційних послуг; кочові етноси ІТ» технологій, що пасуть «табуни комп'ютерної техніки». Але на горизонті уже можна бачити цілісні «етноси-виробники» інформаційних технологій, технологій що кардинально змінять існуюче суспільство і світогляд людства взагалі.

М. А. Далик, студент; Г. И. Сокол, д.т.н., проф.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: dalikmaxim@gmail.com, gsokol@ukr.net

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ КЛАННА И ТЕО-ЯНСЕНА В САМОХОДНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ (ПЛАНЕТОХОДАХ)

Колесо – давно созданный элемент конструкции транспортных средств, который используются практически везде, в том числе и в марсоходах, луноходах. Однако в настоящее время набирают популярность альтернативные способы передвижения, которые, в какой-то мере, повторяют «шагающий» вариант. Этим определяется актуальность выбранной темы.

Примерами машин с альтернативной ходовой частью являются механизмы Кланна и Тео-Янсена. Здесь в качестве ходовой части используются шарнирные четырехзвенники различных модификаций. В работе представлены обзор конструкций и сравнительная характеристика механизмов Кланна и Тео-Янсена.

Расчет траекторий движений шагающих элементов конструкций и проектирование механизмов проведены на основе кинематического и силового анализов, которые приняты в теории механизмов и машин.

Рассмотрены примеры использования данных механизмов в современном дизайнерском мире. Рассмотрена возможность использования данных механизмов на уже существующих самоходных аппаратах: «Лунаход-1», «opportunity», «curiosity».

На основе полученных результатов сделаны выводы о преимуществе и недостатках использования механизмов Кланна и Тео-Янсена в качестве ходовой части самоходных космических аппаратов.

М.А. Далик, студент; С.В. Алексеенко, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара, Украина
E-mail: dalikmaxim@gmail.com

АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА МЕХАНИЧЕСКОГО ПРОТЕЗА РУКИ

В современном мире, наряду с интенсивным развитием производственных технологий, робототехнических систем, культуры производства и повышением общего уровня жизни, к сожалению, уровень травматизма, в том числе приводящего к потерям конечностей, остается стабильно высоким. Согласно неутешительным статистическим данным, в мире более 50 миллионов человек в год становятся инвалидами, из них 390 тысяч теряют руки. Утрата конечности приводит не только к физическим ограничениям, экономическим потерям, но также представляет собой социальную проблему, оказывая негативное влияние на качество жизни человека.

Решением данной проблемы может быть создание бионических протезов, позволяющих воспроизводить функции утраченной руки.

В работе изложен подробный анализ разновидностей, типов и механических характеристик существующих протезов рук. Описаны результаты исследований, касающихся работы некоторых существующих миоэлектрических протезов: Vincent, iLimb, iLimb Pulse, Bebionic, Bebionic v2 и Michelangelo. Исследованы кинематика, конструкции пальцев и механического соединения суставов, а также методы приведения их в действие. Приведена подборка данных как о коммерческих, так и об исследовательских проектах, посвященных созданию бионических протезов рук. Рассмотрены многочисленные параметры механических конструкций, дизайнерские решения, включая количество приводов, сложность, вес протеза и обеспечиваемую силу захвата.

В результате проведенных исследований предложены кинематика, дизайн и разработана конструкция бионического протеза руки. Рассмотрены различные варианты управления подвижными элементами, а также описаны возможные способы технической реализации проекта. Предложены альтернативные способы применения созданного механизма для решения широкого круга задач, в том числе при выполнении космических миссий.

О. О. Добродомов, студент, В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: Aleksandrdobrodomov@gmail.com

ПАРАДОКС ЗБІЛЬШЕННЯ КІНЦЕВОЇ ШВИДКОСТІ ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ ЗА РАХУНОК ЗМЕНШЕННЯ ЧАСУ ПАСИВНОГО РУХУ В ПОЛІ ТЯЖІННЯ ЗЕМЛІ

У роботі розглянутий парадокс збільшення швидкості потенційного літального апарату при використанні парадоксу зменшення часу проходження гравітаційних потенційних полів. Парадокс полягає у тому, що якщо кинути ЛА з висоти, біля землі повернути її і включити двигун, то коли вона досягне точки кидання, її швидкість буде більшою ніж якби ми одразу запустили її у гору.

Під час виконання роботи було зроблено декілька припущень:

- аеродинамічний опір відсутній;
- прискорення ракета набуває миттєво;
- розмірами ракети нехтуємо;
- кінцеву швидкість прийемо рівною 1 космічній (7.8 км/с).

Тоді, використавши прості математичні перетворення отримаємо формулу залежності прибавки швидкості, від висоти. Обробивши дані, отримаємо, що додаткова швидкість, отримана за рахунок зменшення часу руху і втрат на гравітацію, може дорівнювати до 10% від початкової швидкості.

Т. С. Дишко, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара
E-mail: vas.shevtsov@ukr.net

КОНСТРУЮВАННЯ КОМБІНОВАНОГО БАКА РАКЕТО-НОСІЯ

ЛА повинен сприймати діючі на нього в процесі експлуатації навантаження без пошкоджень і недопустимих змін форми, тобто бути достатньо міцним та стійким. Ця умова є необхідною умовою безпечної експлуатації, їй повинна задовольняти будь-яка інженерна споруда. Але, у випадку з ЛА, конструкція повинна задовольняти також критерію мінімальної маси. Звичайно, слід враховувати, що вимога мінімальної маси знаходиться у протиріччі з вимогами достатньої міцності та стійкості. Вирішення даного протиріччя є однією із основних проблем, що стоїть при проектуванні ЛА та його компонентів. Успішне вирішення цієї проблеми передбачає визначення розрахункових навантажень; вибір розрахункових схем та моделей, що адекватно описують реальні елементи конструкції; аналіз напружено-деформованого стану, стійкості та оцінку роботоспроможності елементів.

Основною вимогою конструктора є вибір найкращого варіанту з безлічі альтернативних варіантів, що є складним та трудомістким завданням. Нині оптимізація паливного бака є дуже актуальною темою, так як маса РН є одним з найголовніших критеріїв їх конструювання.

Для розрахунків було обрано такі конструкції баків:

- Металевий,
- Композитний,
- Комбінований.

Аналіз результатів розрахунків показав, що найбільш оптимальним комбінованим баком по критерію мінімуму маси є композитний бак з герметизуючою плівкою.

Використання композитних матеріалів може зменшити масу паливного баку до 10-30%. Серед композитів, слід відокремити Русар- С+УП- 2217, який має найменші показники маси порівняно з іншими матеріалами.

Т. А. Забияко, ведущий инженер; А. А. Пуставгаров, начальник группы;
Г. Г. Осинский, начальник отдела¹

¹ Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
E-mail: zabiyakotan@gmail.com

ЛУННАЯ ОРАНЖЕРЕЯ. ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ЗАМКНУТОЙ ЭКОСИСТЕМЫ (ЗЭС) НА ЛУННОЙ ПРОМЫШЛЕННО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ БАЗЕ

Одним из приоритетных направлений дальнейшего развития земной цивилизации является использование космического пространства для удовлетворения потребностей человечества в ресурсах и колонизации Солнечной системы. При этом Луна, как самое близкое к Земле небесное тело, рассматривается как составная часть космической инфраструктуры Земли. Ее колонизация позволит отработать основные технологии, необходимые для длительного пребывания на космических поселениях будущего.

ГП «КБ «Южное», наряду с другими ведущими мировыми космическими компаниями, проводит собственные работы по разработке проекта «Лунная промышленно-исследовательская база».

Для обеспечения автономности лунной базы, повышения безопасности и уменьшения количества грузов, доставляемых с Земли (в первую очередь продуктов и кислорода) было принято решение о создании на лунной промышленно-исследовательской базе замкнутой экосистемы (ЗЭС).

В данной работе проведен анализ существующих проектов ЗЭС и установлены наиболее перспективные технологии для построения ЗЭС в составе лунной промышленно-исследовательской базы. Рассмотрены и установлены наиболее приемлемые методы выращивания сельскохозяйственных культур в искусственных средах. Установлен базовый состав ЗЭС лунной промышленно-исследовательской базы, которая включает в себя один горизонтальный и три вертикальных модуля-оранжереи. В качестве целевого оборудования модуля проработан прототип фотобиореактора и конвейерной оранжереи и спрогнозированы этапы их внедрения в систему жизнеобеспечения лунной базы.

А. В. Задорожна, аспірант; С. В. Губін, к.т.н, професор
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
E-mail: zadorozhnayanastya95@gmail.com

СТАН ПРОЕКТНИХ РОЗРОБОК СОНЯЧНИХ КОСМІЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

Потреби населення у електроенергії зростають кожен рік, станом на 2018 світове споживання електроенергії склало 22·10³ ТВт/год, що на 5·10³ ТВт більше ніж 10 років тому. Причиною такого швидкого росту споживання є розширення промислової та телекомунікаційної галузей, масове використання електронних приладів, ліквідація автомобілів на рідкому паливі і перехід до електромобілів. Всі ці аспекти спонукають наукове суспільство на пошук і розробку новітніх екологічно чистих енергетичних технологій. Зростання світового попиту на енергоносії потребує створення спеціалізованих надзвичайно великих енергетичних систем, призначених для централізованого енергоживлення об'єктів-споживачів, які знаходяться на Землі, а також різноманітних космічних об'єктів.

Базовою складовою таких систем можуть стати космічні сонячні електростанції (КСЕС), інтенсивні розробки яких нині ведуться передовими світовими науково-дослідницькими закладами. Ефективність таких станцій може бути значно вище на відміну від земних, оскільки значна частка сонячної енергії втрачається при проходженні випромінювання через шари атмосфери

Метою даного дослідження виявлення рівня розвитку проектних розробок у сфері космічної енергетики. Автором роботи був проведений збір інформації та подальший аналіз світового рівня, основних тенденцій розвитку концепцій космічних сонячних електростанцій та пов'язаних з ними новітніх космічних технологій. Під час дослідження здебільшого використовувались англomовні видання та електронні ресурси, звіти та програми космічних агентств (ESA, JAXA, USEF, NASA), концептуальні розробки аерокосмічних компаній (Aerospace Corp. та Boeing). Створено порівняльні таблиці економічної рентабельності реалізації існуючих проектів орбітальних сонячних електростанцій та графік розвитку космічних технологій за десятиріччя. За результатами дослідження було встановлено: концепції великих КСЕС конкурентоздатні в порівнянні з аналогічними наземними сонячними установками в період 2025-2030 років; найважливішим фактором, що має значний вплив на вартість всієї системи КСЕС є запуск і вивід на орбіту; наземні та космічні сонячні електростанції мають порівняно короткий термін окупності енергії від декількох місяців до декількох років, при цьому термін окупності КСЕС трохи коротше.

Також дослідження показало, що енергосупутники, що використовують бездротову передачу енергії, можуть бути одним з варіантів електроживлення деяких місячних місій, проте їх потенціал в області електроживлення міжпланетних місій або виведених на навколосезні орбіти космічних апаратів невеликий.

Отримані результати доводять, що подальші поглиблені дослідження у сфері космічної енергетики є доцільними і затребуваними для розвитку майбутніх технологій освоєння космосу.

Д. В. Іващенко, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: vas.shevtsov@ukr.net

АНАЛІЗ СИСТЕМ ЗАПРАВКИ КОМПОНЕНТІВ ПАЛИВА В КОСМОСІ

Без палива не можуть працювати ні автомобілі, ні орбітальні станції чи супутники. А це означає, що коли у супутника закінчиться паливо, то його використання стає практично неможливим. Він повністю працездатний, але корегувати орбіту він не може і виконувати свої функції також. За відсутності дозаправки вони витрачають паливо на орбітальні маневри і корекцію параметрів робочої орбіти.

Статистично маса палива становить до 80% від маси ракети. Прихильники орбітальної дозаправки вважають, що для запуску корисного вантажу вище, ніж на навколоземну проміжну орбіту, замість використання надважких ракет-носіїв, що містять величезні перші ступені та додаткові верхні ступені для доведення літальних апаратів до місця призначення, більш економічно вигідним є використання ідеї космічного депо.

В космосі, такий простий процес як заправка є набагато складнішим, ніж на Землі, в першу чергу через поведінку палива в умовах невагомості. Найбільш висока надійність подачі палива (особливо при дії негативних перевантажень) може бути досягнута за допомогою механічних засобів суцільності палива: поршнів, металевих сифонів, еластичних мішків, металевих діафрагм.

Для вирішення даного питання розглянемо 2 найбільш використовуваних засобів подачі палива в умовах невагомості.

1. Поршні, перевагою яких є простота керування, змінювана величина обсягу газової подушки. Недоліками є велика вага, можливий перекіс поршня, використання переважно на циліндричних баках, складність калібрування баків великого діаметра і довжини.

2. Металеві мембрани, перевагою яких є сумісність з будь-якими КП, багаторазовість робочих циклів, менша вага (відносно поршневої системи). Недоліками, в першу чергу, є те, що даний засіб використовується тільки для сфероїдальних баків, значний обсяг газової подушки, високий надлишковий тиск для витиснення палива.

Для космічних апаратів важливим критерієм є маса даного апарату. В даній роботі проведений порівняльний аналіз двох типів заправочних систем в умовах невагомості, а саме системи з використанням металевих мембран та поршневої системи.

У ході дослідження було виявлено, що система з використанням мембрани є більш доцільною по критерію мінімізації маси космічних апаратів.

К. Л. Кувшинов, инженер-конструктор 3 к.; А. А. Орехов, инженер-конструктор 2 к.;
А. В. Маркин, начальник группы; В. А. Семашко, начальник сектора;
А.Ю. Кошлаков, начальник отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: kuvshinovkleo@gmail.com

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ АКТУАТОРОВ В МАШИНАХ ВМЕСТО ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПРИВОДОВ

При проектировании машин и механизмов сопряженных с подъёмом и кантованием грузов, важным фактором является экономический параметр т.е. обеспечение минимизации затрат на изготовление, эксплуатацию и ремонт машины. В связи, с чем возникает необходимость исследования наилучшего и выбор из основных типов приводов:

- гидравлический;
- электрический;
- пневматический (не рассматривается ввиду его низкой точности срабатывания и плавности хода, а также дорогостоящих позиционеров для управление приводами);

Поиск правильного решения привел нас к применению актуатора – привода линейного перемещения, в котором вращательное движение вала двигателя трансформируется в поступательное перемещение винта или гайки – в зависимости от исполнения актуатора. Данные устройства получили распространение благодаря применению в медицинской и сельскохозяйственной промышленности за счет плавности хода и высокой точности положения привода.

Так как исполнительный орган и привод являются одним устройством, актуатор имеет большие габариты, по сравнению с гидравлическим исполнительным устройством. Однако, исключение из схемы механизма гидростанций и протяженных гидромагистралей, а также простота применения актуаторов в схемах с синхронным движением дает преимущество перед гидравликой. Более высокая скорость и точность перемещения в сочетании с применением планетарно-цевочного (циклоидного) редуктора позволяет воспринимать ударную нагрузку до 500% от номинального крутящего момента, обеспечивая высокий КПД и долговечность. Высокий класс пылевлагозащиты позволил использовать актуаторы в машинах, работающих как в агрессивных условиях, так и помещениях с повышенными требованиями к чистоте.

На практике применение актуаторов позволило решить существующие проблемы и нашло широкое применение в машинах и механизмах в качестве альтернативы, штатным гидравлическим приводам.

Я. Є. Кушнір, студент; В.Ю. Шевцов, доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: dreime@ya.ru

ЛІТАЮЧА ПОВІТРЯНА НАУКОВА СТАНЦІЯ НА ВЕНЕРІ

На початку XXI століття людство підійшло впритул до дослідження планет Сонячної системи людьми. Розробляються масштабні проекти досліджень Місяця і Марса, і навіть такого далекого об'єкта, як супутника Сатурна Титана. В той же час поза увагою дослідників космосу залишається найближча до нас планета Венера, яка за своєю масою та деякими параметрами вважається «сестрою» Землі. Звичайно, що за надзвичайно високої температури і тиску на поверхні Венери вона не лише важкодоступна для досліджень, але й смертельно небезпечна для перебування там людини.

І все ж є в атмосфері Венери зона, яка за своїми умовами майже ідентична умовам на поверхні Землі. Це зона на висотах від 50 до 70 км, де тиск і температура подібні до земних, де знаходяться хмари з водяної пари, а в повітрі присутній кисень. Освоєнню саме цієї зони і присвячена дана робота, а саме проектуванню не просто літальних апаратів, які б могли функціонувати протягом тривалого часу на даних висотах, а цілих літаючих станцій з дослідниками на борту.

Якщо в придатній зоні для життя зібрати «платформу» з кількох десятків дирижаблів, заповнених гелієм, а на цій платформі побудувати прозорий купол, подібний тим, які споруджені над багатьма зоопарками і стадіонами, то отримаємо «літаюче містечко» з усіма необхідними умовами для тривалого перебування людей на Венері. І в цьому відношенні Венера може виявитись не лише більш придатною для «колонізації», а й економічно більш доцільною.

В. Ю. Левченко, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет ім.О.Гончара
E-mail: vas.shevtsov@ukr.net

ОЦІНКА МОЖЛИВОГО УРАЖЕННЯ ВІД ВИБУХУ ПАЛИВНО-ПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СПЕЦІАЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ ІНФРАСТРУКТУРИ

При проектуванні спеціальних об'єктів інфраструктури, таких як військові склади, де зберігаються легко-займисті летючі речовини, підприємства хімічної галузі, приміщення, де є ГБО з можливістю витоку газу, майстерні для практичних робіт студентів, студентські КБ і т.д., необхідно розробляти заходи щодо захисту персоналу, будівель і устаткування від випадкових вибухів. Найбільш розповсюдженими на таких об'єктах є вибухи паливно-повітряних сумішей.

Хоча вибух, як фізичний процес досконало дуже складно описати, але ґрунтуючись на роботах відомих вчених Б. Рімана, Д. Чепмена, Е. Жуге була складена математична модель розрахунку кількісних показників вражаючих факторів паливно-повітряних сумішей у відкритому об'ємі. Такими факторами є надлишковий тиск на фронті ударної хвилі (УХ), питомий імпульс фази стиснення і деякі інші характеристики УХ. Розглядається можливість їх застосування для оцінки вибухостійкості спеціальних об'єктів інфраструктури.

Запропонована в роботі методика розрахунку в залежності від енергії вибуху і відстані дозволяє розрахувати як надійну відстань розташування цивільних споруд, так і розрахувати їх на міцність, забезпечуючу надійний захист персоналу конкретного об'єкта. Окрім того, дана методика дозволяє визначити можливі шляхи підвищення вибухобезпеки за умови головного критерію - «захист персоналу / мінімізація збитку».

В результаті проведених досліджень слід виділити основні заходи по:

1) вибухозахисту виробництва шляхом підвищення вибухостійкості будівель, а також, по використанню додаткових захисних споруд, знижуючих розрахункові параметри впливу вражаючих факторів вибуху. За результатами проведеного прогнозування визначається, які об'єкти інфраструктури потрапляють в осередок враження.

2) допустимості руйнувань і плануванню відновлювальних робіт в максимально короткі терміни через оснащення будівель легкоскидними конструкціями і розрахунок допустимого відсотка скління будівель для попередження обвалення несучих конструкцій.

А. Г. Марченко, студент; Л. В. Накашидзе д-р. т. н., с. н. с., директор НДІ энергетики
Днепроvский национальный университет имени Олеса Гончара
E-mail: antonuzbek19@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ СОЛНЕЧНО-ТЕПЛОНАСОСНОЙ СИСТЕМЫ

Анализ современных технологий, использующих нетрадиционные источники энергии, показал, что наиболее перспективной областью их внедрения является теплоснабжение зданий. В этом плане одним из экологически чистых и неисчерпаемых источников энергии является геотермальная и солнечная энергия [1]. Ввиду своих особенностей, геотермальная энергетика направлена в основном на использовании низкопотенциальной энергии, находящейся на поверхности земли. Для ее преобразования используют тепловой насос.

Наиболее распространенным устройством преобразующей солнечную энергию в тепловую является гелиоколлектор. Однако неравномерность солнечного излучения не дает возможности полноценного использования солнечной энергии круглогодично. Пик интенсивности солнечной радиации приходится на теплое время года, а отопительный сезон совпадает с наименьшими поступлениями солнечной радиации. Таким образом, если только солнечная энергия используется для отопления, то необходимая площадь солнечных коллекторов должна быть очень большой, что является экономически невыгодно [2]. Поэтому рекомендуется использовать комбинированную систему, состоящую из теплового насоса, грунтового теплоаккумулятора и гелиоколлектора. Особенностью такой системы является то, что летом и зимой в солнечные дни прогретый гелиоколлектором теплоноситель циркулирует по грунтовому контуру и прогревает объем грунтового теплоаккумулятора, поднимая температуру грунта. В отопительный сезон тепловой насос начинает забирать тепло из теплоаккумулятора для теплоснабжения что способствует незамерзанию грунта и повышению коэффициента преобразования.

Использование схем теплоснабжения с тепловым насосом является оптимальным решением для круглогодично эксплуатируемых систем теплоснабжения. Тепловой насос позволяет поднять температурный потенциал теплоносителя с целью его дальнейшей подачи к потребителю или тепловым аккумуляторам. Данное комбинирование солнечного коллектора и теплового насоса позволяет повысить энергетическую эффективность системы, также при эксплуатации системы, повышается эффективность работы в межсезонье, потому как комбинированная система предоставляет постоянную, стабильную работу на протяжении всего года и может покрывать нагрузки и в зимний период.

Список использованной литературы

1. Басок Б. И., Экспериментальный модуль гелиогеотермальной установки для теплоснабжения / Б. И. Басок, А. И. Накорчевский, Т. Г. Беляева // Пром. теплотехника, 2006, т. 28, № 1 - С. 69-78
2. Слесаренко И. В., Исследование процессов генерации теплоты в схеме солнечно-теплонасосной установки / И. В. Слесаренко, И. Б. Слесаренко // з интернет ресурсу: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-protsessov-generatsii-teploty-v-sheme-solnechno-teplonasosnoy-ustanovki>

О. В. Мокієнко, студентка; В.Ю. Шевцов, доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: lenochkacom48@gmail.com

ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ЗАСОБІВ РАДІАЦІЙНОГО ЗАХИСТУ

Усім проектам освоєння космосу – ближнього та дальнього – незмінно перешкоджає проблема радіаційної безпеки. Конструктори космічних апаратів намагаються створити засіб, який зможе захистити космонавтів від шкідливого впливу.

Головним джерелом радіації є Сонце, в якому заряджені частинки випускаються з поверхні та називаються сонячним вітром, а також галактичне випромінювання. Галактичне випромінювання ізотропне, воно діє постійно «вбиваючи повільно, але вірно». Саме галактичне випромінювання становить головну небезпеку при тривалих міжпланетних перельотах, так як захиститися від нього набагато складніше. В ході польоту до Марса космонавти будуть отримувати дозу не менше 80 бер в рік, і від раку загине кожен десятий, що відправився в космос чоловік і кожна шоста жінка.

Широко використовуваним методом радіаційного захисту є захист матеріалу обшивки космічного апарату. Сталь, алюміній, вода, свинець дозволяють зменшити вплив радіації. Але для того, щоб захистити ними космічний корабель, їх знадобиться дуже багато і вага корабля стане неприпустимо великою. В даний час, співробітники NASA розробили новий надміцний матеріал, споріднений поліетилену, який збираються використовувати при складанні космічних кораблів майбутнього. «Космічна пластмаса» зможе захистити астронавтів від космічної радіації краще, ніж металеві екрани, але набагато легша відомих металів. Новий пластик RXF1 витримує втричі більш навантаження при втричі меншій щільності і ловить більше високоенергетичних частинок.

Одним із варіантів захисту є надувна конструкція. Надувний модуль виготовляється з особливо міцного пластика RXF1. Він набагато легший за сталеву конструкцію і при запуску є компактним. В 2007 році ракетою «Дніпро» був запущений приватний надувний безпілотний корабель Genesis II.

Тіло людини здатне виправляти порушення в ДНК, викликані незначними дозами радіації. Якщо посилити цю здатність, космонавти зможуть переносити тривале опромінення космічною радіацією.

Перспективним також є проект біоскафандра (Bio-Suit), що розробляється групою професорів і студентів Массачусетського технологічного інституту. Замість того, щоб шивати і склеювати скафандр з окремих шматочків різних тканин, його будуть напилувати прямо на шкіру людини у вигляді спрею, що швидко затвердіває (в якості матеріалу використовується спеціальний полімер). Щоправда, шолом, рукавички і черевики залишаться все ж традиційними. Після затвердіння плівка набуває високу міцність, зберігаючи пружність, достатню для руху рук і ніг.

Ні техніка, ні двигуни, ні система життєзабезпечення, а саме радіація змушує нас літати на низьких навколосезних орбітах. Вирішимо питання із захистом від радіації - полетимо далі.

М. С. Нагорщук, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара
E-mail: vas.shevtsov@ukr.net

КОНСТРУКЦІЯ СОНЯЧНОЇ ПАНЕЛІ РУЛОННОГО ТИПУ

В космічних апаратах (КА), важлива роль відводиться енергозабезпеченню, яке залежить від ефективності сонячних панелей (СП) та бортових акумуляторів. В сучасних конструкціях СП широко використовуються композитні матеріали, які мають певні переваги над звичними металами.

Розробка сонячних панелей для космічних апаратів постійно прогресує в напрямку поліпшення коефіцієнта корисної дії, надійності, зниження маси, зменшення габаритів. На даний момент в конструкції супутників переважають сотові тришарові панелі. Вони мають переваги перед панелями із суцільним поперечним перерізом за своїм моментом інерції. В той же час не приділяється достатньої уваги зменшенню габаритів таких панелей, що важливо при їх компоновці під аеродинамічним обтікачем РН. В роботі пропонується нова конструкція сонячних панелей, що згортається в рулон, зменшуючи габарити КА.

На ККС КА можна бачити:

- Силовий каркас, який представляє собою два рулони, що розгортаються;
- Сонячні фотоелементи розміщені на плівці, яка закріплена між силовим каркасом і розгортається разом з ним;
- Система розгортається під час наддуву каркасу.

У висновку бачимо, що запропоновану систему можна розробити і вона має своє право на існування. Можливий мінус даної конструкції полягає в тому, що на відміну від сотових панелей вона може програвати в масі.

В той же час плюсом є те, що така конструкція має менші габарити, простіше розгортається в робоче положення. Також таку конструкцію можна застосувати на космічній станції, як альтернативу тришаровим сонячним панелям.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ДЛЯ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ

В современном мире особое внимание уделяется системам вентиляции в жилищном и общественном строительстве, не говоря уже о различных профильных предприятиях. Это соответствует современным требованиям санитарных норм к условиям проживания в зданиях. При этом из практики проектирования известно, что в тепловом балансе системы отопления здания расход теплоты на систему вентиляции занимает весомую часть, не уступающую потерям теплоты через ограждающие конструкции. Поэтому существует реальная проблема больших тепловыделений системы вентиляции в окружающую среду в холодный период года, которые необходимо постоянно восполнять в системе отопления здания. Для решения этой проблемы в настоящее время стараются применять рекуператоры, в которых уходящий воздух частично нагревает воздух, поступающий в здание. Однако, при этом возникает проблема замерзания образовавшегося конденсата на теплообменных поверхностях рекуператора, что требует анализа и определения рациональных параметров процесса теплообмена в нем.

Кроме того, тепло уходящего воздуха можно использовать в других полезных целях. Так, на Украине практически не работает централизованное горячее водоснабжение. Для решения проблемы население применяет электрические водонагреватели и газовые колонки, что является дорогостоящим мероприятием с перспективой дальнейшего подорожания.

Поэтому было решено исследовать и обосновать применение нетрадиционной технологии утилизации теплоты уходящего воздуха с последующим ее использованием в системе горячего водоснабжения. Для этого предлагается охлаждать теплый воздух тепловым насосом с последующим посуточным аккумулированием тепловой энергии в тепловом аккумуляторе в холодный период.

Ранее авторами была исследована возможность применения данного подхода для утилизации тепловой энергии системы кондиционирования в теплый период для работы системы горячего водоснабжения. Анализ показал существенную экономию условного топлива (до 60 %), при этом оптимальный объем теплового аккумулятора был вполне компактен не только для коттеджа, но и для квартиры. В новой технологии в качестве теплового насоса можно применить тот же кондиционер и тепловой аккумулятор.

Таким образом, используя разработанную методику, было определено, что применение данной схемы горячего водоснабжения в холодный период позволит обеспечить горячей водой потребителей за счет системы вентиляции, которая на свою работу будет затрачивать минимум вдвое меньше условного топлива, чем газовая колонка для горячего водоснабжения. Также разработана методика, определяющая рациональные параметры системы вентиляции с рекуператором.

А. А. Орехов, инженер-конструктор 2к; К. Л. Кувшинов, инженер-конструктор 3к;
А. В. Маркин, начальник группы; В. А. Семашко, начальник сектора;

А. Ю. Кошлаков, начальник отдела

Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»

E-mail: mr.orekhov.a@gmail.com

ОТСЕК УДЕРЖАНИЯ РКН ПРИ 100% ТЯГЕ ДВИГАТЕЛЯ И ОЦЕНКА ЕГО МНОГОРАЗОВОГО ПРИМЕНЕНИЯ

Отсек удержания является составной частью наземного технологического оборудования стартового комплекса и предназначен для удержания РКН при стоянке на пусковом столе и удержании РКН во время набора маршевым двигателем 100% тяги, а также при аварийном выключении двигателя, стыковки (отстыковки) размещенных на отсеке удержания коммуникаций с соответствующими интерфейсами РКН и коммуникациями наземного комплекса, а также расстыковки РКН при пуске по команде системы управления.

Отсек удержания штатной РКН, представляет собой конструкцию цилиндрической формы, где несущими элементами являются стояночные опоры в виде коробчатых сварных конструкций, а также механизмы удержания, установленные на каждой из опор. В стояночных опорах в нижнем сечении, выполнены прямоугольные окна для доступа при завинчивании болтов крепления отсека удержания к парковочной опоре.

Механизмы удержания устанавливаются на отсеке удержания симметрично с четырех сторон по плоскостям стабилизации РН и представляют собой устройства, обеспечивающие удержание РКН при стоянке на пусковом столе, удержание РКН во время пуска до набора маршевым двигателем 100% тяги, а также при аварийном выключении двигателя и т.д.

Эффективная система удержания РКН, обеспечивает точное и надежное размещение РКН на стартовом столе.

Оригинальность конструкции отсека удержания заключается в том, что ранее не было потребности в удержании РКН во время пуска до набора двигательной установки 100% тяги.

Применение данного отсека удержания позволит обеспечить безопасность при проведении пуска РКН и сократить затраты времени и средств, при проведении проектных работ.

Проведен анализ и оценка целесообразности многоразового использования отсека удержания для снижения затрат на изготовление.

ВПЛИВ ДЕРЖАВИ НА РОЗВИТОК БІОТЕХНОЛОГІЙ

Останнім часом велике розповсюдження знаходять біотехнології, бо вони позитивно впливають на навколишнє середовище, знижуючи емісію неприємних запахів від розкладення органічних відходів, а також можуть приносити прибуток, але через їхню дорожнечу підприємці не поспішають використовувати нові технології.

В Німеччині основним законом, який стимулює розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є Закон про ПДЕ (Erneuerbare-Energien-Gesetz або EEG). Остання версія EEG передбачає використання пільгового тарифу на електроенергію з біогазу в залежності від розміру біогазової установки. Цей закон також включає бонуси за застосування енергетичних культур, теплоелектроцентралей (ТЕЦ), деяких видів технологій збереження енергії тощо. Як в усіх країнах світу в Німеччині ведення EEG було головною рушійною силою для залучення інвестицій і створення можливостей фінансування, так як закон забезпечує можливість отримання прибутку жорсткими тарифами протягом 20 років і гарантує право виробника електроенергії на підключення до мережі.

В Україні також біогазові технології активно розвиваються, так з кінця 2014 року по січень 2018 року потужності біогазових установок, що генерують електроенергію за «зеленим» тарифом зросли майже втричі: з 14 МВт до 40 МВт. Пожвавленню розвитку цієї сфери сприяв розроблений спільно з Держенергоефективності та прийнятий у 2015 році закон України щодо забезпечення конкурентних умов виробництва електроенергії. Цим законом збільшено на 10% «зелений» тариф для електроенергії з біомаси та біогазу до рівня 12,38 євроцентів/кВт*год. Також прийнятий стимулюючий тариф на тепло, вироблене не тільки з біомаси, а й з біогазу.

До того ж Україна має великий потенціал для розвитку біогазової галузі, бо в Україні щорічно утворюється близько 10 мільйонів тонн твердих побутових відходів. При цьому з 1 тонни сміття можна добути 150-250 кубометрів звалищного газу, що містить 60-80% чистого біометану. Таким чином, щорічний потенціал заміщення газу при переробці твердих побутових відходів становить близько 1 млрд. кубометрів.

Для розвитку ВДЕ потрібна впевненість виробника в тому, що він зможе реалізувати вироблену сировину або енергію, та потрібні гарантії, що вкладені інвестиції окупляться.

А. Д. Парфілко, студент, Пономарьов О. М., викладач
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: antonp499@gmail.com

СПОСІБ ВИКОРИСТАННЯ БІОГАЗУ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ ЯК ПАЛИВА ДЛЯ ТРАНСПОРТУ

Зараз активно розвивається біогазова енергетика, що можливо завдяки активній підтримці країн, які зацікавлені в зниженні емісії неприємних запахів від розкладення органічних відходів на великих звалищах та сільських господарствах. Так в Україні за «зеленим» тарифом генерують приблизно 150 МВт електроенергії, та ця цифра буде зростати бо в Україні щорічно утворюється близько 10 мільйонів тонн твердих побутових відходів та щорічно викидається 11 мільйон тонн сміття. З тонни якого можна добути 150-250 кубометрів звалищного газу. Таким чином, щорічний потенціал заміщення газу при переробці твердих побутових відходів становить близько 1 млрд кубометрів.

Розуміючи, що в Україні є великий потенціал для розвитку цієї галузі, необхідно розробляти сучасні способи використання біогазу бо якщо біогаз перетворювати за допомогою генератора в електричний струм, то ефективність перетворювача буде приблизно 35%. Також є варіант збору біогазу та транспортування в стиснутому стані, але процес стиснення досить коштовний через те що компресорні станції досить дорогі для використання в сільському господарстві (система буде довше окупатися).

Через коштовність компресорних станцій та великі втрати енергії під час генерації з біогазу електроенергії можна збудувати біогазову установку, яка буде давати біогаз під великим тиском. В такому разі не треба встановлювати ні компресор, ні генератор, а завдяки простоті станції потрібна невелика кількість робітників.

Результатів експериментів з бродінням під тиском у вільному доступі нема, але можна бути впевненими, що процес бродіння буде проходити, бо на працюючих біогазових установках іноді ламається газгольдер через несправність попереджувачого клапану. Також на морських глибинах знаходяться метаногенні бактерії, які активно продукують метан.

Ідея установки досить проста. Треба загрузити субстрат в балон та дати йому бродити відводячи газ під тиском. Така установка має багато плюсів, але є й досить великий мінус—це товщина стінок балону, яка для тиску близько 200 атм. буде досить великою.

Завдяки великому тиску в невеликому обсязі виникає можливість покращити склад біогазу збільшивши відсоток метану та його використання його у якості палива для автівок. Таким чином ціна на біопаливо стане більш доступною для споживача.

В. А. Пророка, студент; В. Ю. Шевцов, доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: v.proroka@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ТРИШАРОВИХ СТІЛЬНИКОВИХ ОБОЛОНОК В КОНСТРУКЦІЯХ ПАЛИВНИХ БАКІВ

На сучасному рівні розвитку ракетно-космічної техніки тришарові оболонки є одними з найбільш ефективних з точки зору мінімуму маси при роботі на стискання. Це пояснюється високим відношенням між критичними напруженнями загальної втрати стійкості даних оболонок та межею міцності матеріалу на стискання, яке становить 0,7-0,8. Однак тришарові оболонки набули поширення лише в конструкціях сухих відсіків, що пов'язано з тим, що вони не допускають роботи під дією внутрішнього тиску. А, як відомо, найбільшими за масою та габаритами серед усіх конструкцій ракети-носія є паливні баки. Тому виникає задача пристосування тришарових оболонок під види навантажень, характерних для типових паливних баків.

В роботі пропонується розглянути можливість заміни найбільш поширених для ракет-носіїв циліндричних оболонок панельно-стрингерного та вафельного типу на металеві тришарові стільникові оболонки. При цьому сама тришарова оболонка являє собою герметичну конструкцію, весь вільний простір між стільниками якої може бути заповнений рідким компонентом під надлишковим тиском. В деяких стільниках передбачаються отвори для вільного проходження компоненту. Тоді передача зусиль внутрішнього тиску від внутрішнього до зовнішнього несучих шарів тришарової оболонки реалізовуватиметься як через стільники, так і через рідкий компонент. Це дозволить уникнути високих напружень у точках кріплення стільників до несучих шарів, які виникали б там за відсутності рідкого компонента. У процесі польоту рідкий компонент може бути витіснений із стільникового заповнювача всередину бака газом наддуву під тиском, що дозволить раціонально використовувати об'єм всередині бака.

Використання тришарових металевих оболонок дозволяє вирішити актуальну для паливних баків проблему герметичності та робить можливим їх з'єднання з іншими металевими конструкціями шляхом зварювання.

Виготовлення подібних оболонок можливе методом пайки або з використанням адитивних технологій.

Запропоноване рішення дозволяє використати усі переваги тришарових оболонок в конструкціях паливних баків, і, як результат, значно зменшити суху масу конструкції ракети-носія.

Д. І. Резніченко, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет ім.О.Гончара
E-mail: vas.shevtsov@ukr.net

ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВНИХ БАКІВ ПОСАДОЧНОГО МОДУЛЯ В ЯКОСТІ ПРИМІЩЕНЬ МІСЯЧНОЇ БАЗИ

Колонізація Місяця і плани щодо створення людської бази на ньому виникли ще до космічної ери. Це свого роду один із етапів космічної експансії людства, що включає в себе попереднє теоретичне підґрунтя проекту, будівництво різних комплексів та споруд на супутнику і заселення них людиною.

Формування елементів каркасу майбутньої місячної бази - одна із найважливіших етапів колонізації Місяця. Після успішного спуску космічного апарата з орбіти, компоненти палива фактично випрацювані. Тому, можливо уніфікувати варіант використання елементів конструкцій місячного модуля для спорудження елементів місячної бази.

Ідея полягає у використанні пустих паливних баків посадочного модуля в якості капсульних частин, що з'єднуються між собою корпусними елементами для створення цілісної системи. У майбутньому такі конструкції можуть бути універсалізовані і використовуватись для забезпечення тривалого та безпечного перебування персоналу в подібних відсіках під захисною герметичною оболонкою.

Дійсно, як показують проведені розрахунки, об'єм паливного відсіку посадочного модуля на Місяць, при значенні маси корисного вантажу 10 тонн, складає від 10 до 15 м³, що відповідає баку діаметром 3 м і висотою близько 2 м. Якщо такі ємності дообладнати необхідними конструкціями у відповідності до призначення, то вони можуть стати основоутворюючими елементами першопочаткової місячної бази.

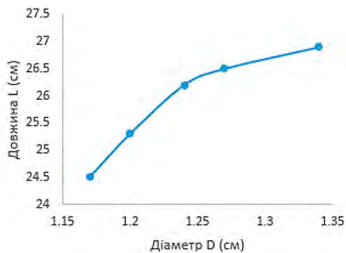
Д. І. Резніченко, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
 Дніпровський національний університет ім.О.Гончара
 E-mail: vas.shevtsov@ukr.net

ТРУБЧАСТІ КОНСТРУКЦІЇ ПРИРОДНОГО ПОХОДЖЕННЯ

У ракетній техніці використовуються різні матеріали з різними властивостями. Використання даних про властивості бамбука, його практичне застосування дає змогу перейняти та використовувати їх у машинобудуванні.

В якості будівельного матеріалу найбільше значення мають стебла (стовбури) бамбука. Стовбур бамбука порожній, складається з декількох десятків замкнутих циліндричних відсіків, які розмежовані міжвузловими діафрагмами, розташованими в місцях зовнішніх потовщень у вигляді кілець-«суглобів». Міжвузлова довжина збільшується від кореня до вершини і змінюється в межах від 20 см до 40 см.

Товщина стінок стовбура пропорційна зовнішньому діаметру і складає в середньому 0,1 від зовнішнього діаметра. Розміри стовбурів бамбука коливаються по діаметру від 8 см до 20 см і по довжині до 6-7 метрів. Залежність міжвузлової довжини L від діаметра D приведена на рисунку.



Аналогічна залежність може бути приведена і для стебел очерету.

Основна увага дослідженням фізико-механічних властивостей бамбукових матеріалів направлена на такі властивості, як густина (щільність), вміст вологи, повітряна усадка при сушінні та інші аспекти.

Ідея даної роботи полягає у тому, що використовуючи інформацію про фізико-механічні властивості бамбука та інших конструкційних особливостей рослин можна моделювати чи прогнозувати подібні характеристики трубчастих конструкцій, перш за все виготовлених із композитних матеріалів.

І. С. Савченко, студентка; В. Ю. Шевцов, доцент
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: savchenko3irina@gmail.com

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИБОРУ СПОСОБІВ ВІДВЕДЕННЯ СТУПЕНІВ РАКЕТ З КОСМІЧНОЇ ОРБИТИ

За останні 60 років освоєння космічного простору людством було штучно створено велику кількість космічного сміття (КС), що перетворилось на щільний шар на різних орбітах навколо нашої Землі. До числа КС входять верхні (другі й треті) ступені ракет, розгінні блоки, обшивки баків, конструкційні вузли та інші більш дрібні частини КА. Слід зазначити, що швидкість об'єктів КС різна, це залежить в першу чергу від орбіт їх руху. При цьому, кількість КС на орбіті з кожним роком подвоюється, через їх зіткнення, що іноді призводить до вибухових процесів через перегрів залишків компонентів палива (КП) у баках. При проектуванні рідинних ракетних двигунів закладають гарантований запас палива у баках, що складає 3-4 % від початкової заправки.

Космічні держави працюють над розробкою безпечних методів та способів утилізації відпрацьованих ОКП. Для цього використовують наближення їх до Землі та згоряння у атмосфері, або переведення на орбіти поховання – області космічного простору, які активно не використовуються.

Відомі кілька десятків способів боротьби з КС, які поділяють на такі, що запобігають утворенню КС та на ліквідацію вже існуючих об'єктів. Слід зауважити, що тенденція збільшення забруднення космічного простору випереджає використання розроблених методів їх знешкодження.

У роботі було розглянуто основні відомі способи, що впливають на зростання кількості КС та які можна застосувати для зниження кількості відпрацьованих верхніх ступенів ракет і дорозгінних блоків. Для оцінки кращого способу було обрано критерії вибору: можливість використання залишків компонентів ракетного палива (КРП) для створення необхідного імпульсу; додаткова маса конструкції, що необхідна для реалізації даного способу; вартість; конструктивна досконалість та інші. Вибір оптимального способу відведення ступенів ракет з космічних орбіт заснований на багатокритеріальному аналізі універсальної множини можливих способів, побудованих на оцінках за заданими критеріями вибору. В роботі проведена за даною методикою порівняльна оцінка існуючих технічних засобів, а також розраховане необхідне значення імпульсу швидкості при гальмуванні, кут входження ступені ракети до атмосфери при фіксованих значеннях тяги.

В. І. Свірса, студент, Л.В. Накашидзе, д-р. техн. наук, с.н.с., директор НДІ енергетики
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, м. Дніпро, Україна
E-mail: foton_dnu@ukr.net

ЕНЕРГОАКТИВНІ ОГОРОДЖЕННЯ ЗІ СТАТИЧНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ СОНЯЧНОГО ПОТОКУ

Енергоактивні огороження були запропоновані авторами, як ефективна технологія сучасної сонячної енергетики, та розглядаються як елемент складної системи енергозбереження споруди. Основу технології енергоактивних огорожень складають горизонтальні поворотні теплосприймальні жалюзі, завдяки яким відбувається перерозподіл та акумулювання енергії сонячних променів [1]. Як розвиток такого технічного рішення, пропонується система енергоактивних огорожень без поворотного механізму, яким з'єднано теплосприймальні жалюзі. Такий варіант доцільно використовувати для тих випадків, коли необхідний стабільний потік теплоносія високої температури або статичне регулювання потоку. Це рішення передбачає спеціальне розташування теплопоглинаючих пластин, що залежить від напрямку площини огороження та конкретних потреб споживача.

У енергоактивних огороженнях, завдяки зміні нахилу теплосприймальних пластин, змінюється й кут надходження сонячних променів [1]. Така конструкція дозволяє вдало регулювати кількість отриманого тепла, але потребує наявності поворотних пристроїв. Для того щоб спростити створення та обслуговування системи, можливо відмовитися від поворотних пристроїв у випадках, коли вони непотрібні. Зазначимо наступні закономірності розташування статичних елементів.

Досліджено, що на тих сторонах будівлі, які мають напрям до сонячної дуги, якщо за мету стоїть отримати стабільний сонячний потік протягом усього періоду, слід монтувати огороження з горизонтальним масивом пластин під кутом близько 67.5° від напрямку до середнього положення сонця за весь період. Для статичного регулювання потоку слід встановлювати огороження з симетричним вертикальним масивом пластин з додатковим перекриттям. На сторонах будівлі, повернутих довільно, слід встановлювати огороження з довільним положенням пластин.

Таким чином, як подальший розвиток технології енергоактивних огорожень, пропонується спрощена система для статичного регулювання потоку або для збору максимальної можливої кількості тепла. Застосовуючи попередні закономірності, можна використовувати зовнішній периметр споруди для ефективного поглинання сонячної енергії. Обладнання зі статичною технологією значно простіше у реалізації, монтажі та використанні, а також може бути удосконалено за багатьма іншими характеристикам, такими як, наприклад, модульність усієї конструкції.

Література:

1. Накашидзе Л. В. Особливості вибору конструкції перетворювачів енергії сонячного випромінювання в системах енергозбереження споруд: монографія. Дніпро: ДНУ імені Олеся Гончара, ТОВ «Акцент ПП», 2018. 119 с.

О. Ю. Сідаш, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: sidasaleksandr@gmail.com

«ЕЛЕКТРОМАГНІТНИЙ» ЗАПУСК РАКЕТОНОСІЯ, ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ ДО «ХІМІЧНОГО»

Запуск космічних об'єктів за допомогою сучасних ракет-носіїв є екологічно надзвичайно-шкідливим за виключенням використання в якості компонентів палива кисню O_2 і водню H_2 , які при згоранні утворюють молекули води. При застосуванні інших, твердих і рідких палив, в атмосферу викидаються однооментно десятки і сотні кг шкідливих для всього живого хімічних сполук. Альтернативним реактивному «хімічному» запуску може бути «електромагнітний», хоча б на початковому етапі.

Як відомо, при наборі необхідної кінцевої швидкості ракетноносія перевантаження не може перевищувати 3-6 одиниць, тобто в кінці активної ділянки траєкторії (і роботи двигуна відповідно) теж не має перевищувати поточну вагу в 3-6 раз в залежності від вимог до корисного вантажу. Як результат, для досягнення необхідної розрахункової швидкості необхідно мати шлях «електромагнітного розгону» довжиною в висотою в сотні десятки кілометрів, що конструктивно не може бути реалізованим при використанні прямолінійних направляючих в принципі.

В роботі, що пропонується, прямолінійний розгін замінюється спіральним на зразок розгону в прискорювачах елементарних часток, але не по колу, а по тривимірній «спіралі Фібоначчі» із зростанням радіуса спіралі і кута кидання в напрямку азимута площини запуску. Вся пускова споруда розташовується в одному із високогірних об'єктів, в панелі якого штучно створюється «технічний вакуум» для зменшення лобового опору і в його дії на конструкцію ракетноносія. Сам ракетноносій при розгоні знаходиться в спеціальному сталевому контейнері, з якого стартує, умовно «другий» ступінь ракетноносія, який і виводить корисний вантаж безпосередньо на робочу орбіту.

Запропонований в роботі запуск дозволяє зменшити кількість шкідливих викидів в атмосферу в 4-5 раз, а при «серійному» використанні даного виду запуску - значно скоротити і вартість запуску.

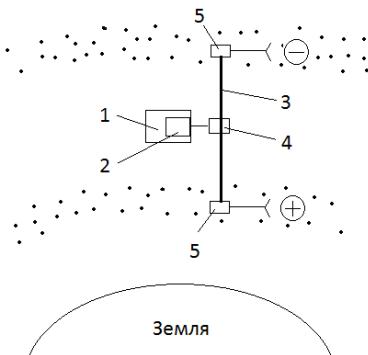
І. О. Сиротенко, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: vanyasirotenko1997@gmail.com

ЛАЗЕРНА СИСТЕМА ЖИВЛЕННЯ КОСМІЧНОГО АПАРАТУ

Нині більшість космічних апаратів отримують енергію від сонячних батарей, але їх великі габарити створюють багато проблем. Розмір сонячної батареї пропорційний потребам в потужності (потрібно багато енергії - потрібні великі батареї). Це в свою чергу призводить до збільшення маси космічного апарату (КА), збільшується маса палива, знижується корисне навантаження і т.д.

Задачею нейтралізації указаних недоліків є пошук альтернативних систем живлення для КА. Одним з найперспективніших методів вирішення цієї задачі є використання енергії сконцентрованої в радіаційних поясах Землі. Радіаційні пояси — це внутрішні шари магнітосфери планети, у яких утримуються високоенергетичні заряджені частинки. Радіаційні пояси Землі умовно поділяють на внутрішній, заповнений здебільшого потоками протонів, та зовнішній, де в основному зустрічаються високоенергетичні електрони.

Як відомо, для виникнення струму необхідно з'єднати дві точки, одна з яких має надлишок електронів в порівнянні з іншою. Тому за допомогою спеціальних пристроїв необхідно створити такі умови в цих радіаційних поясах, при яких в верхньому поясі пристрій буде скупчувати негативно заряджені іони, а в нижньому навпаки. Головною особливістю при цьому буде те, що передача енергії буде здійснюватися по безпроводній



Мал. 1. Система живлення.

1-КА; 2-батарея; 3-лазерний промінь; 4-пристрій, який приймає струм; 5- пристрої, які скупчують заряджені частинки.

мережі. У якості безпроводного ланцюга, який би з'єднував ці дві точки, буде використано лазер. Лазерна передача енергії по відношенню з іншими методами безпроводної передачі володіє великою кількістю переваг. Головна перевага в тому, що енергія передається на великій відстані.

Запропонована система живлення дозволить зменшити масу космічного апарата, позбувшись великогабаритних сонячних батарей. Таку систему можна буде використовувати для живлення великої кількості космічних апаратів.

О. А. Ситковский, студент; М. Л. Микаилова, преподаватель; Е.Г. Седочова
преподаватель;
Колледж ракетно-космического машиностроения Днепровского
национального университета имени Олеся Гончара
E-mail: o.sitkovskiy@ukr.net

БЕСПРОВОДНАЯ ПЕРЕДАЧА ЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ИНДУКЦИОННОЙ ВЫШКИ

Все мы движемся к новым технологиям, изучению разных направлений для улучшения и упрощения жизни человечества.

Большинство ученых изучают новые виды передачи энергии, способы её добывания и эксплуатации.

При обсуждении идеи, предлагается теоретическая идея для передачи энергии на дальние расстояния – ***использование индукционных катушек, которые будут передавать энергию друг другу и тем самым заряжать приборы.*** Аналогами таких приборов являются беспроводные зарядные устройства, ***но предлагаемая идея заключается в передаче энергии на большое расстояние.***

При реализации данной идеи, предлагается установка вышки, на вершине которой будет установлена индукционная катушка, сделанная из недавно изобретённого “графена”.

Эта конструкция будет установлена на станции, которая будет оснащена солнечными батареями, аккумуляторами (для накопления неиспользованной энергии и дальнейшей ее эксплуатации) и базы БПЛА, которые также должны быть оснащены индукционной катушкой, которая будет создавать электрическое поле и охватывать область, радиусом до 60км.

Базы БПЛА, которые оснащены катушкой, смогут заряжаться от этой башни в зоне ее действия, будут выполнять свою работу в разы дольше. Работа БПЛА будет заключаться в наблюдении региона от пожаров и слежении за популяцией животных.

С этой идеей будет возможность следить за большим регионом и предотвращать быстрее возникшие катастрофы, а также сможем заряжать БПЛА пролетающие мимо, которые модернизированы индукционной катушкой.

В итоге мы сможем дальше развивать и увеличивать дальность беспроводной передачи энергии и быстро реагировать на разные пожары в лесах.

І. А. Склярський, студент; В. Ю. Шевцов, доцент
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: igor.sklyarskiy21@gmail.com

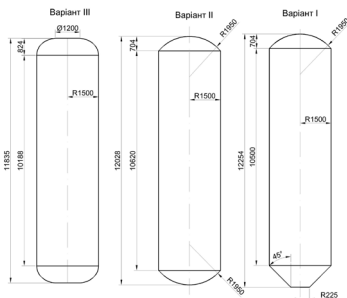
ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МАСИ ПАЛИВНОГО БАКА З РІЗНИХ МАТЕРІАЛІВ

Композиційні матеріали вже давно зарекомендували себе як перспективні матеріали в авіації та ракетно-космічній техніці. Їх високі фізико-механічні властивості дозволяють суттєво полегшувати конструкцію ЛА. Така тенденція зниження маси дозволяє використовувати ракето-носії більш ефективно за рахунок підвищення маси корисного вантажу при тих самих габаритах. Зниження ваги і збільшення корисного навантаження є першочерговим завданням проектування літального апарату. Багато досягнень в області створення тонкостінних оболонок зобов'язані своїм походженням саме цій вимозі.

В роботі був розглянутий великогабаритний бак окисника, визначальним навантаженням якого є гідростатичний тиск (осьові стискаючі та розтягуючі сили відносно малі).

В якості початкового варіанта бака, відносно якого проведено порівняння, прийнято традиційний металевий бак. При цьому його форму було скореговано, залишаючи об'єм постійним (рис 1). Цікавим та неочікуваним виявився факт, що форма днищ бака з КМ залежить від методики, згідно якої вона рахується. Це потребує додаткового дослідження.

Розрахунки металевого бака та бака з КМ показали, що композитна конструкція легша на 64% (майже втричі). Але вигреш міг бути ще більшим, якби в баку з КМ не мало місце технологічне обмеження (дмін ≤ 1мм). Для фактичного порівняння прийнято вартість пуску 1 кг корисного вантажу РН «Зеніт-35L». Вартість баків обох конструкцій



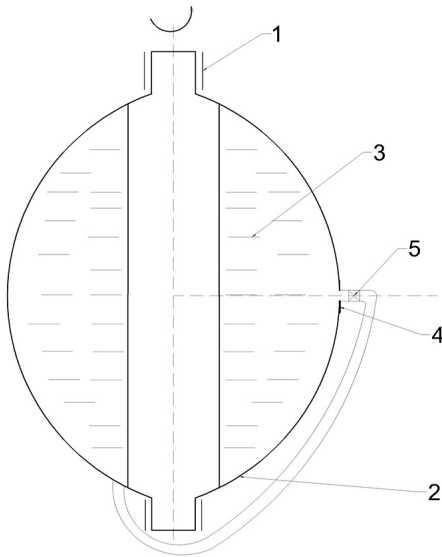
Мал.1. Етапи проектування бака

порівнюється так: знайдений вигреш по масі бака з КМ переведено в еквівалентну масу корисного вантажу (в пропорції 1 до 5). Після цього встановлено вигреш по вартості виведення 1 кг КВ з врахуванням втрат на більшу ціну бака з КМ. В результаті загальна економічна ефективність склала 43% на користь композитного бака. Економічна ефективність, в залежності від РН, може бути значно більша. (Наприклад, для «Циклона 4М» вона сягає 300%).

І. А. Склярський, студент; В. Ю. Шевцов, доцент
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: igor.sklyarskiy21@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ ВІДЦЕНТРОВОГО ПЕРЕВАНТАЖЕННЯ ДЛЯ ЗАПУСКУ ДВИГУНА ДОРОЗГІННОГО РАКЕТНОГО БЛОКУ

При багаторазовому запуску двигунів, що працюють на рідинному паливі, використовуються різні системи його забору і подачі в камеру згорання. При малих значеннях тяги найчастіше для цього застосовують капілярні системи, а для маршевих двигунів механічні, в основному витісненням палива мембранами за допомогою високого



Мал.1. Схема подачі палива
 закривається клапан 5.

Перевагою запропонованого варіанту є розкрутка баків на старті, що запобігає додатковим енерговитратам, а також відсутність пневмосистеми витіснення і подачі палива. При вирішенні питання герметичності рухомого заборного пристрою даний варіант може вважатись досить перспективним в проектуванні нових поколінь дорозгінних блоків.

тиску. Якщо недоліком капілярних систем є саме невеликі значення тяги, то механічні потребують важких балонів високого тиску, що, відповідно, погіршує масові характеристики дорозгінних блоків.

Альтернативним варіантом забору і подачі компонентів палива може бути використання відцентрового перевантаження. На приведеному рисунку: 1 - фіксуючі бак підшипники, 2 - паливний бак, 3 - паливо, 4 - заборний пристрій, 5- клапан подачі палива. Паливний бак після заправки на старті розкручується до відцентрової сили, що дорівнює добутку відцентрового перевантаження (≥ 10) на вагу паливного бака. Для компенсації гіроскопічного моменту другий паливний бак розкручується в інший бік. При запуску і зупинці двигуна відкривається =

У. І. Сокольчук, студентка; В. Ю. Шевцов, доц.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: sokolchukuliana@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ПОКРАЩЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Полікристалічні металеві конструкційні матеріали мають характеристики міцності на порядок гірші, ніж у монокристалів. Зниження значень параметрів міцності зумовлене кількома факторами, серед яких найбільш впливовими є накопичення речовин іншого фізичного походження (газів, різних домішок та включень) на границях кристалів, а також «нестиковкою» площин кристалів внаслідок їх хаотичної орієнтації в просторі. Як результат спостерігається зниження кількості спільних міжкристалічних атомів, що пов'язують матеріали в єдине ціле.

Для покращення механічних характеристик в роботі пропонується використання двох різнопланових технологій. За першою з них розплав матеріалу спочатку піддається дегазації в вакуумних камерах, з одночасним центрофугуванням для відмежування конструкційного матеріалу від «негазових домішок» і включень. За другою технологією речовина має кристалізуватись в магнітному, електричному чи в іншому градієнтному полі для спрямованої орієнтації атомних площин в кристалах і одночасною дією зовнішнього тиску в двох площинах, залишаючи напрямком орієнтації кристалів вільним для подальшого зростання спільних зв'язків.

Запропоновані в роботі технології, за попередніми розрахунками, дозволяють покращити механічні характеристики щонайменше на 30-50%, а в деяких випадках до 30-50% від характеристик монокристалічного стану даного матеріалу.

Н. Є. Субач¹, провідний інженер; Г. Г. Осіновий¹, начальник відділу,

В. М. Биков², доктор технічних наук, с.н.с.

¹Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне»

²Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

E-mail: subachne77@gmail.com

МОДЕЛЬ ЗНИЖЕННЯ РАДІАЦІЙНОГО КОНТРАСТУ МАЛОРОЗМІРНИХ РУХОМИХ НАЗЕМНИХ ОБ'ЄКТІВ І ФОНУ В ІЧ-ДІАПАЗОНІ ХВИЛЬ

У повсякденному житті ми постійно взаємодіємо з багатьма видами випромінювання - сонячне світло, тепло, радіохвилі, рентгенівське випромінювання. Чоловіче око фіксує електромагнітне випромінювання лише у вузькому діапазоні довжин хвиль, які відносяться к видимому діапазону. Багато корисних та цікавих деталей дозволяє отримати інфрачервоний діапазон. Існує багато приймаючих пристроїв, які мають можливість працюють саме у цьому діапазоні. Особливе значення мають ІК-приймачі, які призначені для:

- теплових головок самонаведення ракет і навігаційних систем крилатих ракет;
- систем типу FLIR (Forward Looking Infrared) літаків;
- систем виявлення стартів балістичних ладунк.

Не викликає сумніву, що захист малорозмірних наземних рухомих об'єктів від ІК-систем виявлення, формування зображення та наведення є вкрай актуальною задачею.

Для захисту наземного транспорту є декілька маркерів, які враховують системи наведення ІК-діапазону, наприклад, коефіцієнт випромінювання ϵ фарб $\approx 0,85$ та вище, працюючі двигуни випромінюють в діапазоні 3-5 мкм, холодні частини автомобілю – у діапазоні 8-12 мкм. Вимірюючи комплекси (скануюча ІЧ-апаратура) в якості вхідного сигналу приймає різницю радіаційних температур об'єкту та фону у відповідному спектральному діапазоні $\Delta\lambda_1$ (3-5 мкм) або $\Delta\lambda_2$ (8-14 мкм), зниження кількісного значення цієї різниці дає можливість значно підвищити життєздатність військової техніки. З ціллю вирішення цього питання розроблена аналітична модель зниження радіаційного контрасту малорозмірних рухомих наземних об'єктів і фону в ІЧ-діапазоні хвиль у різних умовах спостереження.

Модель, яка розроблюється для зниження радіаційного контрасту малорозмірних рухомих наземних об'єктів і фону в ІЧ-діапазоні хвиль за рахунок активної та пасивної складової для захисту малорозмірного наземного агрегату – це науково-технічний доробок для створення сімейства зразків засобів поставлення перешкод з метою оснащення ними об'єктів захисту від ВТЗ противника. Розроблення і впровадження моделі й алгоритму комплексного застосування постановника перешкод і комплекту з існуючих радіопоглинальних масок і відбивачів дасть змогу підвищити живучість об'єкта під час одиночного і масованого нападу противника.

О. Д. Томілов, магістр; В. Ю. Шевцов, доцент;
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: alexvasilev.com18@gmail.com

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РОЗРОБКИ ТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ «ЗЕМЛЯ-МІСЯЦЬ-ЗЕМЛЯ»

Після виходу людства в навколосезний простір стоїть задача розширення простору його життєдіяльності в межах Сонячної системи, починаючи з використанням супутника Землі, Місяця, для наукових та промислових питань. Дана задача вимагає значних фінансових та матеріальних затрат, а тому будь-які варіанти їх зменшення є надзвичайно актуальними.

Одним з перспективних варіантів є використання багаторазових елементів транспортних систем, обслуговуючих доставку вантажів з навколосезної орбіти до Місяця. Суттєвим недоліком багаторазового варіанту є значні витрати палива пов'язані з необхідністю виконання операцій при переходах на орбітах, а також корекцію положення великої осі польотної траєкторії.

В даній роботі для зменшення затрат енергетики палива на операції маневрування, пропонується розділити задачу доставки вантажів на Місяць на кілька окремих із обслуговуванням різних частин траєкторії літальними апаратами оптимальної маси. Так доставка вантажів з поверхні Землі на проміжну орбіту здійснюється багаторазовою транспортно-космічною системою, (ТКС), де вантаж за допомогою спеціального «Модуля», (злітно-посадкового), перевантажується на модуль, що рухається постійно по трасі «Земля-Місяць». Після досягнення сфери дії Місяця вантаж переміщується на «злітно-посадковий» модуль, який доставляє вантаж до місячної посадочно-злітної багаторазової ТКС.

Запропонована схема доставки корисних вантажів на Місяць є модифікацією «місячної траєкторії Ю. Кондратюка» і перспективною в плані дослідження і освоєння Місяця.

О. Д. Томілов, магістр; В. Ю. Шевцов, доцент;
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: alexvasilev.com18@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ОДНОГО ІЗ СТУПЕНІВ РАКЕТОНОСІЯ ПРИ ЗАДАНИХ ПАРАМЕТРАХ ДРУГОГО СТУПЕНЮ ТА КОРИСНОГО ВАНТАЖУ

Незважаючи на стрімкий ріст ринку космічних послуг, вартість виведення 1 кг вантажу залишається дуже високою, особливо коли питання стосується нестандартних вантажів. При цьому проектування і відпрацювання нових варіантів ракетноносіїв вимагає не лише великих фінансових витрат, а й тривалого часу. В той же час на ринку нині знаходиться доволі велика кількість відпрацьованих, надійних і економічно прийнятних ракет-носіїв та ракетних блоків. З'являється можливість використання комбінацій ракетних блоків різних носіїв для розробки нових, більш прийнятних з економічної точки зору для запуску космічної техніки. Прикладом рішення подібної задачі є розробка проекту «Антарес» в КБ «Південне».

В представленій роботі задача комбінованого ракетноносія ускладнюється через прив'язку його льотно-технічних параметрів під конкретний клас космічних апаратів заданої ваги. Для рішення поставленої задачі запропонований наступний алгоритм.

1. Використовуючи статистичне значення відносної стартової ваги, знаходиться наближена стартова вага ракетноносія для заданої ваги КА.

2. Приймавши середню щільність компоновки ракетноносія в межах 1 т/м^3 при подовженні ракети $l_p = l_p/D = 10 \div 15$ знаходимо його діаметр.

3. Шляхом перегляду геометричних параметрів РБ з різних РН, обираються найближчі до визначеного діаметра.

4. Маючи льотно-технічні параметри обраного РБ і масу корисного вантажу, визначаються параметри РБ другого ступеню. При цьому, якщо в якості РБ першого ступеню використовується РБ другого ступеню існуючого РН, то розглядається можливість його модернізації під перший ступінь.

5. В межах отриманих значень параметрів другого ступеню РБ, шляхом перегляду існуючих РБ, підбирається «пара» під вибраний перед цим РБ.

6. Якщо обрана пара РБ задовольняє вимогам рішення поставленої задачі, розглядається можливість їх спільного функціонування в процесі використання польотного завдання, в тому числі і після їх доопрацювання.

Як показали результати попередніх розрахунків, подібний підхід до розробки нових РН не лише можливий, а й економічно доцільний.

М. С. Чмелёв, магистр; В. Ю. Шевцов, доцент
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
E-mail: madmaxxer4@gmail.com

РАЗРАБОТКА СТЕНДА-ИМИТАТОРА КОСМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ

Для отработки систем и узлов РКЛА необходимо проводить стендовые испытания, максимально приближённые к наилучшим условиям работы из возможных. В представленной работе предлагается один из вариантов стенда, практически полностью имитирующего условия открытого космоса.

Экспериментальный стенд-имитатор космических условий, оснащён рентгеновским аппаратом, смонтированным в герметичной камере. Для создания технического вакуума герметичная камера продувается кислородом, в котором сгорает впрыскиваемый порошок магния или любого другого металла. В результате горения, оксид металла осыпается на пол и внутри камеры образовывается вакуум. Рентгеновский аппарат внутри испытательного стенда создаёт имитацию космического излучения. Для того, чтобы избежать загрязнения испытуемых объектов, на полу камеры предусмотрены очистители с электроприводом, убирающие оксид металла в специальный бункер. В дальнейшем стенд-имитатор можно усовершенствовать, создав условия невесомости.

Таким образом, представленный вариант стенда-имитатора космических условий может быть использован для отработки систем КЛА на поверхности Земли. Стенд-имитатор создаёт условия, близкие к условиям открытого космоса, обладает значительными возможностями для модернизации. На данное устройство оформляется патентная заявка.

А. А. Чуприна, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: 9taumir7@gmail.com

НЕТРАДИЦІЙНЕ ЕФЕКТИВНЕ ЗАСТОСУВАННЯ РАКЕТ МАЛОЇ ДАЛЬНОСТІ

Реактивні системи, оснащені ракетами малої дальності, використовуються майже стовідсотково в військовій сфері. Тим не менше вони можуть бути ефективними при рішенні задач в різних, мирних сферах діяльності людства, прикладом якого є застосування ракет малої дальності (РМД) в метеорології та в захисті виноградників від граду.

В представлений роботі проведений аналіз можливих сфер ефективного застосування РМД, перш за все в сільськогосподарській галузі та при вирішенні нестандартних ситуативних задач в екології.

В якості прикладів ефективного застосування РМД розглядались варіанти задач, в яких за тих чи інших причин і обставин застосування традиційних засобів і технологій є неможливим, або дуже обмеженим.

Однією з важковирішуваних задач, за допомогою існуючої техніки, є заліснення важкодоступних гірських схилів, ярів та берегів рік. За виключенням ручної посадки і її обмежених можливостей на сьогодні рішення даної задачі за допомогою існуючої сільськогосподарської техніки не є можливим. Висів насіння з літака не заглиблює його в ґрунт і воно або не проростає, або стає здобиччю для птахів і гризунів, а існуюча техніка не лише не може працювати на крутих схилах, а й, навіть, не може бути, в більшості випадків, доставлена до них. Вирішити задачу можуть РМД оснащені касетними головками, що споряджені касетними «бойовими елементами» з ростками необхідних насаджень в середині. Касета розсипається на заданій висоті і «бойовими елементами» проникають в ґрунт на необхідну глибину. «Бомби» виготовляються з матеріалу, що швидко розкладається на поживні речовини. Також можуть використовуватися РМД головками цілеспрямованої фугасної дії, начинених насінням вибраних видів насаджень. При вибуху порохового заряду, чи під високим тиском із кулебалонів на заданій висоті над поверхнею, насіння спрямовується задану площу з прониканням в ґрунт на необхідну глибину, без пошкодження його життєздатності.

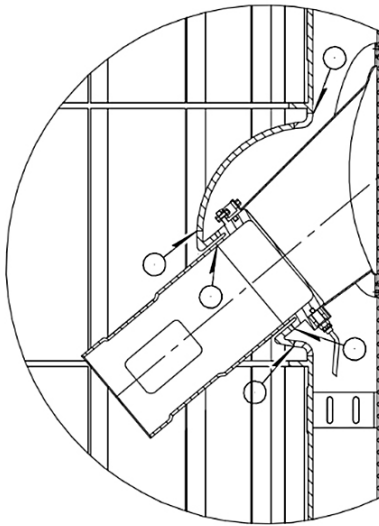
Прикладом рішення задач екологічного характеру є застосування РМД для ініціації сходження лавин при неможливості їх «розстрілу» гарматним засобом; для звільнення рік від крижаних заторів для утворення зон-перепон на шляху розповсюдження лісових і степових пожеж (гасіння очагів пожежі вибуховою хвилею), та інших подібних до приведених ситуаціях.

А. А. Чуприна, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: 9taumir7@gmail.com

КОНСТРУКЦІЯ СОПЛА ГРС ДЛЯ РОЗМІЩЕННЯ НА ЦИЛІНДРИЧНІЙ ЧАСТИНІ БАКУ

Для гальмування відпрацьованих ракетних блоків застосовують газореактивні сопла (ГРС). ГРС має перевагу порівняно з іншими варіантами гальмування ступенів, але вони мають значний недолік – жорсткі вимоги до розміщення сопел ГРС (в основному на верхніх днищах баків), що відкидає можливість встановлення на баки з випуклим верхнім днищем.

Розроблена конструкція сопла ГРС (Рис. 1) дозволяє розмістити дані сопла на циліндричній частині баку, тим самим значно розширити можливості задіяння газореактивної системи гальмування ступенів.



Мал. 1. Сопло ГРС с вигнутим напівсферичним перехідником.

Дана конструкція окрім сопла для стравлювання тиску включає в себе сферичний перехідник, через який сопло розміщується на циліндричній частині баку (розміщується в зоні газової подушки). В цілях забезпечення однорідності газового потоку шляхом виключення потрапляння в сопла залишків палива, що переміщуються до верхнього днища в процесі гальмування ступені, в конструкцію сопла встановлюється стакан з отворами біля днища. Спрацьовують сопла шляхом відкриття кришки подовженим пірозарядом (ПДЗ). Для спрямування реактивної струменю та правильного вибивання кришки жолоба використовується направляюче сопло.

Дана конструкція сопла має значні переваги перед відомими конструкціями ГРС для розміщення на циліндричній частині баку. До мінусів можна віднести збільшення кількості зварних швів в баку, не значне зменшення внутрішнього об'єму баку.

В. В. Шанюк, студент; В. Ю. Шевцов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: vas.shevtsov@ukr.net

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТО РАЗОВОГО ЗАПУСКУ ДВИГУНА В УМОВАХ НЕВАГОМОСТІ

Траєкторія руху літального апарата, призначеного для виведення корисного вантажу на навколосемну орбіту, неминуче має ділянки, на яких маршові двигуни не працюють і літальний апарат рухається по інерції в полі масових сил перемінної інтенсивності і напрямку. Такі ділянки польоту звичайно називають пасивними. На пасивних ділянках траєкторії літальний апарат знаходиться в стані практичної невагомості, інакше-нульової гравітації.

В умовах невагомості рідина повністю розтікається по внутрішній поверхні бака, утворюючи сферичний паровий пузир. Пузир займає відносно забірному отвору у порожнині паливного баку довільне положення. З підвищенням температури поверхневе натягнення рідини зменшується і паровий пузир переміщується до найбільш нагрітої поверхні бака і знаходиться біля неї. Це явище є важливим для вирішення питань, що пов'язані з орієнтацією баків з рідкими компонентами, оскільки у випадку, коли найбільш нагріта поверхня бака розташовується поблизу забірної пристрою, газ наддуву концентрується саме в цьому районі. Концентрація газу наддуву в районі забірної пристрою може привести до зриву повторного запуску двигуна, оскільки для запуску потрібна гарантована витрата рідкого компоненту без газових включень.

Для рішення даного питання використовують системи забезпечення запуску двигуна в умовах невагомості, що поділяються на системи:

- з використанням предстартового імпульсу, за рахунок чого утворюється переваження, яке переважає міжмолекулярні сили, такі як адгезія, когезія і поверхневе натягнення, і під дією якого паливо перетікає до забірної отвору;
- з використанням механічних засобів, які відокремлюють газове середовище від палива за рахунок пластичних матеріалів.

Для космічних апаратів важливими критеріями є маса та кількість запусків двигуна. В даній роботі проведений порівняльний аналіз двох типів систем забезпечення запуску двигуна в умовах невагомості, а саме системи з використанням передстартового імпульсу та механічної за допомогою мембрани.

У ході дослідження було виявлено, що система з використанням мембрани є більш доцільною по критерію мінімізації маси космічних апаратів у випадку багаторазового запуску двигунної установки. У разі одноразового запуску двигуна в умовах невагомості система з використанням предстартового імпульсу є більш доцільною.

Я. В. Шестерньов, студент; В. Ю. Шевцов, доцент;
 Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: wedonikaneo@gmail.com

ЛОГІСТИЧНА СХЕМА ВІДПРАВКИ РЕСУРСІВ НА МІСЯЦЬ

Основною проблемою серед існуючих проектів організації регулярної поставки необхідних ресурсів у місячну колонію є значні паливні витрати на маневрування та гальмування багаторазових транспортних космічних систем. З метою мінімізації енергетичних затрат запропонована наступна логістична схема (мал.1):

1. Ракета-носієй виводить корисний вантаж (КВ) з дорозгінним ступінем (ДРБ) на низьку навколосезну орбіту:

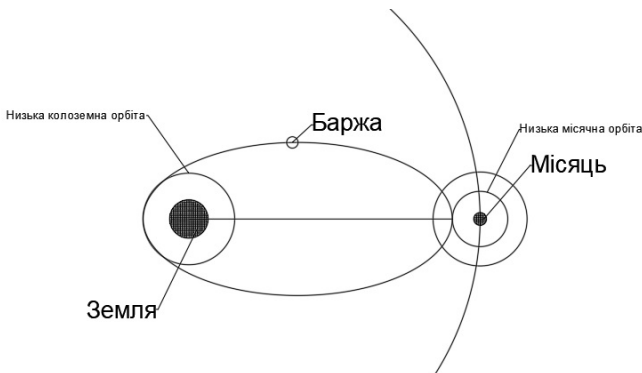
2. ДРБ стикує КВ з іншим космічним апаратом – «баржою», що рухається по еліптичній орбіті, апогей якої знаходиться у полі тяжіння Місяця;

3. Третій космічний апарат, що рухається по коловій траєкторії у сфері тяжіння Місяця, «забирає» КВ з баржі і доставляє його на поверхню Місяця.

Час руху до запропонованої траєкторії польоту набагато менший за час обертання Місяця навколо Землі. За проведеними розрахунками час руху «баржі» має «вкладатись» ціле число раз в час оберту Місяця, а тому в роботі запропонована еліптична траєкторія «баржі» з наступними параметрами:

- велика піввісь орбіти - 183000 км;
- період обертання - 9 діб;
- точка перигею знаходиться на низькій навколосезній орбіті Землі;
- точка апогею знаходиться у полі тяжіння місяця.

Дана логістична схема дозволяє забезпечити відправку необхідних ресурсів кожні 27 діб.



Мал. 1. Логістична схема відправки ресурсів на Місяць

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНОВОЧНИХ СХЕМ(ККС) ПАЛИВНИХ БАКІВ ДОРОЗГІННИХ СТУПЕНІВ З РІЗНИМИ ВІДНОСНИМИ ЗАПАСАМИ ПАЛИВА НА БОРТУ

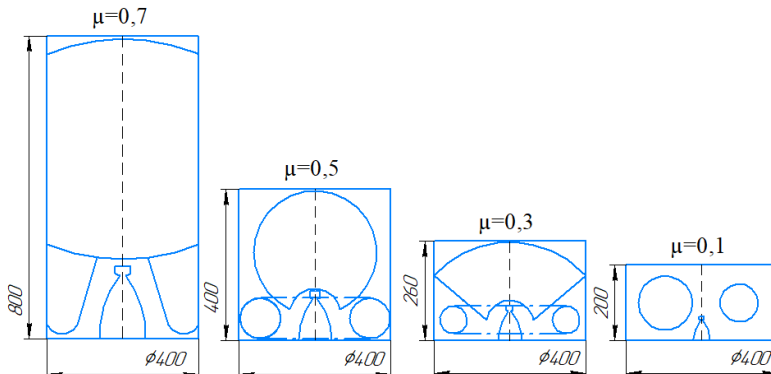
Одним з напрямів еволюції ККС дорозгінних ракетних блоків (ДРБ): ракет-носіїв за критерієм мінімізації маси конструкції є її «ущільнення». В першу чергу проблема саме ДРБ, в якому, в залежності від розрахунку відносних запасів палива, об'єми паливних баків змінюються від незначних, по відношенню до габаритів носія, до розмірів відповідаючих бакам маршових ступенів. Відповідно має змінюватись і геометрія паливних баків з тим, щоб якомога щільніше заповнити простір компоновки і зменшити загальну масу силових конструкцій.

Для визначення найбільш раціональним форм паливних баків був проведений аналіз можливих ККС ДРБ РН близьких за параметрами до РН «Зеніт», а саме: з масою корисного вантажу 15 т і діаметром РН 4 м. При цьому, в залежності від висот робочих орбіт, відносні запаси палива приймалися відповідно, $\mu=0,1$; $0,3$; $0,5$; $0,7$, а щільність компоновки 1 т/м^3 .

Як показали розрахунки, основані на статичних даних висота Н відсіку компоновки змінювалась від 8 м для $\mu=0,7$, до 2 м, при $\mu=0,1$. Маючи розрахунки об'ємів палива і розміри циліндрів-відсіків компоновки ДРБ, шляхом комбінації різних геометричних форм визначалась найбільш раціональна форма паливних баків за критерієм щільності компоновки. Найбільш прийнятною комбінацією при $\mu=0,7$ ($H=8 \text{ м}$), виявилась пара «циліндр-тор», при $\mu=0,5$

($H=4 \text{ м}$)- пара «сфера-тор», при $\mu=0,3$ ($H=2,6 \text{ м}$)- пара «сегмент-конус» і «тор», при $\mu=0,1$ ($H=2 \text{ м}$)- сферична форма паливних баків.

Запропоновані ККС ДРБ можуть змінюватись в залежності від діаметра РН і умов компоновки, але запропонована в роботі методика вибору найбільш раціональних ККС може застосовуватись до всіх РН без винятку.



13

Производство летательных аппаратов: новые решения и технологии

Координаторы:

Бондаренко Олег Витальевич,

доцент кафедры технологии производства ДНУ имени Олеся Гончара, кандидат технических наук

Желтов Павел Николаевич,

начальник отдела научных исследований НЦАОМ имени А. М. Макарова

О. С. Бабалюк, студент; О. В. Кулик, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: Shuric2704@gmail.com

ВИМІРЮВАННЯ ОБ'ЄМІВ ЄДИНИХ ПАЛИВНИХ ВІДСІКІВ РАКЕТНИХ БЛОКІВ КОСМІЧНИХ СТУПЕНІВ РАКЕТ-НОСІЇВ ПНЕВМАТИЧНИМ МЕТОДОМ

Вимірювання об'ємів і тарування – одна із важливих операцій виготовлення паливних баків ракет-носіїв, метою якої є визначення дійсного об'єму ємності баку і особливостей його заповнення або випорожнення компонентами палива. Практично для всіх конструкцій баків ракетних блоків першого і другого ступенів операція тарування з одночасним вимірюванням об'єму баків виконується за допомогою гідравлічного методу. Але існують конструкції баків, в першу чергу ракетних блоків космічних ступенів, для яких тарування методами з використанням рідин не можливе, або навіть заборонене. В роботі представлено альтернативний метод проведення тарування, принципово відмінний від гідравлічного.

Мета цієї роботи – дослідити пневматичний метод вимірювання об'ємів ємностей. Дослідження проводиться на прикладі єдиного паливного відсіку ракетного блоку космічного ступеню ракети – носія «Циклон – 4». Особливістю конструкції є те що він являє собою складну єдину сферо-конічну конструкцію з проміжним днищем. Також на днищах порожнин відсіку встановлені капілярні стабілізатори – засоби забезпечення суцільності компонентів палива. Саме через ці вузли існують обмеження у виборі методів визначення об'ємів.

Пневматичний метод вимірювання об'ємів розроблений на основі рівнянні стану ідеального газу, що встановлює залежність між тиском, об'ємом та абсолютною температурою газу під час вимірювання. Методика вимірювання базується на дослідженні і аналізі ізохорних процесів, під час яких в постійному об'ємі еталонних ємностей і баків паливного відсіку змінюються тиск та температура контрольного газу. Процес включає перепуски контрольного газу із еталонних ємностей до вимірювальних порожнин баків, витримки для стабілізації стану газу, реєстрацію високоточними датчиками макроскопічних змін параметрів до перепуску контрольного газу та після нього.

Після проведення усіх вимірювань проводять розрахунки об'ємів відсіку за формулою Менделєєва – Клапейрона з урахування усіх поправочних коефіцієнтів та реєстрованих параметрів для кожної вимірювальної ємності, і оформлюють протоколи.

Пневматичний метод вимірювання об'ємів ємності є менш точним порівняно з гідравлічними методами, потенційно небезпечніший через використання газу під тиском та триваліший час його стабілізації. Але попри всі недоліки, для обраного паливного відсіку він є найбільш доцільним.

С. С. Бабалюк студент; М. С. Хорольський к.т.н., с.н.с., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: seregababalyuk@gmail.com

ЗАЛЕЖНІСТЬ РОБОТОЗДАТНОСТІ ГУМОМЕТАЛЕВИХ КЛАПАНІВ ВІД ПАРАМЕТРІВ СИЛОВОГО ВПЛИВУ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Гумометалеві клапани (ГМК), повинні забезпечувати герметизуючу здатність в закритому і мінімальний гідравлічний опір у відкритому положеннях. Так, від ГМК запірних клапанів потрібна тривала циклічна довговічність без руйнування гумового ущільнювача, тоді як ГМК запобіжних клапанів знаходяться, в основному, в закритому положенні, для яких характерними вимогами є підтримка стабільності робочих параметрів при спрацюванні клапанів. Герметизуюча здатність ГМК досягається за рахунок вдавлювання сідла в гуму при прикладенні заданого зусилля. Для забезпечення герметизації ГМК в клапані прямої дії необхідно, щоб питоме зусилля притиснення затвора було завжди більше питомого зусилля, яке прагне віджати затвор. Тобто, тиск робочого середовища повинне бути меншим критичного ($P_{кр}$) тиску, при якому відбувається розгерметизація. Для герметизації клапана зворотної дії необхідно забезпечити мінімальне зусилля притиснення, що забезпечує деформацію мікрорельєфу. Зі збільшенням тиску робочого середовища герметизуюча здатність зворотного клапана збільшується. Процес руйнування елементу ущільнювача в динамічних умовах роботи відбувається як при відкритті, так і при закритті ГМК. У першому випадку напружено-деформований ущільнювальний елемент піддається тільки ерозійному впливу повітряного потоку, в другому - воно супроводжується ще й ударним впливом сідла по ущільнювальному елементу. Тобто, механічний вплив є активатором ерозійного руйнування і навпаки: повітряний потік прискорює появу макроруйнувань при механічному впливі. Очевидно, що роль кожного із зазначених факторів у загальному механізмі руйнування елементу ущільнювача буде визначатися співвідношенням питомої критичної потужності повітряного потоку і енергії удару. В статичних умовах ударні механічні навантаження відсутні, проте ерозійне руйнування спостерігається при тих же параметрах повітряного потоку. Вирішальну роль на механізм руйнування надає тривалість впливу градієнта тисків і повітряного потоку при спрацюванні ГМК. Тому м'які гуми з невеликим комплексним показником А навіть за короткий час дії повітряного потоку великої потужності встигають досягти граничних деформацій (вдавлювання в зазор), при яких утворюється початкове руйнування. Зі збільшенням комплексного показника А втомлення гуми відбувається повільніше внаслідок меншої амплітуди деформації ущільнювача клапану, що має кращу здатність чинити опір ударним навантаженням і ерозійному впливу.

ОБРОБКА ЗОВНІШНІХ ЦИЛІНДРИЧНИХ ПОВЕРХОНЬ В УМОВАХ РІЗНИХ ТИПІВ ВИРОБНИЦТВА

У сучасній ракетно-космічній техніці широко представлені деталі, які мають зовнішні поверхні обертання. Серійність випуску таких деталей може коливатися від одиниць до десятків тисяч на рік. Прикладом такої зміни типу виробництва є випуск дослідних партій виробів, серійне виробництво та в разі необхідності розгортання масового виробництва. Вироби, виготовлені за умов різних типів виробництва, повинні мати однакові технічні характеристики. З точки зору обробки зовнішніх поверхонь обертання основними параметрами є точність форми та розмірів, шорсткість та хвилястість поверхні. Деталі можуть бути виготовлені з різних матеріалів: сталей, алюмінієвих, мідних, титанових та інших сплавів, металевих, полімерних, вуглець-вуглецевих композиційних матеріалів. Заготовки для деталей можуть виготовлятися різними способами.

Завданням дослідження було обґрунтування конструкції та способу отримання заготовки за допомогою розрахункового визначення припусків на обробку.

Для отримання необхідної форми та розмірів заготовки на основі технічних вимог до деталі визначали технологічний маршрут її виготовлення, значення операційних припусків і режими різання. Далі встановлювали залежність між режимами різання та шорсткістю поверхні. Припуски призначали табличним методом та порівнювали з отриманими в результаті розрахунків за даними довідникової літератури. Далі результати розрахунків перевіряли обробкою заготовок зі сталі 45 на токарно-гвинторізному верстаті 16К20. Фізико-механічні властивості сталі 45 можуть бути змінені у широкому діапазоні за допомогою термічної обробки, що дозволило моделювати обробку високоміцних сталей. Обробку здійснювали різцями з ріжучою частиною з твердих сплавів Т15К10 та Т15К6 вітчизняного виробництва. Заготовки закріплювалися у центрах та трикулачковому самоцентруючому патроні.

В результаті досліджень було визначено, що отримані аналітичним способом операційні і сумарні припуски в 1,5-2 рази менші, ніж отримані табличним способом для всіх умов закріплення заготовки. Використання точних заготовок забезпечує значну економію матеріалу та трудовитрат у випадку великосерійного та масового виробництва. В умовах середньосерійного виробництва економічний ефект буде дещо меншим. В умовах одиничного виробництва доцільно використовувати заготовки простої форми та призначати припуски на їх обробку табличним методом.

А. О. Бузовера студент; В. С. Бездельный зав. ПЦК; Г. Н. Довганюк зав. лабораторией.
Колледж ракетно-космического машиностроения Днепровского национального
университета имени Олеса Гончара
E-mail: dovik@i.ua

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ И ОБОРОННОЙ ОТРАСЛЯХ

Создание современной конкурентоспособной ракетно-космической и оборонной техники сегодня требует новых материаловедческих и конструкторских решений, освоения новых перспективных технологий, а также современной производственной базы. Использование аддитивных технологий — один из примеров того, как новые разработки и оборудование могут существенно улучшать традиционное производство. В аэрокосмической и оборонной отраслях сейчас особое внимание уделяется «выращиванию» деталей из металлов и композитных материалов с помощью аддитивных технологий. С этой целью в 2015 году в КБ «Южное» началась организация опытного производства – именно тогда в рамках коммерческих контрактов в КБ появилась возможность покупать и осваивать новое оборудование. Сейчас можно говорить о новом этапе этого процесса: на предприятии создан целый комплекс, который еще будет расширяться, но уже сейчас тут внедряются новейшие технологии создания узлов и деталей ракетно-космической техники из полимерных композиционных материалов, что позволяет уменьшить массу конструкции, улучшив при этом ее механические характеристики.

Аддитивные технологии производства позволяют изготавливать любое изделие послойно на основе компьютерной 3D-модели. Такой процесс создания объекта также называют «выращиванием» из-за постепенности изготовления. Если при традиционном производстве вначале мы имеем заготовку, от которой потом отсекаем все лишнее, либо деформируем ее, то в случае с аддитивными технологиями из аморфного расходного материала выстраивается новое изделие. В зависимости от технологии, объект может строиться снизу-вверх или наоборот и получать при этом различные свойства.

При использовании аддитивных технологий все стадии реализации проекта от идеи до материализации находятся в единой технологической цепочке, в которой каждая технологическая операция выполняется в цифровой CAD/CAM/CAE-системе. Практически это означает реальный переход к «бесбумажным» технологиям, когда для изготовления детали традиционной бумажной чертёжной документации в принципе не требуется.

Первые аддитивные системы производства работали главным образом с полимерными материалами. Сегодня 3D-принтеры, олицетворяющие аддитивное производство, способны работать с любыми материалами: инженерными пластиками, композитными порошками, различными типами металлов, керамикой, строительными материалами. Сейчас аддитивные технологии активно используются в машиностроении, промышленности, науке, образовании, проектировании, медицине, строительстве, литейном производстве и многих других сферах.

А. Е. Ведерников, начальник группы; С. А. Сенча, начальник отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М. К. Янгеля
E-mail: catblues87@gmail.com

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ СБОРКИ СИСТЕМ ОТДЕЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

В обеспечении требований к качеству и надежности системы отделения космического аппарата (КА) важную роль выполняет использованием специальных приспособлений при монтаже бандажного устройства крепления (БУК). БУК КА широко применяются в качестве систем отделения в ракетах космического назначения (РКН) разработки ГП «КБ «Южное». Чтобы гарантировать надежное отделение КА с минимальными возмущениями необходимо при сборке БУК обеспечить равномерное распределение усилия натяжения в бандажных поясах. Приспособление обжимное спроектировано и внедрено для обеспечения равномерного обжатия бандажных поясов при сборке БУК и относится к устройствам сборки и разборки металлических узлов КА.

Исходя из требования к равномерности обжатия бандажных поясов БУК при стыковке КА с адаптером РКН предложена конструкция обжимного приспособления, включающая в себя прижимные механизмы, расположенные по окружности симметрично плоскости стыка бандажных поясов и закреплённые на подставке с регулируемыми опорами. Разработана специальная технология монтажа БУК как в условиях цеховой сборки, так и в условиях монтажно-испытательного комплекса на космодроме, согласно которой работа приспособления осуществляется следующим образом: на плиту подставки устанавливается БУК КА и фиксируется с помощью крепежных элементов. После предварительной фиксации бандажных поясов на фланцах соединяемых колец (нижнего и верхнего) осуществляется обжатие с помощью прижимных механизмов в несколько этапов с постепенным повышением усилия прижатия. Затягивание осуществляется с помощью моментного ключа в определенной очередности прижимных механизмов с расчетным моментом затяжки, в результате чего создается равномерное радиальное прижимное усилие, которое передается на бандажный пояс.

При сборке БУК обжатие бандажных полуколец с помощью прижимных механизмов обжимного приспособления позволило получить более равномерное распределение усилия натяжения бандажных полуколец по их длине и обеспечить разницу по величине усилия в центре полукольца и местах стяжки пирозамками не более 15%. Дополнительно обеспечивалась безопасность сборки: прижимные механизмы обжимного приспособления предохраняли персонал и оборудование от несанкционированного разлета бандажных полуколец.

В результате получили его технологичную и эргономичную конструкцию, при этом обеспечены простота конструкции и изготовление из общедоступных материалов. Достижение равномерного усилия натяжения обеспечивает большее суммарное усилие стягивания стыка КА с РН, что позволяет при тех же габаритах БУК увеличить вес полезной нагрузки на 20-30%. Конструкция данного приспособления защищена патентом Украины.

А. Р. Гвоздик, студентка; Е. В. Карпович, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: nastik.gvozdik@gmail.com

3D ПЕЧАТЬ ЭЛАСТИЧНЫМИ ПЛАСТИКАМИ

Возможность производства ударостойких и эластичных деталей из полимерных материалов методом FDM технологий, является актуальной задачей, так как позволяет изготовить изделия различных конфигураций без применения сложной оснастки.

За счет своей универсальности 3D печать FDM может использоваться практически в любых целях. А благодаря возможности постобработки (покраски, шлифовки, покрытие лаком) готовых изделий сферы ее применения расширяются еще больше.

К деталям, воспринимающим динамические нагрузки, относятся: корпуса квадрокоптеров и несущие детали малогабаритных роботов. К гибким функциональным изделиям относятся: разъемы (гибкие), прокладки, изоляторы, подошвы обуви, оригинальная эластичная упаковка и тара.

Такие детали можно изготовить из пластиков ABS, Flex, Elasthan.

Однако в процессе печати возникают сложности, которые зависят от многих факторов:

- Конструкция принтера;
- Режимы печати;
- Адгезия к рабочей поверхности и др.

Целью работы является определение параметров печати, обеспечивающих стабильность процесса и требуемого качества печати изделия.

Трудности, возникающие при печати: забивание экструдера; коксование сопла пластиком; деформация прутка пластика в подающей тефлоновой трубке.

При 3D печати методом FDM эластичных деталей, существует множество недостатков препятствующих широкому использованию в промышленных масштабах.

В ходе экспериментальных исследований было выявлено, что режимы печати значительно отличаются и зависят от системы подачи пластика. Для боуден системы определены такие параметры как длина трубки скорость печати, температура, способ адгезии к платформе.

В. О. Даниленко, студент; О. В. Карпович, к.т.н., доцент;
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: DVO2012@i.ua

ВПЛИВ ТЕМПЕРАТУРНИХ ФАКТОРІВ НА ГЕОМЕТРИЧНУ ТОЧНІСТЬ ДЕТАЛІ, ОТРИМАНОЇ FDM ТЕХНОЛОГІЄЮ

В процесі FDM друку деталь, що синтезується, піддається впливу температури платформи та сопла, а також тепловим повітряним потокам, які виникають в результаті руху механізмів принтера. Основний вплив здійснюють нагрівальна платформа та розігріте сопло екструдера. В результаті FDM деталь нагрівається нерівномірно, що призводить до деформацій та спотворення геометрії, особливо у процесі охолодження. У зв'язку з цим виникає необхідність дослідити вплив основних джерел тепла на геометричні параметри деталі, виготовленої з полімерних матеріалів за технологією FDM.

Аналіз літератури за даною темою показав наявність великої кількості експериментальних даних, в яких вказані основні дефекти геометрії деталі та ймовірні причини їх виникнення. Також є розрахункові методики, які реалізовані у програмних пакетах CAE різними компаніями. Але вони є дорогі і потребують додаткового вивчення та експериментальної перевірки. Також виробниками програмних пакетів не вказується, яка математична модель закладена для розрахунку. Тому виникає необхідність у розробці власної чисельної моделі та її експериментальної перевірки стосовно конкретних умов синтезу деталі за FDM технологією.

Метою роботи була побудова моделі впливу температур на геометрію виробу. Розрахунки проводилися в модулі Simulation системи Solidworks 2017 методом кінцевих елементів. Для розрахунку була обрана деталь з розмірами 40x40x40 мм та платформа 200x200x2 мм; матеріал виготовлення деталі – полімерний пруток HIPS, платформа – алюміній 6061, температура платформи – 373 К, температура сопла – 503 К, навколишнє середовище 293 К. Спочатку було проведено розрахунок розподілу температур, на базі якого було розраховано деформацію деталі. Розрахунок проводився у стаціонарній постановці.

В результаті розрахунку визначено пружно-деформований стан деталі на початку викладення шарів, наприкінці друку та після охолодження деталі. Встановлено, що найбільші напруження виникають на краях деталі, що може привести до відшарування деталі від платформи, розриву шарів у тілі деталі або до критичного змінення геометрії деталі. Виявлено, що найвпливовішим фактором на геометрію деталі є різниця температур між платформою та навколишнім середовищем.

В. О. Дергач, студент; О. В. Бондаренко, к.т.н., доцент
Днепровский национальный университет им. Олеся Гончара, Днепр, Украина
E-mail: vdergach79@gmail.com

ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «ВАЛ-РОБОЧЕ КОЛЕСО» ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

У машинобудуванні широко розповсюджені деталі типу «вал-шестерня». Виконання зубчастого колеса та валу як суцільної деталі підвищує жорсткість та зменшує люфти у зубчастій передачі. У ракетно-космічній техніці зубчасті колеса у будь-якому вигляді використовуються дуже обмежено. Набагато ширше використовуються деталі, в яких поєднані вал і робоче колесо з турбінними лопатками і ободом чи без обода. Такі деталі можуть використовуватися у турбонасосних агрегатах, приводах гарячих газів та газогідравлічних приводах. У газогідравлічних приводах можливе використання деталей, в яких поєднано вал, робоче колесо з лопатками, яке сприймає енергію струменя газу та шестерня, яка приводить у дію шестеренчастий насос гідравлічного приводу, наприклад аеродинамічних рулів.

У ракетно-космічній техніці для виготовлення деталей типу «вал-робоче колесо» можуть бути застосовані феритні леговані хромом сталі, зокрема 20X13, нержавіючі сталі, такі як 06X16H6Б, сплави на основі нікелю та інші. Ці матеріали достатньо серйозно відрізняються за показниками оброблюваності тиском, різанням та електрофізичними методами. «Вал» обробляється за традиційними для будь-яких валів технологічними маршрутами. Зубчасті вінці обробляються кінцевими чи дисковим і модульними фрезами, черв'ячними фрезами, довбьяками, шліфуються. Турбінні лопатки можуть оброблятися фрезеруванням, якщо обід відсутній або приєднується до лопаток паянням або зварюванням.

В разі виконання обода як одного цілого з лопатками обробити лопатки різанням лезовим інструментом неможливо. В цьому випадку обробити лопатки різальним інструментом майже неможливо. Для обробки таких внутрішніх поверхонь може бути застосована електроерозійна та піскострунева обробка. В разі необхідності можуть бути застосовані технологічні процеси об'ємної та поверхневої термічної (хіміко-термічної) обробки. Таким чином, поєднання різноманітних технологічних процесів дозволяє виготовити такі складні деталі, як «вал-робоче колесо».

А. Ю. Єфанов студент; М. С. Хорольський к.т.н., с.н.с., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: efanov.anatoliy95@gmail.com

ВПЛИВ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ І СПОСОБУ ВИГОТОВЛЕННЯ НА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ ГУМОМЕТАЛЕВИХ КРОНШТЕЙНІВ

В об'єктах ракетно-космічної техніки використовується значна кількість гумотехнічних виробів різноманітного призначення завдяки властивостям гуми як високоеластичного конструкційного матеріалу. При цьому гума порівняно з металевими матеріалами має модуль що на чотири порядки менше ніж у металевих і може в сім разів менше густину. Це дає змогу використовувати гуму для виготовлення гумометалевих кронштейнів (ГМК). Враховуючи те що ГМК повинні мати мінімальну масу, в них, як правило використовується тонкостінна металева арматура. Для надійного виконання ГМК заданих функцій в ньому потрібно забезпечити високу міцність зв'язку гуми з металом, яка досягається комплексним підходом з урахуванням конструкційних, технологічних і експлуатаційних властивостей ГМК. На поточний момент один з найбільших способів підвищення міцності зв'язку гуми з металом є кріплення гуми до завчасно підготовленої за спеціальної технології металевої арматури піскостуминним способом, або електрокорундним зернистістю 80-120 мкм. Але було помічено, що у ГМК міцність зв'язку гуми з металом значно нижча ніж на стандартних зразках за ГОСТ 209. При цьому параметри міцності кріплення ГМК до об'єкту без урахування старіння відрізняється між найбільшим та найменшим значенням більше ніж у 2,5 рази з різним характером руйнування. Саме ці обставини і слугували основою для постановки відповідних досліджень напружено-деформованого стану арматури (НДС) ГМК і неприлягання на кінцівках до об'єкта і арматури. В якості об'єктів дослідження були вибрані натурні ГМК, макетна арматура аналогічних розмірів і стандартні зразки за ГОСТ 209. В результаті досліджень отримані залежності міцності зв'язку гуми з металом від величини деформації на спеціально підготовлених стандартних зв'язках, що імітують НДС в реальних ГМК, та запропоновано спосіб підвищення якості кріплення ГМК до об'єкту в 2,5 рази.

А. Ю. Загрибельский, магистр; В. С. Коротков к.т.н., доцент
Днепропетровский государственный технический университет
E-mail: kvs55dn@mail.ru

ИСПЫТАНИЕ ТОКАРНЫХ СТАНКОВ С ЧПУ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ НАДЕЖНОСТЬ

При длительной эксплуатации станков с ЧПУ от действия различных факторов снижаются возможности металлорежущих станков по обеспечению требуемой точности и качества обработки поверхностей деталей. В условиях производства своевременное выявление недопустимых отклонений характеристик станка позволяет предпринять соответствующие меры по их устранению

Одним из эффективных методов контроля характеристик станков является их периодическое испытание с помощью различных диагностических устройств по специальным методикам.

Для испытаний токарных станков с ЧПУ на технологическую надежность в условиях производства разработано мобильное устройство [1], которое позволяет имитировать в широких пределах рабочие нагрузки и определять податливость элементов технологической системы. По управляющей программе или в ручном режиме при помощи нагружающего устройства, закрепленного в резцедержателе станка, создается имитационное усилие, которое прикладывается к установленному на станке нагружаемому валу. Нагружаемые диски с контактными поверхностями, могут устанавливаться на валу в различных местах рабочей зоны станка, что позволяет имитировать действие рабочих нагрузок при обработке различных по габаритам деталей.

Величины упругих отклонений элементов технологической системы при имитации нагрузок измеряются датчиком линейных перемещений. Полученные результаты испытаний поступают в компьютер (ноутбук) и обрабатываются по специальной программе.

Использование испытательного устройства не требует каких-либо изменений конструкции металлорежущих станков, а программа испытаний подготавливается в соответствии с поставленными задачами.

Полученные данные испытаний могут быть использованы для прогнозирования ожидаемых отклонений обработки на различных режимах, например, при подготовке управляющей программы обработки. Путем введения предварительных поправок в траекторию движения формообразующего инструмента можно компенсировать возникновение упругих деформаций, что позволяет повысить геометрическую точность обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пристрій для імітації навантажень в металорізальних верстатах. Патент на корисну модель №126657 В23 В25/06, 2018.

Є. М. Кожушкін, студент; О. В. Бондаренко, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: *EgorKoz@outlook.com*

ОСОБЛИВОСТІ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «КАЛІБР» ДЛЯ ХОЛОДНОГО ПРОКАТУВАННЯ ТРУБ

Калібр для холодного прокатування труб (ХПТ) є інструментом стану холодної прокатки труб для виготовлення труб круглого перетину. Холодна прокатка труб здійснюється на станах холодної прокатки валкового (ХПТ) і роликowego (ХПТР) типу. Під час роботи трубний інструмент піддається великим навантаженням. Такі навантаження витримують ресорно-пружинні сталі. З огляду на технічні вимоги до деталі для неї можливий лише один метод отримання заготовки – кування у підкладних штампах, за допомогою якого отримуємо заготовку з необхідними параметрами.

Найголовнішим елементом деталі є струмок, завдяки якому виконується прокатка труби. Для виготовлення струмка калібру використовується допоміжна документація, яка використовується в обробці усіх деталей типу «калібр». Особливістю виготовлення струмка є велика точність, яку ми отримуємо на високоточних верстатах зі спеціальним інструментом та оснащенням. Для отримання деталей типу «калібр» розроблена спеціальна конструкторська і технологічна документація. Особливістю таких деталей є наявність основних методів обробки: точіння, фрезерування, шліфування, свердління. Весь трубний інструмент піддається складній термічній обробці, для забезпечення необхідної твердості та стійкості в процесі виготовлення трубної продукції.

Завдяки використанню високоточних верстатів, інструменту та оснащення, спеціально розроблених технологічних процесів, об'ємної термічної обробки та високоякісної сталі, виготовляються калібри, які під дією великих механічних навантажень та температур протягом тривалого періоду часу забезпечують виробництво прецизійних труб.

І. Є. Коханович, студент; І. І. Карпович, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет ім. О. Гончара
E-mail: ivaaankoo@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРСПЕКТИВ ВИКОРИСТАННЯ АДИТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ПРОЦЕСІ ВИГОТОВЛЕННЯ МАЛОГАБАРИТНИХ КОРПУСІВ ПАЛИВНИХ БАКІВ РАКЕТ-НОСІЇВ

На теперішній час виготовлення малогабаритних корпусів паливних баків ракет-носіїв здійснюється за складною технологією.

Основною операцією в технологічному процесі виготовлення корпусів паливних баків вафельної конструкції є «фрезерування вафельного фону». Вона виконується на спеціальному програмному верстаті з трьома або шістьма фрезерними головками, які працюють одночасно.

Та окрім складності виготовлення, при застосуванні даного методу коефіцієнт використання матеріалу (КВМ) низький, він може становити 25-30%, потребує багато часу на виготовлення.

Аналіз науково-технічної літератури показав, що технологічні операції аналогічні «фрезеруванню вафельного фону» не дають збільшення КВМ. Тому виникає ідея виготовлення вафельного фону корпусу бака ракети-носія за допомогою адитивних технологій, а саме, використання методу поступового додавання матеріалу.

Дана технологія EBF-методика (електронно-променева плавка) розроблена фахівцями NASA для виготовлення високоякісних деталей ракетної техніки. В якості матеріалу, що наплавляється, може використовувати алюмінієві сплави. В результаті друку отримується практично готовий виріб, який має точну геометричну відповідність до віртуального прототипу (3D-моделі), а коефіцієнт використання матеріалу наближений до 100%.

Для змоги використання даного методу у виробництві, необхідно розробити і збудувати 3D-принтер, який є основним обладнанням, персональний комп'ютер і програмне забезпечення для створення тривимірної моделі.

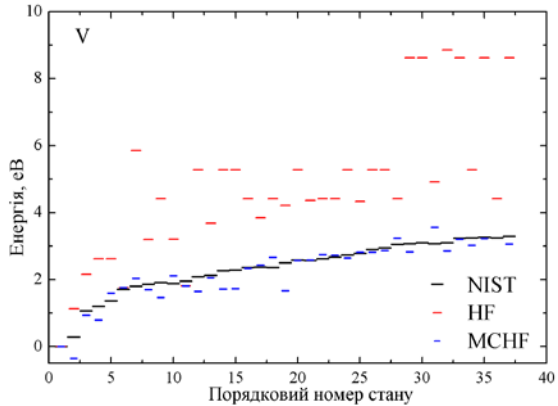
Окрім корпусу з вафельним підкріпленням, даним способом можливо виготовляти і корпус бака панельного типу. Це, в свою чергу, може призвести до непотрібності у технологічній операції «складання-зварювання панелей бака», яка потребує багато часу, велику кількість персоналу та складного обладнання.

Також можливо використовувати даний метод у виготовленні силового набору – стрингерів та шанпоутів.

А. А. Кочемба, аспірантка; В.Ю. Лазур, д.ф.-м.н., професор
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
E-mail: alicekochemba2005@gmail.com

РОЗРАХУНКИ СТРУКТУРИ АТОМА ВАНАДІУ В НАБЛИЖЕНІ ХАРТРИ-ФОКА

Дослідження елементарних процесів, що відбуваються в процесі зіткнення атомних часток, їх точність та повнота базуються, в першу чергу, на точності і обширності розрахунків атомної структури. Подібні квантово-механічні структурні розрахунки атомних



часток мають, крім суто прикладного, також і фундаментальне значення і слугують для перевірки тих чи інших аспектів теорії. Прецизійні методи розрахунку структури атомних систем є необхідними як для встановлення властивостей складних атомів та іонів з відкритими оболонками, так і для їх подальшого використанні в задачах розсіяння „електрон + атом”.

Для розрахунку перерізів розсіяння електронів на атомі ванадію, з використанням багатоконфігураційного методу Хартрі-Фока [1], нами проведені розрахунки базисних станів $3d^4(^5D, ^3H, ^3P, ^3F, ^3D, ^3G, ^1G, ^1I, ^1D) 4s, nl$ ($n = 3, 4, 5, 6, 7, l = 0, 1, 2, 3, 4$), $3d^3(^4F)4s4p(^3P)$, $3d^5$ та $3d^4(^5D)4p$ (з усім спектром можливих термів двох останніх конфігурацій) необхідних для подальших розрахунків процесів $e - V$ - розсіяння. На рисунку наведена схема розміщення енергетичних порогів збудження E_{exit} атома ванадію за даними NIST [2] в порівнянні з нашими одноконфігураційними HF-розрахунками енергій спектроскопічних рівнів та багатоконфігураційними MCHF-розрахунками. Точність отриманих БКХФ-енергій збудження станів для іона атома ванадію переважно становить $\sim 0.02-0.8$ еВ, що дає змогу використати отримані енергії та хвильові функції в розрахунку розсіяння $e - V$.

1. Froese Fischer C. Comput. Phys. Commun. – 1991. – V. 64, No 3. – P. 369–398.

2. Kramida, A., Ralchenko, Yu., Reader, J., and NIST ASD Team (2015). *NIST Atomic Spectra Database* (ver. 5.3). [Online]. Available: <http://physics.nist.gov/asd> [2019, January 18]. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD.

М. Н. Кравченко, магистр; В.С. Коротков, к.т.н., доцент
Днепровский государственный технический университет
E-mail: kvs55dn@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ НА СТАНКАХ С ЧПУ

Титан и титановые сплавы широко применяют в авиационной отрасли, в особенности при изготовлении деталей шасси самолетов. Это объясняется сочетанием таких ценных качеств материала как легкость и высокая удельная прочность, коррозионная стойкость, технологичность при обработке давлением и свариваемость, холодостойкость, немагнитность и ряд других ценных физико-механических характеристик.

Изготовление деталей сложной конфигурации из титановых сплавов с повышенными технологическими требованиями часто выполняют на фрезерных станках с ЧПУ. Управляющую программу (УП) металлообработки подготавливают с использованием средств автоматизации (CAD/CAM системы) с возможностью моделирования формообразования поверхностей конкретным инструментом. Такой подход позволяет контролировать последовательность выполнения технологических переходов, но не дает объективной картины по качеству обрабатываемых поверхностей.

Как известно [1], обработка резанием титановых сплавов сопряжена с возможным образованием недопустимых уплотнений материала от действия сил резания и образования дефектного альфированного слоя на поверхности деталей.

Для сведения к минимуму рисков образования отмеченных выше дефектов, разработана методика определения рациональных припусков для наиболее часто встречаемых видов обработки (контурного фрезерования внутренних и наружных поверхностей) инструментами из твердых сплавов и быстрорежущих сталей. Предложена также методика расчетов режимов резания для используемых инструментов, которая позволяет получить в определенных пределах рекомендуемые усилия резания.

При использовании современных станков с ЧПУ и возможности стабилизации рекомендованных скоростей резания, при изменении кривизны обрабатываемых поверхностей, создаются предпосылки и для контроля позникающих температур в зоне резания.

Практическое применение разработанных рекомендаций позволяет на стадии подготовки УП создавать условия для достижения высокой точности обработки и получения требуемого качества обрабатываемых поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Резников Н. И Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов. - М., 1972. - 200с.

М. Н. Кравченко, магистр; В. С. Коротков, к.т.н., доцент
Днепропетровский государственный технический университет
E-mail: kvs55dn@mail.ru

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ КОНТРОЛЬ ТОЧНОСТИ ФРЕЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СТАНКАХ С ЧПУ

При обработке деталей сложной конфигурации на станках с ЧПУ возникает необходимость периодически контролировать точность формирования размеров поверхностей, как на окончательных, так и на предварительных технологических переходах. Применение универсальных измерителей во многих случаях либо не возможно, либо не дают полной информации о формируемых погрешностях.

Применение измерительных (контактных) систем [1] с соответствующим программным обеспечением, позволяет автоматизировать процесс определения координат точек касания измерительной головки и поверхности детали. Однако, для случаев измерений пространственно-сложных поверхностей деталей необходимо «восстановить» по полученным точкам поверхность и сравнить ее с заданной. Кроме того, важно определить возможное отклонение размера и его направление, что бы в последующем учесть полученные данные для введения коррекции в траекторию движения инструмента.

Для решения задач автоматизированного контроля точности обработки сложных поверхностей деталей, разработана методика сравнения замкнутых плоских контуров [2]. Практическая реализация метода предполагает наличие первоначального описания обрабатываемого контура сплайнами, например, на стадии подготовки управляющей программы с использованием средств автоматизации (CAD/CAM системы). Для сравнения второй контур, координатные точки которого получены путем измерений, восстанавливается также сплайнами [3]. Качество полученных результатов контроля будет зависеть от количества точек и точности численных значений.

Контроль точности формирования размеров обрабатываемых поверхностей может быть применим на предварительных проходах для своевременного выявления отклонений размеров и введения коррекций в траекторию движения формообразующего инструмента.

ЛИТЕРАТУРА

- 1.Тромпет Г.М., Кувшинский В.В. Измерительные головки к многооперационным станкам // Станки и инструмент. 1986. - №8. - С.13 - 15.
2. Лигун А.А. Идентификация сложных плоских контуров деталей в условиях автоматизированного производства. / А.А.Лигун, А.А.Шумейко, В.С.Коротков. // НАУКА-ПРОИЗВОДСТВУ. Сборник статей. – К.: Изд-во «Вища школа», 1991. С.306 -311. (432с.).
3. Коротков В.С. Описание сложных контуров деталей на этапе подготовки управляющих программ / В.С.Коротков // 36. наукових праць ДДТУ (технічні науки). – Дніпродзержинськ: ДДТУ. – 2009. – Вип. №3 (13). – С26-29.

Ю. І. Лазарева, аспірант¹; І. В. Лазарев, викладач², Ю. В. Ткачов, к.т.н., доцент³

¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

²Дніпровський коледж ракетно-космічного машинобудування

³Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

E-mail: julialazareva1976@gmail.com

ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВАГОВОЇ ДОСКОНАЛОСТІ КОНСТРУКЦІЙ ТВЕРДОПАЛИВНИХ РАКЕТ

Завданням конструкторів в ракетобудуванні є зниження ваги конструкції ракетносія (РН), а якщо бути більш точним зменшення коефіцієнта вагової досконалості. У теорії цей коефіцієнт для сучасних ракетносіїв виконаних з металу хочуть довести до $\mu = 0.12 - 0.13$. Зменшення цього коефіцієнта пов'язане із застосуванням нових конструктивно-компонувальних рішень, а також з використанням нових матеріалів.

В даний час великі перспективи в ракето- та літакобудуванні пов'язують з композиційних матеріалів, з-за їх високих фізико-механічних характеристик і, в залежності від складу, великим спектром спеціальних властивостей.

Складність в ракетобудуванні на даному етапі технічного розвитку з цими матеріалами є те, що застосовуються вони в основному для РН з ракетним двигуном на твердому паливі (РДТТ), у яких, як відомо питомий імпульс двигунів менше, ніж у рідинних ракетних двигунів (РРД). Для виведення корисного вантажу на одну і ту ж орбіту, як відомо з теорії, необхідно у твердопаливних ракет на один щабель більше, ніж у рідинних ракет.

Ракетносіє з композитного матеріалу, теоретично може, вивести корисний вантаж на низьку навіколоземну орбіту (до 400 км), одноступінчастої ракетою з РДТТ. В даний час найчастіше, дана задача вирішується двоступінчастим РН з рідинним ракетним двигуном (ЖРД) і металевим корпусом.

Застосування композиційних матеріалів в ракетобудуванні для ракет з РДТТ може дати наступні переваги:

1. Значне зниження коефіцієнта вагової досконалості.
2. Рішення задач по виведенню корисного вантажу на низьку орбіту одноступінчастої ракетою з РДТТ, в той час, як це завдання може вирішити, тільки двоступенева металева ракета з РРД;
3. Можливість збільшення довжини камери згоряння ракетного двигуна, в разі використання сгораемого композитного корпусу РДТТ;
4. Вирішення екологічних завдань пов'язаних з космічним сміттям при застосуванні сгораемого композитного корпусу в ракетобудуванні.

И. М. Пиддубчишин, инженер - конструктор 2 категории; С. А. Сенча начальник отдела
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: igoreno3000@gmail.com

РАЗРАБОТКА СРЕДСТВ УКУПОРКИ СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ РКН ПРИ ИХ ТРАНСПОРТИРОВКЕ И ХРАНЕНИИ

Заключительным этапом работ с изделием на предприятии-изготовителе является подготовка его к транспортировке в эксплуатирующую организацию. Одной из ключевых операций этого этапа является установка укупорки.

Укупорка предназначена для защиты составных частей РКН от внешних воздействий и представляет собой совокупность функционально самостоятельных средств. Укупорка включает в себя съемное оборудование, средства закольцовки топливных систем, средства крепления двигателя, средства обеспечения влажностного режима, влагопоглотитель и чехлы.

Самостоятельные средства, входящие в состав укупорки предусмотрены для решения следующих задач:

- защиты составных частей РКН от механических повреждений;
- защиты внутренних полостей магистралей и баков от загрязнений;
- закрепления на различных средствах транспортировки;
- проведения погрузочно-разгрузочных работ, кантования составных частей РКН;
- наддува не заправленных баков окислителя и горючего с целью предохранения их от повреждения атмосферным давлением в процессе авиационной транспортировки и хранения;
- исключения механических повреждений исполнительных механизмов системы управления вектором тяги двигателя;
- сообщения внутренних полостей баков окислителя и горючего ступеней РКН с внешней средой и поддержания в них требуемого влажностного режима;
- обеспечения требуемой влажности воздуха под чехлами;
- защиты составных частей РКН от пыли, атмосферных осадков и солнечной радиации.

Для выполнения указанных требований разработана укупорка для составных частей ракеты космического назначения среднего класса диаметром до 4м, длиной от 5 до 39м. Разработанная укупорка обеспечивает защиту от механических повреждений, проведение такелажных, кантование “сухих” или заправленных ступеней, воздействия влаги, перепадов температуры в условиях умеренно- холодного морского климата.

В. С. Работилова; А. Я. Ивченко

Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля

E-mail: info@yuzhnoye.com

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕНАПОЛНЕННОГО ПЛАСТИКА В КОНСТРУКЦИИ БОРТОВОЙ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ РН

Бортовая кабельная сеть (БКС) является важным элементом РН, обеспечивающим работу различных систем. В настоящее время традиционная конструкция БКС, применяемая в РН разработки ГП «КБ «Южное», имеет существенный недостаток – высокую массу конструкции, что ведет к понижению энергетики РН в целом.

Рассматривается возможность использования конструкционных материалов из угленаполненного пластика для разнообразных кронштейнов, узлов и деталей, применяемых для монтажа БКС, которые изготавливаются при помощи 3D печати комбинированным методом (экструзия с последующим плавлением подаваемого проволочного материала под действием электронного излучения).

Проведен сравнительный анализ характеристик элементов крепления из традиционно применяемых материалов и изготавливаемых из предлагаемого материала, который показал, что масса элементов крепления БКС, изготовленных из угленаполненного пластика, на 15% меньше массы элементов крепления, изготовленных из традиционно применяемых материалов при одинаковых коэффициентах запаса прочности.

Исследованы границы целесообразности применения предлагаемых конструкций элементов крепления БКС, с указанием их преимуществ и недостатков.

Р. П. Самозван, студент; О. В. Кулик, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail : *nessitera@outlook.com*

ДОСЛІДЖЕННЯ Й ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРТЯМ З ПЕРЕМІШУВАННЯМ ПРИ СКЛАДАННІ-ЗВАРЮВАННІ ВЕЛИКОГАБАРИТНИХ ПАЛИВНИХ БАКІВ РАКЕТ-НОСІЇВ

Останнім часом в ракетно-космічній промисловості все частіше застосовується метод зварювання тертям з перемішуванням при виготовленні паливних баків ракет-носіїв важкого класу.

Мета дослідження – з'ясувати чим обґрунтований вибір відомими аерокосмічними компаніями цього методу зварювання. В чому сенс впровадження його в виробництво замість інших видів нероз'ємних з'єднань.

Зібрана інформація з різних доступних джерел про існуючі методи зварювання, виконане порівняння і аналіз. Детально розібрана суть досліджуваного методу.

Встановлено, що метод зварювання тертям з перемішуванням, в порівнянні з деякими іншими промисловими методами зварювання паливних баків, має менший час виробничого циклу, забезпечує кращі властивості зварного шву та зменшує економічні витрати.

Результати дослідження повинні посприяти більшій увазі до цього методу зварювання, що призведе до подальших досліджень в цьому напрямку, а в майбутньому до впровадження зварювання тертям з перемішуванням у виробництво вітчизняної ракетно-космічної техніки і стандартизації процесу.

М. К. Сіренко, студент; О. В. Карпович, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: peleng777@gmail.com

ВПЛИВ КОНСТРУКТИВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ 3D-ПРИНТЕРУ НА ТОЧНІСТЬ ВИРОБІВ

Важлива частина 3d-принтеру – конструкція корпусу та його несучі елементи. Широко використовуються різні типи матеріалів та типів конструкцій, що мають свої переваги та недоліки. Особливо, питання вибору несучих елементів, є важливим у випадках принтеру з великим розміром друкувальної зони. В роботі визначаються геометричні параметри конструктивної схеми принтера та її елементів, що забезпечують необхідну якість і точність деталі.

За вихідні дані були взяті проектні розміри друкувальної зони принтеру – 1000x400x400 мм. Проект передбачає використання багатьох панелей для створення нагрівального столу, тож необхідність монтування столу на рамі є вихідною вимогою. Як вимога до точності був взятий максимальний прогин несучих частин, що є опорними для кінематики, не більш ніж 0.1 мм.

У дослідженні були розглянуті основні типи конструкцій принтерів, основні матеріали та типи несучих елементів. Були визначені основні навантаження, що будуть впливати на конструкцію. Розрахунки з метою визначення напружень та прогинів проводились на декількох типах конструкційних схем методом кінцевих елементів у програмному пакеті Solidworks 2017 Simulation.

Були обрані конструктивні рішення для несучої схеми, були розглянуті різні типи та розміри несучих елементів конструкції та попередньо обрані ті, що будуть використовуватись. Визначені навантаження на силові елементи. Виконано перевірковий розрахунок прогинів різних типів елементів, на основі чого і був зроблений остаточний вибір їх геометричних параметрів.

На якість друкованих деталей впливає жорсткість силових та несучих елементів принтеру. Для попередження дефектів та неточностей друку рекомендується не використовувати для різних несучих вузлів різні типи несучих елементів. Просторова анізотропія у вузлах може призвести до нерівномірного перекосу конструкції, навіть якщо елементи кінематики базуються на більш жорстких несучих частинах. Також необхідно враховувати вплив власної ваги елементів до їх жорсткості, та до їх орієнтації в просторі.

Д. С. Серый, студент; О. В. Бондаренко, к.т.н., доцент; Е. А. Джур, д.т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: deyvil9tko@gmail.com

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ПНЕВМОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ В УСЛОВИЯХ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ПРОИЗВОДСТВА

В современной ракетно-космической технике широко применяется различная пневматическая и гидравлическая аппаратура. Данная аппаратура работает в сложных условиях – температура от криогенной до высокой, коррозионная активность рабочего тела и внешней среды, вибрации, космическое излучение.

Предприятия ракетно-космической промышленности могут производить гидравлическую и пневматическую аппаратуру для различных отраслей хозяйства, для которых так же характерен широкий диапазон условий эксплуатации. Тип производства может быть различным – от единичного до массового. Наиболее часто для деталей пневматической и гидравлической аппаратуры используются поковки и прокат, реже отливки. Серьезную конкуренцию традиционным технологическим маршрутам (заготовительное производство – обработка резанием, термическая обработка) составляют аддитивные технологии. Однако изготовление прецизионных деталей современной техники требует дополнительной обработки, в том числе и механической, после формообразования методом аддитивных технологий.

В качестве примера была рассмотрена деталь «Крышка гидроцилиндра», являющаяся типичным представителем деталей такого типа и широко применяемая в пневматической и гидравлической аппаратуре. Для разработки технологического процесса ее изготовления было проведено сравнение величин операционных и общих припусков, определенных расчётно-аналитическим и табличным способом. Данное сравнение показало, что припуски, определенные табличным способом в 1,5-2,0 раза превышают расчётные, что не существенно в условиях единичного производства, но серьезно влияет на экономические показатели пневматической и гидравлической аппаратуры в серийном и массовом производстве.

Для станков с ЧПУ характерно лишь назначение общих припусков на обработку поверхностей, и система ЧПУ по заложенным алгоритмам распределяет припуски по переходам в зависимости от технических требований к детали. Для получения минимальных значений шероховатости обработанных поверхностей, желательно программировать обработку таким способом, чтобы финальный переход выполнялся с минимальной глубиной резания.

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «КРОНШТЕЙН-КОРПУС»

В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное и единичное. Каждый тип производства характеризуется выбором наиболее рационального метода обработки, степенью проработки технологических процессов изготовления деталей, уровнем специализации и автоматизации применяемого оборудования и технологической оснастки. Особую роль при разработке технологического процесса имеет назначение детали.

Для изготовления детали типа кронштейн-корпус при единичном производстве используются методы производства которые обеспечиваются на универсальных станках. Может также использоваться раздельное изготовление компонентов детали и сварка их между собой с последующей обработкой. Оснастка используется универсальная. Проработка технологического процесса и технологической документации, в основном, производится устно, а качество изготавливаемой детали зависит от профессионализма и квалификации рабочего.

При массовом производстве рационально использовать точные литые и штампованные заготовки, независимо от класса точности. Также желательно использовать специализированные станки и инструмент. Идеальным решением будет использовать агрегатный или многофункциональный станок, и обработку заготовки совершать не меняя базы. Оснастка используется специальная, не переналаживаемая и зачастую является элементом станка.

В серийном производстве используют разные группы станков при изготовлении детали. Это значительно ускоряет выполнение технологического процесс, по сравнению с единичным производством, но в то же время обеспечивает возможность быстрой переналадки на изготовление других деталей по сравнению с массовым производством. Оснастка используется специальная переналаживаемая.

Так же, независимо от типа производства, заготовки деталей и сами детали типа «кронштейн-корпус» подвергаются термической обработке. Зачастую ее производят перед окончательной обработкой, для обеспечения нужных физико-механических свойств.

М. Т. Терешонок , студент; І. І. Карпович, к.т.н., доцент
Дніпровський Національний Університет ім. О.Гончара
E-mail: *simplenikt@gmail.com*

ВИКОРИСТАННЯ РОБОТА-МАНІПУЛЯТОРА В ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ ВИРОБНИЦТВА

Автоматизація виробничих процесів на сьогодні є однією з важливих задач малого та середнього бізнесу, який пов'язаний як з виробництвом так і логістикою. В наш час існує багато автоматизованих систем, які допомагають виконувати роботу людині. Це різноманітні автоматизовані лінії, станки з числовим програмним керуванням, роботи, маніпулятори. Завдяки їм оператор може виконувати складні й точні операції над фізичними об'єктами не вступаючи з ними в безпосередній контакт. При роботі з небезпечними матеріалами та речовинами такі пристрої гарантують безпеку оператору.

Метою роботи є проектування та виготовлення дешевої та повністю функціональної моделі маніпулятора. Наш проект націлений на створення зменшеної моделі універсального маніпулятора для відпрацювання алгоритмів й програм, які можна буде застосувати до повно-розмірних пристроїв, а також підготовки персоналу з керування та обслуговування роботів. Планується розробити програмне забезпечення для керування роботом. У нашій моделі, для зменшення вартості приладу, крокові двигуни замінені на сервоприводи власного виготовлення. Така заміна також зменшить вимоги до обчислювальної потужності мікроконтролера. Електроніка, що буде керувати двигунами побудована на базі модуля ESP-12 й програмується на мові програмування Wiring. Всі елементи конструкції планується виготовлені з пластику PLA та CoPET за допомогою технології трьохмірного друку, що зменшує вагу та вартість приладу й підвищує повторюваність проекту.

Розроблена модель робота маніпулятора здатна робити передавальні та захватні рухи, а також переміщуватись заданою траєкторією з точністю 0,5 м.

Е. О. Тихоненко, студент; М. М. Убизький к.т.н., доцент
Дніпровський Національний Університет ім. О.Гончара
E-mail: tix1995an@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУВАННЯ ОТВОРІВ НА ДНИЩІ ПАЛИВНОГО БАКА РН ЗА ДОПОМОГОЮ ЛАЗЕРНОЇ УСТАНОВКИ

Виготовлення отворів у днищі бака ракетоносіїв нинівідбувається за складним технологічним процесом.

При виробництві отворів використовують механічну обробку, яка містить три основні операції:

1) точіння на карусельному верстаті стикувальної поверхні торцевого шпангоуту і зварювальної кромки для стикування та зварювання з корпусом;

2) свердлення стикувальних отворів та отворів для встановлення направляючих штирів;

3) фрезерування на верстаті з програмним керуванням вікон для встановлення болтів для з'єднання баку з іншими відсіками носія.

В науково-технічній літературі відсутні рекомендації по обґрунтованому вибору способів виготовлень отворів у днищах баку. Ці обставини призводять до значного об'єму доводочних робіт й невіривного збільшення термінів та вартості технологічної підготовки виготовлення виробів нової техніки. В запропонованій роботі наведено оцінку можливості вироблення отворів на днищі баку за новими технологіями, а саме вироблення лазерним пучком усіх отворів на днищі за допомогою станка з програмним забезпеченням.

До цього станка розробляється програмне забезпечення, яке містить всі вихідні данні днища та передбачених потрібних отворів в ньому. Після внесення всіх даних до комп'ютера (планшета), станок, який працює за координатним способом, сам зробить всі необхідні отвори на днищі баку за одну операцію. Це значно полегшить та здешевить вироблення деталі.

ОСОБЕННОСТИ ВЫТЯЖКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ОСОБО ТОНКОСТЕННЫХ СФЕРИЧЕСКИХ ОБОЛОЧЕК ДЛЯ БАКОВЫХ ДНИЩ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Несмотря на достаточно высокие значения коэффициентов вытяжки для сферических оболочек для днищ, процесс вытяжки этих деталей затруднителен. Процесс сопровождается, как правило, следующими возможными видами брака (особенно при вытяжке тонкостенных и особо тонкостенных оболочек): образованием гофр в области поверхности заготовки, которая свободна от контакта с рабочими частями штампа; чрезмерным утонением центральной (донной) части оболочки днища; искажением геометрии днища в результате упругой разгрузки после снятия формообразующей нагрузки (явлением пружинения). Причиной брака также являются большие значения тангенциальных сжимающих напряжений, которые возникают во фланцевой зоне заготовки и вызывают возникновение гофр. Образовавшиеся гофры могут в последствии являются причиной возможного разрушения днища. Брак, связанный с пружинением, исключается коррекцией геометрии матриц и пуансонов с учетом упругой разгрузки. Чрезмерное утонение в центральной (донной) части оболочки устраняется правильным выбором диаметра исходной плоской заготовки и правильной схемой построением процесса вытяжки. Образованию гофр способствует уменьшение участка свободного от контакта заготовки с инструментом, которое реализуется в различных технологических схемах вытяжки оболочек днищ. Наиболее распространенной технологической схемами вытяжки оболочек для днищ является: реверсивная схема вытяжки. Предусматриваются 6-7 операций предварительного набора металла на «грибок», последующие операции «выворота» и калибровки. Уменьшению участка свободного от контакта с инструментом также способствует схема вытяжки оболочек для днищ со сменными матричными кольцами. Предусматриваются 2-3 операции вытяжки для последовательного формирования центральной куполообразной части оболочки днища. Перед каждой операцией вытяжки предусматриваются операции мойки и реализационного отжига. Учитывая большие габариты оболочек днищ, вытяжка по указанным схемам оболочек для днищ предусматривают использование универсальных штампов. Заслуживает интерес формообразование оболочек днищ методами штамповки взрывом, которое требует больших первоначальных финансовых затрат. В настоящее время отрабатываются схемы формообразования оболочек для сферических днищ раскаткой на появившемся в последнее время специальном оборудовании.

Ю. А. Шашко, аспірант; О. В. Кулик, к.т.н. доцент; А. Ф. Санін, професор;
Р. Ф. Максимчук
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Firefly Aerospace Ukraine
E-mail: yuriy.shashko@fireflyaerospace.com

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЧИСТОВОЇ ОБРОБКИ ЗАКРИТИХ ЛОПАТОК ТУРБІН ТУРБОНАСОСНИХ АГРЕГАТИВ

Робоче колесо турбіни турбонасосного агрегату (ТНА) є однією з найбільш відповідальних деталей, що забезпечує стабільну роботу насосів та двигунної установки (ДУ) в цілому. Однак виготовлення робочих коліс турбіни з лопатками закритого типу традиційними методами ускладнене і має дуже високу собівартість одиниці виробу, особливо при незначних об'ємах виробництва.

З розвитком адитивних технологій стало можливим отримання заготовок робочих коліс закритого типу методом прямого лазерного спікання металевого порошку Inconel 718, що значно зменшує собівартість при невеликих об'ємах виробництва. В даному напрямку компанія FireFly Aerospace Ukraine має певні успіхи та практичні напрацювання. Однак враховуючи конструкцію робочих коліс та якість заготовки після 3д-друку виникає необхідність чистової обробки поверхонь лопаток. Обробка звичайним різальним інструментом неможлива через малі зазори між поверхніми лопаток (2...3,5 мм) та наявність бандажного кільця.

Основними і необхідними вимогами при чистовій обробці лопаток є забезпечення шорсткості поверхні з параметром не вище Ra 0.8 та точності форми профілю лопатки, що має вагомий вплив на аерогазодинамічні характеристики турбіни в цілому.

Поставленим завданням є пошук оптимального технологічного методу чистової обробки та порівняльний аналіз з існуючими методами.

Але спеціально для обробки коліс турбін ще не розроблено якісних способів.

Поки що основним способом чистової обробки поверхонь являється механічна обробка (слусарна). Цим способом легко оброблять кромки лопаток, але дуже проблематично проводити обробку в глибині міжлопатевого каналу. В зв'язку з цим, існують технологічні обмеження при профілюванні лопаток. Інженер, який проектує турбіну, при створенні профілю лопатки, виборі кількості лопаток і т.д., завжди вимушений враховувати можливість доступу механічного інструменту по всій поверхні лопатки. При цьому інколи ці технологічні обмеження не дозволяють використати оптимальний профіль.

Одним з перспективних методів є електрохімічне полірування (ЕХП).

ЕХП має ряд переваг: простота оснащення, собівартість оснащення та виготовлення, час обробки виробів, вартість обладнання та оснащення;

Недолік ЕХП – необхідність забезпечення безпечних умов виробництва.

Впровадження даної технології дозволить зменшити собівартість виготовлення і позитивно вплинути на розвиток ракетобудування та зміцнення конкурентних позицій на світовому ринку.

14

Радиоэлектронная аппаратура ракетно-космических систем

Координатор:

Малайчук Валентин Павлович,
доктор технических наук, профессор

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ПЛАЗМЕ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ЧАСТОТЕ СТОЛКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ

При помощи программы электродинамического моделирования была смоделирована область плазмы с собственной частотой равной приблизительно 4,467 ГГц. Были проведены опыты прохождения радиоволн с частотой ниже, приблизительно равной и выше частоты плазмы. При этом плазма имела разную частоту столкновения электронов в своем объеме равную $2 \cdot 10^5$ столкновений в секунду, $2 \cdot 10^{10}$ столкновений в секунду и $2 \cdot 10^{20}$ столкновений в секунду.

При частоте падающей волны меньшей собственной частоты плазмы энергия сигнала испытывает отражение, поглощение энергии и рассеивание в плазме. При меньшей частоте столкновений электронов энергия волны отражается от слоя плазмы. При увеличении наблюдается увеличение степени поглощения энергии и рассеивания ее в плазме. При наибольшей частоте столкновений электронов волна проходит через объем плазмы.

Когда частота падающей радиоволны совпадает с частотой плазмы, сигнал испытывает меньшие затухания, чем когда частота волны меньше частоты плазмы. При этом, при меньшей частоте столкновений электронов в плазме энергия волны поглощается, частично отражается, и некоторая часть энергии может преодолеть плазменный слой. При увеличении частоты столкновений электронов, волна в значительной мере рассеивается в объеме плазмы. При дальнейшем увеличении частоты столкновения электронов, как и в случае с прохождением волны меньшей частоты, волна проходит через объем плазмы, однако, испытывает в данном случае меньше поглощения и рассеивания.

При частоте волны превышающей частоту плазмы, сигнал свободно проходит через плазму практически не испытывая поглощения, но при меньших частотах столкновения электронов в плазменном слое наблюдается незначительное рассеивание энергии волны. То есть плазма в этом случае выступает в качестве диэлектрика, не препятствуя распространению электромагнитных волн.

Таким образом, повышение частоты столкновений электронов в плазме при одинаковой частоте колебаний зарядов в ней снижает способность плазмы к отражению электромагнитных волн, при этом усиливаются процессы поглощения и рассеивания энергии в пространстве. В случае если частота падающей на слой плазмы волны близка к собственной частоте плазмы, увеличение частоты столкновений электронов приводит к большему рассеиванию и прохождению сигнала через объем плазмы. Чем меньше частота волны по сравнению с частотой плазмы, тем больше уровень поглощения энергии, а увеличение частоты столкновений электронов приводит к еще большему увеличению поглощения и усиливает рассеивание энергии в плазме. Если же частота сигнала выше частоты плазмы, то изменение параметра частоты столкновения электронов уже не имеет значительного влияния на проходящие через плазму электромагнитные волны.

УМЕНЬШЕНИЕ МАССОГАБАРИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗОНАЛЬНОЙ АНТЕННЫ ФРЕНЕЛЯ

На данный момент антенна это неотъемлемая часть космической техники.

Развитие космических антенн связано непосредственно с совершенствованием ракетной и космической техники.

Складная космическая антенна – это такая антенна, которая при прохождении через атмосферу находится в сложенном состоянии и не занимает большого объема пространства, а при попадании в космос принимает нужную форму для оптимальной работы, направление и масштаб.

Актуальность уменьшения массогабаритных характеристик очень высока, это связано с тем, что расходы на транспортировку и вывод антенны на орбиту значительно уменьшаются, а их характеристики остаются прежними.

В ходе совершенствования антенн усложнялась их конструкция, из-за чего появлялись принципиально новые их классы, расширялись выполняемые ими функции. Как правило, антенны из простых устройств, превращались в сложные конструкторские системы, которые состоят из множества более мелких элементов.

К трансформируемым аппаратам предъявляют, в первую очередь, условия на жесткость, из-за потребности ориентации антенны и предоставления точности рабочей поверхности рефлектора.

Антенны кроме того обязаны обладать как можно меньшей массой и размером в собранном состоянии, у них должна быть надежная система развертывания и они должны сохранять свои характеристики при работе.

Зональная антенна Френеля (ЗАФ) – это такая антенна, поверхность на которой делится на отражающиеся и не отражающиеся зоны. Форма и размеры этих зон выбираются так, чтобы отраженные волны складывались в одной точке. Она состоит из множества плоских концентрических колец, расположенных в одной плоскости.

Главное достоинство ЗАФ – простота технологии изготовления, так как является плоской.

Из недостатков ЗАФ, можно выделить маленький коэффициент усиления (КУ) по сравнению с параболической антенной имеющей такой же диаметр, это связано с тем, что не вся энергия сигнала, падающая на полотно антенны, направляется к облучателю.

Для уменьшения массы антенны, вместо металлических поверхностей используются металлизированные и радиопрозрачные материалы, это позволяет существенно снизить вес антенны, что облегчит и значительно снизит цену на ее транспортировку.

На кафедре радиотехники и защиты информации, в программном продукте Feko смоделирована и изготовлена зональная антенна Френеля.

А. В. Колесник, студент; В. В. Паслён, к.т.н., доцент, зав. каф.
 Донецкий национальный технический университет
 E-mail: aleks13.k@mail.ru

О ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ АНТЕНН НА ОСНОВЕ НАНОПЛЕНОК КАРБИДА ТИТАНА

Возможности по уменьшению массогабаритных характеристик антенн на сегодняшний день ограничиваются физическими свойствами применяемых металлов. Для снятия ограничений необходимо применение альтернативных материалов с малой глубиной скин-слоя. К таким материалам относятся широко исследуемые нанопленки карбида титана (Ti3C2), принадлежащие к семейству MXenes и имеющие электрическую проводимость до $5000 \div 10\,000$ См/см [1], что выше, чем у любых других двумерных материалов, известных на данный момент.

Цель работы – создать и исследовать модель антенны на основе нанопленки Ti3C2.

На кафедре радиотехники и защиты информации в программе CST MWS была синтезирована модель зеркальной антенны с применением нанопленки Ti3C2. Материал параболического рефлектор зеркальной антенны был задан как наноматериал Ti3C2, а рупорный облучатель, для упрощения вычислений, – как идеальный электрический проводник. Толщина пленки Ti3C2 составляла 1,4 мкм. В качестве подложки использовался полиэтилентерефталат. Антенна работала на частоте 3,6 ГГц.

В результате вычислений было определено, что зеркальная антенна, спроектированная на основе нанопленки Ti3C2 демонстрирует эффективность сопоставимую с эффективностью антенн из металла, ширина диаграммы направленности (ДН) моделируемой антенны (рис. 1) совпала с расчетной.

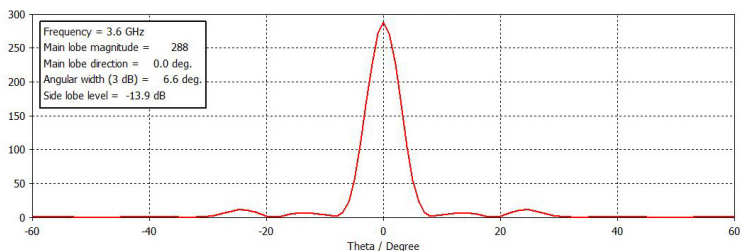


Рисунок 1 – ДН зеркальной антенны на основе нанопленки Ti3C2

Опираясь на результаты моделирования можно сделать вывод, что применение нанопленок карбида титана для уменьшения массогабаритных характеристик антенн может иметь место, однако необходимо дальнейшее проведение испытаний с реальными моделями.

1. Asia Sarycheva. 2D titanium carbide (MXene) for wireless communication / Asia Sarycheva, Alessia Polemi, Yuqiao Liu, Kapil Dandekar, Babak Anasori, Yury Gogotsi // Science Advances. – 2018. – Vol. 4, No. 9.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАЦИЕЙ ПРИ АВТОРИЗАЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И СЕТЯХ

В настоящее время различные сферы деятельности подлежат информатизации, которая в свою очередь требует использования более новых информационно-телекоммуникационных систем и технологий с повышенным уровнем качества управления информацией, обеспечением необходимых вероятностно-временных показателей на всех этапах сбора, обработки и передачи информации. Жестко стоят требования к качеству телекоммуникационных услуг, что предоставляются в беспроводных телекоммуникационных системах и сетях, в которых выход из строя любой подсистемы, или выход определенных показателей за установленные пределы - представляет собой реальную опасность для жизни и здоровья населения, промышленности, экологии, транспортных систем и т.д. Исходя из этого, анализ и исследования угроз управления в беспроводных телекоммуникационных системах и сетях, на которых строятся сложные системы и сети, несомненно актуальна, и является чрезвычайно важной задачей.

В работе на примере автоматизированной системы проводится исследование методов управления информацией в современных телекоммуникационных системах и сетях, анализируются общие и специальные требования к управлению. Приводится общая характеристика беспроводных телекоммуникационных систем и сетей, проводится анализ их свойств. Исследуется архитектура и базовая модель беспроводных телекоммуникационных систем в соответствии со спецификацией IEEE 802.11-2009, анализируются применяемые протоколы безопасности. Обосновывается выбор показателя для оценки безопасности управления информацией в беспроводных телекоммуникационных системах и сетях.

ВЛИЯНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ КОНУСНОГО ОБЛУЧАТЕЛЯ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ ЗЕРКАЛЬНОЙ АНТЕННЫ

Зеркальные антенны являются наиболее распространенным типом направленных антенн в сантиметровом диапазоне волн. Широкое использование зеркальных антенн объясняется получением почти любого применяемого на практике типа диаграммы направленности, простотой конструкции, высоким коэффициентом усиления, а следовательно, высоким коэффициентом полезного действия (КПД), хорошими диапазонными свойствами, малой шумовой температурой. Данный типа антенн используется в спутниковом телевидении, в радиорелейной связи и т.д.

Цель данной работы – подтвердить методом компьютерного моделирования теорию, описывающую взаимосвязь диаграммы направленности зеркальной антенны с положением облучателя относительно зеркала, а также установить экспериментальным путем, что если облучатель находится в фокусе, то коэффициент усиления антенны максимален, а ширина диаграммы направленности минимальна.

Имитационное моделирование проводилось с однозеркальной антенной, выполненной в виде парабооида вращения с конусным облучателем. Были заданы такие параметры: длина волны $\lambda = 3$ см, ширина главного лепестка по уровню (-3дБ) $\varphi_{0,707} = 4,5^\circ$. В результате расчета, проведенного по формулам [1, с.168; 2, с. 297] были получены: радиус раскрыва зеркала $R_0 = 11,25$ см, фокусное расстояние зеркала $f = 13,2$ см, радиус раскрыва конического рупора $r_0 = 1,845$ см, длина конического рупора $h_{\text{онт}} = 1,441$ см. В качестве питающего волновода был выбран круглый волновод с радиусом равным соответственно: $R_{\text{в}} = 1$ см. Моделирование антенны было проведено в программном продукте HyperWorks FEKO 7.0.

В ходе исследования конусный облучатель смещался вдоль фокальной оси. При смещении конусного облучателя вдоль фокальной происходит смещение фазового центра рупора из фокуса зеркала. Было установлено, что это отражается на уменьшении коэффициента усиления (КУ) и расширении главного лепестка диаграммы направленности. При совпадении положения конусного облучателя и фокуса зеркала коэффициент усиления максимален.

Из проведенного исследования можно сделать вывод, чтобы коэффициент усиления был максимален конусный облучатель должен находится на высоте равной фокусу от плоскости раскрыва зеркала. Фокус находится на высоте $f = 13,2$ см. Данное утверждение истинно, так как при этом наблюдается максимальный КУ (175 ед.), ширина главного лепестка диаграммы направленности по уровню (-3 дБ) имеет значение $4,5^\circ$.

1. Чернышев В.П. Антенно-фидерные устройства радиосвязи и радиовещания: Учебник для техникумов связи. – М., «Связь», 1978. – 288 с.

2. Бекетов В.И. Антенны сверхвысоких частот. – М.: Воениздат, 1957. – 123 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЩЕЛЕЙ В ВОЛНОВОДНО-ЩЕЛЕВОЙ АНТЕННЕ НА ДИАГРАММУ НАПРАВЛЕННОСТИ

Волноводно-щелевые антенны (ВЩА), получают при прорезании щелей в волноводах, они являются одним из видов линейных (плоских) многоэлементных антенн и обеспечивают сужение диаграммы направленности (ДН) в плоскости, проходящей через ось волновода. Использование их в СВЧ диапазоне объясняется тем, что ввиду отсутствия выступающих частей излучающая поверхность ВЩА может быть совмещена с внешними обводами корпуса летательного аппарата, не внося при этом дополнительного аэродинамического сопротивления (бортовая антенна); в таких антеннах распределение поля в раскрыве может выбираться в широких пределах поэтому могут быть реализованы оптимальные ДН; щелевая антенна имеет сравнительно простое возбуждающее устройство. Кроме того, она проста в эксплуатации. Один из недостатков ВЩА является ограниченность диапазоновых свойств, т.е. изменение частоты ВЩА приводит к отклонению луча в пространстве, что сопровождается изменением ширины ДН и согласования с питающим фидером. Данный тип антенн используется в военной авиации, космической отрасли и т.д. [1].

Цель данной работы – подтвердить методом компьютерного моделирования теорию, описывающую взаимосвязь диаграммы направленности ВЩА с количеством щелей, а также установить экспериментальным путем, что последовательное увеличение количества щелей приводит к увеличению коэффициента усиления (КУ) и сужению ДН.

Исследование проводилось с прямоугольным волноводом, в котором прорезались горизонтальные щели вдоль узкой стенки. Были заданы такие параметры: частота $f = 10$ ГГц, количество щелей: $N = 2; 4; 8$. В результате расчета, проведенного по формулам [2], были получены: размеры стенок волновода $a = 25,91$ мм, $b = 12,95$ мм; длина волны в волноводе $\lambda_{\text{в}} = 3,68$ см; длина волновода для 2, 4, 8 щелей соответственно $L_2 = 37,9$ мм, $L_4 = 75,8$ мм, $L_8 = 151,6$ мм. Моделирование антенны было проведено в программном продукте HyperWorks FEKO 7.0. В ходе исследования последовательно увеличивалось количество щелей в волноводе. Вследствие этого происходило изменение параметров антенны. Было установлено, что это приводит к увеличению КУ и сужению главного лепестка ДН. При дальнейшем увеличении щелей данная тенденция сохранялась. Из проведенного исследования можно сделать вывод, чтобы последовательное увеличение количества щелей в ВЩА приводит к увеличению КУ и сужению ДН, что является очень существенным преимуществом данного типа антенн в СВЧ диапазоне по сравнению с другими типами антенн.

1. Бекетов В. И. Антенны сверхвысоких частот. – М.: Воениздат., 1957. – 123 с.

2. Калашников, А. М. Колебательные системы: учеб. пособие / А. М. Калашников, Я. В. Степук. – М.: Воениздат, 1972. – 376 с.

Е. А. Пригорницкая, студентка; А. Н. Петренко, к.т.н., доцент, зав. каф.;
Черная О. А, к.э.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: evgeniya221998@gmail.com

РЕНТГЕНОВСКИЙ СПЕКТРОМЕТР APXS НА CURIOSITY

Марсоход третьего поколения Curiosity представляет собой автономную химическую лабораторию, которая должна будет провести полноценный анализ марсианских почв и компонентов атмосферы. Запуск Curiosity к Марсу состоялся 26 ноября 2011 года.

Четыре основных цели марсохода:

• установить, существовали ли когда-либо условия, подходящие для существования жизни на Марсе;

• получить подробные сведения о климате Марса;

• получить подробные сведения о геологии Марса;

• провести подготовку к высадке человека на Марсе.

Alpha-particle X-ray spectrometer (APXS): это устройство, которое облучает образцы почв с помощью альфа-частиц и сопоставляет спектры в рентгеновских лучах для определения элементного состава породы. Расположен APXS на башне в конце роботизированной руки Curiosity.

Рентгеновский спектрометр альфа-частиц измеряет содержание химических элементов в горных породах и почвах. APXS находится в контакте с образцами породы и почвы на Марсе и подвергает материал воздействию альфа-частицами и рентгеновских лучами, испускаемых во время радиоактивного распада элемента Кюрий.

Рентгеновские лучи представляют собой тип электромагнитного излучения, как свет и микроволны. Когда рентгеновские лучи и альфа-частицы взаимодействуют с атомами в поверхностном материале, они выбивают электроны с их орбит, производя энергию, испуская рентгеновские лучи, которые могут быть измерены детекторами. Рентгеновские энергии позволяют ученым идентифицировать все важные камнеобразующие элементы, от натрия до более тяжелых элементов. APXS может проводить измерения как днем, так и ночью. Его сенсорная имеет высокочувствительный рентгеновский детектор в центре нескольких источников кюрия. Чем дальше прибор удерживается на поверхности образца породы или грунта, тем четче можно определить сигнал от образца. Для выявления всех элементов, включая небольшое количество микроэлементов, потребуется два-три часа. При этом для быстрого ознакомления с основными элементами достаточно будет десяти минут.

Использование APXS, помогает охарактеризовать и отобрать образцы породы и почвы, а затем исследовать внутреннюю часть камней после чистки. Анализируя элементный состав горных пород и почв, можно понять, как образовался материал и был ли он впоследствии изменен ветром, водой или льдом.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АЭРОПОРТА

Сегодня bird strike (международно принятое обозначения столкновения с птицами) является одним из наиболее опасных типов воздушных инцидентов, ответственных ежегодно за огромный материальный ущерб, причиняемый самолетам, и порой за драматические потери человеческих жизней.

Цель работы – описать самые важные меры защиты от птиц.

В зависимости от класса аэропорта, который определяется годовым объемом перевозок и годовой интенсивностью движения самолетов, предъявляются различные требования к необходимому оборудованию и персоналу. Эти требования регламентированы в руководстве по орнитологическому обеспечению полетов в гражданской авиации (РООП ГА-89). В РООП ГА, в качестве мер борьбы с птицами, предлагаются различные виды отпугивающего птиц оборудования, наиболее распространенными из которых являются:

1. Биоакустические отпугиватели, которые представляют собой передвижной комплекс, генерирующий тревожный сигнал по алгоритмам специальной программы. Эти самые гуманные устройства, помогают прогнать птиц с насженной территории с помощью комбинации специальных звуков. К недостаткам относится то, что эти приборы узконаправленные, то есть отпугивают только один вид птиц в единицу времени.

2. Громпушка, отпугивающая птиц, издавая сильный звуковой хлопок, похожий на гром. Устройство настраивается таким образом, чтобы не вызвать привыкания к звукам. Одной из особенностей пушки является ее всепогодность.

Помимо этого, в настоящее время разработаны и применяются отпугиватели, не регламентированные в РООП ГА-89, такие как:

1. Ультразвуковой отпугиватель, принцип действия которого основан на том, что колебание ультразвуковых частот вызывает у пернатых страх возможной опасности, и инстинкт самосохранения не позволяет им обосноваться в этом месте. Основным недостатком является небольшая площадь отпугивания.

2. Лазерные отпугиватели, принцип действия которых основан на том, что птица воспринимает как угрозу для жизни яркий быстро перемещающийся луч. К недостаткам относится малая эффективность в светлое время суток.

3. Хищные птицы также широко применяются для борьбы с орнитологической угрозой. Их главная задача испугать птиц своим присутствием.

На кафедре радиотехники и защиты информации ведутся работы по анализу и выявлению причин столкновения птиц с самолетами, разработки рекомендаций по защите аэропортов и аэродромов от пернатых (с нанесением им минимальных повреждений) и разработкой технических устройств предотвращения столкновений самолетов с птицами.

Д. С. Стальнов, магистрант
Донецкий национальный технический университет
E-mail: *stalnov-denis@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ МАСКИРОВКИ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ

Маскировка – комплекс мероприятий, направленных на скрытие от противника войск, различных объектов и на введение его в заблуждение относительно наличия, расположения, состава, состояния, действий и намерений войск. Применяются способы маскировки, основанные на скрытии, имитации, дезинформации и демонстрации. Радиотехническая маскировка также направлена на снижение эффективности разведки противника. Достигается ограничением работы радиотехнических средств, созданием ложной цели и др.

С развитием маскировки средства и способы разведки также усложнялись. Применение радиоустройств затрудняет задачу разведки для противника, но сохраняя при этом выгодную позицию для другой стороны.

Чтобы ей противостоять и оставаться незамеченными были разработаны различные средства, в комплексе именуемыми как радиоэлектронная борьба.

Одним из важных показателей объекта является эффективная поверхность рассеивания. Для изменения данного показателя в работе рассмотрен вариант скрытия радиотехнического объекта в состоянии радиолокационного покоя, используя устройство уменьшения эффективной поверхности рассеивания на базе трех материалов, один из которых не препятствует прохождению сигнала, второй является радиопоглощающей средой, третий – создает полную маскировку в видимом и тепловом спектре при этом полностью радиопрозрачен. Так же все подвижные детали будут оснащены специальным звукопоглощающим материалом, который обеспечит полную тишину в состоянии покоя.

15

Специальное материаловедение, новые материалы и структуры

Координаторы:

Манько Тамара Антоновна,

профессор кафедры технологии производства ДНУ
имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

Потапов Александр Михайлович,

начальник комплекса новых материалов и перспективных
технологий ГП «Конструкторское бюро «Южное»

им. М.К. Янгеля», кандидат технических наук

Пронцевич Оксана Александровна,

ведущий научный сотрудник ГП «Конструкторское бюро
«Южное» им. М.К. Янгеля», кандидат технических наук

О. О. Верес, студент; С. І. Рябцев, д.ф.-м.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: siryabts@i.ua

ОТРИМАННЯ ПЛІВОК НА ОСНОВІ СИСТЕМИ Fe-AG ПРИ ТРИЕЛЕКТРОДНОМУ ТА ВИСОКОЧАСТОТНОМУ ІОННО-ПЛАЗМОВОМУ РОЗПИЛЕННІ

Відомо, що у рівноважному стані залізо з сріблом не змішуються навіть в рідкому стані. Однак для заліза і платини, платини і срібла існують рівноважні діаграми стану. Оскільки залізо є феромагнетиком, срібло – діаманетик, платина - парамагнетик, отримання і дослідження фізичних властивостей плівок на їх основі представляє значний науковий і практичний інтерес. Плівки FePt володіють великою енергією магнітокристалічної анізотропії, що може бути використано для розробки на їх основі носіїв інформації з високощільним магнітним записом.

В роботі досліджено вплив методу високочастотного іонно-плазмового розпилення (ВЧІПР) і методу модернізованого триелектродного іонно-плазмового розпилення (МТІПР) набірної мішені на структуру та властивості напиленних плівок Fe-Ag-Pt. Осадження плівок товщиною 300-350 нм здійснювалось на поліровані підкладки з ситалу СТ-32 або на свіжий відкол монокристала NaCl в атмосфері Ag при тиску $\sim 133\text{-}53,3$ мПа. Рентгенографічно встановлено, що у щойно напилених плівках Fe- 21 ат.% Ag- 8 ат.% Pt утворюються нанокристалічні структури твердого розчину Fe-Pt. Розмір області когерентного розсіювання (ОКР) нанокристалічної фази (НКФ), яка отримана методом МТІПР, зростає від 1,6 нм до 2,5 нм зі зменшенням розрахованих значень енергії атомів, що осаджуються, від ~ 100 еВ до ~ 20 еВ. НКФ в плівках Fe-Ag-Pt, отриманих методом ВЧІПР, характеризується ОКР $\sim 2,5$ нм. Термічну стабільність плівок Fe-Ag-Pt оцінювали за результатами визначення зміни електроопору під час неперервного нагріву у вакуумі (~ 13 мПа) зі швидкістю 18 К/мін. Показано, що плівка Fe-Ag-Pt, яка отримана методом ВЧІПР, стабільна до ~ 530 К. При підвищенні температури від 530 К до 910 К незворотне зменшення електроопору свідчить про те, що структура плівки змінюється. У плівках, які отримані методом МТІПР температура розпаду НКФ фази зростає від 630 К до 660 К при зростанні розрахованих значень енергії атомів, що осаджуються, від ~ 20 еВ до ~ 100 еВ. Магнітні властивості плівок досліджували за допомогою вібромагнітометра. Термообробка плівок призводить до зростання коерцитивної сили від 1 кА/м до 12 кА/м. Для плівок Fe-Ag-Pt у щойнонапиленому стані криві гістерезису спостерігаються тільки при зовнішньому магнітному полі, паралельному площині плівки. Після термообробки криві гістерезису спостерігаються при напрямі зовнішнього поля як паралельно, так і перпендикулярно площині плівки. Встановлено, що коерцитивна сила при полі, перпендикулярному площині плівки, набагато більше, ніж при паралельному полі, і складає ~ 95 кА/м.

Встановлено, що метод ВЧІПР дає результати, схожі з методом МТІПР, при менших енергіях атомів, які осаджуються, і може бути використаний для напилення в ситуаціях, коли МТІПР не підходить - при напиленні діелектриків.

Д. В. Волинець, молодший фахівець
Державне підприємство «Виробниче об'єднання
«Південний машинобудівний завод імені О.М. Макарова»
E-mail: dmitryvol766@gmail.com

ЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КРИСТАЛІВ $\text{LiNaGe}_4\text{O}_9$

В роботі досліджено електричні властивості літєво-натрієвого тетрагерманату $\text{LiNaGe}_4\text{O}_9$, в решітці якого іони Na заміщують іони Li в одній із нееквівалентних підрешіток структури $\text{Li}_2\text{Ge}_4\text{O}_9$. Досліджувані кристали було вирошено за методом Чохральського. Зразки готувалися у вигляді пластинок з головними поверхнями вздовж кристалографічних площин (100), (010), (001). На головні поверхні зразків методом катодного розпилення наносилися платинові електроди. приблизно однакові у всіх напрямках (квазі-ізотропність).

Діелектрична проникність та електропровідність монокристалів $\text{LiNaGe}_4\text{O}_9$ були виміряні в електричному полі змінного струму вздовж трьох основних кристалографічних напрямків. Діелектрична проникність ϵ і електропровідність σ вимірювали в полі змінного струму при частотах від 20Гц до 1МГц мостовим методом за допомогою прецизійного вимірювача LCR Agilent E4980A.

Для кожного із напрямків була розрахована енергія активації та коефіцієнт пропорційності. Так-як термічно активоване зростання σ визначається одним процесом, було зафіксовано середнє значення енергії активації (0.75 eV) та отримано оцінки для коефіцієнту A.

Значення коефіцієнту пропорційності для [001] склало у 2 рази більше у порівнянні з [100]. Для кристалографічного напрямлення [010] значення коефіцієнту пропорційності у 240 разів менше порівняно з напрямленням [100].

Зафіксовано наявність максимумів діелектричної проникності вздовж осі [001]. Зі збільшенням частоти вимірювального поля піки ϵ зміщуються в бік високих температур. Така поведінка свідчить про наявність дипольних центрів та релаксаційну природу діелектричних аномалій.

Показано, що електропровідність виявляє сильну анізотропію і є найбільшою вздовж структурних каналів, в яких розташовані іони літію. Отримані результати свідчать, що перенос заряду у монокристалах $\text{LiNaGe}_4\text{O}_9$ здійснюється дефектами у літєвій підґратці. Досліджувані кристали являють собою перспективні матриці для створення нових твердих електролітів, перспективних для застосування в автономних джерелах живлення та створення нових суперіонних провідників.

ТЕРМІТНИЙ ЧАВУН ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ

Вступ. Відомі магнієтермічні процеси, якими рідкий сплав отримується в результаті взаємодії оксидів заліза з порошокподібним магнієм [1]. Якщо б в результаті магнієтермічного процесу вдалося отримати рідкий магнієвий чавун, то у перегрітому вигляді він міг би використовуватись для зварювання виливків з сірого і високоміцного чавунів.

Метою роботи було встановлення можливості отримувати якісні високоміцні чавуни металотермічним способом, а також встановлення структури і властивостей, особливостей хімічного складу синтезованого сплаву.

Поставлена проблема розв'язана таким чином, що для організації процесу синтезу чавунів використовувались класичні термітні реакції засновані на окисленні магнію і відновленні заліза [1], а лігатура ферум-силіцій-магній-рідкісноземельні метали (церій) вводилася після завершення процесу синтезу, тобто після отримання рідкого сплаву. Таким чином підвищена кількість силіцію, який поступає з лігатури, ферум-силіцій-магній-рідкісноземельні метали, і деяка кількість алюмінію, яка потрапляє у метал із фероалюмінієвого терміту сприяють переходу частини силіцію й алюмінію у проміжкову зону часткового оплавлення зварюваного чавуну та запобігають випаданню в ній евтектичного цементиту при твердінні. При цьому зварний шов отримується з високоміцного чавуну, тобто міцніший ніж основний метал, а саме – сірий чавун.

Результати дослідження зварного шва для сірого чавуну, перехідної зони (зони термічного впливу) та високоміцного чавуну (зони шва): твердість (НВ) – 170, 180, 190; кількість глобулярного графіту у структурі (у %) – 0, 30-70, 85-95; міцність ($\sigma_{\text{в}}$, МПа) – 210, 340, 550 та міцність на втому при циклічному навантаженні (σ_{10}^{-1} %) – 0, 0, 4,5 відповідно. Таким чином синтезований високоміцний чавун надає можливість зварювати чавунні заготовки з отриманням зварного шва міцністю ~550 МПа.

Висновок. Теоретично й експериментально показана принципова можливість термітного зварювання сірих та високоміцних чавунів, встановлено їх властивості, мікроструктура. У процесі зварювання досягається висока якість з'єднання в результаті відсутності у зварному шві зони відбілу. Термітне зварювання чавуну цим способом дорожче за традиційну технологію зварювання чавунних деталей та економічний ефект досягається тоді, коли чавунні деталі необхідно зварювати в умовах відсутності звичайного зварювального обладнання, зовнішніх джерел енергії та ін.

Список літератури.

1. Жигуц Ю.Ю. Технології отримання та особливості сплавів синтезованих комбінованими процесами (монографія) / Ю.Ю.Жигуц, В.Ф. Лазар. – Ужгород: Видавництво «Інватор», 2014. – 388 с.

ВИСОКОТВЕРДІ МАТЕРІАЛИ СИНТЕЗОВАНІ СВС ТА ЛАЗЕРНИМ ПРОМЕНЕМ

Вступ. Для формування прогнозованих фаз і структур в матеріалах в результаті особливо важливу роль відіграють дослідження умов синтезу багатофазних структур, необхідне обладнання та технологія саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС) надтвердих матеріалів.

Поєднання СВС і лазерного способу підпалювання суміші на поверхні сталевий заготовки та створення високотвердого шару на ній із структурою – карбіди вольфраму та зв'язка з швидкорізальною сталі марки Р18 різко підвищили корозійну стійкість отриманої карбідосталі та зменшили її окислювальне зношування у процесі експлуатації. При застосуванні для напилення карбідів бору вдається довести твердість до 2100-2200 HV, що у інших технологіях практично не зустрічається [1] з утворенням високотугоплавких діборидів TiB_2 і CrB_2 (з високою твердістю) і комплексних евтектик. Результати дослідження теплостійкості матеріалів продемонстрували високі механічні властивості і майбутні перспективи застосування розробленої технології, яка дозволяє на 10-18% збільшувати теплостійкість матеріалу і на 12-16% період стійкості.

Таким чином, реалізований спосіб отримання складних сполук на поверхні матеріалу, в якому з двох (і більше) фаз карбідів W і C синтезовані матеріали в хімічний склад яких підтверджений методом лазерної маспектроскопії, і відповідає формулам WC та W_2C .

Поставлені експерименти дозволили не тільки створити високотверді структури покриття матеріалів, які неможливо синтезувати традиційними способами, але і дослідити їх особливості властивостей. Очевидно, що вони напряму пов'язані із технологією і фазовим складом та структурою поверхні, зони термічного впливу та матричним матеріалом.

Висновки.

1. Проведені дослідження дали змогу синтезувати унікальні високотверді сполуки на поверхнях матеріалів комбінованим способом, синтез яких іншими методами практично неможливий.

2. Встановлені особливості структур, отримані в результаті застосування вищеназваної технології.

3. Новий комплексний технологічний процес дозволяє напилювати і відновлювати нарощувати зношені поверхні деталей машин, апаратів і приладів на висоту 0,05 мм.

Список літератури.

1. Жигуц Ю.Ю., Опачко І.І. Вплив лазерного поверхневого зміцнення і СВС на структуру обробленого матеріалу / Міжвузівський збірник Луцького національного технічного університету «Наукові нотатки». – 2015. – № 49. – С. 58 - 61.

Мухаммед Мейірбеков, аспирант¹; К. В. Козис, к.т.н., ведущий инженер²;

Т. А. Манько, д.т.н., профессор кафедры технологии производства³

¹Казахский национально-исследовательский технический университет
имени К.И. Сатпаева

²ГП «Конструкторское бюро «Южное» имени М.К. Янгеля»

³Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

E-mail: kozis2014@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ КОНТРОЛЕ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Визуальный метод наблюдения и контроля поверхностей технических объектов – один из видов оценки их работоспособности. Опытные специалисты знают, какие участки поверхности могут содержать ту или иную информацию о состоянии контролируемых технических конструкций, сварных соединений, теплозащитных и жаростойких покрытий. При проведении исследований объекты подвергаются различного рода воздействиям (растяжение, сжатие, давление, нагрев) и по результатам визуального наблюдения могут приниматься решения об их состоянии. Такие решения носят субъективный характер и могут быть противоречивы.

Цифровые изображения, как матрицы измерений яркости, тоже содержат эту информацию и могут не только рассматриваться, но и математически обрабатываться. Их статистический анализ позволяет подтверждать или опровергнуть выводы и решения, принимаемые по результатам визуального рассмотрения цифровых изображений.

При создании конструкций ракетно-космической техники и проведении испытаний контроль их качества можно осуществлять с помощью статистического анализа экспериментальных цифровых изображений исследуемых поверхностей путем изучения теоретических математических моделей статистических закономерностей измерений яркости матриц цифровых изображений. Методы обработки матриц таких экспериментальных измерений – это оценки их математических ожиданий, дисперсий, коэффициентов корреляции, эмпирических функций и законов распределения вероятностей. Эти интегральные оценки являются информативными показателями статистической однородности выборок измерений как случайных величин. Они используются при проектировании, разработке и испытаниях объектов ракетно-космической техники. Среди выборок наиболее информативными являются дискретные функции распределения вероятностей при сравнении матриц независимых случайных величин с неизвестными статистическими закономерностями.

Н.В. Колесник студент; В.С. Бездельный зав. ПЦК; Г.Н. Довганюк зав. лаборатории
Колледж ракетно-космического машиностроения
Днепровского национального университета имени Олеся Гончара
E-mail: dovik@i.ua

МИКРОДЕФЕКТЫ И СУБМИКРОДЕФЕКТЫ ПРИ 3D ПЕЧАТИ

Современное машиностроение характеризуется широким использованием конструкционных материалов с особыми физико-механическими свойствами. К ним относятся высокопрочные, жаропрочные, марганцовистые, нержавеющей, титановые, тугоплавкие и другие высоколегированные сплавы. Высокие требования к точности размеров и формы, сложность конструкции деталей из таких материалов приводит к тому, что традиционные методы формообразования поверхностей деталей резанием становятся малоэффективными, а в некоторых случаях и невозможными.

На современном этапе развития технологии разработаны способы, которые позволяют существенно повысить эффективность изготовления деталей из труднообрабатываемых материалов. Одним из таких способов является формообразование деталей на лазерных 3D принтерах. Преимущество такого формообразования заключается в уменьшении потребления энергии и сокращает количество отходов к минимуму. Например, в авиапромышленности до 90% материалов идет в отходы, в некоторых отраслях, не более 30% от использованного материала.

Однако исследования образцов полученных на установке SLM 280HL из материала Alloy 625 (Inconel 625) ставит под сомнение надежность деталей, напечатанных методом селективного лазерного плавления.

Исследования, которые проводились на базе оборудования HMetAU (использовался прибор микрон-альфа), на шлифе диаметром 17.8 мм были обнаружены изображения различных видов микродефектов (около 10-50 мкм) и субмикродефектов (менее 10 мкм). То есть подобные изделия имеют пористую структуру, а значит, внутри них могут образовываться слабые участки, в результате которых деталь может треснуть или сломаться. Это происходит потому, что при печати в объекте образуются небольшие полости, так как при заключении слоя пузырьки инертного газа проникают в материал из рабочей камеры 3D-принтера. В процессе плавки и затвердевания они никуда не деваются.

Данное явление, именуемое «паровым углублением», мало изучено, и по-этому требует досконального исследования.

СИНТЕЗ ВИСОКОХРОМОВАНИХ СТАЛЕЙ З ПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Вступ. Синтез матеріалів на основі металотермічних процесів із використанням порошкових екзотермічних сумішей, а також дослідження впливу нових технологічних способів виготовлення сплавів набули великого практичного значення [1].

Поставлена проблема. Метою роботи було встановлення можливості отримувати якісні високохромовані спеціальні термітні сталі із використанням порошкових інгредієнтів металотермічних шихт.

Завдання роботи полягало у отриманні нержавіючих термітних високолегованих сталей Х17Т, Х25Т, Х28. Поставлене завдання досягалося таким чином, що порошкова екзотермічна суміш для виготовлення виливків з високолегованих сталей, складалася із залізоалюмінієвого терміту, додаткової кількості алюмінію у вигляді порошку або млива стружки, порошку вуглецю та ін. компонентів, а у склад терміту входила залізна окалина – відхід виробництва.

Адіабатична розрахункова температура горіння вказаної суміші складала 2920–3110⁰С. Необхідна кількість алюмінієвої стружки (чистотою 93–95% за металічним алюмінієм) на 1 кг окалини визначалася спочатку за стехіометричними складом реакцій з подальшою корекцією за результатами дослідних мікроплавлень.

У ливарній лабораторії були отримані із використанням відходів ковальського, термічного і металорізального виробництв високохромовані термітні сталі Х17Т, Х25Т, Х28 у межах хімічного складу регламентованого стандартом з механічними властивостями не гіршими, ніж у сталей виготовлених промисловими методами. Очевидно це пов'язано із дорозкисленням і мікролегуванням термітної сталі порошковим алюмінієм, що входив у склад металотермічної шихти. Особливістю даного типу термітних сталей є феритна структура з крапленнями карбідів хрому та інших легуючих елементів.

Проведена експериментальна робота говорить про значні перспективи застосування порошкових матеріалів для синтезу сплавів. Враховуючи, що спосіб виготовлення цих сплавів має повну автономність, а саме, не вимагає джерел електроенергії, складного обладнання (пристроїв для синтезу, в яких підтримується необхідна температура, тиск і співвідношення реагуючих компонентів), він може знайти широке застосування у неспеціалізованому виробництві та інших галузях.

Висновок. Синтезовано високолеговані термітні сталі та встановлено мікроструктуру і механічні властивості цих високохромованих сталей. Виявлено, що вони має міцність, навіть кращу, ніж аналогічні марки сталей виготовлені ординарними методами.

Список літератури.

1. Жигуц Ю.Ю. Технології отримання та особливості сплавів синтезованих комбінованими процесами (монографія) / Ю.Ю.Жигуц, В.Ф. Лазар. – Ужгород: Видавництво «Інватор», 2014. – 388 с.

О. П. Роменская¹, аспирантка, инженер; Т. А. Манько², д.т.н., профессор;
И. А. Гусарова¹, к.т.н., начальник отдела; И.И. Деревянко¹, к.т.н., начальник группы
¹Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: olgaromenskaja@gmail.com

ФОРМИРОВАНИЕ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ ИЗ УГЛЕПЛАСТИКОВ С ВЫСОКИМИ ПРОЧНОСТНЫМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Разработка современных тонкостенных конструкций ракетно-космической техники из углепластиков невозможна без совершенствования существующих методов обработки исходных материалов. Эта актуальная научно-техническая задача решается путем модифицирования наполнителя и применения физических полей в процессе формирования и отверждения композитов.

В работе модифицирование материалов наполнителя, в частности углеродного волокна, проводили посредством высокоэнергетических потоков плазмы, представляющих собой воздействие на материал газовых разрядов. Плазменная обработка наполнителя позволяет направленно менять его структуру за счет диспергирования поверхностных слоев, активации, а также адсорбирования функциональных групп, ответственных за способность к сшивке наполнителя с матрицей, что приводит к изменению физико-механических характеристик углекомпозитов.

Вторым направлением создания тонкостенных конструкций из полимерных композиционных материалов с высокими прочностными характеристиками является применение инфракрасного излучения в процессе формирования и отверждения материала. Установлено, что использование инфракрасного излучения приводит к значительной интенсификации процесса отверждения и получению материала со стабильными характеристиками.

Формирование тонкостенной (толщина материала составляла $1,5 \pm 0,1$ мм) трубчатой конструкции проводили из углепластика на основе углеродного волокна обработанного плазмой в среде акриловой кислоты и традиционного. Также в работе, с целью интенсификации процесса получения тонкостенных конструкций из углепластика использовали инфракрасный нагрев в процессе намотки и отверждения композитов.

Для оценки характеристик модифицированного углепластика и сравнения его с традиционным, проводили прочностные испытания образцов, вырезанных из тонкостенных трубчатых конструкций.

В результате испытаний установлено, что углепластик на основе модифицированного наполнителя имеет более высокие прочностные характеристики до 27 %. Применение инфракрасного нагрева при формировании и отверждении композитов, позволило получить стабильные высокие характеристики при значительной интенсификации процесса их изготовления.

16

Транспортно-космические системы: проектирование, конструирование и надежность

Координаторы:

Дронь Николай Михайлович,

профессор кафедры проектирования и конструкций ДНУ
имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

Перлик Виктор Иванович,

доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель
науки и техники Украины

Пошивалов Владимир Павлович,

заведующий отделом Института технической механики НАНУ
и ГКАУ, доктор технических наук, профессор

А. А. Абатуров, студент; Н. М. Дронь, д.т.н., профессор
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: abaturov.anatolii11@gmail.com

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ УВОДА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С НИЗКИХ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ

В околоземном пространстве находится большое количество техногенных космических объектов, значительная часть которых является космическим мусором и препятствует космической деятельности. Поэтому увод космических объектов и препятствие загрязнения околоземного пространства является важной задачей.

Методы увода космических аппаратов можно разделить на 3 категории: активные, пассивные, комбинированные. Активные методы увода предполагают использование реактивной двигательной установки для создания тормозящего усилия. Использование реактивной двигательной установки позволяет произвести гарантированный увод объекта в заданное время, но требует значительных энергетических затрат. К пассивным методам увода относятся: использование аэродинамических и солнечных парусных систем, использование электродинамических тросовых систем, использование аппаратов создающих искусственную атмосферу на пути движения объекта и другие. Парусные системы являются простыми в реализации, но процесс увода может занять очень длительное время, вплоть до нескольких десятков лет и существует существенный ряд ограничений на их использование. Электродинамические тросовые системы являются перспективными, но при этом они имеют значительный ряд недостатков, основными из которых являются сложность развёртывания тросовой системы, сложность управления, отсутствие материалов для тросовых систем [1]. Существуют так же методы увода при помощи мусоросборщика и перехватчиков, но их значительными минусами является то, что они не решают проблему крупногабаритного космического мусора. Комбинированные системы увода представляют собой связку из реактивной двигательной установки и одного из пассивных методов. Такой подход частично компенсирует недостатки каждого из методов и на данный момент является наиболее перспективным с точки зрения минимизации массово-габаритных характеристик[2].

При выборе методов увода космических объектов следует учитывать большое количество факторов, основными из которых являются размеры объектов, баллистические коэффициенты, высота и наклон начальных орбит и фазы солнечной активности.

1. Техногенное засорение околоземного космического пространства / Алпатов А.П., Басс В.П., Баулин С.А., Бразинский В.И., Гусынин В.П., Даниев Ю.Ф., Засуха С.А. – Днепропетровск: Пороги, 2012. – 378 с.

2. Системи відводу космічних об'єктів з низьких навколосеземних орбіт: Монографія / М.М. Дронь, Л.Г. Дубовик, О.В. Голубек, А.Ю. Дреус, В.В. Ємець, А.В. Пашков. – Дніпро: ЛІРА, 2019. – 218 с.

М. І. Васін, інженер-конструктор
Державне підприємство «Виробниче об'єднання «Південний машинобудівний завод»
імені О. М. Макарова»
E-mail: vasin.mikh@gmail.com

ВИБІР ЕКОНОМІЧНО ОБҐРУНТОВАНОЇ ОПТИМАЛЬНОЇ СХЕМИ ДВИГУННОЇ УСТАНОВКИ НА ЕТАПІ ПРОЕКТУВАННЯ

Всі існуючі (і перспективні) носії оцінюються за єдиним для всіх критерієм ефективності - питомої вартості виведення корисних вантажів на орбіту, тобто за величиною економічних витрат на виведення на орбіту одного кілограма маси вантажу. В даний час питома вартість виведення корисного вантажу на орбіту досить висока, і це є основним чинником, що стримує подальший розвиток (розширення) ринку.

За останні 10 років щорічний дохід світової космічної промисловості від виведення на орбіти корисних навантажень виріс майже в 10 разів: з \$ 508 млн. в 1987 році до \$ 4,88 млрд. в 1998 році. Це було викликано, перш за все, зростанням замовників в Азії, Африці і Латинській Америці. При аналізі наявної статистики, основна частина запускаються в останні роки супутників (до 70%) має масу, приведену до опорній орбіті (висота 200 км, нахилення 28.5°...51°), до 8 ... 10 т. Це було зумовлене зростанням кількості державних замовлень, що призвело до масового виробництва і надало змогу знизити ціну для приватних виробників космічних систем.

На сьогодні виведення 1 кг корисного вантажу на низьку навколосезну орбіту висотою 500 км оцінюється приблизно в 20-30 тис. дол. Тенденцією є зниження цього показника до 15 тис. дол., а згодом і до 10 тис. дол.

В роботі проведено аналіз основних способів зменшення собівартості виведення корисного вантажу та запропоновано використання основних принципів leap-виробництва.

Використання кластерних та однакових двигунів на першому та другому ступенях дозволяє значно зменшити видатки на випробування, на виготовлення (завдяки серійному виробництву), зменшення витрат на підготовку виробництва тощо. Також завдяки використанню кластерної схеми можна відмовитись від вузлів качання на першому ступені та керувати вектором тяги завдяки дроселюванню (або форсуванню) відповідних двигунів, бортового джерела потужності, для мінімізації кількості різноманітних підсистем, збільшити надійність (завдяки резервуванню двигунів) та цілісність конструкції першого ступеня.

Отримані результати свідчать, що використання цих методів надає змогу знизити вартість на 20-22% ракети-носія в цілому, зменшити «напруженість» двигуна та розмір носія, спростити процес транспортування та такелажних робіт.

Д. А. Данильченко, провідний інженер-конструктор
ДП «КБ «Південне» ім. М. К. Янгеля
E-mail: 19chop88@gmail.com

ТЕНДЕНЦІЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКТИВНО-КОМПОНУВАЛЬНИХ СХЕМ КОСМІЧНИХ ГОЛОВНИХ ЧАСТИН

На сьогодні в ракето-космічній техніці в якості критеріїв вдосконалення використовуються: зниження вартості виведення корисного навантаження на орбіту та мінімізація забруднення навколоземного простору об'єктами «космічного сміття».

Перший критерій вдосконалення конструктивно-компонувальних схем (ККС) – вартість виведення корисного навантаження, що досягається за рахунок застосування нових перспективних технологій та нових матеріалів, для забезпечення високих експлуатаційних характеристик, при забезпеченні мінімальної маси. Серед основних матеріалів можуть застосовуватись алюмінієві сплави, композиційні матеріали, тришарові конструкції, а також адитивні матеріали. Однак, суттєво зменшити вартість виведення корисного навантаження можливо не тільки за рахунок використання новітніх матеріалів, а ще й за рахунок вдосконалення ККС космічних головних частин (КГЧ), що уможлиблює їх повторне використання.

Проведений аналіз існуючих космічних головних частин та їх конструктивно-компонувальних схем у відповідності до їх класу. В залежності від ККС космічні головні частини відрізняються за схемами відокремлення космічних апаратів, схемам відведення відпрацьованих елементів, а також за масово-габаритними характеристиками корисного навантаження, що виводиться.

Мінімізація забруднення навколоземного простору – другий критерій вдосконалення ККС. В якості напрямків вдосконалення розглянуто:

- 1) використання матеріалів космічних головних частин, що будуть забезпечувати їх згоряння в щільних шарах атмосфери;
- 2) вибір траєкторій входу в щільні шари атмосфери;
- 3) відведення відпрацьованих космічних головних частин на орбіту «поховання»;
- 4) використання багаторазових космічних головних частин.

На наш погляд найбільш перспективним є напрямок розробки багаторазових космічних головних частин з можливістю рятування та наступного повторного використання. Пропонується розробки нових ККС – багаторазових космічних головних частин, які розширять арсенал засобів виведення корисного навантаження. Це приведе до зменшення вартості виведення корисного навантаження за рахунок її повторного використання та приведе до запобігання забруднення навколоземного простору за рахунок повертання її на поверхню Землі з застосуванням заходів приземлення.

С. П. Дерезенко, инженер-конструктор 3 к.; А. В. Костюк, начальник группы;
М. П. Сало, начальник сектора; Г.М. Иваницкий, начальник ЛСНИ
Государственное предприятие
«Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: abstainer.9@gmail.com

СОЗДАНИЯ СИСТЕМ ЗАПРАВОК ДЛЯ СВЕРХЛЕГКИХ РКН С МИНИМАЛЬНЫМИ СТОИМОСТНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ

В настоящее время на рынке пусковых услуг наблюдается повышение спроса на запуск полезных грузов (ПГ) массой до 500 кг на низкие околоземные орбиты (НОО), в том числе на солнечно-синхронную орбиту (ССО). Это привело к росту проектов РКН сверхлегкого класса. В связи с этим вырос спрос на пусковые площадки сверхлегких РКН.

Одним из преимуществ создания пусковой площадки для сверхлегких РКН является стоимость запуска по сравнению с традиционными способами запуска в виде попутной нагрузки при запуске РКН среднего и тяжелого классов.

Поэтому одним из важнейшим критерием создания пусковой площадки для РКН сверхлегкого класса должен быть минимальный показатель стоимости создания.

Одной из важной и крупной системой пусковой площадки является система заправки ракеты-носителя компонентами топлива.

Незначительные массы заправляемых компонентов ракетного топлива создают благоприятные условия для разработки систем заправки для сверхлегких ракет на базе перемещаемых средств заправки модульного типа. Такие системы заправки отличаются повышенными эксплуатационными характеристиками, возможностью изготовления на территории Украины с возможностью транспортирования их в любую точку мира и низкой стоимостью создания.

Предлагается с целью увеличения мобильности системы и возможности производить старты из разных точек оборудование системы (блоки клапанов, блоки фильтров, расходомерные участки и т.п.) размещать в перемещаемых заправочных модулях на базе стандартных 10-ти или 20-ти футовых контейнеров. Такой подход позволит максимально укомплектовать и испытать оборудование на заводе-изготовителе с последующей поставкой на место дислокации и снизить затраты на монтаж системы в месте старта.

M. Yemets, student
Oles Honchar Dnipro National University
E-mail: mykhailo.yemets@outlook.com

AUTOPHAGE SOLID QUASI SINGLE-STAGE-TO-LOW-ORBIT LAUNCH VEHICLE WITH PULSE ENGINE AND CONSTANT G-LOADING

One of the problems of developing small launch vehicles (LV) is weak scalability of modern rocket technology: the smaller LV the bigger structure mass fraction up to zero or negative payload. The margin of the modern LV feasibility is about 1 ton for the LV initial mass according to our evaluation. To break the limits, an autophage (self-consumed) rocket seems promising as having no tank structure. Its polymeric tanks are used as fuel.

The paper presents the conceptual design of an autophage LV the case of which consists of solid propellant. The LV is suitable for safe handling because fuel and oxidizer are separated. Oxidizer (ammonium perchlorate) is contained inside a tube of fuel (polypropylene filled with fine metal or metal hydride powder). The weight of the propellant feeds the propellant into an engine. The engine equipped with valves works in pulse mode like well-known airbreathing pulse engine.

According to our experimental investigation of a lab-scale autophage engine its feed rate depends on the feed force. As the rocket moves upward its weight gradually decreases which results in the gradual decrease of its feed rate and thrust. The rocket flies with constant g-loading while its length decreases logarithmically.

To compensate the changing atmospheric pressure, the LV equipped with an aerospike. To support constant combustion pressure, a retractile combustion chamber with throttleable nozzle is designed.

As propellant is solid, a SSTO LV is scarcely possible even in autophage version, while quasi SSTO is feasible. Quasi SSTO means two-stage design with unusually big mass fraction of first stage – up to 95% in contrast to conventional 70-80%. This causes an unusually high speed of the jettisoned engine of the first stage and for the reason burning it up in the atmosphere

The advantages of the autophage pulse quasi SSTO solid LV are: (1) no impact areas, (2) no costly turbines and pumps, (3) safe storage, transportation and assembling of solid propellant with separated oxidizer and fuel, and (4) constant low g-loading favourable for satellites with fragile instruments. The disadvantage of the LV is its relatively low mass fraction of payload, about 0.5% of the LV initial mass in contrast to typical 1.5-3% for big modern LVs. However, this difference becomes insignificant for small LVs because the scale effect influences weakly on the autophage design.

В. С. Коробка, студент; Н. М. Дронь, д.т.н., профессор; Л. Г. Дубовик, с.н.с.
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: Vladikkorobka1999@gmail.com

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УВОДА КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ С НИЗКОЙ ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЫ

Проблема засорения околоземного космического пространства «космическим мусором», которая в настоящее время имеет международный глобальный характер, как чисто теоретическая возникла по существу сразу после запусков первых искусственных спутников Земли в конце пятидесятых годов [1]. Необходимость мер по уменьшению интенсивности техногенного засорения космоса становится понятной при рассмотрении возможных сценариев освоения космоса в будущем.

В данной работе рассмотрен один из способов решения проблемы, связанный с обеспечением увода в плотные слои атмосферы космических объектов (КО) техногенного происхождения [2].

Проведен анализ известных ныне активных и пассивных систем увода, а также перечислены их преимущества, недостатки и особенности. Описан подход к выбору типа средства увода определенного КО, а также выбраны основные характеристики космического объекта, которые необходимо учитывать при выборе средства увода.

Определены факторы, которые накладывают ограничение на срок увода, в связи с чем оценена возможность применения в этом случае активных систем, а, если время увода не критично, то возможность применения пассивных систем. При этом выбор пассивной системы увода осуществляется, исходя из характеристик КО и высоты орбиты, с которой он уводится. Показано, что, если высота орбиты более 800 км, то целесообразно использование солнечного паруса.

Как вывод, можно указать, что представляется перспективным поиск комбинированных методов увода для минимизации массы всей конструкции.

Литература

1. Техногенное засорение околоземного космического пространства [Текст]: отраслевое пособие / А.П. Алпатов, В.П. Басс, С.А. Баулин и др.; под ред. А.П. Алпатова. – Днепропетровск: Пороги, 2012. – 378 с.

2. Системи відводу космічних об'єктів з низьких навколосеземних орбіт [Текст]: монографія / М.М. Дронь, Л.Г. Дубовик, О.В. Голубек, А.Ю. Дреус, В.В. Ємець, А.В. Пашков. – Дніпро: ЛІРА, 2019. – 218 с.

К. В. Коростюк, аспирант; Н. М. Дронь, д.ф.-т.н., профессор
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
E-mail: keryhak@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВОЗМУЩАЮЩИХ ФАКТОРОВ АКТИВНОГО УЧАСТКА ТРАЕКТОРИИ НА ДАЛЬНОСТЬ ТОЧКИ ПАДЕНИЯ СУБОРБИТАЛЬНОЙ РН

Для проведения каждой пусковой миссии ракетно-космической деятельности предъявляются требования по обеспечению полетного коридора как для орбитальной, так и суборбитальной ракет-носителей.

На сегодняшний день передовые страны ракетно-космической отрасли для определения зоны безопасности космодрома и полетного коридора пользуются стандартом Federal Aviation Administration (FAA), разработанный NASA на базе статистических данных.

На РН во время АУТ действует множество возмущающих факторов, которые влияют на рассеивание точки падения:

1. Разброс параметров стандартной атмосферы
2. Разброс массово инерционно-центровочных характеристик
3. Разброс единичного импульса топлива
4. Разброс массового секундного расхода топлива
5. Эксцентриситет тяги
6. Площадь мишеля
7. Разброс аэродинамических коэффициентов ракеты
8. Скорость и направление ветра

Реальная траектория всегда отличается от номинальной. Возмущающие факторы по-разному оказывают влияние на траекторию. Одни вызывают отклонение траектории только в плоскости бросания, другие практически не оказывают никакого влияния на дальность полета, но существенно влияют на боковое смещение от номинальной траектории.

Для проведения исследования влияния данных возмущающих факторов в работе была взята гипотетическая РН, имеющая номинальную траекторию близкую к вертикальной.

А. Г. Криворучко, аспірант, провідний інженер-конструктор;

П. Г. Хорольський, к.т.н., провідний науковий співробітник

Державне підприємство «Конструкторське Бюро «Південне» імені М.К. Янгеля

E-mail: art_em85@i.ua

ПРИСТРОЇ ДЛЯ З'ЄДНАННЯ ВІДСІКІВ РАКЕТ В УМОВАХ ВІДСУТНОСТІ ДОСТУПУ ДО СТИКУ

Створення роз'ємних з'єднань відсіків ракет є одночасно простим і складним завданням. Складність створення роз'ємних з'єднань проявляється тоді, коли на них накладається цілий ряд обмежень з боку технологічного обладнання, складових частин ракети і режимів її експлуатації. Прикладом такого завдання є створення з'єднання, яке дозволяло б з'єднувати і роз'єднувати відсіки ракети дистанційно, не маючи доступу до самого місця стику. При цьому з'єднання повинно мати мінімальні габаритні розміри і вагу, а також бути надійним і технологічним.

Дана доповідь присвячена пристроям і системам, які призначені для з'єднання і відповідно роз'єднання елементів конструкцій ракет, зокрема їх відсіків, в умовах відсутності доступу до стику. Розглянуто конструкції систем і пристроїв, що використовуються в ракетно-космічній техніці, які можливо застосувати при виконанні такої специфічної умови. Проведено аналіз та запропоновані рекомендації до їх конструкцій для адаптації до багаторазового використання при відсутності можливості технічного обслуговування.

Реалізація запропонованих рекомендацій дозволить в подальшому вирішувати такі завдання, як, наприклад, з'єднання відокремлюваної частини аеродинамічного обтічника з ракетою, корисного вантажу з відсіком або відсіків між собою - автоматично, без участі технічного персоналу в зоні робіт. Що в свою чергу дозволить спростити конструкцію відсіків ракет, технологію їх складання і відповідно технологічне обладнання, що використовується, а також дозволить зменшити час підготовки і проведення пуску ракет.

А. А. Литвинов, студент; И. В. Лазарев, преподаватель специальных дисциплин
Колледж ракетно-космического машиностроения
Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара
E-mail: *gazemistan@gmail.com*

КАК ВОССТАНОВИТЬ КОСМИЧЕСКИЕ ПРОГРАММЫ ШАТЛА И БУРАНА

С момента познания Космоса человечеством в это пространство было запущено свыше 100 управляемых полётов в челноках типа “Буран” либо “Space Shuttle”. Но их возвращение стоит дороже чем выполняемая ими операция в околоземном пространстве и потому эти программы закрыли, а восстановление челноков после нахождения в атмосфере сулит лишь полной заменой корпуса.

Советский союз в программе многоразовых транспортных космических систем (МТКС) не усмотрел будущих перспектив такой программы. НАСА поэксплуатировав какое-то время тоже отказалась от этой программы из-за её экономической не целесообразности, но с точки зрения законов экономики многоразовые конструкции должны быть по идеи экономичнее одноразовых.

Моя идея заключается в том, чтобы возложить основную задачу торможения челнока на другой ЛА, типа самолета, и тем самым не усложняя конструкцию челнока попытаться избавиться от негативных факторов при входе в атмосферу.

Для этого я планирую использовать самолёт, например, “Мрия” (Ан-225) или специально изготовленный, что будет понятно при детальной проработки проекта, в компоновке с ракетными двигателями для разгона до скорости возвращения челнока за пределами атмосферы и работы на высоте выше предела Армстронга. На самолёте будет расположена площадка для приёма и транспортировки челнока. А посадка на платформу осуществляется по принципу посадки самолёта на авианосец. Также предусмотрено дополнительное торможение в слоях атмосферы.

Согласно предварительным проработкам данная конструкция способна не только взлететь, но и принять и перевести столь ценный груз без его физического либо термического повреждений.

М. С. Нагорщук, студент, М. М. Дронт, к.т.н., професор
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: nord@mail.dsu.dp.ua

ОПТИМАЛЬНИЙ РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КОМПОЗИТНИХ СІТЧАСТИХ СТРУКТУР

В ракетній техніці існують різні види конструкцій із різних матеріалів. Одним із видів конструкцій є сітчасті композитні структури, які широко використовуються в конструкції перехідного відсіку, з'єднуючого ракету-носіть з космічним апаратом. В сітчастих конструкціях найбільше проявляються переваги сучасних композиційних матеріалів. Сучасні композити мають більш високу питому міцність і жорсткість ніж традиційні металеві конструкції. Композитні сітчасті конструкції також мають гарні перспективи для використання не тільки в ракетній техніці, а й в машинобудуванні взагалі.

Для проектування композитних сітчастих конструкцій ефективним являється аналітичне вирішення, яке базується на моделях, згідно яким конструкція представляється у вигляді гладкої оболонки.

В статті розглянуто елемент сітчастої циліндричної оболонки, яка утворена спіральними ребрами із кутом φ по відношенню до осі x оболонки і кільцевими ребрами. В процесі проектування конструкції необхідно було знайти її проектні параметри: товщину оболонки h , а також параметри спіральних і кільцевих ребер. Головним критерієм в поставленому завданні була оптимізація по критерію мінімуму маси циліндричної оболонки. Як показали розрахунки за запропонованою спрощеною моделлю маса сітчастої конструкції в порівнянні з металевою зменшується на 40 %

Застосування композитних сітчастих відсіків конструкцій, окрім суттєвого зниження маси конструкції ракети, може дати значний економічний ефект в перерахунку на масу вантажу, що виводиться на перехідну орбіту. Це являється надзвичайно важливим фактором при комерційних запусках космічних апаратів (КА).

И. В. Насонов, инженер-конструктор 2 категории¹; А. К. Линник, к.т.н., доцент²

¹ Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля

² Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара

E-mail: Nasonovilya90@gmail.com

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ КМ В РАЙОНЕ КРЕПЕЖНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТЫКОВ ОТСЕКОВ РН

Проблема выбора устройства узлов соединения (стыков) отсеков всегда была и остается одной из наиболее важных в процессе разработки корпусов ракет, но особую значимость она приобретает при создании конструкций из композиционных материалов (КМ). Это связано с тем, что в сравнении с традиционными металлами и сплавами композиты значительно хуже приспособлены к передаче различного рода усилий в механических соединениях, особенно сосредоточенных сил. Основными причинами существенно более низкой работоспособности КМ в стыках являются:

- резкая анизотропия прочностных и упругих свойств;
- большая гетерогенность структуры;
- крайне низкая межслоевая прочность и др.

Наиболее распространенными механическими соединениями отсеков являются болтовые, винтовые и заклёпочные, т.е. те, которые содержат крепежные элементы (КЭ), размеры которых малы по сравнению с оболочками отсеков.

В болтовом соединении усилие с одной детали передается на другую за счет: среза и смятия материала деталей и тела КЭ, разрыва деталей по ослабленному сечению. Следовательно, требуется оптимизация структуры в районе отверстий под КЭ, на чем разработчики отсеков обычно не акцентируют внимание. К примеру, наибольшая прочность на срез и смятие композита достигается при укладке слоев с углами $\varphi_1 = 0^\circ$ и $\varphi_2 = \pm 30^\circ \dots 60^\circ$. В тоже время для цилиндрической оболочки при осевом сжатии одной из наиболее рациональных является укладка слоев в направлениях $\varphi_1 = 0^\circ$, $\varphi_2 = 90^\circ$ и $\varphi_3 = \pm 45^\circ$, что не совпадает с оптимальными углами укладки слоев в районе КЭ.

Проблема состоит в необходимости проектирования оптимальной структуры КМ оболочки с учетом обеспечения прочности КМ в районе КЭ, т.е. необходимо удовлетворить условию равнопрочности всех слоев конструкции во всех сечениях.

Учитывая практически полное отсутствие публикаций по указанной проблеме, предлагается провести исследование типовых (используемых на практике), и оригинальных (предлагаемых разными авторами) конструкций стыков отсеков РН для оптимизации их структуры, а также с целью поиска компромиссов по увязке оптимальных структур оболочек с оптимальными структурами законцовок в районе крепежных элементов.

О. Пересада, студент; А. Дреус, д.т.н., професор
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара»
E-mail: olgaperesada3@gmail.com

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ТЕПЛОВОГО ЗАХИСТУ КОСМІЧНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЄ ПОЛІМЕРНІ МАТЕРІАЛИ

Полімерні матеріали широко використовуються в якості компонентів теплозахисних покриттів в аерокосмічній техніці. Під час руху космічного літального апарату у щільних шарах атмосфери, теплозахисне покриття перебуває під потужним тепловим впливом, що обумовлений аеродинамічним нагріванням. Внаслідок дії такого впливу відбувається деполімеризація та починається процес деструкції матеріалу, що супроводжується поглинанням теплоти і втратою маси за рахунок віднесення летучих продуктів розкладення. Отже, існує ризик передчасного руйнування теплового захисту, що є загрозою для подальшого функціонування апарату.

Визначення раціональних параметрів теплозахисного покриття є важливою складовою робіт при проектуванні космічного апарату. Ефективним інструментом дослідження в такому випадку є математичне моделювання з проведенням обчислювального експерименту на ЕОМ. Такий підхід дозволяє проводити оцінку теплового стану та швидкості унесення матеріалу для широкого діапазону вихідних параметрів без проведення складних і високоартістичних фізичних експериментів. Розрахунок теплових процесів є також важливим з точки зору визначення оптимальних траєкторій руху в атмосфері, й обґрунтування методів керування літальним апаратом.

В представленій роботі пропонується методика розрахунку процесу деструкції полімерного покриття певної товщини під час його нагрівання за рахунок теплообміну з навколишнім середовищем. Математичну модель побудовано в одновимірному наближенні з урахуванням поглинання теплоти за рахунок деструкції. Гранична умова, що моделює нагрівання поверхні являє собою нестационарну функцію, яка залежить від траєкторії руху апарату в атмосфері. Передбачається, що залежність швидкості розкладення від температури і маси матеріалу описується кінетичним рівнянням степеневого виду. Для визначення температурних полів всередині матеріалу використаний числовий метод скінчених різниць, неявна схема. В якості полімерного теплозахисного матеріалу розглянуто поліетилен. Отримано картину нестационарних температурних полів у середині покриття. Результати моделювання дозволяють прогнозувати температурні режими оболонки космічного літального апарату та проводити оцінку геометричних характеристик покриття, що забезпечують ефективний тепловий захист при заданій траєкторії руху.

В. А. Пророка, студент; А. А. Добродомов, студент; И. В. Белоцерковский, студент;
В. А. Солнцев, специалист отдела научных исследований
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
Национальный центр аэрокосмического образования молодежи имени А.М. Макарова
E-mail: v.proroka@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАЛЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАКЕТ

Малые исследовательские ракеты получили широкое распространение в настоящее время. Во многих странах проводятся соревнования среди студенческих команд по запуску полезной нагрузки в виде микроспутника типа CanSat на высоту 2-2,5 км. Данная полезная нагрузка представляет собой контейнер, по массе и габаритам соответствующий стандартной жестяной банке объемом 0,33 л, внутри которого располагается полезная нагрузка в виде простейшего набора научной аппаратуры. Кроме того, данный класс ракет может быть использован в различных научных и образовательных целях.

Особенностями создания малых исследовательских ракет являются жесткие ограничения по стоимости материалов, из которых они изготавливаются, а также зачастую отсутствие технической базы для реализации типовых для ракет других классов конструктивных решений.

В данной работе предлагается создание семейства ракет, имеющих модульную структуру, что позволяет существенно сократить затраты на проектирование и сроки его создания. Данное семейство состоит из ракеты для использования в соревнованиях CanSat, трех ракет, способных выводить научную аппаратуру на высоты 7, 20 и 60 км, а также ракеты способной выводить научную аппаратуру на высоту выше линии Кармана. Одной из главных идей данного проекта является решение довольно сложных в плане реализации технических задач в условиях ограниченности ресурсов и материально-технической базы путем внедрения простых, но в тоже время оригинальных конструктивных решений и принципов работы.

Данный проект на сегодняшний день реализуется командой «Студенческая ракета», которая состоит из студентов ДНУ им. Олеся Гончара при поддержке ассоциации Noosphere. На данном этапе командой реализованы первые этапы проекта, созданы испытательные стенды, получен оптимальный для данных задач состав твердого топлива, проведена работа по созданию наземного сегмента оборудования, получению телеметрической информации. Работы по всем этим направлениям продолжаются.

Реализация описанного выше проекта позволяет создать базу для проведения научных экспериментов в полете на дозвуковой и сверхзвуковой скорости, получить студентам практические навыки по созданию ракетной техники, а также по выполнению стартовых операций на полигоне, а это в свою очередь формирует системный подход при проектировании ракет.

В. Э. Сиренко-Сахно, инженер-конструктор III кат.;

А. В. Сахно, ведущий инженер; В. П. Фролов, к.т.н.

Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»

E-mail: viktoria@sirenko@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА УНИВЕРСАЛЬНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ РАКЕТ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ СВЕРХЛЕГКОГО КЛАССА НА ТЕХНИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ

Тенденции на мировом рынке космических услуг в последние годы свидетельствуют о том, что в ближайшее время ожидается значительное увеличение коммерческого спроса на вывод малых и средних космических аппаратов на низкие околоземные орбиты. Уже сегодня, во всем мире, многими компаниями ведутся разработки ракет космического назначения легкого и сверхлегкого класса для коммерческого использования.

Все современные ракеты космического назначения как те, которые эксплуатируются, так и те, которые разрабатываются, требуют высоконадежного обслуживания, поэтому возникает вопрос о создании надежного технологического оборудования для ракет космического назначения.

Однако подходы, которые существуют для обслуживания ракет, не в полной мере отвечают современным требованиям и достижениям современной техники. Большинство технологического оборудования уже устаревшее, так для обслуживания ракет космического назначения необходимы модернизация и новые подходы.

Целью исследования является поиск новых методов и подходов для создания эффективного универсального технологического оборудования, выбор оптимального состава и вида универсального технологического оборудования для обслуживания ракет космического назначения сверхлегкого класса на техническом комплексе.

Для достижения цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести анализ особенностей состава универсального технологического оборудования;
- исследовать вид универсального технологического оборудования;
- проанализировать преимущества и недостатки использования универсального технологического оборудования;
- дать экономическую оценку универсального технологического оборудования.

Результаты исследования заключаются в разработке новых принципов и методик использования универсального технологического оборудования для обслуживания ракет сверхлегкого класса на техническом комплексе.

І. О. Сиротенко, студент; М. М. Дронт, д.т.н., професор
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: vanyasirotenko1997@gmail.com

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ЗАПУСКУ РАКЕТ-НОСІЇВ В УКРАЇНІ

Створення в Україні космодрому для запуску ракет-носіїв (РН) призведе до виходу України ще на одну ступінь в космічній галузі. В останні роки діяльність у цій галузі дещо уповільнилась, але зараз Україна виходить на новий виток в освоєнні космосу. Відсутність власного космодрому на території України стримує розвиток ракетно-космічної техніки. Досвід взаємодії з іншими країнами показує, що при створенні космодрому основними труднощами, які виникають, є екологічні та політико-економічні проблеми.

Для виведення на навколосезну орбіту найбільш затребуваними стають класи малих супутників, такі як: мінісупутники, мікросупутники, наносупутники. Незважаючи на невеликі масово-габаритні характеристики, мініатюризацію елементної бази наукової та службової апаратури, сучасні малі супутники здатні виконувати такі складні задачі: дистанційне зондування Землі; космічні спостереження; відпрацювання новітніх технологій; освітні програми; екологічний моніторинг; дослідження геофізичних полів та багато іншого. Тому їх можна буде використовувати в якості корисного вантажу при запуску ракет з території України.

Зазвичай космодроми займають велику площу і розташовані на значній відстані від густонаселених місць, щоб при падінні ступенів РН не завдати пошкоджень населеним пунктам, але Україна сама густозаселена і навколо нас такі ж території сусідніх держав. Цей фактор є головною проблемою, що стримує створення космодрому в Україні. Але нові технології дають нам можливість мріяти про створення власного космодрому на території України, який буде придатний для запуску легких, надлегких РН, а також для суборбітальних ракет, які дозволяють корисному вантажу знаходитись в умовах невагомості обмежений час, достатній для деяких завдань. Старт ракети може виконуватися зі стаціонарної стартової площадки, повітряним способом та морським шляхом. Одна з особливостей при створенні РН може виступати ідея врятування відпрацьованої ступені для її повторного використання. Для забезпечення м'якої посадки першої ступені РН можуть використовуватися парашутні системи порятунку, ступені з спеціальними двигунами м'якої посадки та багато іншого.

Існуючі екологічні вимоги, які обумовлюють обмеження для польоту ракети на малих висотах, приводять до мінімізації ризиків забруднення продуктами згорання навколишнього середовища. Забруднення навколишнього середовища, яке виникає за рахунок використання агресивних компонентів палива, приводить до змін в будові та у функціонуванні екосистеми в зоні де розміщений космодром. Тому у якості пар компонентів палива для РН повинні застосовуватися максимально екологічні компоненти, такі як рідкий кисень-рідкий водень.

Отже, при створенні космодрому основні труднощі, які виникають, є екологічні та політико-економічні, але нові технології дають можливість створення в Україні космодрому для запуску РН, що в свою чергу є дуже позитивним.

А. И. Фроленко, начальник группы; Т. В. Овсяникова, начальник сектора
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: snuk@ua.fm

АНАЛИЗ СХЕМ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ ДЛЯ РАКЕТЫ И КОСМИЧЕСКОЙ ГОЛОВНОЙ ЧАСТИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ РАКЕТЫ К ПУСКУ

Применение в существующих наземных комплексах двух систем термостатирования (СТ), одна из которых полностью обеспечивает ракету космического назначения (РКН), а вторая - только космическую головную часть (КГЧ) при транспортировке обуславливает, за счет избыточности оборудования, увеличение стоимостных показателей комплекса.

Целью работы является проведение анализа схем термостатирования и рекомендации по их выбору. Задачами исследования являются анализ существующего оборудования для термостатирования при подготовке РКН к проведению пуска, а также разработка альтернативных схем термостатирования.

Схемы термостатирования разрабатывались исходя из технологии работ с РКН. При анализе схем использован аналитический метод с отбором вариантов по заданным критериям.

В результате разработаны и проанализированы ряд схем, обеспечивающих термостатирование заданных отсеков РКН и КГЧ.

Сформированы требования, позволяющие вести дальнейшие разработки с использованием унифицированных модулей.

В ходе исследования выявлены схемы, наиболее удовлетворяющие всем заданным критериям. Все они позволяют сократить количество основного оборудования для термостатирования РКН и КГЧ и оборудования ЗИП, что снизит стоимость СТ.

Одна схема как самая легко реализуемая на данном этапе выбрана для термостатирования РКН «Циклон-1М» и представлена в выпущенных проектных материалах. Еще две схемы также являются перспективными и требуют дальнейшего более детального исследования.

В данной работе проведены разработка и анализ схем термостатирования при подготовке РКН к проведению пуска. Даны рекомендации по их выбору. Результатом внедрения предложенных схем термостатирования является уменьшение объема оборудования со снижением стоимостных показателей комплекса.

Полученные результаты могут применяться для проектирования СТ для РКН, требующих термостатирования.

О. В. Шевцов¹, інженер-конструктор 2 категорії; Я. В. Шестерньов¹, технік;

В. Ю. Шевцов², к.т.н., доцент

¹Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля

²Дніпровський національний університет ім. О. Гончара

E-mail: aliashevtsova@ukr.net

ПРОЕКТУВАННЯ МАКЕТІВ ДЛЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВІДПРАЦЮВАННЯ ГЕРМЕТИЧНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПАЛИВНИХ БАКІВ ТРАНСПОРТНО-КОСМІЧНОЇ СИСТЕМИ

Паливні баки (ПБ) з полімерних композиційних матеріалів (ПКМ) представляють собою конструкцію, що складається з силової оболонки утворену намотуванням по різноманітним траєкторіям високоміцного волокна, просоченого полімерною сполучною речовиною та фланцевих вузлів стику, для з'єднання з магістральними трубопроводами, штуцерами подачі компонента палива, конструктивного виконання люків-лазів.

Найбільш важливим завданням для забезпечення працездатності паливного баку з полімерних композиційних матеріалів, є забезпечення герметичності, при виконанні умов роботоспроможності для паливного бака на криогенних компонентах палива. Найбільш ймовірними зонами розгерметизації ПБ, є стик силової оболонки з фланцем, стик фланець-кришка, та власне сама силова оболонка.

Для відпрацювання технології виготовлення та експериментального підтвердження параметрів міцності та герметичності силової оболонки паливного баку використовується дослідна трубчата конструкція, що моделює тонкостінну циліндричну оболонку. Для автономного випробування різноманітних типів ущільнюючих елементів для забезпечення герметичності конструкції по роз'ємному стику фланець-кришка, без намотування корпусу паливного баку, запропоновано ємність-імітатор фланцевого стику.

Трубчата конструкція (ТК) являє собою тонкостінну силову безлейнерну вуглепластикову оболонку, що має на торцях локальні потовщення – фланці, призначені для кріплення кришок за допомогою шпилькового з'єднання сталевих напівкілець, що опираються на фланці. На фланцях встановлено герметизуючі прокладки, а в зоні переходу від майданчика для монтажу металевих напівкілець на циліндричну частину, виконано плавне сполучення з циліндричною оболонкою ТК, для забезпечення допустимого для матеріалу і конструкції розподілу напружень. Оболонка виконана, шляхом безперервної намотки на оправку. Матеріал оболонки корпусу – вуглеволокно Tenax-E IMS65 E23 24K та система з епоксидною основою Araldite LY 1135-1 A/Aradur 917 CH/Accelerator 960-1 HUNTSMAN, ємності-імітатора фланцевого стику – вуглеволокно 3752 та сполучна речовина ЕДТ-10П.

Експериментальне відпрацювання конструктивних рішень для забезпечення герметичності композиційних безлейнерних конструкцій баків з композиційними фланцями на масштабних макетах елементів конструкції дозволяє зменшити обсяг витрат дороговартісного матеріалу на більш ніж 80% в порівнянні з повномасштабним макетом всього ПБ. Для паливних баків нової конфігурації економічний ефект від застосування макетів, теоретично може складати до 70% від вартості розробки.

Б. О. Шевченко, студент¹; С. М. Подольчак, ст. викладач¹
¹Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
 E-mail: metrolast3@gmail.com

ОЦІНКА НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ СКЛАДНОЇ ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

У процесі проектування складних технічних систем, до яких відноситься безпосередньо і системи ракетно-космічної техніки, особливого значення набуває забезпечення відповідного рівня її надійності. Як правило, необхідно, щоб ймовірність безвідмовної роботи системи за період її експлуатації не була нижчою за задану величину. За період експлуатації на дану систему впливають різні навантаження: механічні (тиск), теплові (температура й радіація), динамічні (вібрації) та інші. Дуже важливо правильно розрахувати міцність системи, адже міцність говорить про здатність чинити опір незворотній (пластичній, в'язкій) деформації і руйнуванню під дією навантажень або інших факторів (усадка, нерівномірне температурне поле тощо).

Для кожного елемента системи можна записати умову надійної роботи в такому вигляді

$$S - R \geq 0,$$

де: **S** - міцність, або несуча здатність елемента конструкції; **R** - навантаження, що діє на елемент конструкції.

Саме взаємодія міцності елемента (системи), з одного боку, і рівня навантаження, що впливає на робочий елемент (систему) – з іншого боку, визначає надійність конструкції елемента (системи). Елементи однієї конструкції, вибрані з партії готової продукції, ніколи не мають однакових характеристик міцності. Міцність елемента має нормальний або нормально-логіфічний розподіл навколо середнього значення параметра міцності з деяким стандартним відхиленням. Аналогічно можна вважати, що навантаження також розподіляються навколо деякого середнього значення навантаження з характерним стандартним відхиленням.

Проте точно визначити міцність і навантаження практично неможливо, тому що вони залежать від різноманітних факторів. Крім того, міцність та навантаження є випадковими функціями часу.

Тому для оцінки конструкційної міцності виділяють такі критерії:

- види напруженого стану у випробувальних зразках та виробач;
- умови випробування зразків і умови експлуатації (температура, середовище, порядок навантаження тощо);
- характер руйнування та вид зламу у зразку та виробі.

Після проведення випробувань та підтвердження необхідного рівня надійності – систему можна вводити в експлуатацію. Отже, щоб забезпечити високу надійність конструкції, необхідно поставити високі вимоги до характеристик конструкційних матеріалів та контролю їх якості.

А. Т. Янбердин, вед. инженер; А. Н. Дядюра, техник
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: alexynber90@gmail.com

ТЯЖЕЛЫЙ ТРАНСПОРТНЫЙ БЕСПИЛОТНЫЙ ЛА

В настоящий момент в мировой авиации широкое распространение получает беспилотные ЛА. Однако, вопреки широкому распространению в военной сфере, в области гражданских БПЛА используются только транспортные ЛА легкого и сверхлегкого класса (дроны). С учетом тенденции интенсивной разработки пилотируемых транспортных самолетов различных классов можно сделать вывод об актуальности разработки беспилотного транспортного ЛА тяжелого класса. В качестве основных требований к современным транспортным самолетам являются экономичность, снижение уровня шума ДУ, возможность быстрой модернизации или переоборудования в более специализированные самолеты.

Создание транспортного БПЛА позволит уменьшить расходы на эксплуатацию самолета и снизить стоимость перевозки груза, а также увеличить надежность и безопасность благодаря исключению человеческого фактора, кроме того отсутствие систем жизнеобеспечения и средств спасения экипажа позволит увеличить грузоподъемность.

Перспективный беспилотный транспортный ЛА должен отвечать современным требованиям, предъявляемым к современным транспортным самолетам:

- высокие летные характеристики;
- высокий показатель массового совершенства;
- высокую надежность силовых элементов конструкции, ДУ;
- независимость от метеословий и времени суток при эксплуатации;
- оснащенность специальными средствами, обеспечивающими удобство погрузки/выгрузки (кран, рампа и т.п.);
- модульность конструкции, позволяющая в короткие сроки переоборудовать самолет в узкоспециализированные ЛА (топливозаправщики, пожарные самолеты, самолеты радиотехнической разведки, самолеты ДРЛО и т.п.).

Также перспективный беспилотный транспортный ЛА должен отвечать требованиям к беспилотным ЛА – взлет и посадка в автоматическом режиме (без участия человека).

Защищенность транспортного БПЛА от несанкционированного доступа достигается за счет автономной работы системы управления. Запрос на помощь наземного оператора формируется при возникновении нештатной (для программы полета) ситуации. До ее возникновения наземный оператор может только осуществлять пассивный контроль полета.

17

Химические технологии в ракетной технике

Координатор:

Варгалюк Виктор Федорович,

декан химического факультета ДНУ имени Олеся Гончара,
доктор химических наук, профессор

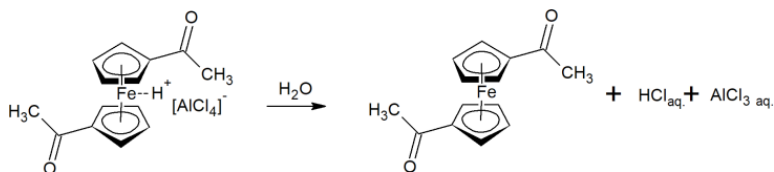
В. Д. Гулик, студентка¹; Е. Ю. Нестерова, к.х.н., доцент¹
¹Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
 E-mail: dima7132@yandex.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОТДЕЛЕНИЯ СОЕДИНЕНИЙ АЛЮМИНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДИАЦЕТИЛФЕРРОЦЕНА

Смесевые твердые ракетные топлива (СТРТ) нашли широкое применение в ракетно-космической технике.

В качестве штатных регуляторов скорости горения СТРТ используются алкил производные ферроцена, такие как 1,1'-диэтилферроцен, н-бутилферроцен, катоцен. Методом получения 1,1'-диэтилферроцена является восстановление соответствующего диацетилпроизводного ферроцена, который синтезируют ацилированием ферроцена по реакции Фриделя-Крафтса с использованием хлорида алюминия в качестве катализатора.

Целью нашей работы является разработка технологии выделения 1,1'-диацетилферроцена из реакционной смеси путем разложения его комплекса с $AlCl_3$ водой.



Реакция протекает по схеме:

Для достижения поставленной цели нами были решены следующие задачи:

1. разработана методика выделения продукта из солевой формы;
2. рассчитан материальный и тепловой баланс процесса разложения с учетом экспериментальных данных о составе реакционной смеси;
3. проведен подбор необходимого основного и вспомогательного оборудования.

Для проведения процесса разложения солевой формы продукта нами был выбран реактор с рубашкой для охлаждения, турбинной мешалкой, конденсатором для охлаждения паров растворителя и соляной кислоты.

В охлажденную реакционную смесь подается вода. При интенсивном перемешивании турбинной мешалкой образуется водно-органическая эмульсия. В результате чего происходит экзотермическая реакция разложения комплекса и гидратации хлорида алюминия, содержащегося в реакционной смеси. Далее происходит разделение водной фазы, содержащей соли алюминия, и органической фазы с продуктом.

Таким образом, по проведенным расчетам был выбран реактор идеального смешения непрерывного действия типа эмалированного реактора АЕ для отделения соединений алюминия от целевого продукта 1,1'-диацетилферроцена.

К. О. Завгородня, студентка; К.Є. Варлан, к.х.н, доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: konstvsarlan@meta.ua

ПОШУК ШЛЯХІВ СТВОРЕННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КОЛАГЕНВМІСНОЇ СИРОВИНИ

Подальший розвиток хімічної галузі, зокрема виробництва полімерів та полімерних матеріалів, неминуче стикнеться з низкою проблем, серед яких – виснаження традиційних сировинних джерел, а також загострення екологічних проблем. Тому світова наукова спільнота приділяє все зростаючу увагу дослідженням, метою яких є нівелювання у майбутньому означених проблем. Серед пріоритетних напрямків таких досліджень слід відзначити пошук нових, перед усім відновлюваних сировинних джерел, створення матеріалів, що після використання підлягають повній утилізації або біодеградації у природних умовах на прийнятні для довкілля речовини. До таких напрямків також слід віднести розробку безпечних та сумісних із біологічними об'єктами та людським організмом полімерних матеріалів, що особливо важливо при постійному контакті у обмеженому просторі, зокрема під час тривалих космічних польотів.

З огляду на динаміку збільшення наукових публікацій та патентів за означеною тематикою, серед джерел відновлюваної сировини значну увагу приділяють колагенвмісним відходам м'ясного та шкіряного промисловості. Колаген та желатин як продукт переробки такої сировини має широке застосування у харчовій, фармацевтичній, мікробіологічній, целюлозно-паперовій, лакофарбовій промисловості тощо. Серед колагенвмісної сировини значне місце посідають відходи переробки рибної продукції, зокрема луска та шкіра. Не дивлячись на велику кількість проведених досліджень та винаходів стосовно виробництва різних видів іхтіожелатину, використання луски у якості вторинного ресурсу обмежено через особливості її будови та технологічні складнощі переробки. На нашу думку, незатребувані колагенвмісні відходи у вигляді риб'ячої луски і шкіри є перспективною сировиною для виготовлення полімерних матеріалів. Підставою для цього є результати власних лабораторних експериментів з переробки луски *Abramis brama* та *Rutilus*. Висновок про доцільність такого дослідження зроблений на підставі даних про склад та співвідношення нітрогенвмісних (переважно колагену) та мінеральних (переважно фосфату кальцію) складових – відповідно 55% та 34%, та несуттєвий вміст жирів – до 0,2%, що дозволяє переробляти луску без попереднього поділу на складові. Попередні експерименти показали можливість отримання таким чином полімерного композиційного матеріалу, наповненого дисперсними мінеральними частинками на кшталт апатиту з розмірами 2÷30 мкм.

А. Н. Куликова, студентка; Л. В. Коваленко, студентка; В. В. Полтавец, к.х.н.;
В. Ф. Варгалюк, д.х.н., профессор; Л. В. Шевченко, к.х.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: verapolt@yahoo.com

ТЕРМО- И КОРРОЗИОННО-СТОЙКИЕ КОМПОЗИТНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ MnOx

Антикоррозионные материалы всегда представляли большой интерес для промышленности. Покрытия должны быть надежными и долговечными, обладать высокой адгезией к поверхности изделия, сырье должно быть доступным, дешевым и нетоксичным для окружающей среды. Всем этим критериям отвечает современный композитный материал на основе диоксида марганца, разработанный в нашей лаборатории.

В качестве основы использовалась простая углеродистая сталь, поверхность которой термически окислялась. Тонкие пленки MnOx осаждались электрохимически из электролита, который содержал акриловую кислоту. Образование смешанных электронейтральных комплексов $[Mn(L)_2(H_2O)_4]$ обеспечивало осаждение композита на основе MnOx при низких потенциалах, низкой температуре. Электрохимический метод осаждения позволял контролировать условия (температуру, потенциал электрода, pH и состав электролита), которые влияют на состав и структуру получаемых осадков. Адгезия пленок очень высокая, что объясняется адсорбцией акриловой кислоты в процессе выделения кристаллов MnO_2 и ее способностью на этапе сушки полимеризоваться.

Учитывая имеющиеся возможности редокс системы Mn^{3+}/Mn^{4+} обеспечивать циклирования электрического заряда с большой скоростью при потенциалах, существенно меньших потенциалов разложения воды, такие электроды могут использоваться в электролизерах с промышленным напряжением 220 В. Потенциальные возможности реакции $Mn^{3+} \leftrightarrow Mn^{4+}$, которая обеспечивает циклирование электрического заряда, достаточно высокие. Если на поверхности электрода с геометрической поверхностью в 1 см^2 разместить 1 мг MnOx, то такая система сможет пропускать переменный ток частотой 50 Гц с фарадеевской компонентой реакции $Mn^{3+} \leftrightarrow Mn^{4+} = 77,8 \text{ А} / \text{см}^2$.

Разработанные электроды были внедрены в промышленное производство электрических котлов «Энергия» прямого нагрева теплоносителя различной мощности, которые используются в бытовых помещениях и других объектах. Они подтвердили свои высокие эксплуатационные характеристики и способность работать не меньше 10000 часов.

ПЛІВКОУТВОРЮВАЛЬНА ЕПОКСИФЕНОЛЬНА КОМПОЗИЦІЯ НА ОСНОВІ РОСЛИННИХ ОЛІЙ ТА ЇХ ПОХІДНИХ

Вимоги до експлуатаційних характеристик сучасної техніки, особливо авіаційної та космічної, постійно зростають. Серед таких вимог слід позначити здатність функціонувати у жорстких умовах, зокрема в агресивних середовищах. Одним з основних способів надання хімічної стійкості металевим поверхням вузлів, механізмів та конструкційних елементів різних видів техніки є нанесення захисних покриттів з використанням лакофарбових матеріалів (ЛФМ). Переважна більшість ЛФМ з високими захисними властивостями має недоліки, які вже зараз обмежують застосування цих матеріалів. Перш за все це підвищений рівень небезпечності виробництва і застосування таких ЛФМ, а також зростання дефіцитності традиційної вихідної сировини. Стримувальний вплив наведених факторів у перспективі буде посилюватися через більш жорсткі природоохоронне законодавство та санітарно-гігієнічні норми, а також через виснаження розвіданих покладів викопних вуглеводнів. До того ж вже тепер використанню в Україні ЛФМ з високими експлуатаційними характеристиками перешкоджає відсутність вітчизняних виробництв з виготовлення необхідних інгредієнтів.

З огляду на вищенаведене незаперечною є актуальність досліджень в напрямі створення нових компонентів для ЛФМ з поліпшеними властивостями на основі відновлюваної вітчизняної сировини. У якості предмета досліджень була вибрана епоксифенольна плівкоутворювальна композиція на основі тунгової олії. На відміну від промислового аналога, який виготовляють з використанням імпортованої сировини – олієрозчинної модифікованої фенольної смоли (ОМФС), епоксидіанової смоли (ЕД) та олієрозчинної поверхнево-активної речовини на кшталт Катіонату-7 (К7), в досліджуваній композиції використовували:

- замість ОМФС – N,N' ди(гідроксибензил)-4,5-дигідрокси-1,3-аміназолідин-2-он, який синтезували за методикою, про яку повідомлялося раніше;
- замість ЕД – епоксидовану соєву олію (промисловий зразок вітчизняного виробництва);
- замість К7 – продукт взаємодії олеїнової кислоти і діамінів.

Результати випробувань зразків покриттів, створених на основі досліджуваної плівкоутворювальної системи, показали доцільність подальшого проведення досліджень у цьому напрямі.

К. О. Назарова, студентка; К. Є. Варлан, к.х.н, доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: katy98ua@outlook.com

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЗАСОБУ СОФЕЇЗАЦІЇ R-101

Ракетно-космічна галузь широко використовує матеріали на основі високомолекулярних сполук, серед яких важливе місце належить лакофарбовим матеріалам (ЛФМ). З огляду на жорсткі умови експлуатації відповідних видів техніки, лакофарбові покриття, що застосовують при їх виготовленні, повинні мати комплекс підвищених хімічних, фізико-механічних і теплофізичних властивостей. Такі вимоги значною мірою задовольняють ЛФМ, що містять плівкоутворювальні сполуки на основі олієрозчинних епокси-фенольних смол та рослинних олій, зокрема засоби софеїзації.

Софеїзація – процес нанесення антикорозійного покриття на металеву поверхню із залишками іржі і окалини за рахунок використання лакофарбових матеріалів з високими змочувальною здатністю і поропроникністю. Серед таких матеріалів широкого розповсюдження отримав, наприклад, засіб R-101, який має високі антикорозійні властивості в різних середовищах, завдяки чому його використовують у газо-нафтодобувній, нафтохімічній, суднобудівній, судноремонтній та інших галузях.

З огляду на наведене, модернізація існуючих та створення нових виробництв з виготовлення таких ЛФМ є актуальним завданням. Вітчизняна лакофарбова промисловість, що виробляє засоби софеїзації, стикається з суттєвими проблемами, а саме дефіцитність та невідтворюваність сировини.

Нами запропоновані зміни до існуючої технології виготовлення засобу софеїзації засобу R-101. Для цього виконані відповідні матеріальні розрахунки і виконані лабораторні дослідження, на підставі яких розроблена технологічна схема виробництва, що враховує запропоновані зміни. Зокрема, 5 засобу передбачено:

- заміна імпортованої олієрозчинної фенольної смоли на *n-трет*-бутилфенол-формальдегідну смолу, яка в свою чергу буде вироблятися за маловідходною технологією, описаною раніше;

- часткова заміна епоксидіанової смоли Epikote-828 на продукти епоксидування рослинних олій: соєвої, ріпакової або соняшникової;

- заміна імпортованого інгредієнта Miramine ODO Rhodia на продукти взаємодії олеїнової кислоти і деяких амінів, про які повідомлялося раніше.

РЕАКЦІЇ УТВОРЕННЯ КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ МІДІ З МАЛЕЇНОВОЮ ТА ФУМАРОВОЮ КИСЛОТАМИ

На сучасному етапі розвитку матеріалознавства особливо актуальним є створення композиційних матеріалів з мікро- та нанорівневою структурою. Серед таких об'єктів слід відмітити мідьорганічні покриття та дисперсії, де в якості органічного компоненту виступають ненасичені органічні сполуки. В попередній роботі було встановлено [1], що іони Cu^+ з малеїновою та фумаровою кислотами за рахунок (dп-рп)-взаємодії утворюють стійкі координаційні сполуки, які при електровідновленні вже утворюють вищезгадані композиційні матеріали. Ідентифікація та дослідження сполук атомів Купруму з ненасиченими органічними кислотами традиційними експериментальними методам досить ускладнена, тому альтернативним шляхом для вирішення вказаної задачі є використання сучасних методів комп'ютерного моделювання. Метою даної роботи було квантово-хімічне моделювання вірогідних комплексних сполук Cu^0 з малеїновою чи фумаровою кислотами в різних ступенях дисоціації (H_2M , HM^- , M^{2-} , H_2F , HF^- , F^{2-}) координованими ненасиченим $\text{C}=\text{C}$ -фрагментом. Методика квантово-хімічних розрахунків наведена в роботі [1].

Були розраховані можливі реакції комплексоутворення для двох різних випадків: в процесі відновлення готових π -комплексів Cu^+ та взаємодії гідратованих атомів Купруму з малеїновою та фумаровою кислотами в різних станах у водному розчині. Виявилось, що реакції комплексоутворення Cu^0 за участі молекулярних форм лігандів протікають краще, при цьому є закономірним зменшення енергетичного ефекту реакції зі збільшенням ступеня дисоціації кислоти. Аналіз розподілу електронної густини показав, що серед усіх досліджуваних нами

π -комплексів Cu^0 , комплекси $[\text{Cu}^0-\pi\text{H}_2\text{M}]$ та $[\text{Cu}^0(\text{H}_2\text{O})-\pi\text{H}_2\text{M}]$ окрім π -зв'язку одночасно утворюють і σ -зв'язок з карбоксильною групою кислоти. Також слід відзначити окремий випадок утворення одночасно двох π -зв'язків з одним

$\text{C}=\text{C}$ -фрагментом кислоти у комплексі $[\text{Cu}^0(\text{H}_2\text{O})_2-\pi\text{H}_2\text{F}]$, енергія яких складає $-124,0$ та $-121,0$ кДж/моль. Це пов'язане з тим, що ця система має симетричну будову, про що додатково говорить рівномірний розподіл заряду. Було встановлено про неможливість існування таких комплексів як $[\text{Cu}^0-\pi\text{HM}^-]$ та $[\text{Cu}^0-\pi\text{M}^{2-}]$, які на етапі оптимізації системи перетворювались на монодендатні та бідендатні σ комплекси Cu^0 , відповідно.

Отриманий матеріал дозволяє прогнозувати склад електрохімічно виділеного осаду міді у присутності ненасичених органічних кислот.

Література

1. Features of (dп-рп)-binding of Cu(I) ions with acrylic, maleic and fumaric acids in aqueous solution /

V. F. Vargalyuk, Y. S. Osokin, V. A. Polonskyu, V. N. Glushkov // Journal of Chemistry and Technologies. – 2019. – Vol. 27. – P. 148–157.

К. Д. Петленко¹, інженер; О. Ю. Нестерова², к.х.н., доцент

¹Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» імені М. К. Янгеля

²Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

E-mail: kalya.petlenko@gmail.com

ВИЗНАЧЕННЯ КІНЕТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ АЦИЛЮВАННЯ ФЕРОЦЕНУ

Фероцен і його похідні відомі як високоефективні регулятори швидкості горіння сумішевих твердих ракетних палив (СТРТ). В даний час таке алкіл похідне фероцену як 1,1' –діетилфероцен широко використовується в якості штатного регулятора швидкості горіння. Процес його виробництва складається з декількох етапів: отримання фероцену, далі його ацилювання з утворенням

1,1' –діацетилфероцену (ДАФ) і відновлення останнього до 1,1' –діетилфероцену.

Метою даної роботи є визначення кінетичних параметрів реакції ацилювання фероцену. Для досягнення цієї мети були поставлені наступні задачі: дослідження синтезу 1,1' –діацетилфероцену, який отримують в умовах реакції Фріделя-Крафтса при різних температурах; дослідження порядку змішування реагентів на вихід продуктів ацилювання фероцену.

Проводився моніторинг реакції ацилювання фероцену при різних температурах, а саме при температурах 10, 20, 30, 40 °С, за допомогою Газової хроматомас-спектрометрії. Досліджувався вплив порядку змішування реагентів на хід процесу і вихід продуктів. З отриманих даних проводилося розрахункове визначення кінетичних параметрів процесу.

У ході експериментів було встановлено, що реакція ацилювання фероцену – є паралельно-послідовною реакцією, яка не має прямого кінетичного визначення її швидкості. В зв'язку з цим, було розраховано співвідношення констант швидкості реакції (k_2/k_1) і встановлено, що в усіх дослідах константа швидкості $k_1 > k_2$. Показано, що крім основних реакцій ацилювання фероцену проходять реакції комплексоутворення фероцену, моноацетилфероцену і ДАФ з хлоридом алюмінію і деструкція ДАФ до ацетилциклопентадієну.

Отримані результати можуть бути використані в подальшому вивченні реакції ацилювання фероцену и оптимізації процесу при створенні підприємства по виготовленню регулятора швидкості горіння твердого ракетного палива.

М. О. Позднішев, інженер-конструктор
Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» ім. М. К. Янгеля»
E-mail: n.pozdnyshv@gmail.com

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КАПІЛЯРНИХ ФАЗОРІЗДІЛЬНИКІВ ЗА РАХУНОК ОПТИМІЗАЦІЇ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ПАЛИВА

Металеві плетені сітки з квадратними вічками мікронних розмірів є ключовим елементом капілярних фазороздільників систем забезпечення суцільності палива космічних літальних апаратів. У вічках сітки, змоченої компонентом палива, виникає тонка плівка поверхні розділу фаз рідина-газ, що характеризується певним значенням капілярного тиску, при якому ця поверхня знаходиться в рівновазі. Максимальне значення цього тиску визначає капілярну утримуючу здатність (КУЗ) фазороздільника, точне визначення якої має практичний інтерес.

На значення КУЗ впливає просторова структура сітки (поверхня розділу фаз обмежена геометрією вічка сітки), фізико-хімічні властивості рідкого компонента палива і матеріалу поверхні сітки (коефіцієнт поверхневого натягу, контактний кут змочування). Геометрія сітки доволі складна, тому математичні моделі визначення КУЗ мають ряд спрощень або базуються на експериментальних дослідженнях.

Проведений порівняльний аналіз ряду математичних моделей визначення КУЗ з експериментальними даними. Розроблена математична модель визначення КУЗ для сіток з деформованою структурою плетіння з урахуванням контактного кута змочування та геометрії деформованої сітки. Експериментально визначено значення КУЗ сіток в залежності від кута переплетіння їх волокон з урахуванням контактного кута змочування. Аналітичні розрахунки з використанням розробленої математичної моделі задовільно збігаються з результатами експерименту. Показано, що за допомогою деформації структури плетіння можливо збільшити значення КУЗ до 40%.

На основі проведеного дослідження, представлена методика розрахунку КУЗ сіток з урахуванням її геометрії та кута змочування. Методика дозволяє з достатньою точністю проводити проектний розрахунок капілярних фазороздільників і таким чином, оптимізувати вибір матеріалів та конструктивні параметри фазороздільників для підвищення їх ефективності.

С. В. Пустільник, студентка; М. В. Берун, студентка;
В. А. Полонський, к.х.н. доцент; С. І. Рябцев, д.т.н., професор
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: Spystilnik8@gmail.com

КОРОЗИЙНІ ВЛАСТИВОСТІ КОБАЛЬТВИСНИХ КВАЗИКРИСТАЛІЧНИХ СПЛАВІВ

Створення нових багатофункціональних матеріалів, зокрема високоміцних алюмінієвих сплавів для роботи за умов підвищених температур та в агресивних середовищах, є надзвичайно важливим напрямом досліджень для сучасної науки і техніки. Практичний інтерес представляє використання металічних сплавів із квазикристалічною структурою – новим станом твердої речовини, який має досить цікаве сполучення фізичних властивостей і займає проміжне положення між аморфними й кристалічними матеріалами. Унікальними властивостями квазикристалічних матеріалів є низький коефіцієнт тертя, твердість та жаростійкість. Завдяки цінним фізичним та механічним характеристикам квазикристалічні матеріали застосовують при виготовленні деталей, що працюють в умовах тертя та абразивного зношування. Деталі з таких матеріалів під час експлуатації піддаються дії корозивних середовищ, що обумовлює необхідність вивчення їх поведінки в розчинах кислот та солей.

Метою даної роботи було дослідження корозійної поведінки та електрохімічних властивостей кобальтвісних сплавів на основі алюмінію, в структурі яких присутня декагональна квазикристалічна D-фаза.

Зразки сплавів були отримані шляхом сплавлення хімічно чистих елементів в електричній печі Таммана і містили 24 ат.% Co та 13 ат.% Cu ($Al_{63}Co_{24}Cu_{13}$) та 21 ат.% Co та 10 ат.% Ni ($Al_{69}Co_{21}Ni_{10}$). В роботі застосовані методи хронопотенціометрії, вольтамперометрії, модельні корозійні випробування в нейтральному та кислому середовищах, а також сканувальна електронна мікроскопія. В якості корозійних середовищ застосовані 5% розчин NaCl (pH = 7,0) та розчини кислот H_2SO_4 , HCl, HNO_3 , H_3PO_4 з pH = 1,0. Показник кислотності контролювався іономіром EB-74.

Електрохімічні дослідження виконані за допомогою потенціостата ПІ-50-1 та програматора ПР-8 з використанням трьохелектродної комірки. Величини стаціонарних потенціалів та зон електрохімічної стабільності сплавів визначені в нейтральному 5% розчині натрій хлориду. З напівлогарифмічних вольтамперних залежностей розраховані величини струмів корозії. Більш електрохімічно пасивним виявився сплав $Al_{69}Co_{21}Ni_{10}$.

Корозійні випробування проводились протягом 8 діб у 5% розчині NaCl та протягом 4 годин в розчинах кислот. В нейтральному розчині маса зразків в ході випробувань поступово зростала і через 4 доби практично стабілізувалась за рахунок утворення щільних і добре зчеплених з поверхнею плівок продуктів корозії. В кислому середовищі відбувалось поступове зменшення маси зразків за рахунок селективного розчинення компонентів сплавів. Найбільш активну дію на зразки сплавів виявили сульфатна та хлоридна кислоти. Як в нейтральному, так і в кислому середовищі більшу корозійну тривкість показав сплав $Al_{69}Co_{21}Ni_{10}$.

А. В. Разводов, інженер; М. А. Поджарський, к.т.н., доцент
Державне підприємство «Конструкторське бюро «Південне» імені М. К. Янгеля
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: 55555fih@protonmail.com

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСТРАКЦІЙНО-СЕПАРАЦІЙНОГО ВУЗЛА ВИРОБНИЦТВА ДІАЦЕТИЛФЕРОЦЕНУ

Для України актуальним є створення підприємств, з виробництва компонентів твердого ракетного пального, до яких належать похідні фероцену. Однією з проблем, яку необхідно вирішити в ході проектування виробництва діацетилфероцену (ДАФ) є організація роботи екстракційно-сепараційного вузла, в якому відбувається розділення суміші діхлорметану (ДХМ) і води, за умови максимального вилученням з останньої залишків ДАФ.

Метою даного дослідження було визначити оптимальні режими роботи обладнання екстракційно-сепараційного вузла у виробництві діацетилфероцену, шляхом комп'ютерного моделювання процесів відцентрової екстракції та сепарації.

Метод дослідження полягав у моделюванні зазначених процесів за допомогою програмної системи кінцево-елементного аналізу ANSYS, а саме модуля CFX, в основі роботи якого лежить виконання розрахунків методом кінцевих елементів. Вихідними даними для розробки моделей були: склад реакційної суміші виробництва ДАФ, розраховані коефіцієнти масопереносу, дискретизована на елементарні об'єми 3D модель внутрішнього простору модельованого відцентрового екстрактора-сепаратора, а також деякі технічні характеристики подібного обладнання.

В ході досліджень було отримано наступні результати:

- визначена кількість екстракторів-сепараторів, необхідна для якісної роботи екстракційно-сепараційного вузла за даної продуктивності виробництва;
- встановлено залежність ефективності сепарації від частоти обертання ротора екстрактора-сепаратора, встановлена оптимальна кількість обертів, при якій спостерігається максимальна якість розділення ДХМ і води;
- оптимізовано конфігурацію зони сепарації ротора для забезпечення оптимального режиму розділення і самовивантаження компонентів водно-органічної суміші;
- визначені вихідні дані для розробки методики досліджень даних процесів на пілотному обладнанні.

Результати дослідження будуть використані в ході проектування виробництва діацетилфероцену і можуть бути застосовані для моделювання інших хіміко-технологічних апаратів.

КОМПЛЕКСООБРАЗОВАНИЕ В УСЛОВИЯХ АЦИЛИРОВАНИЯ ФЕРРОЦЕНА

Ацилпроизводные ферроцена являются промежуточными продуктами для получения диалкилферроценов, которые находят применение в качестве регуляторов скорости горения твердых ракетных топлив. Следовательно, изучение реакции ацилирования ферроцена представляет практический интерес.

В литературе имеются данные об образовании в условиях вышеупомянутой реакции комплекса ферроцена с хлоридом алюминия и хлороводородом. Получаемый комплекс является устойчивым к ацилированию и, как следствие, ферроцен находится в нереакционноспособной форме, что оказывает влияние на кинетику процесса ацилирования.

Нами показано, что в условиях реакции ацилирования в комплексобразовании принимает участие не только ферроцен, но и его моно- и диацетилпроизводные. При этом образуются комплексы с условными структурами, приведенными на рис.1.

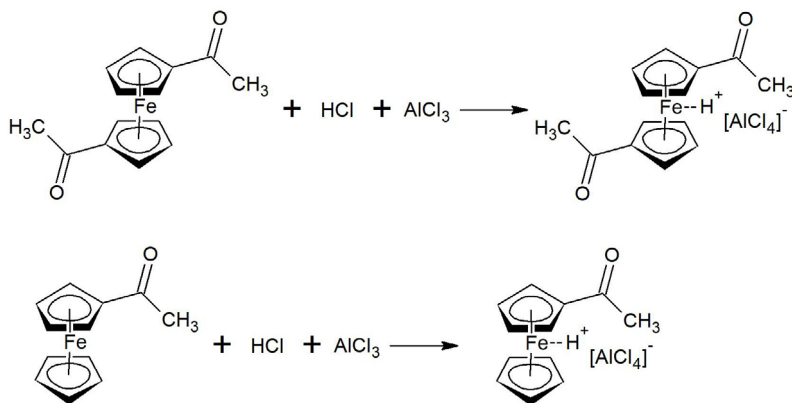


Рис.1 Комплексообразование ацилпроизводных ферроцена

Также было выполнено квантово-химическое исследование процесса ацилирования с помощью метода функционала плотности в программном пакете GAUSSIAN 16. Изучена система реакций ацетилхлорид-ферроцен-Al₂Cl₆ с учетом эффекта растворителя. Образование комплексов рассмотрено как промежуточные стадии в получении диацетилферроцена в качестве конечного продукта.

Полученные результаты позволяют судить о механизме комплексообразования и ацилирования в целом, а также о влиянии скорости отдельных стадий на кинетику процесса получения диацетилферроцена.

К. В. Царенко, студентка; М. А. Поджарський, канд.техн.наук, доцент
Дніпровський національний університет ім. Олеся Гончара
E-mail: tsarenkok56@gmail.com

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ВУЗЛА РЕГЕНЕРАЦІЇ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДУ У ВИРОБНИЦТВІ ФЕРОЦЕНУ

Розвиток ракетно-космічної галузі України потребує створення підприємств з виробництва компонентів твердого ракетного палива, зокрема, регуляторів горіння, серед яких найбільш перспективними є фeroцен і його похідні.

Спосіб синтезу фeroцену в середовищі біполярного апротонного розчинника – диметилсульфоксиду (ДМСО) – є найбільш технологічним. Але існують труднощі, пов'язані з поверненням відпрацьованого розчинника у технологічний процес. В процесі синтезу фeroцену він насичується водою і, головне, хлоридом калію. При видаленні води шляхом випаровування, останній випадає в осад, який блокує поверхню теплопередачі, що уповільнює технологічний процес.

Метою дослідження було проектування технологічного вузла регенерації диметилсульфоксиду у виробництві фeroцену на основі сучасного обладнання, придатного для високопродуктивного випаровування води з густої суспензії.

Перевагу віддано технологічній схемі регенерації ДМСО, основним апаратом якої є тонкоплівковий випарник з обертовим скребковим валом. Він найбільш придатний для складного процесу, в якому одночасно відбувається випаровування води і утворення густої суспензії хлориду калію в ДМСО. Процес відбувається у тонкій плівці, яка «розмазана» по поверхні теплопередачі. Скребки, що обертаються, не тільки турбулізують плівку, але й очищають поверхню, прискорюючи теплопередачу.

Існують два варіанти тонкоплівкових випарників: вертикальні та горизонтальні. У нашому випадку слід віддати перевагу останньому типу. Горизонтальне розташування дозволяє з максимально низити час контакту рідкої плівки з поверхнею теплопередачі. Крім того порушення цілісності плівки, яке спостерігається в вертикальних випарниках в результаті зменшення об'ємної швидкості вихідної суміші, в горизонтальних неможливо.

Також горизонтальні тонкоплівкові випарники можуть застосовуватися для проведення процесу під вакуумом, що дозволяє прискорити випаровування води.

Вибір типорозміру апарату заснований на величині поверхні теплопередачі. Її розрахунок відрізняється від розрахунку поверхні звичайного теплообмінника тим, що рушійна сила конвекції у даному випадку, крім гравітаційної складової, має в собі і механічну, обумовлену дією на плівку скребків, що обертаються.

В ході дослідження була розроблена методика розрахунку поверхні теплопередачі горизонтального скребкового випарника і знайдено її розмір для заданої продуктивності виробництва. Підібране допоміжне обладнання і складена технологічна схема вузла регенерації ДМСО.

18

Дистанционный мониторинг Земли

Координаторы:

Мозговой Дмитрий Константинович,

доцент кафедры электронных средств телекоммуникаций
ДНУ имени Олеса Гончара, кандидат технических наук

Москалев Сергей Игоревич,

заместитель начальника проектно-конструкторского
бюро космических аппаратов, систем измерений и
телекоммуникаций ГП «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля»

В. В. Грач, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
 Днепровский национальный университет им. О. Гончара, Днепр, Украина
 E-mail: valik.grach@icloud.com, m-d-k@i.ua

ОЦЕНКА УРОВНЯ УРБАНИЗАЦИИ ПО ДАННЫМ НОЧНОЙ СЪЕМКИ СО СПУТНИКА SUOMI NPP

Ежедневная ночная съемка со спутника Suomi NPP позволяет контролировать динамику урбанизации в любых странах мира (рис. 1).

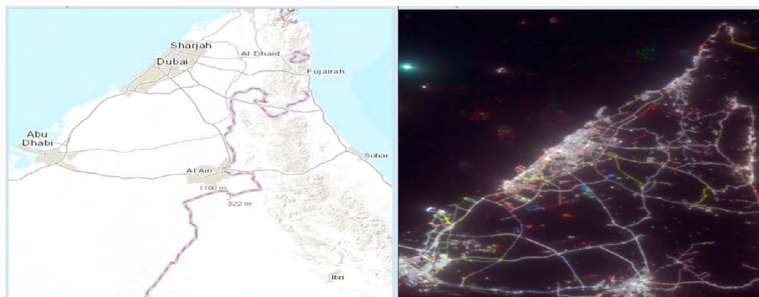


Рис. 1. Динамика урбанизации в районе Абу Даб и Дубаи (ОАЭ)

Основные этапы обработки снимков:

- формирование временного ряда исходных снимков по заданной территории (создание многоканального файла из разновременных снимков с использованием диапазонов дат, считываемых из файла установок или задаваемых пользователем вручную);
- оконная фильтрация (удаление импульсных шумов и помех на исходных снимках с использованием типов фильтров и настроек, считываемых из файла установок или задаваемых пользователем вручную);
- радиометрическая нормализация (выделение заданного диапазона пиксельных значений, соответствующим яркости свечения заданных типов наземных объектов с использованием типов фильтров и настроек, считываемых из файла установок или задаваемых пользователем вручную);
- преобразование типа данных из floating point в byte, необходимое для минимизации объемов информации, обрабатываемой в режиме «на лету» с целью увеличения скорости вычислений, а также для последующего энтропийного сжатия обработанных снимков;
- энтропийное (информационное) сжатие обработанных снимков с целью минимизации объемов хранимой информации и повышению оперативности доставки данных по каналам связи (вид сжатия и настройки компрессии считываются из файла установок или задаются пользователем вручную);
- экспорт обработанных многоканальных снимков в заданный пользовательским формат (GeoTIFF, JPEG2000);
- экспорт палитрового изображения для заданной даты или диапазонов дат в заданный пользовательским формат (PNG, JPEG);
- Экспорт разновременных RGB-композиций для выбранных дат в заданный пользовательским формат (PNG, JPEG).

В. В. Грач, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепр, Украина
E-mail: valik.grach@icloud.com, m-d-k@i.ua

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЛАЧНОСТИ И ТЕНИ ОТ ОБЛАКОВ НА МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СНИМКАХ СО СПУТНИКОВ SENTINEL-2A/B

При решении задач классификации посевов сельхозкультур по разновре-менным спутниковым снимкам, а также при проведении оперативной оценки состоя-ния полей в разные периоды вегетации основной проблемой является наличие плот-ной облачности над некоторыми наблюдаемыми полями, а также попадание некото-рых полей полностью или частично в зону тени от облаков.

Поскольку маски облачности, поставляемые вместе со спутниковыми снимками Sentinel-2A/B, имеют низкую точность, а маски тени не поставляются, то возникла необходи-мость в разработке методики автоматизированного распознавания облачности и тени от облаков на мультиспектральных снимках со спутников Sentinel-2A/B (рис. 1).

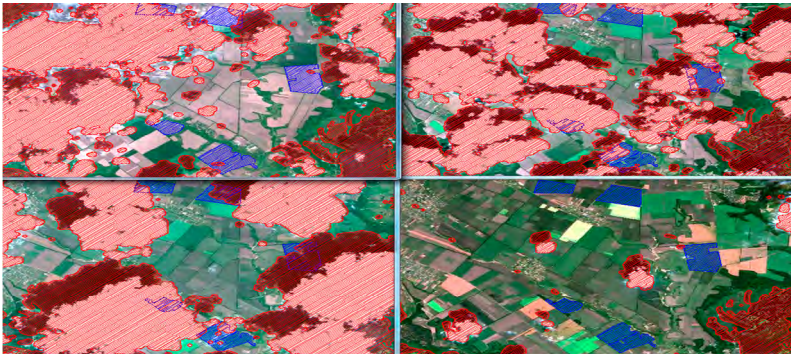


Рис. 1. Результаты распознавания облачности и тени за заданном тестовом участке

Было проведено сравнение качества полученных масок, а также скорости распознавания облачности и тени при различных используемых форматах (GeoTIFF, JPEG2000) и разрядности (uint16, byte) исходных данных, а также для различных комбинаций спектральных каналов (RGB, RGBN, RGBN+Cirrus, RGBN+Cirrus+SWIR).

В ходе проведенных исследований разработанная методика была протести-рована на большом количестве снимков различных климатических зон Украины, полученных со спутников Sentinel-2A/B в различные сезоны съемки. Результаты те-стирования подтвердили высокую устойчивость и хорошую повторяемость разрабо-танных методов и алгоритмов.

А.Л. Загора, аспирант; В. В. Сазонов, к. физ.-мат. наук
Московский государственный университет
имени М. В. Ломоносова, г. Москва
E-mail: 7ofis @i.ua

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕСНЫХ МАССИВОВ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В работе представлен алгоритм расчета таксационных показателей лесов по данным дистанционного зондирования Земли. Разработан программный модуль, выполняющий автоматическую оценку количественных характеристик лесных массивов. Предложенный метод использует особенности спектрально - отражательных характеристик лесной растительности и предварительную обработку изображения, представленного матрицей цифровых отсчетов функции яркости. Апробация полученных результатов, позволила проанализировать точность метода и пути дальнейшего совершенствования алгоритма.

Разработанный алгоритм и программный модуль предоставляют дополнительные возможности для автоматизированного мониторинга лесной растительности, актуализации таксационной базы данных с большей достоверностью, наблюдения за изменениями характеристик лесов с целью осуществления надзора над их состоянием.

В. Ю Икол, аспирант, Д. К. Мозговой, к.т.н.
 Днепровский национальный университет им. О.Гончара, Днепр, Украина
 E-mail: ikolvlad@ukr.net, m-d-k@i.ua

ОБНАРУЖЕНИЕ И КОНТРОЛЬ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ ПО НОЧНЫМ И ДНЕВНЫМ СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ ВИДИМОГО И ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНОВ

Достоинства спутниковой съемки особенно ценны при обнаружении, контроле, ликвидации и оценке экономических и экологических последствий лесных пожаров, поскольку основная проблема борьбы с пожарами заключается в сложности их своевременного обнаружения и мониторинга на огромных площадях (особенно на удаленных, малонаселенных и труднодоступных территориях).

Основной задачей исследований является проведение качественной оценки информативности данных ДЗЗ видимого и ИК диапазонов при съемке лесных пожаров со спутников Terra, Aqua (прибор MODIS), Suomi NPP (прибор VIIRS) и Sentinel-3 (прибор OLCI) с целью оценки достоверности и оперативности обнаружения очагов горения и динамики их распространения, а также точности определения границ выгоревших территорий (рис. 1).

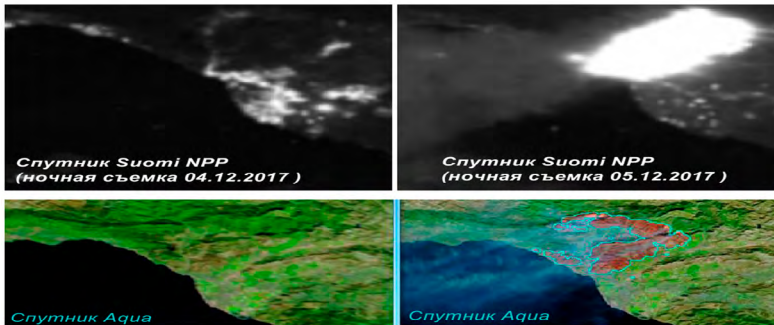


Рис. 1. Обнаружение очагов горения и границ выгоревших территорий

В ходе исследований получены результаты совместной обработки, анализа и интерпретации многоспектральных данных дневной съемки и панхроматических данных ночной съемки с целью повышения достоверности и оперативности обнаружения очагов горения, а также оценки динамики их распространения.

Использование спутниковой съемки при обнаружении, контроле, ликвидации и оценке экономических и экологических последствий лесных пожаров имеет множество преимуществ:

- максимальная актуальность и высокая оперативность;
- широкая обзорность и высокая информативность;
- полная безопасность (отсутствие рисков для здоровья и жизни людей).

В. Ю Икол, аспирант, Д.К. Мозговой, к.т.н.
 Днепровский национальный университет им. О.Гончара, г. Днепр, Украина
 E-mail: ikolvlad@ukr.net, m-d-k@i.ua

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ И ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ СУБМЕТРОВОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Суть исследований заключалась в проведении автоматизированного распознавания растительности и водных объектов на территории мегаполисов по спутниковым снимкам сверхвысокого пространственного разрешения видимого и ИК диапазонов и сравнения полученных результатов с результатами визуального дешифрирования.

Работы, проведенные в рамках исследований, включали следующие этапы обработки и анализа снимков со спутника DubaiSat-2:

- предварительную обработку спутниковых снимков, включающую орторектификацию и повышение пространственного разрешения;
- тематическую обработку спутниковых снимков, включающую расчет спектральных индексов, бинаризацию, морфологическую фильтрацию и векторизацию распознанных растительных и водных объектов (рис. 1);
- определение точности автоматизированного распознавания растительных и водных объектов.

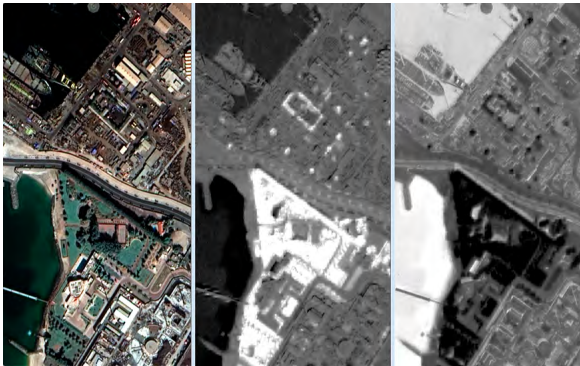


Рис. 1. Пример автоматизированного распознавания растительных и водных объектов на снимке со спутника DubaiSat-2

Разработанная методика обладает многочисленными преимуществами, такими, как:

- абсолютная объективность и высокая достоверность (спутниковые изображения позволяют полностью исключить человеческие ошибки, а также преднамеренное искажение или сокрытие важной информации);

- высокая экономическая эффективность (значительно меньшие затраты по сравнению с наземными методами и аэросъемкой);

- максимальная доступность и конфиденциальность (простота получения данных и минимизация рисков утечки информации).

И. В. Иллющенко, студент, Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепр, Украина
E-mail: lg2018dp@gmail.com

КОНТРОЛЬ ЛЕСОЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ДЗЗ

Основной целью исследований является разработка и тестирование методологии автоматизированной обработки и анализа многоспектральных спутниковых снимков среднего и высокого пространственного разрешения с целью выявления и оценки динамики крупных вырубок диких и заповедных лесов на юго-западе Ивано-Франковской и юго-востоке Закарпатской областей.

Для проведения исследований были использованы мультиспектральные снимки выбранной территории мониторинга со спутников Sentinel-2A/B за 2015...2018 годы (рис. 1).

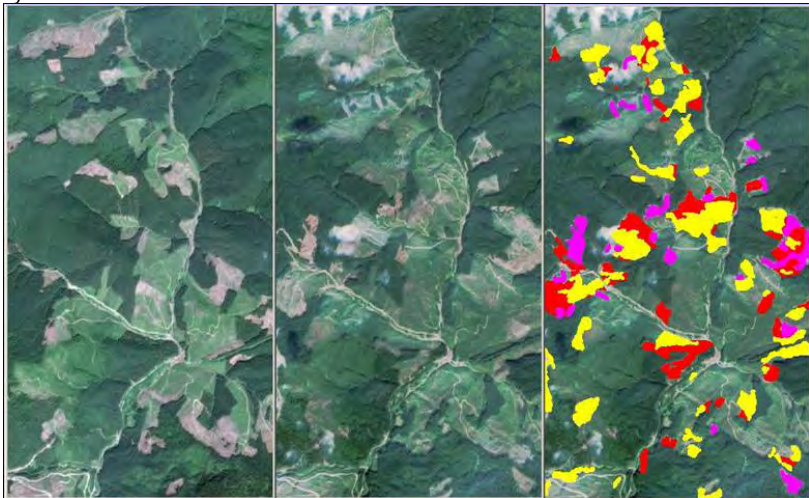


Рис. 1. Пример автоматизированного распознавания вырубок леса

Предварительные количественные характеристики разработанной методологии автоматизированного обнаружения вырубок лесных массивов следующие:

- минимальная площадь новой групповой вырубки 0,3 га;
- погрешность определения координат границ вырубок ± 10 м.

И. В. Иллющенко, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепровский национальный университет им. О. Гончара, г. Днепр, Украина
E-mail: lg2018dp@gmail.com

ВЫЯВЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ СУБМЕТРОВОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Основной задачей исследований является повышение эффективности автоматизированного обнаружения изменений городской застройки по мультиспектральным спутниковым снимкам субметрового пространственного разрешения видимого и ИК-диапазонов за счет использования данных всех спектральных каналов с целью повышения оперативности и достоверности обновления карт городов.

На различных тестовых участках территории съемки были получено достаточно точное выделение границ распознанных изменений застройки и подтверждена высокая устойчивость предложенного метода даже без использования дополнительных масок растительности и водных объектов (рис.1).



Рис. 1. Обнаруженные изменения и векторные слои, наложенные на растр

Практическое применение предложенной методики достаточно обширна, поскольку она позволяет проводить автоматизированное обнаружение изменений не только городской застройки, но и любых других природных и антропогенных объектов (дорожная сеть, растительные и водные объекты и т. п.). Поэтому она может быть использована как в интересах различных государственных служб, так и в интересах частных компаний и коммерческих структур. При программной реализации данной методики в виде геоинформационного веб-сервиса она может быть использована для оперативного информирования широких слоев населения - наиболее массового пользователя.

А. С. Коптелов, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
 Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
 E-mail: m-d-k@i.ua

МОНИТОРИНГ ЗОН ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ ПО ДАННЫМ НОЧНОЙ СЪЕМКИ ВИДИМОГО И БЛИЖНЕГО ИК-ДИАПАЗОНА

Целью исследований является разработка и тестирование методики автоматизированной обработки разновременных ночных снимков низкого пространственно-го разрешения со спутника Suomi NPP для проведения регулярного оперативного мониторинга зон военных конфликтов (рис. 1).

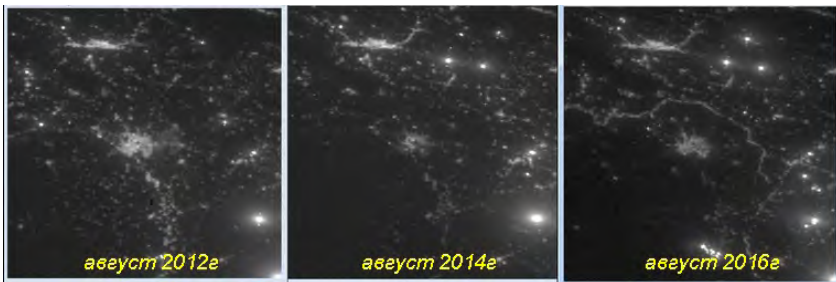


Рисунок 1.

Основные проблемы, связанные с использованием данных ночной съемки прибора VIIRS (канал DNB):

- существенные колебания среднего значения пикселей для объектов и фона сцены, характерное для ежедневных мозаик (возможно, из-за недостаточной радио-метрической коррекции);
- высокий уровень шумов, обусловленный необходимостью использования высокого коэффициента усиления из-за малой площади и мощности искусственных наземных источников света (по сравнению с дневной съемкой);
- наличие радиометрических искажений и артефактов шивки на участках стыковки сцен с соседних витков, используемых для создания ежедневных мозаик (вызванных, в основном, различными условиями и временем съемки);
- отсутствие качественных масок облачности, не позволяющее корректно обрабатывать временные ряды ежедневных мозаик с облачностью (т.е. нельзя достоверно определить, объект не светится, или он закрыт облачностью);
- значительное атмосферное рассеяние света, излучаемого точечными объектами, обусловленное наличием слабой облачности, дымки, тумана, городского смога и других загрязнений атмосферы;
- большой объем исходных снимков (за каждый день по данным ночной съемки формируются 6 мозаик, каждая размером более 2-х Гбайт);
- невозможность скачивания фрагментов мозаик для ROI.

А. С. Коптелов, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: m-d-k@i.ua

ОПЕРАТИВНЫЙ МОНИТОРИНГ УЧАСТКОВ НЕФТЕДОБЫЧИ ПО ДАННЫМ НОЧНОЙ СЪЕМКИ СО СПУТНИКА SUOMI NPP

Целью исследований является разработка и тестирование методики автоматизированной обработки разновременных ночных снимков низкого пространственного разрешения со спутника Suomi NPP (съемочный прибор VIIRS, спектральный канал DNB) для оперативного мониторинга участков нефтедобычи.

Основные этапы обработки спутниковых снимков:

- формирование исходного массива данных с учетом заданной области интереса и требуемого периода наблюдений Создание векторного слоя нефтедобывающих площадок по дневным снимкам среднего и высокого пространственного разрешения;
- автоматизированная обработка исходных снимков для заданной области интереса и требуемого периода наблюдений;
- визуализация результатов обработки исходных снимков для заданной области интереса и требуемого периода наблюдений в виде палитровых изображений и разновременных RGB-композиций (рис. 1);

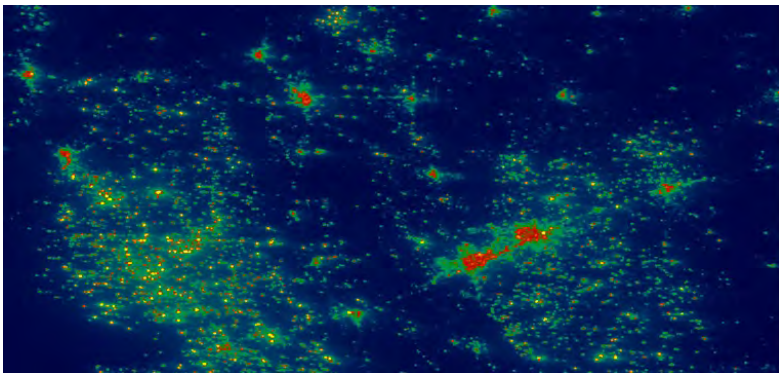


Рисунок 1.

- расчет ежедневных и ежемесячных статистических характеристик для выбранных площадок и экспорт в заданный формат;
- визуализация результатов вычисления ежедневных и ежемесячных статистических характеристик для выбранных площадок в виде графиков и диаграмм.

Было проведено успешное экспериментальное тестирование разработанной методики в разные сезоны на различных тестовых участках.

А. А. Мамрак, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепропетровский национальный университет им. Олеся Гончара
E-mail: sashaoligarch@gmail.com, m-d-k@i.ua

КОМПЛЕКСНАЯ ОБРАБОТКА РАДАРНЫХ И МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ ДАННЫХ ДЗЗ

Основной задачей данной работы является разработка и тестирование методологии комплексной автоматизированной обработки разновременных спутниковых снимков среднего пространственного разрешения для обнаружения временных изменений различных природных и антропогенных объектов. Достоинством предложенной методологии является использование бесплатных данных ДЗЗ:

- двухполяризационных радарных снимков С-диапазона со спутников Sentinel-1A/B;
- мультиспектральных снимков видимого и ближнего ИК-диапазонов со спутников Sentinel-2A/B.

Алгоритм автоматизированного распознавания изменений с использованием двухполяризационных радарных снимков С-диапазона основан на вычислении нормализованного разностного индекса временных изменений NDI для заданной пары разновременных спутниковых снимков и выбранных поляризационных каналов с последующей многопороговой бинаризацией по предварительно заданным значениям (рис 1).

Результаты экспериментального тестирования подтвердили высокую эффективность предложенной методики, в частности:

- достаточно высокую (по сравнению с визуальным распознаванием) чувствительность при обнаружении новых объектов;

- достаточно хорошее соответствие результатов обнаружения новых объектов по снимкам со спутников Sentinel-2A/B со снимками сверхвысокого пространственного разрешения со спутника Pleiades-1A.

- существенное увеличение оперативности обнаружения новых объектов на больших территориях по сравнению с визуальным распознаванием и ручной векторизацией (для одного снимка Sentinel-2A/B примерно в 100 раз!).

В отличие от существующих методов обнаружения антропогенных изменений земной поверхности по спутниковым снимкам, (спектральные индексы, кластеризация, контролируемая классификация, преобразование главных компонент, сверточные нейронные сети и т.п.), требующих значительных объемов вычислений для старого и нового снимков, предложенная методология использует непосредственное вычисление нормализованного разностного индекса временных изменений NDI для заданной пары разновременных спутниковых снимков, что существенно снижает требования к вычислительным ресурсам.

Е. Д. Попов, студент; Д. К Мозговой к.т.н.
Днепропетровский национальный университет им. О.Гончара
E-mail: m-d-k@i.ua

КОНТРОЛЬ АКТИВНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ПО СПУТНИКОВЫМ СНИМКАМ ТЕПЛООВОГО ИК ДИАПАЗОНА

В настоящее время мониторинг деятельности крупных промышленных объектов является одной из важных составляющих при проведении различных информационно-статистических и экономических исследований, анализе деятельности конкурентов, отраслевом планировании, а также при решении широкого круга задач в интересах обеспечения устойчивого развития регионов, государственной безопасности и коммерческой разведки. Причем с каждым годом требования к оперативности, обзорности и достоверности такого мониторинга становятся все жестче. Основной задачей исследований является разработка методологии автоматизированной обработки спутниковых снимков теплового ИК-диапазона среднего пространственного разрешения с целью проведения мониторинга производственной активности крупных промышленных объектов.

Разработан и протестирован метод автоматизированной обработки спутниковых снимков теплового ИК-диапазона Landsat-7/8 и Terra (съёмочный прибор ASTER). В результате обработки разновременных снимков получены векторные слои обнаруженных тепловых аномалий в районах действующих промышленных предприятий и подтверждена высокая эффективность данного метода (рис.1).

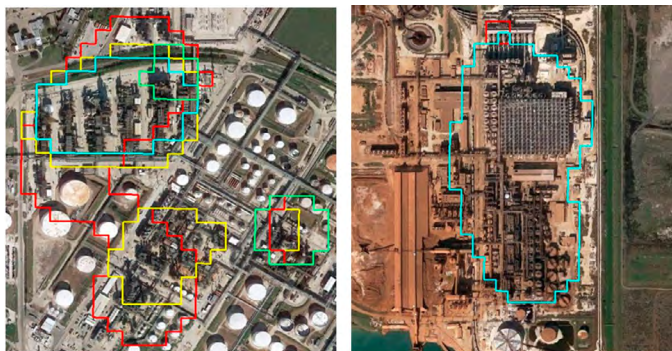


Рисунок 1.

Благодаря высокой степени автоматизации процессов обработки спутниковых снимков, разработанная методика позволяет существенно снизить трудоемкость и повысить оперативность проведения дистанционного мониторинга производственной активности крупных промышленных объектов.

Е. Д. Попов, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
E-mail: m-d-k@i.ua

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА ПО МНОГОСПЕКТРАЛЬНЫМ И РАДАРНЫМ СНИМКАМ

Целью исследований является разработка и тестирование информационной технологии автоматизированной обработки разновременных спутниковых снимков среднего пространственного разрешения со спутников Sentinel-1A/B и Sentinel-2A/B для всепогодного мониторинга районов добычи нефти и газа.

Предложенная методика включает два разработанных алгоритма:

- алгоритм автоматизированного распознавания новых нефтедобывающих площадок основан на вычислении нормализованного разностного индекса (NDI) временных изменений для заданной пары разновременных снимков видимого и ближнего инфракрасного диапазонов со спутников Sentinel-2A/B и выбранных спектральных каналов с последующей многопороговой бинаризацией (рис.1);

- алгоритм автоматизированного распознавания крупных металлических объектов, который использует двухполяризационные радарные данные С-диапазона со спутников Sentinel-1A/B.



Рисунок 1.

Предложенная информационная технология позволила в автоматизированном режиме обнаружить новые нефтедобывающие площадки и крупные металлические объекты. Общая точность распознавания, усредненная для 20 зон тестирования, составила от 87 до 91 % с коэффициентом каппа в диапазоне от 0,82 до 0,85. Для областей, покрытых облаками, крупные металлические объекты (нефтедобывающие установки, автосредства для транспортировки нефти и т. д.) были распознаны с использованием только радарных данных со спутников Sentinel-1A/B.

Высокая степень автоматизации процессов обработки радиолокационных и оптических данных ДЗЗ позволяет реализовать разработанную методологию в виде программного обеспечения для геоинформационного веб-сервиса.

Хаб Раман Х.; Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
E-mail: hadihabrumman@gmail.com, m-d-k@i.ua

РЕКОНСТРУКЦИЯ 3D МОДЕЛЕЙ ЗДАНИЙ ПО ИХ ТЕНЯМ С ПОМОЩЬЮ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

Создание трехмерных моделей зданий с помощью аэрокосмических снимков в последние годы стало очень актуальным и востребованным направлением, поскольку такие модели сейчас используются в самых различных областях человеческой деятельности. В настоящее время создание таких моделей можно выполнять различными способами: с помощью стереосъемки со спутника, фотосъемки с квадрокоптера, измерения самолетным лидаром или сканированием здания с Земли. Но все эти методы требуют дорогостоящего оборудования и высококвалифицированных специалистов, что является сдерживающим фактором для широкого использования этих технологий рядовыми пользователями.

Целью исследований была разработка альтернативного решения для создания трехмерных моделей зданий на основе доступных спутниковых снимков и бесплатного программного обеспечения (рис. 1).



Рис. 1. Пример определения высоты здания по его тени на спутниковом снимке

В работе были использованы всем известные пакеты программ Google Earth и SketchUp.

Хаб Раман Х.; Д. К Мозговой, к.т.н.
Днепровский национальный университет им. О.Гончара
E-mail: hadihabrumman@gmail.com, m-d-k@i.ua

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ СОЛНЕЧНЫХ ТЕНЕЙ ОТ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ НА СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ СВЕРХВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Одним из важных этапов построения трехмерных моделей высотных зданий с помощью одиночных спутниковых снимков сверхвысокого пространственного разрешения является распознавание солнечных теней от этих зданий.

Особенностью разработанной методики автоматизированного выделения теней является использование доступных спутниковых снимков веб-сервиса Google и бесплатного программного обеспечения (рис. 1).

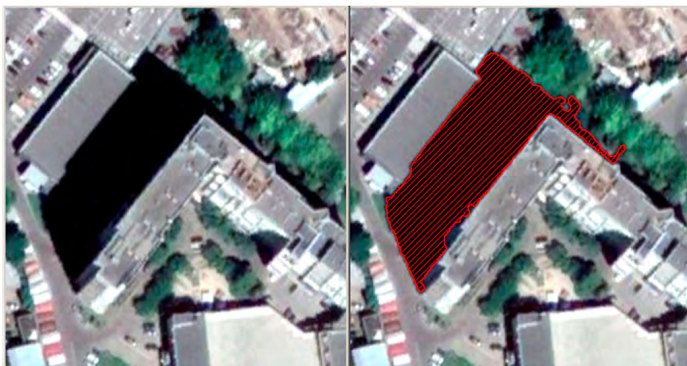


Рис. 1. Результат автоматизированного выделения солнечных теней от высотных зданий

В работе были использованы бесплатные программы Google Earth, SAS Planet, QGIS и SNAP.

Методика автоматизированного выделения солнечных теней от высотных зданий включала следующие этапы обработки спутниковых снимков:

- поиск снимка требуемой территории с минимальным отклонением оси визирования от надир (плановая съемка) и малым углом Солнца;
- конвертация выбранного фрагмента снимка в требуемый растровый формат (склейка файла JPG из отдельных тайлов) и создание файла географической привязки для созданного файла;
- объединение растрового файла с файлом геопривязки и преобразование геореференцированного файла в формат GeoTIFF;
- контролируемая классификация и морфологическая фильтрация геореференцированного изображения;
- векторизация бинарного слоя теней и конвертация в формат KML.

В. В Ярошук, студент; Д. К. Мозговой, к.т.н.
Днепровский национальный университет им. О.Гончара, г. Днепр, Украина
E-mail: kangaroo97@gmail.com, m-d-k@i.ua

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТЕРЬ СЖАТИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ КЛАССИФИКАЦИИ

Благодаря этому ДЗЗ из космоса относится к одной из наиболее успешно и динамично развивающихся сфер современного информационного общества. Наиболее востребованными являются данные ДЗЗ высокого пространственного разрешения, особенно мультиспектральные. Такие снимки могут иметь размер более гигабайта и с целью экономии дискового пространства для них часто применяются алгоритмы сжатия, как без потерь (архиваторы ZIP, RAR, 7Z и др.) уменьшающими объем на несколько процентов, так и с потерями (JPEG, ECW, MRSID), сжимающими в десятки раз в зависимости от допустимых потерь.

Особенно эффективно сжатие на борту спутника, которое позволяет существенно снизить требования к пропускной способности радиолинии сброса данных ДЗЗ, что крайне важно для микро- и наноспутников. При сжатии с потерями очень важно правильно задавать коэффициент сжатия с учетом возможности проведения дальнейшей обработки снимка, в частности, классификации.

Алгоритмы неконтролируемой классификации K-Means и ISODATA при небольшом (5...7) количестве классов и спектральных каналов (3...4) дают близкие результаты (рис.1).

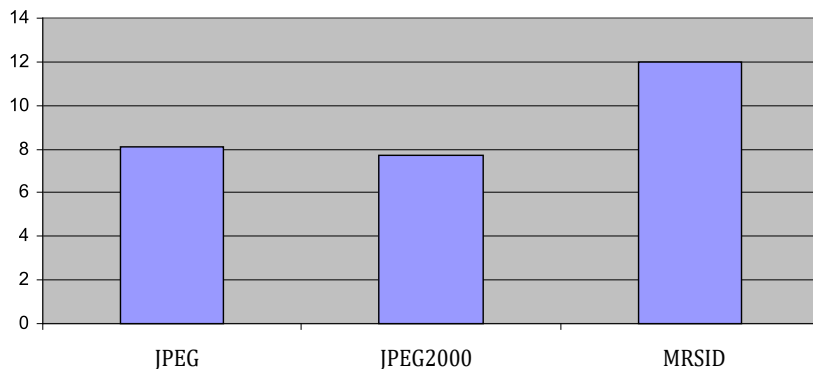


Рис. 1 - Погрешности классификации (%)

Формат MRSID обеспечивает наилучшее сжатие, но при этом вносит наибольшие погрешности в результаты классификации (около 12%). Формат JPEG2000 вносит наименьшие погрешности в результаты классификации (менее 8%) при среднем сжатии (около 17).

19

Экономика и коммерциализация космической деятельности

Координаторы:

Джур Ольга Евгеньевна,

доцент кафедры менеджмента и туристического бизнеса
ДНУ имени Олеся Гончара, кандидат технических наук,
доцент

Ермоленко Евгения Александровна,

начальник отдела 923 ГП «Конструкторское бюро «Южное»
им. М.К. Янгеля»

М. Д. Гаврых, инженер
ГП КБ «Южное»
E-mail: mkabakova238@gmail.com

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ В КОСМИЧЕСКИХ ПРОЕКТАХ

Опыт международных компаний, вне зависимости от их масштабов и специфики производства, показывает, что стабильность развития предприятия и повышение эффективности управления невозможны без активного использования риск-менеджмента. Риски являются угрозой успеху любого проекта, поскольку они оказывают отрицательное влияние на стоимость проекта, график его реализации и технические характеристики объекта производства.

Рассмотрение процесса управления рисками дает понять, что невозможно переоценить его значимость в общем плане управления проектом. Риск-менеджмент позволяет выявить и оценить существующие/возможные угрозы проекта, а также вовремя принять необходимые меры по их предотвращению. Задачей каждого предприятия является разработать и внедрить процесс управления рисками в свою деятельность, для повышения эффективности работы и получения лучших результатов.

Целью доклада является рассмотрение процесса управления рисками в космических проектах, опираясь на действующие международные стандарты.

Процесс управления рисками является непрерывно, постоянно повторяющимся на всех жизненных циклах проекта процессом и предполагает решение рассмотренных в статье задач:

- разработка плана управления рисками;
- оценка рисков;
- принятие/обработка риска;
- мониторинг риска;
- принятие решения по рискам – по результатам обработки и мониторинга.

Оценка риска является одной из основополагающих частей процесса управления рисками и включает в себя:

- идентификацию риска, как процесс выявления, исследования и описания рисков;
- анализ риска, как процесс понимания происхождения риска, определения тяжести последствий и вероятности возникновения риска;
- оценивание риска, как процесс сравнения результатов анализа риска с установленными целями, задачами и требованиями проекта, для определения, является ли риск и/или его величина допустимыми.

После завершения оценки риска принимают и выполняют одно или несколько решений об обработке риска, позволяющих изменить вероятность возникновения опасного события и/или его воздействие. Последующий мониторинг рисков обеспечивает своевременное исполнение мер и планов относительно рисков, а также раннее выявление новых рисков.

В докладе приведен пример оценки риска космического проекта.

Л. О. Дробаха, инженер, Д. В. Дунаев
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное»
E-mail: Lottik8@gmail.com

МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КОМПЛЕКСНОЙ ПРОГРАММЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОТРАБОТКИ

Порядок планирования и организация экспериментальной отработки изделий космической ракетной техники регламентирован директивными документами и определяется как подтверждение Заказчику того, что продукция, произведена в соответствии с установленной конфигурацией, удовлетворяет техническим требованиям в заданных условиях эксплуатации. Главным требованием отработки является максимальное приближение условий испытаний к эксплуатационным.

Планирование экспериментальной отработки-определения таких условий и правил проведения испытаний, при которых удастся получить достоверную информацию о работоспособности создаваемого образца в заданных условиях, с наименьшими затратами средств на проведение испытаний, и представить эту информацию в компактной и удобной для использования форме с количественной оценкой ее точности, если таковую можно получить.

Основным документом, в котором излагаются принципы, последовательность, виды, цели испытаний, количество и другие сведения, необходимые для оптимальной отработки КРК, является комплексная программа экспериментальной отработки (КПЭО).

При разработке КПЭО используется методика, в основе которой лежит распределение объектов испытаний по квалификационному статусу. Который определяет статус (А, D, С, D)

Основная сложность при планировании ЭО в определении статуса С или D связи с тем что уровень доработки сборочной единицы зависит от конструкции и ее элементов которые подвергаются доработке.

Для удобства работы с документом данные оформляется в виде таблиц по системам и агрегатам, где указывается вид, цели и задачи, объект, количество, изготовитель, место проведение, необходимые стенды измерительные приборы смежные системы, использование объекта после испытания, разработчик программ испытаний. Пример заполнения таблицы буден в докладе в виде таблице. Данные приведены об объекте и количестве испытаний, изготовителе объекта испытаний, о необходимы стендах, измерительных приборах, смежных системах и использовании объекта после испытаний является основой для определения стоимости наземной экспериментальной отработки, что существенно влияет на стоимость и конкурентоспособность проекта.

Для уменьшения стоимости НЭО наиболее целесообразным способом является применение опытных образцов, с использованием конструкции макетов и моделей, а также повторное или частичное использование объекта после испытания.

Е. А. Коловай инженер 1 категории
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» имени
М. К. Янгеля»
E-mail: elengrey13@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ ПРИ ПОМОЩИ ВНУТРЕННЕГО АУДИТА

В современных условиях система менеджмента качества (СМК) является составной частью системы управления предприятиями. Одним из важнейших инструментов СМК является внутренний аудит на предприятии, который является более эффективным, нежели сертификационный, так как он «вкапывается в процесс чаще и гораздо глубже», чем способен сертификационный аудит, жестко ограниченный по времени. Выбор оптимальных методов внутренних аудитов с учетом специфики предприятия играет ключевую роль в разработке, внедрении и поддержанию СМК в рабочем состоянии. Для высшего руководства внутренний аудит может быть лучшим способом получить достоверную информацию о состоянии дел на предприятии.

В ходе аудита можно рассмотреть последствия внедряемых изменений, а также оценить результаты в случае отсутствия реакции на изменения, влияющие на предприятие. Внутренний аудит выгоден для проверяемого подразделения так как оно получает рекомендации по улучшению процесса. Задача аудита – сбор доказательств, подтвержденных фактами, которые позволяют сделать вывод о реальном состоянии СМК и предприятия в целом.

Практика проведения внутреннего аудита на предприятии наглядно демонстрирует, что в аудитах заложен огромный потенциал, что в свою очередь, является мощным инструментом значительного повышения результативности деятельности предприятия. Применяются следующие методы аудита СМК: анализ документов; проведение интервью; наблюдение за деятельностью подразделения; проведение удаленного аудита; проведение аудита на месте. Более подробная информация о применениях методов проведения аудита представлена в докладе.

Результаты внутреннего аудита нужно использовать в качестве рекомендаций по улучшению процессов и всей СМК в целом. По результатам аудита разрабатывается план улучшений деятельности подразделений. При последующих аудитах собирается объективная и четкая информация о преимуществах, по результатам его внедрения.

Предприятие может получить больше пользы от внутреннего аудита, если сосредоточится при его проведении не только на соответствии, но и на помощи в улучшении процессов. Постоянное улучшение процессов - один из главных мотиваторов для предприятия внедрять СМК.

Улучшение не только способствует повышению эффективности, но и экономит деньги предприятия. Несоответствие, выявленное в результате проведения внутреннего аудита на начальной стадии проектирования, позволяет избежать финансовых затрат на исправление ошибок на последующих этапах проекта.

А. Д. Потий, начальник группы
ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля
E-mail: andreyopotiy@gmail.com

АДАПТАЦИЯ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ПРЕДПРИЯТИЙ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ УКРАИНЫ К ТРЕБОВАНИЯМ СТАНДАРТА EN 9100:2018

В настоящее время системы менеджмента качества (СМК) предприятий космической отрасли при разработке объектов ракетно-космической техники (ОРКТ), базируется на требованиях УРКТ-01.01 и регламентируется, в основном, требованиями межгосударственных стандартов ГОСТ серии В, ГОСТ ЕСКД и др.

Выполнение контрактов с зарубежными заказчиками в основном базируется на стандартах ISO, EN и ESCC. Требования данных стандартов существенно отличаются от требований нормативных документов, регламентирующих космическую деятельность в Украине в части: обеспечения экономической эффективности космических проектов, организации работ по верификации требований, установленных к создаваемому ОРКТ, организации контроля работ, выполняемых смежниками в рамках контракта, контроля поставок покупных комплектующих элементов и др.

Таким образом, возникают противоречия между действующими СМК предприятий отрасли и требованиями рыночной экономики.

Для создания конкурентоспособных ОРКТ в рамках украинской кооперации уже сейчас необходимо провести адаптацию действующих СМК предприятий к требованиям международного стандарта EN 9100.

Стандарт EN 9100 «Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования» разработан Международной группой по качеству в авиакосмической отрасли (IAQG) на основе требований ISO 9001 с учетом специфики авиакосмической отрасли, включает в себя ряд дополнительных требований: к управлению проектом, управлению рисками, управлению конфигурацией, безопасности продукта, управлению передачей работ.

Совершенствование СМК предприятий космической отрасли на соответствие требованиям стандарта ДСТУ EN 9100 поможет решить несколько важнейших задач:

1 повышение конкурентоспособности продукции, работ, услуг на внутреннем и международном рынке, в том числе:

- снизить финансовые затраты и сроки на выполнения проектов;
- оптимизировать управление проектом;
- повысить технические показатели создаваемой продукции;

2 подтверждение функциональных показателей, показателей качества продукции, заявленных изготовителем или исполнителем работ;

3 защита потребителей отрасли от недобросовестности изготовителя или исполнителя работ.

4 удостоверение соответствия систем менеджмента, работ и услуг, продукции с учетом особенностей аэрокосмической промышленности.

Я. С. Сытник, инженер 2-ой категории
Государственное предприятие «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»
E-mail: yana.sitnik@gmail.com

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗРАБОТКИ СОБСТВЕННОЙ НОРМАТИВНОЙ БАЗЫ В УСЛОВИЯХ ОТМЕНЫ ГОСТОВ

Стандарты вносят огромный вклад в большинство аспектов нашей жизни, даже если этот вклад незаметен сразу. Когда качество изделия оправдывает наши ожидания, мы считаем это само собой разумеющимся и обычно не осознаем роль стандартов в повышении качества, безопасности, надежности, эффективности и взаимозаменяемости.

Основными внутренними потребителями предприятий космической и оборонной отраслей является ГКАУ и МОУ, которые предъявляют требования по соблюдению нормативной базы к выпускаемой продукции. До настоящего времени предприятия Украины руководствовались общими межгосударственными стандартами – ГОСТами. На данный момент советские стандарты противоречат новшествам, введенным в науке и технике, и современному экономическому укладу. Поэтому Постановлением Кабинета Министров Украины от 09.12.2014 № 695 и постановлением Верховной Рады Украины от 11.12.2014 № 26 – VIII была одобрена Программа деятельности Кабинета Министров, в которой была определена цель об отмене межгосударственных стандартов, разработанных до 1992 года. Кроме того, МОУ своими директивами определило переход на стандарты НАТО

В свете этого становится актуальным вопрос о разработке собственной нормативной базы предприятия (СТП) с учетом требований международных стандартов, ISO, EN, ECSS, НАТО, которые соответствуют современным достижениям науки и техники и способствуют повышению конкурентоспособности продукции.

Разработка и внедрение СТП на предприятии позволяют существенно снижать возможные риски проектов и процессов, применять объективные методы оценки деятельности, а также улучшать качество услуг, оказываемых предприятием, принимать правильные (взвешенные) решения на уровне менеджмента.

В докладе рассматриваются основные требования к собственной нормативной базе предприятия, обеспечивающей эффективную и результативную систему управления.

20

Нанотехнологии и наноматериалы в РКТ

Координаторы:

Калинина Наталья Евграфовна,

профессор кафедры технологии производства ДНУ
имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

Носова Татьяна Валериевна

старший научный сотрудник, кандидат технических наук,
доцент кафедры технологии производства ДНУ имени Олеся
Гончара

С. В. Аракелов, студент; С. И. Мамчур, Т. В. Носова к.т.н., доц.
 Колледж ракетно-космического машиностроения
 Днепропетровского национального университета имени Олеся Гончара
 E-mail: sergey1009ar@gmail.com

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГИДРОФУЛЛЕРЕНА

Термодинамические свойства гидрофуллерепа $C_{60}H_{36}$ полученного по методу некаталитического переноса водорода, изучены в интервале температур 4.8-340 К. Для $T=298.15$ К и $p = 101.325$ кПа найдено:

$$C_p^\circ (298.15) = 690 \text{ Дж/К моль};$$

$$\Delta H^\circ (298.15) = 84.94 \text{ кДж/моль};$$

$$S^\circ (298.15) = 506 \text{ Дж/К моль};$$

$$\Delta G^\circ (298.15) = -66.17 \text{ кДж/моль}.$$

Дейтерид $C_{60}D_{24}$, полученный при дейтерировании кристаллического фуллерепа газообразным D_2 , представляет собой поликристаллический порошок с ГЦК решеткой

($\alpha = 1.455$ нм) и размерами кристаллитов 56-56 нм.

Сравнение экспериментальных спектров ЯМР 1H и ^{13}C твердого $C_{60}H_{36}$ с рассчитанными позволяет предположить для $C_{60}H_{36}$ полученного по методу некаталитического переноса водорода, структуру с T-симметрией. Изомер $C_{60}H_{36}$ имеет структуру T-симметрии с четырьмя изолированными бензоидными кольцами на поверхности молекулы гидрофуллерепа $C_{60}H_{36}$ расположенными в вершинах тетраэдра.

Наличие большого числа реакционных центров в молекулах фуллеренов C_n приводит к большому количеству возможных изомеров гидро- и фторфуллеренов. На основе сочетания метода МО ЛКАО и молекулярной механики было предсказано строение наиболее устойчивых изомеров C_nX_k с высоким содержанием водорода и фтора ($X=H, F; n = 76, 78, 84$) и проведено сопоставление полученных теоретических результатов с имеющимися экспериментальными данными. Согласно структурным данным, полученным методом дифракции нейтронов, структура T-симметрии оказывается наиболее стабильной для $C_{60}D_{36}$. Как уже отмечалось, аналогичная структура является предпочтительной и для $C_{60}H_{36}$. H_2 активированным углем, измеренная при 296 К и давлении H_2 12 МПа, составляет 1.6% (мас.), что хорошо согласуется с расчетами физической адсорбции водорода. При этих условиях адсорбция водорода ГНВ не превышает 1.2% (мас.).

Исследованы также водородсорбционные свойства допированного литием калием углеродного материала, приготовленного каталитическим разложением метана и содержащего после удоления катализатора до 90% ГНВ с наружным диаметром 25-35 мм, имеющих главным образом поперечно - или конусно - слоистую структуру. Образцы, допированные литием, обладают большей химической стабильностью при обычных условиях. Сорбция сопровождается гидрированием углеродного сорбента, а атомы щелочного металла являются каталитически активными центрами. Атомы водорода переносятся на углеродную сетку и присоединяются к атомам углерода.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В УЗЛАХ ТРЕНИЯ МАШИН

Современные машины и механизмы имеют большое количество деталей, совершающих вращательное и поступательное движение или их сложное сочетание. Процесс взаимодействия твердых тел при трении описывается молекулярно-механической теорией трения, предложенной И. В. Крагельским [1]. Согласно теории, трение поверхностей деталей сопровождается двумя процессами: механическим взаимодействием, приводящим к упругой и пластической деформации поверхностей, и молекулярным взаимодействием, возникающим при сближении поверхностей деталей.

При решении проблемы трения и износа деталей используют разнообразные конструкционные, технологические и эксплуатационные средства. Новым и перспективным направлением в решении актуальной и важной проблемы уменьшения износа деталей машин и механизмов в процессе трения является применение наноматериалов.

В работе проведен обзор результатов применения наноматериалов для трибосопряжений. Наноматериалы, применяемые в узлах трибосопряжений, можно разделить на три группы: трибопрепараты для безразборного сервиса узлов и агрегатов машин; пленочные антифрикционные композиционные наноматериалы на основе TiN/MoS₂, TiB₂/MoS₂, WC/аморфный углерод/WS₂; политетрафторэтилен, наполненный техническим углеродом или нанокристаллическим алмазом [2, 3].

Нанотрибопрепараты, применяемые при безразборном сервисе трибосопряжений машин, позволяют уменьшить износ деталей узлов и агрегатов в 5 раз. Пленочные антифрикционные композиционные наноматериалы эффективно снижают износ деталей за счет халькогенидов переходных металлов VI группы Периодической системы. Введение в политетрафторэтилен нанокристаллического алмаза повышает относительную износостойкость в 70 раз.

А. К. Горевич, студент; Д. В. Терепіщій, студент, Т. В. Носова, к.т.н., доцент,
С. І. Мамчур, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: gorevich1997@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ З НАПИЛЕННЯМ НАНОЧАСТОК ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Деталь конструкційного призначення входить до складу авіаційного двигуна та працює на кручення, має циліндричну форму, достатньо складної конфігурації: складається із внутрішніх та зовнішніх поверхонь обертання, торців та уступів, канавки, шестигранника, глухого отвору. Найбільший діаметр 30 мм, довжина деталі 43 мм. До найбільш точних розмірів належать: різьба на зовнішній поверхні М30х1,5-8g.

Деталь виготовляється з конструкційної сталі 40Х. До складу конструкційної легованої сталі входять наступні елементи: 0,40% вуглецю та менш ніж 1,5% хрому, інші домішки є незначними. Сталь 40Х використовується для виготовлення осей та стержнів для передачі крутного моменту, вал – шестерень, поршнем, трубопровідної арматури, кілець, обертаючих деталей, інструментів для клепальних робіт, вимірювальних приладів, болтів, гайок, деталей для апаратів з обертальними барабанами, деталей конічної форми та інших елементів. Досліджена сталь потрібна, якщо виготовляються вироби відповідального призначення, які мають підвищену твердість, зносостійкість, червоностійкість.

Технічними вимогами до деталі є: дотримання необхідної міцності, твердості в діапазоні 163 – 168 НВ та обробка поверхонь з не вказаною точністю по 14 – му квалітету з шорсткістю Ra 10,0.

Технологічний процес виготовлення деталі складається з: 2 токарних операцій з числовим програмним керуванням, горизонтально – фрезерної, агрегатно – свердлильної, різьбофрезерної, мийної та контрольної. Ріжучий інструмент для механічної обробки деталі конструкційного призначення повинен мати високий комплекс механічних та технологічних властивостей, бути надійним протягом тривалого часу роботи. Тому у роботі запропоновано застосовувати напилення наночасток на ріжучу частину інструменту з метою підвищення зносостійкості та твердості. Удосконалення технологічного процесу механічної обробки даної деталі дозволило зменшити час обробки та підвищити продуктивність виробничого процесу.

М. В. Грекова, інж. - констр. 2 кат. ¹, аспірант²
ДП «КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля¹
Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара²
E-mail: marina.grekova.kbu@gmail.com

ВПЛИВ ГОМОГЕННОСТІ ШИХТОВИХ МАТЕРІАЛІВ ЯКІ МІСТЯТЬ НАНОКОМПОЗИЦІЇ НА СТРУКТУРУ ВІДЛИВОК НІКЕЛЕВИХ СПЛАВІВ

При виготовленні литих лопаток газотурбінних двигунів (ГТД) використовують дорогі нікелеві сплави. Більшість сплаву після заливки представляє собою відходи, використання яких повторно у виді металевої шихти значно знижує собівартість лопаток. Однак використання відходів супроводжується деякими ризиками, пов'язаними з можливістю забруднення сплаву неметалевими включеннями та чадом легуючих елементів. Тому, автором проведені дослідження наслідків виробництва лопаток ГТД з використанням відходів власного виробництва.

Автором проаналізовано вплив легуючих елементів жароміцних нікелевих сплавів на структуру, міцність та корозійну стійкість для обробки розплавів запропонований комплексний модифікатор на основі Ti(C) с розміром часток 0,1...0,5 мкм. Дослідження структури проведено з використанням електронної та оптичної мікроскопії. Ідентифікація фаз та структурних складових проведена по результатам мікрорентгеноспектрального аналізу.

У результаті дослідження автором встановлено зменшення зерна модифікованого сплаву у 3...5 разів. Механічні випробовування зразків показали підвищення параметрів у модифікованому стані сплавів: σ_B на 10%; $\sigma_{0,2}$ - на 12% без втрати пластичності; KCU на 35% порівняно з вихідними зразками, що підвищує ефективність обробки нанодисперсними матеріалами сплавів з використанням відходів власного виробництва.

А. В. Давидюк, аспирант¹, И.О. Серженко, аспирант²

¹Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара,

²Национальная металлургическая академия Украин

E-mail: anzhela8848@gmail.com

ОСОБЕННОСТИ НАНОМОДИФИЦИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Модифицированием алюминиевых сплавов было установлено, что зерно алюминия при кристаллизации измельчают малые добавки Ti, Zr, W, Mo, Nb, Ta, Sc, Hf, V, Re и в гораздо меньшей степени - Fe, Ni, Cr, Mn. Все перечисленные элементы относятся к числу переходных металлов (ПМ) четвёртого, пятого и шестого периодов таблицы Д.И Менделеева. Таким образом, измельчение зерна алюминия является результатом особого взаимодействия ПМ с алюминием. По мере увеличения атомного номера металла происходит заполнение 3d-уровня электронами у скандия 1 электрон на 3d-уровне, у титана - 2 итак далее, у никеля - 8. Следующая за никелем медь имеет на 3d-уровне 10 электронов, то есть устойчивую электронную конфигурацию.

По мере изменения электронного строения атомов изменяется характер взаимодействия ПМ с алюминием. Заполнение электронами 3d-уровня и уменьшение атомного радиуса ПМ сопровождается снижением температуры невариантного трехфазного превращения в сплавах на основе алюминия (в системе Al-Ti она равна 665°C, в системе Al-Ni 640°C). Диаграмма состояния тех систем, в которых температура невариантного превращения выше температуры плавления алюминия алюминия (660°C), - перитектического типа (Al-Sc, Al-Ti, Al-V, Al-Cr), а диаграммы состояния систем, в которых температура невариантного превращения ниже температуры плавления алюминия - эвтектического типа. Таким образом, при определённом количестве (пять) электронов на 3d-уровне переходного металла происходит изменение типа диаграммы состояния алюминия с переходным металлом.

При температуре 300°C растворимость всех ПМ в твёрдом алюминии очень мала.

Отмеченные выше характерные черты диаграмм состояния систем Al-ПМ являются вместе с тем и отличительными особенностями взаимодействия ПМ с алюминием по сравнению с основными легирующими компонентами алюминиевых сплавов (медью, цинком, магнием). Взаимодействие последних с алюминием характеризуется резким увеличением растворимости в жидком алюминии с температурой, низкой температурой невариантных превращений (в системе Al-Cu она составляет 548°C, в системе Al-Mg - 450°C, в системе Al-Zn - 382°C), большими интервалами кристаллизации твёрдых растворов, наличием максимальной растворимости в твёрдом алюминии при тех температурах, при которых в системах Al-ПМ растворимость очень мала.

Закономерности изменения растворимости ПМ четвёртого периода в жидком и твёрдом алюминии с температурой, а также интервала кристаллизации твёрдых растворов на основе алюминия в полной мере относятся и к системам алюминия с ПМ пятого и шестого периодов.

ИЗУЧЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАНОПОРОШКОВ

Определение размера частиц седиментационным методом (методом осаждения) основано на измерении времени, в течение которого частица, помещенная в жидкую среду с известной вязкостью, проходит фиксированное расстояние H . Другим вариантом метода является изучение распределения частиц по высоте. При весовой седиментации определяют массу осадка в зависимости от времени осаждения.

Частицы дисперсной фазы в гравитационном поле оседают, если их плотность больше плотности жидкой среды, или всплывают, если их плотность меньше плотности жидкой среды. Следствием седиментации является возникновение градиента концентрации частиц по высоте, проводящего к диффузии, направленной в сторону меньшей концентрации.

Условия равномерного движения частицы является равенство силы тяжести и силы трения, т.е. силы сопротивления жидкости (и газа) движению тела в ней. Величину силы трения определяет вязкость среды.

Расстояние между частицами должно быть достаточно велико, чтобы избежать взаимодействия между ними.

Таким образом, в седиментационном методе размер падающей частицы обратно пропорционален времени прохождения ею пути. В современных седиментографах прохождение частиц и их кол-во фиксируется с помощью лазерного излучения. Этим способом определяют не только r -р отдельных частиц, но и распределение частиц по размеру, т.е. дисперсию размера частиц. Концентрация частиц в жидкости обычно не превышает 1%. Для седиментации используют, как правило, водные растворы спиртов, в органические масла и другие органические жидкости.

Недостаток седиментационного метода – невозможность измерять размеры очень малых (менее 50 нм) частиц. Кроме того, для достижения высокой точности измерения нужно, чтобы поверхность частицы хорошо смачивалась жидкостью; при плохом смачивании сила поверхностного натяжения будет удерживать малые частицы на поверхности, а более крупные частицы будут окружены газовой оболочкой. Необходимо также избегать слипания отдельных частиц, что может существенно исказить результат.

Эффективный метод определения размеров малых частиц основан на использовании броуновского движения, с одной стороны, и анализе спектрально состава света, рассеянного суспензией или коллоидным раствором, с другой стороны. Основателем этого метода определение размеров малых частиц следует считать А. Эйнштейна.

Д. Ю. Дидык студент; М. Р. Нор студент; С.И. Мамчур, к.т.н., доцент,
Т.В. Носова, к.т.н., доцент
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: unity.atoms@gmail.com

ЭЛЕМЕНТЫ НАНОЭЛЕКТРОННЫХ ПРИБОРОВ

Переход к созданию приборов субмикронных размеров возможен с помощью электронно-лучевой, ионной и рентгеновской литографии, использующих корпускулярные пучки нанометрового сечения и длины волн 10-200 нм. Среди этих методов наибольших успехов достигла электронно-лучевая литография.

Технологии осаждения тонких плёнок позволяют с точностью до десятых долей нанометра выдерживать размер создаваемого элемента в направлении, перпендикулярном плоскости подложки. Однако формирование с такой же точностью рисунка на плоскости, то есть в двух измерениях, значительно сложнее.

Фотолитография – процесс переноса изображения с трафарета на полупроводниковую подложку. Для этого на поверхности подложки создаётся плёночное покрытие из светочувствительного полимерного материала; покрытие облучают через трафарет с изображением элементов схемы и затем покрытие проявляют так, что изображение схемы переносится на подложку. В методе литографии изображение элемента или схемы выполняется в виде рисунка в металлической плёнке, нанесённой на прозрачную подложку. Такой рисунок называется маской или фотошаблоном. Затем рисунок с помощью потока света переносится на полупроводниковую пластину, в которой слой за слоем формируется физическая структура интегральной схемы.

Поэтому развитие микроэлектротехники, которое идет по пути усложнения схем и уменьшения их размеров, предопределяет необходимость развития литографической технологии в направлении сокращения длины световой волны. Это позволяет уменьшать размеры элементов интегральной схемы и повышать разрешающую способность литографического процесса. Фотолитография с помощью света, имеющего длину волны 400 нм, обеспечила возможность серийного изготовления интегральных схем с минимальным размером 2-3 мкм, содержащих до 10^5 транзисторов.

В голографической литографии экспонируемая подложка помещается в область, где интерferируют два лазерных луча, создающих стоячую волну. Этот способ литографии применим в основном для экспонирования рисунков, имеющих периодическую структуру. Период экспонируемой решетки может составлять половину длины волны лазерного излучения. Решетки, полученные голографической литографией, применяются как дифракционные или фокусирующие элементы для формирования изображения с помощью рентгеновских лучей. Они могут использоваться также как элементы нанoeлектронных приборов с характерными размерами 1-10 нм.

Ю. Н. Довгаль; В. С. Толстенёв, студент; Н. Е. Калинина, д.т.н., профессор; И. С. Коваленко
Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: yura4.dovgal1998@mail.ru

ФУЛЛЕРЕН - НОВАЯ АЛЛОТРОПНАЯ ФОРМА УГЛЕРОДА

Хорошо известны две аллотропные формы углерода - алмаз и графит. Алмаз является одним из наиболее твердых веществ на Земле, графит - очень мягкий материал. Алмаз представляет собой трехмерную сетку объединенных простыми (одинарными) sp^3 -связями атомов углерода. Алмаз обладает кубической гранецентрированной решеткой с периодом $a = 0.354$ нм. Графит построен в форме слабо связанных друг с другом двухмерных плоскостей - сеток, образованных шестичленными кольцами с sp^2 -связями. Кратность связи углерод-углерод равна 1,5. Кристаллическая решетка графита гексагональная, слоистая, с периодами $a = 0.2461$ нм и $c = 0.6708$ нм. В 1967 г. в Институте элементоорганических соединений была синтезирована третья аллотропная форма углерода - карбин, состоящая из линейных, палочкообразных молекул углерода с sp -электронной конфигурацией.

В 1973 г. Д.А. Бочвар и Е.Г. Гальперн в России, а несколько ранее Е. Осава в Японии на основании квантово-химических расчетов предсказали возможность существования шаровидных молекул углерода, карбододекаэдра - C₂₀ и карбо-*s*-икосаэдра - C₆₀. Благодаря замкнутой электронной оболочке и ароматичности они должны быть устойчивыми и обладать химической стабильностью.

В 1985 г. Н.В. Крото, Р.Ф. Керл, Р.Е. Смолли смоделировали условия существования «углеродных звезд» путем испарения графита при температуре 10 000 °С под действием лазера в струе гелия. На масс-спектрограммах паров углерода они обнаружили четкий пик для массы 720 и небольшой пик для массы 840, соответствующие кластерам из 60 и 70 атомов углерода. В процессе дальнейшего исследования было установлено, что эти кластеры являются индивидуальными молекулами. Эти молекулы были названы фуллеренами в честь американского архитектора и инженера Ричарда Бакминстера Фуллера (1895-1983), который впервые построил геодезический купол, состоящий из шести и пятиугольников. За открытие и дальнейшие исследования фуллеренов Н.В. Крото, Р.Ф. Керлу, Р.Е. Смолли в 1996 году была присуждена Нобелевская премия по химии.

В 1990 Г. П. Кречмер и Д. Хаффман предложили и метод получения фуллеренов путем испарения графитовых электродов в электрической дуге в атмосфере гелия. Кроме молекул C₆₀ и C₇₀ при этом образуется целый спектр других углеродных шаровидных молекул с большей массой. Наиболее широко известный фуллерен из 60 атомов углерода имеет форму футбольного мяча (поэтому в ранних работах некоторые авторы называли его футболоном), а фуллерен из 70 атомов углерода - форму регбийного мяча. В настоящее время фуллерены принято обозначать следующим образом: фуллерен C₆₀, C₇₀, C₈₀, C₈₄, C₂₄₀, C₅₄₀, и т. д. (индекс - число атомов углерода).

И. О. Зозуля студент; Н. Е. Калинина – д. т.н. профессор; А. Р. Тесля студент
 Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара
 E-mail: ivanzozula1@gmail.com

ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТИ НАНОМАТЕРИАЛОВ

Технологии обработки поверхности материалов к настоящему времени представляют собой одну из наиболее развивающихся областей науки о материалах. Методы, связанные с созданием на поверхности материалов, особенно металлических, модифицированных слоев достаточно изучены, отработаны и широко применяются на практике. Многие из таких методов могут рассматриваться как методы нанотехнологии, так как позволяют создавать наноразмерные или наноструктурные слои на поверхности материалов, композиционные материалы с наноконпонентами, а также наноматериалы в виде микроизделий.

Схема нанобработки поверхности состоит из следующих этапов:

1 этап включает :технологии основанные та химических процессах: осаждение с использованием плазмы тлеющего разряда $Ti + N-TiN$; световая и электронная литография; осаждение из растворов металлоорганических соединений; химическое и электрохимическое окисление; химическое осаждение из паровой фазы (CVD-технологии); восстановление $2MeG + H_2 \rightarrow 2Me + 2HG$; пиролиз карбониллов $Me_x(CO)_x \rightarrow Me + yCO$; диспропорционирование хлористый аммоний $Al + AlCl_3$; взаимодействие с промежуточными компонентами $MeCl + CH_4, MeC + HCl$; осаждение при разложении металлоорганических соединений (MOCVD-технология)

2 этап включает : технологии основанные на физических процессах: физическое осаждение из паровой фазы (PVD-технологии); термическое испарение (электродуговое, лазерное электронно-лучевое, индукционное и т.п.); катодное и магнетронное распыление; ионное осаждение (энергия до 1 кэВ); ионное плакирование или перемешивание; ионная имплантация - низкоэнергетическая 2...5 кэВ - высокоэнергетическая 2...30 кэВ; Газотермическое напыление: высокоскоростное газоплазменное напыление (HVOF), плазменное напыление на воздухе (APS) и в контролируемой атмосфере (VPS); Лазерные методы: лазерное легирование или имплантация, лазерная аморфизация поверхности; Интенсивная пластическая деформация поверхностного слоя, ультразвуковое воздействие.

Данные методы можно условно подразделить на две большие группы – технологии, основанные на физических процессах и технологии, основанные на химических процессах. Среди всех nanoориентированных технологий обработки поверхности наиболее перспективными являются ионно-вакуумные технологии нанесения покрытий. Полученные такими способами слои отличаются высокой адгезией, а температурное воздействие на материал основы, как правило, минимальное. Размер кристаллитов в пленках, полученных по технологиям вакуумного нанесения, может достигать 1...3 нм.

Е. В. Кудасев, студент; С. И. Мамчур, к. т. н., доцент; Т. В. Носова, к.т.н., доцент
Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: *evgenboyan@gmail.com*

ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ КАТАЛИТИЧЕСКИМ ПИРОЛИЗОМ УГЛЕВОДОРОДОВ

Углеродные наноматериалы (УНМ) можно получать каталитическим разложением углеводородов. Продуктами пиролиза будут аморфный или графитизированный углерод и углеродные нанотрубки (НТ) или нановолокна. Нанотрубки представляют свернутый в цилиндр графеновый лист, а нановолокна – графеновые пластины или конусы. Они отличаются свойствами, например, нанотрубки эластичны и гибки, а нановолокна ломаются при сгибании.

На свойства продуктов пиролиза может повлиять состав и структура катализатора, температура, состав и давление газообразного углеводорода. В большинстве случаев для синтеза наноматериалов используется ацетилен и этилен. Часто в качестве катализаторов выступают Fe, Co, Ni или их смеси, носители – графит, SiO_2 , Al_2O_3 или цеолит, а в качестве газоразбавителя – N_2 или H_2 , однако в пиролизе могут участвовать и другие соединения. Пиролиз протекает при температуре 500-800 °С и парциальном давлении углеводорода 0.1-0.5 атм.

Повышение температуры оказывает большее влияние на рост количества аморфного углерода. Увеличение продолжительности пиролиза способствует увеличению длины и диаметра НТ. Состав газоразбавителя почти не оказывает влияние на выход НТ, хотя при использовании H_2 количество аморфного углерода уменьшается. Отмечается, что размер частиц катализатора влияет на диаметр нанотрубок или нановолокна, а длительность процесса – на их длину.

Наибольший выход УНМ достигается при пиролизе ацетилена в катализаторе Fe/SiO_2 при температуре 700 °С. При этом внешний диаметр НТ оказывается 10-20, а внутренний – 5-8 нм, этот диаметр можно регулировать пористостью носителя SiO_2 . Продукт пиролиза выглядит как «пшеничное поле» с «колосьями» из НТ, на концах которых находятся частицы катализатора

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОГЕТЕРОСТРУКТУР С ЗАДАНЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

Метод является усовершенствованием способа получения металлических пленок путем вакуумного испарения и осаждения. Чистые источники напыляемых материалов, сверхвысокий вакуум, точный контроль температуры подложки, диагностика роста пленки с помощью электронной оже-спектроскопии, масс-спектрометрии, электронно-микроскопических и дифракционных методов, компьютерная система управления параметрами процесса – все это привело к созданию качественно новой нанотехнологии. Молекулярно-лучевая эпитаксия (МЛЭ) – современный метод выращивания высококачественных тонких пленок и создания гетероструктур.

Характерные масштабы в твердотельной электронике уменьшились от сотен микрометров в первых транзисторах до десятков нанометров. Реализация наногетероструктур с заданными параметрами оказалась возможной с помощью молекулярно-лучевой эпитаксии. Прорыв в создании тонкослойных гетероструктур произошел с появлением практической технологии роста тонких слоев методами молекулярно-лучевой эпитаксии, рассмотренной в работах Ж. И. Альферова.

Молекулярно-лучевая эпитаксия обеспечивает:

- получение монокристаллов высокой чистоты благодаря высокой чистоте потоков вещества и росту в сверхвысоком вакууме;
- выращивание сверхтонких структур с резкими изменениями состава на границах за счет использования невысоких температур роста, препятствующих взаимной диффузии;
- получение бездефектных поверхностей за счет ступенчатого механизма роста, исключаящего зародышеобразование;
- получение сверхтонких слоев с контролируемой толщиной благодаря малым скоростям роста;
- создание структур со сложными профилями состава;
- создание структур с заданными внутренними напряжениями.

Каждый нагреватель содержит тигель, являющийся источником одного из составных элементов пленки. Температура нагревателей подбирается так, чтобы давление паров испаряемых материалов было достаточным для формирования соответствующих молекулярных пучков. Испаряемое вещество с относительно высокой скоростью переносится на подложку в условиях высокого вакуума. Нагреватели располагаются так, чтобы максимумы распределений интенсивности пучков пересекались на подложке. Подбором температуры нагревателей и подложки получают пленки со сложным химическим составом.

Я. О. Маркова, студентка; Т. В. Носова, к. т. н. доц.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: markovay27@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ НАНОПОРОШКОВИХ МАТЕРІАЛІВ У СПЛАВАХ ДЛЯ РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

Дослідження в області нанотехнологій розвиваються в усіх країнах, і в процесі появи нових експериментальних даних відкриваються нові сфери їх застосування. Великий інтерес існує до спеціальних видів абсорбційних наноматеріалів, які мають поліпшені властивості і призначені для аналітичного розділення речовин, отримання надчистих матеріалів і швидкого видалення домішок з рідин і газів. Практично значиме підвищення твердості з подрібненням структури отримано на класичних об'єктах, якими є тверді сплави на основі карбиду вольфраму. Вчені розробили два види нових наноструктурних твердих сплавів Nanalloy і Infralloy, твердість яких в півтора рази вища твердості стандартних сплавів, що мають розмір зерна в кілька мікрометрів. Досвід показує, що ріжучий інструмент, який має нанокристалічну структуру, набагато твердіший, більш зносостійкий, ерозійностійкий і має більший термін служби, ніж аналоги з традиційною структурою.

За останні роки промислову реалізацію знайшли десятки методів отримання однофазних і композиційних металевих і керамічних порошків. Так, Латвійська компанія виробляє наноконпозиційні порошки Si_3N_4 - TiN, Si_3N_4 - AlN, Si_3N_4 - ZrN, AlN - TiN з розмірами частинок 20-50 нм, з яких отримана наноструктурна кераміка. Американська компанія випускає порошки оксидів алюмінію і цирконію з розміром частинок близько 10 нм, з яких методом спікання ковкою отримують керамічний наноконполит. Ця технологія стимулювала розвиток методів так званого точного формування. В сучасних магнітних зчитувальних пристроях широке застосування отримали нанопорошки ферромагнетиків, які демонструють ефект гігантського магнітного (ГМС) опору, саме, як прояв нанорозмірності.

Перспективними є розробки наноструктурних покриттів, які надають виробу високу міцність, ударну в'язкість, корозійну стійкість, радіопрозорість, жароміцність. Проходять випробування зносостійкі нанопокриття і нові термобар'єрні покриття на газотурбінних лопатках.

На думку західних експертів нанотехнології і технологія наноструктурних матеріалів можуть давати конкурентні результати. Компанії, які використовують наночастинки в своїх технологіях, отримали суттєву перевагу на ринку каталізаторів, функціональних покриттів, в медичній діагностиці, оптичного зв'язку, прецизійного полірування і т.д.

Світове виробництво в секторі технологій наноструктурних матеріалів знаходиться в стадії розвитку. Використання нанокерамічних матеріалів дозволить підвищити технологічні, механічні та експлуатаційні властивості сплавів, які широко застосовуються в ракетно-космічній техніці.

O. O. Masalskyi², PhD student; J. Gradauskas^{1,2}, assoc. prof. dr;
S. Ašmontas¹, prof., habil. dr.; A. Sužiedėlis¹, prof., habil. dr.; A. Šilėnas¹, dr.; V. Vaičiškuskas¹,
dr.; A. Čerškus^{1,2}, dr.; O. Žalys¹, junior researcher

¹ Center for Physical Sciences and Technology, Lithuania

² Vilnius Gediminas Technical University, Lithuania

E-mail: oleksandr.masalskyi@vgtu.lt

HOT CARRIER INFLUENCE ON OPERATION OF A P-N JUNCTION SOLAR CELL

The demand of renewable energy resources is becoming a serious challenge for Europe and the world. One of the most promising and most environmentally friendly energy is electricity generated by solar cells. However, its production is currently more expensive than the conventional electricity. To reduce the cost of photovoltaics, one needs to reduce the cost of solar cells and increase their conversion efficiency. However, the efficiency of a single-junction solar cell is still lower than the theoretical Shockley-Queisser limit. According the theory, only photons with energy close to semiconductor forbidden energy gap are used effectively. The influence of hot carriers is only reckoned in through the process of thermalization, i.e. through the lattice heating.

One of the reasons not allowing to reach the theoretical limit is supposed to be the direct hot carrier effect. Our investigation is focused on revealing the influence of hot carriers on photoresponse of a solar cell and proposing the ways to increase its efficiency. In the research, GaAs p-n junction was illuminated with nanosecond-long 1.06 μm laser pulses. In this case the photon energy is lower than the semiconductor forbidden energy gap. Therefore, it is possible to observe directly simultaneous formation of the hot carrier photovoltage and the classical generation-caused photovoltage due to two-photon absorption as well as the thermalization-caused component. Both heating-induced photoresponse components have polarity opposite to the classical one what evidences negative their impact on the efficiency of a solar cell.

As a result, to raise the efficiency of a solar cell, the influence on hot carriers needs to be reduced. This can be achieved by means of minimizing absorption of the infrared light, using effectively the high energy photons only for electron-hole pair generation without any residual energy, using optical windows filtering solar spectrum.

І. Я. Михайлюк, студент; С. І. Мамчур, к.т.н., доцент, Т. В. Носова, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: i.am.mad.scientist.it.is.so.cool@gmail.com

ОТРИМАННЯ НАНОТРУБОК

Існує три основні методи отримання нанотрубок: електродугове розпорощення графіту, лазерне випаровування графіту та метод хімічного осадження з пари. Розвиток методів синтезу вуглецевих нанотрубок йшов шляхом зниження температур синтезу. Вперше нанотрубки були знайдені при використанні першого методу, тобто електродугового розпорощення, сутність якого полягає у випаровуванні одного з графітових стержнів у електричній дузі та утворення вуглецевого наросту на іншому, охолодженому, та на стінках камери. Цей метод є найпоширенішим, через свою простоту й доступність, але на його фоні росте популярність третього методу – хімічного осадження, який полягає у проходженні пари, з процентом вуглецю у складі, через розпечену кварцову трубку, у якій розміщена пластина з каталітичною поверхнею, на якій і осідають з пари нанотрубки. Спосіб набув такого успіху через отримання багатії кількості за один раз нанотрубок однакових розмірів, що звісно є дуже практичним. Останній метод, лазерного випаровування, зводиться до взаємодії лазерного проміння у кварцовій трубці з нагрітою графітовою мішенню, в результаті його випаровування, та осідання на охолодженому колекторі. Перевага цього методу в тому, що керуючи потужністю лазерного імпульса, можна отримувати нанотрубки потрібного діаметру. Саме на цьому методі вчені спробували додати до графіту включення нікелю та кобальту, що збільшило кількість отримуваних нанотрубок до 70-90 процентів. Тому в методі хімічного осадження часто використовується як каталізатор металевий пил, а в попередньому методі лазерного випаровування колектор робиться з міді. Так з'явилися перші роботи по отриманню нанотрубок низькотемпературним методом - методом каталітичного піролізу вуглеводнів, де в якості каталізатора використовувалися частки металу групи заліза, він є більш керованим способом, що дозволяє контролювати місце розташування зростання і геометричні параметри вуглецевих трубок на будь-яких видах підкладок. На даний момент однією з головних задач в отриманні нанотрубок є пошук методу для масового їх виробництва.

ПОЛУЧЕНИЕ НАНОПОКРЫТИЙ И НАНОПЛЕНОК

Нанопленки и нанопроволоки разных типов имеют отличительные черты технологий своего получения. В настоящее время наибольшее распространение получили полупроводниковые нанопленки и нанопроволоки, находящие разнообразное применение в электронной технике, а также магнитные нанопленки и нанопроволоки, используемые для создания устройств магнитной записи. Перспективными являются алмазоподобные и керамические нанопленки, служащие в качестве защитных покрытий рабочих поверхностей изделий, работающих в сложных условиях нагружения.

Существуют разнообразные технологии получения нанопокровтий, которые аналогичны традиционным тонкопленочным технологиям. Среди них наиболее широкое распространение получили технологии осаждения вещества на подложку из парогазовой фазы или плазмы, а также из растворов. Кроме того, используются технологии обработки поверхности, основанные на таких процессах, как азотирование и гидрирование, обработка атомами бора, титана и другими элементами.

К нанопокровтиям (нанопленкам) относятся двумерные образцы наноматериалов, которые характеризуются наноразмерной толщиной. В свою очередь, к нанопроволокам (наностержням, нановолокнам, нанонитям) относятся одномерные образцы наноматериалов, которые характеризуются наноразмерным диаметром. И нанопокровтия (нанопленки), и нанопроволоки могут быть подобны по строению объемным образцам наноструктурных материалов, в частности, им может быть присуща нанокристаллическая или наноконпозиционная структура. Вместе с тем и нанопленки в силу их наноразмерной толщины и нанопроволоки в силу их наноразмерного диаметра могут значительно отличаться от объемных образцов по свойствам.

Для получения полупроводниковых нанопленок наиболее широко используются технологии химического осаждения из газовой фазы и молекулярно-лучевой эпитаксии, которые первоначально были разработаны для создания тонкопленочных элементов в изделиях микроэлектроники.

В основу методов химического осаждения из паровой фазы положено осаждение пленок на поверхность нагретых деталей из соединений металлов, находящихся в газообразном состоянии. Осаждение проводят в специальной камере при пониженном давлении посредством использования химических реакций восстановления, пиролиза. В ряде случаев могут использоваться реакции взаимодействия основного газообразного реагента с дополнительным. Наиболее часто в качестве таких соединений используют карбонилы, галогены, металлогорганические соединения.

С. Г. Незнайко, студентка; А. И. Алексеев, студент, Т. В. Носова, к.т.н., доц.;

С. И. Мамчур, к.т.н., доц.

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

E-mail: dzhusova01@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ СИНТЕЗА ФУЛЛЕРЕНОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Методы синтеза фуллеренов применяются путем неполного сжигания углеводородов, например, из пламени при горении смеси бензол/кислород или этилен/кислород. Оптимальные условия синтеза следующие: давление газов 69 Торр, отношение С/О равно 0.989, разбавление горючей смеси гелием, взятого в объеме 25 %. Для увеличения выхода фуллеренов предлагают использовать СВЧ для прогрева графита и возгонки фуллеренов, или один из вариантов: испарять углерод в магнитном поле. Кластеры можно выделить из сажи, содержащейся в отработанных газах двигателей внутреннего сгорания, использующих ароматические углеводороды. Фуллерены можно получать сжиганием бензола в пламени при 1400-3000 К. Их выход зависит от соотношения С/О, давления, температуры, времени выдержки. Фуллерены образуются при пиролизе ароматических углеводородов при температуре 500-3000 °С в атмосфере инертного газа. Пиролиз происходит легче, если ацетилен или этилен разлагается в контейнере в присутствии переходного металла или редкоземельного металла в атмосфере инертного газа.

При всех изложенных способах синтеза фуллеренов образуется сажа, содержащая наряду с фуллеренами аморфный и графитизированный углерод. Поэтому одной из важнейших является проблема выделения фуллеренов и разделения их на индивидуальные фракции. Тем не менее очевидно, что наиболее приемлемым способом выделения фуллеренов является экстракция их каким-либо растворителем или сублимацию в вакууме при 450-600 °С.

Эндометаллофуллерены, как и полые фуллерены, могут быть выделены из сажи как сублимацией, так и экстракцией. Один из способов отделения полых фуллеренов от эндометаллофуллеренов заключается в использовании полярных растворителей, например анилина, которые могут избирательно растворять эндометаллофуллерены, молекулы которых обладают дипольным моментом.

Применяя оптимальные комбинации растворителей, можно получить образцы эндоэдральныхметаллофуллеренов чистотой 95 % в количестве 1-2 мг. Однако процедура выделения эндоэдральных фуллеренов в чистом виде в макроскопических количествах остается весьма трудоемкой. Так что, для получения 10 мг необходимо выполнить 40-50 хроматографических загрузок в течение 25-35 ч, при этом требуется 30-40 л толуола.

Современный метод синтеза фуллеренов является актуальным и перспективным для получения изделий ракетно-космической техники, испытывающие высокие температурно-временные нагрузки в широком диапазоне температур.

Д. Р. Піщик, студент; Т. В. Носова, к.т.н., доцент, С. І. Мамчур, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: diana1996sergeenko@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ З НАПИЛЕННЯМ НАНОЧАСТОК ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Деталь виготовляється із сталі 45 - вуглецевої конструкційної якісної сталі. Застосовується для виготовлення деталей, від яких вимагається міцність і зносостійкість, що працюють при середніх навантаженнях і середніх тисках (втулки, осі, вали, зубчасті колеса).

В процесі експлуатації деталь витримує статичні та динамічні навантаження, а також знаходиться під впливом сил кручення. Тому обраний матеріал деталі є найбільш доцільним.

Ступиця колеса – це деталь, за допомогою якої проводиться установка транспортного засобу на вісь. Деталь «Ступиця конічної шестерні» входить до складальної одиниці колеса польового культиватора.

Деталь «Ступиця конічної шестерні» складається із внутрішніх та зовнішніх циліндричних поверхонь обертання, внутрішніх та зовнішніх конічних поверхонь, торців, канавки та фланцю, шести наскрізних отворів і шести глухих отворів з різьбою. Найбільший діаметр 240 мм, довжина деталі 102 мм. До найбільш точних розмірів належать: внутрішня поверхня &85N6 і &90N6, зовнішня поверхня &160d8, різьба в шести отворах М6-7Н.

Технічними вимогами до деталі є : дотримання необхідної міцності деталі, в діапазоні 255...305 НВ

На основі проведеного аналізу технологічності конструкції деталі за якісними та додатковими кількісними показниками, можна зробити висновок, що деталь для умов заданого типу виробництва та вимог, що пред'являються до неї достатньо технологічна.

Обробляється деталь «Ступиця конічної шестерні» у 11 етапів: токарна операція, 2 токарні ЧПК операції, слюсарна, термообробка деталі, агрегатно-свердлильна операція, свердлильна ЧПК, 2 шліфувальні операції, миття деталі, контроль розмірів. Застосування сучасного інструменту для обробки деталей відповідального призначення дозволяє підвищити продуктивність та ефективність обробки.

Б. В. Родько студент; Т. В. Носова к. т. н., доц. М. С. Хорольский к.т.н., с.н.с. доц.,
Мамчур С. И. к. т. н., доц.
Днепровский национальный университет им. О. Гончара
E-mail: rodkobogdan@gmail.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ В СОСТАВЕ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

Перспективным направлением получения эластомерных композиций с улучшенными свойствами является создание композиционных материалов, содержащих углеродные наноматериалы (УНМ). Применение таких высокодисперсных добавок даже в небольших количествах позволяет повышать технические характеристики или придавать специальные свойства резинам. Это обусловлено их: высокой реакционной способностью, определяемой малым размером частиц, и наличие на поверхности большого числа функциональных групп. Наиболее перспективными УНМ являются: нанотрубки (УНТ), фуллерены, графиты. Создание эластомерных композиций с УНМ возможно не только на стадиях приготовления резиновых смесей, но и на стадии получения каучуков. При введении УНТ, состоящих из одной или нескольких свернутых в трубку графенов и заканчивающихся обычно полусферической головкой в бутадиен-нитрильные каучуки, удалось повысить твердость, модуль упругости, условную прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве. УНТ могут успешно применяться в объектах ракетно-космической техники (РКТ) в рабочих зонах с температурой выше 2500°С. Следует также учесть, что объем теплозащитных покрытий (ТЗП) в ракетных двигателях твердого топлива (РДТТ) достаточно большой, и тот факт, что плотность УНТ не превышает 2000 кг/м³, делает их перспективными для применения в качестве активного наполнителя теплозащитного эластомерного материала и снижения массы конструкции РДТТ в целом. Для повышения комплекса упруго-прочностных свойств композиционного материала важно учитывать не только дисперсность и природу высокодисперсного вещества, но и в целом систему добавка – сшивающий агент – среда. Введение углеродных нанодобавок лучше осуществлять в порошкообразном виде на начальном этапе смешения до введения остальных наполнителей и вулканизирующей группы. Применяемые УНМ должны иметь стабильные характеристики: структуру, размер и свойства поверхности. Именно это улучшит свойства резин, на основе которых применяются изделия в РКТ: ТЗП для РДТТ, уплотнители, манжеты, рукава для систем термостагирования, прокладки и т.д. Таким образом, изделия на основе эластомерных материалов, содержащих УНМ, будут обеспечивать работоспособность узлов и агрегатов, находясь в конкретных условиях эксплуатации.

Д. В. Савінкін, студент; А. С. Лушан студент; Т. В. Носова, к.т.н., доцент,
С. І. Мамчур, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: damenatar@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ З ЗАСТОСУВАННЯМ ІОННО-ПЛАЗМОВОГО МЕТОДУ НАПИЛЕННЯ

Деталь входить до складу ходової частини що призначена для з'єднання між собою вала та диску і працює на передачу крутного моменту. Матеріал деталі -, конструкційна вуглецева якісна сталь. Деталь має зовнішні та внутрішні поверхні обертання, радіально розташовані отвори, торці, уступи та шлиці. Максимальний діаметр 200 мм, найбільша довжина 90 мм.

В маршрутному технологічному процесі використовуються прогресивні методи обробки. Виконуються токарна з ЧПК, горизонтально протяжна, вертикально-свердлильна та круглошліфувальна операція. Використовуються технологічні можливості сучасних верстатів з ЧПК, на яких виконуються токарні операції, свердління, розточування, нарізування різьблення і т.д. при одному установі заготовки.

Всі поверхні доступні до обробки виготовлення. До даної деталі повинні бути дотримані вимоги до поверхні: наявність окалини, тріщин, слідів викривлення не допускається.

Для обробки складної поверхні потребує спеціальний інструмент протягування шлиців.

Особливим видом протягування є прошивання, яке виконується короткою протяжкою (прошивками) на пресах або на спеціальних прошивальних верстатах.

При внутрішньому протягуванні обробляються отвір складної конфігурації, шпонкові пази.

Профільна схема різання виконується зубцями протяжки, форма яких подібна до профілю обробки. Загальний припуск на обробку зрізається шарами, яка забезпечується зубцями з профілем. Кожна група зубців зрізає шар металу в своїй зоні, по частині периметра поверхні, що обробляється.

Ріжучий інструмент для механічної обробки виготовлено з швидкорізальної сталі, яка має достатній комплекс механічних властивостей та може працювати в умовах підвищених температур, та забезпечує теплостійкість.

Іонно-плазмовий метод напилення використовується для напилення покриттів на основі карбонитрида титану. Покриття на його основі мають досить високу твердість, яка знаходиться в діапазонах 16,0 ... 24,0 ГПа.

Застосування титану в якості напилюваного речовини доцільно з точки зору дешевизни і доступності, в порівнянні з іншими речовинами (Zr, Hf та ін.) Важливим фактором при виборі матеріалу є можливість використання більш низьких температур при нанесенні покриття, що позитивно позначається на структурі матеріалу виробу.

V. A. Sayenko, a student; A.I. Stepanyuk, PhD student; D.B. Glushkova,
 Doctor of Technical Sciences, prof.
 Kharkiv National Highway University
E-mail: diana@khadi.kharkov.ua

APPLICATION OF NANOSTRUCTURED COATINGS TO ENHANCE THE PERFORMANCE OF IRON-CARBON ALLOYS

In the aviation and space industries, iron-carbon alloys are widely used with high requirements for their durability. The creation of combination of high hardness with high plasticity is real in a heterogeneous alloy

In the work it is proven that the intensity of relaxation processes proceeding at a friction has a substantial effect on wear resistance. Lately for the improvement of operating characteristics of materials the treatment of surfaces is widely used with high intensive sources of energy, the interaction of which with materials results in running of processes related to the structure change.

The result of such processes is the appearance of residual internal stresses in surface layers of material. A series of works deals with methods of determination and study of nature of residual stresses forming in the coatings got at vacuum-arc precipitation.

The objective of this work is research of the multi-layered nanostructural coating applied on the surface for their wear resistance improvement.

Methods of X-ray analysis, metallographic investigations, determination of tribotechnical characteristics were applied.

It was determined that the application of the two-layer coating and its accompanying processes led to a significant increase in the wear resistance.

The histograms of nanohardness are presented at the vacuum-arc precipitation of multilayered nanostructural coatings Ti-N-Mo-N, got at different parameters, allowing to set the influence of amount of layers of continuous rotation, pressure of nitrogen, impulse voltage on the back on the value of nanohardness.

1. Spraying the multi-layered coatings TiN-MoN on iron-carbon alloys creates compressive stresses on the surface.

2. At the very surface the maximal value of nanohardness at spraying the coating Ti-Mo-N is observed.

3. Nanohardness increases by proximately 40 % in the same conditions of spraying at continuous rotation with the increasing of amount of layers from 1800 to 2700.

4. Nanohardness increases on approximately proximately by 25% at increasing of vacuum for all identical parameters of spraying the coating.

5. The vacuum-arc precipitation performed at impulse voltage on a base U_{nu} , equal to 2000 provides the increasing of nanohardness by 30 % as comparing to a without impulse one at all other equal conditions for conducting the experiment.

Б. В. Сесь, студент; О. Р. Кузьменко, студент; Т. В. Носова, к.т.н., доцент;
С. И. Мамчур, к.т.н., доцент
Днепровский национальный университет имени Олеса Гончара
E-mail: tatses89@gmail.com

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ

Принято считать, что образование фуллеренов из паров графита протекает по определенной схеме. Рост фуллерена из кластера углерода можно представить как последовательное присоединение к нему небольших фрагментов углеродного пара. В работах, посвященных теоретическому рассмотрению механизма роста фуллеренов, предполагается, что процесс идет через присоединение частиц из двух или трех атомов углерода. Считается, что формирование фуллеренов происходит путем "слипания" возбужденных кластеров с последующим развалом на два осколка разной массой. Сущность лазерного метода синтеза фуллеренов, разработанный Р. Смолли заключается в способе синтеза фуллеренов, для испарения графита используется импульсный лазер. Сфокусированный луч неодимового квантового генератора разогревает поверхность вращающегося графитового диска. Образующиеся пары углерода уносятся потоком гелия. Последний подается под давлением 10 бар через пульсирующий клапан. Пучок образующихся кластеров осаждается на стенках вакуумной камеры. Анализ получаемых продуктов проводится масс-спектрометром.

Впервые Кретчмер получил фуллерены в макроскопических количествах на установке. Установка состоит из вакуумного колпака на плоской плите. Под колпаком находятся два графитовых стержня, соединенных с медными электродами, проходят через плиту. Один графитовый стержень заострен, у второго – конец плоский. Для производства сажи установка предварительно вакуумируется и затем заполняется гелием до давления 0,14 бар. При подаче тока между электродами возникает электрическая дуга. Температура дуги –2500-3000°С. Выход фуллеренов, осаждающихся на холодных частях колпака и ловушки – 10-15%.

С целью повышения производительности приведенная установка была усовершенствована Кретчмером и Хаффманом. Электрическая дуга возникает в среде гелия между графитовыми стержнями, которые сближаются с определенной скоростью. Образующаяся фуллереносодержащая сажа осаждается на водоохлаждаемую поверхность. В основу схемы установки для синтеза фуллеренов положен следующий принцип: испарение углерода в электрической дуге и конденсация образующихся кластеров в потоке гелия при давлении 200 Торр. Параметры электрической дуги: напряжение - 50 В, сила тока - 80-100 А. Положительный тонкий графитовый электрод расходуетса со скоростью 1,25 см/мин, в то время, как широкий отрицательный электрод не расходуетса. Образующаяся сажа осаждается на водоохлаждаемых частях установки, выполненных из нержавеющей стали. Полученная сажа разделяется на отдельные фракция растворением в различных растворителях.

О. І. Твердохліб, магістр, О. О. Круліковська, аспірант, Р. О. Фролов, аспірант,
О. А. Мітяєв, д.т.н., професор, І. П. Волчок д.т.н., професор
Національний університет «Запорізька політехніка»
E-mail: tmzntu@gmail.com

НАНОСТРУКТУРУВАННЯ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ

Зменшення ваги конструкцій та деталей машин і механізмів різного призначення, а також їх вартості можливе, у першу чергу, за рахунок заміни конструкційного матеріалу. З цієї точки зору алюмінієві сплави, завдяки комплексу властивостей (мала густина, висока технологічність та питомо міцність у поєднанні з пластичністю, корозійна стійкість, низька вартість та ін.), вигідно відрізняються від інших металевих конструкційних матеріалів. Підвищення рівня властивостей визначає перспективність використання у більш складних умовах експлуатації та розширення галузей їх застосування.

Одним із найбільш перспективних шляхів підвищення комплексу фізико-механічних та службових властивостей конструкційних матеріалів є інвертування структури та наноструктурування. Теоретичні дослідження і практика виробництва показали високі ефективність і технологічність спадкового модифікування силумінів. Встановлено, що розплав, котрий є проміжною ланкою в ланцюзі «шихта-розплав-виливок», несе інформацію про природу вихідних матеріалів і може слугувати об'єктом покращення структури та комплексу властивостей литих виробів.

З урахуванням інформації, котру викладено вище, нами проводяться роботи з розробки ефективних рафінувально-модифікувальних комплексів, що використовуються для оброблення розплаву та впливають на всі без виключення

(α -твердий розчин, евтектичний та кристалічний кремній, інтерметаліди) фази. Застосування такого комплексу у кількості 0,15...0,20 мас. % для оброблення поршневого сплаву АК12М2МгН (АЛ25) дозволило отримати інвертовану та термічно стабільну структуру, збільшити час до руйнування при $\sigma=50$ МПа та $T=300^\circ\text{C}$ в 2,4 рази у порівнянні з традиційною (заводською) технологією та знизити температурний коефіцієнт лінійного розширення на 5,60...5,75 %. Розроблені підходи дозволяють замість коштовної первинної сировини використовувати дешеву вторинну шихту.

Показано доцільність використання дрібнокристалічної шихти (ДКШ) з метою спадкового модифікування та отримання інвертованої структури сплавів АК7ч (АЛ9) та А356.2. Застосування методів математичної статистики при обробленні результатів дослідів дозволило оптимізувати кількість ДКШ для досягнення найвищих значень показників міцності (σ_r , МПа), пластичності (δ , %), твердості (HRB). За результатами досліджень розроблено технологічну інструкцію «Технологія отримання дрібнокристалічної шихти алюмінієвих сплавів», яку затверджено та впроваджено на ПАТ «Мотор Січ».

Застосування на вторинних сплавах для спадкового модифікування ДКШ дозволило підвищити рідинноплинність, отримати інвертовану структуру та забезпечити рівень властивостей первинних сплавів.

Б. С. Христенко, студент; С. І. Мамчур, к.т.н., доцент, Т. В. Носова, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: bull161196@gmail.com

ЗАСТОСУВАННЯ НАНОМАТЕРІАЛІВ У МЕДИЦИНІ

Використання наноматеріалів у медицині дозволяє проводити діагностику захворювань на ранній стадії, в перспективі — на рівні одиничних клітин. В якості прикладу можна навести діагностику за допомогою магнітних наночастинок. При потрапленні до організму суспензії з таких часток вони захоплюються макрофагами. Якщо десь є пухлина або протікає запальний процес, «мічені» макрофаги спрямовуються туди і можуть бути легко виявлені за допомогою магнітного томографа. Іншим прикладом служать квантові точки, що мають, подібно до атомів, дискретний спектр випромінювання. Оброблені певним чином, вони можуть маркувати ракові клітини, що вже підтверджено експериментами на мишах. Або ж суспензію із зелених квантових точок можна вводити в судини для візуалізації кровоносної системи. Якщо в якомусь місці пошкоджено маленьку судину або капіляр, це буде чітко видно, оскільки в тканинах людського організму немає зеленого кольору. Наноматеріали дозволили зробити адресну доставку ліків більш ефективною. У подальшій перспективі планується реалізувати доставку ліків і генів до уражених клітин. Це набагато підвищує можливість лікування онкологічних та деяких інших захворювань сильнодіючими препаратами з яскраво вираженими побічними діями.

Інші області застосування наноматеріалів — це: техніка, створення високоміцних, у тому числі композитних, конструкційних матеріалів, мікроелектроніка та оптика (мікросхеми, комп'ютери, оптичні затвори і т. д.), енергетика (акумулятори, паливні елементи, високотемпературна надпровідність та ін.), хімічна технологія, військова справа, наукові дослідження (мітки і індикатори), охорона довкілля (наночіпи і наносенсори). У медицині наноматеріали знаходять застосування для лікарських засобів, в шовних і перев'язувальних матеріалах, для створення біосумісних імплантатів та ін. У парфумерно-косметичній промисловості наночастки використовуються як складова частина сонцезахисних кремів; у сільському господарстві — для більш ефективної доставки засобів захисту рослин і добрив, для нанокапсулювання вакцин; передбачається використання наночастинок для доставки ДНК рослини в цілях генної інженерії. У харчовій промисловості наноматеріали знаходять застосування у фільтрах для очищення води, при одержанні більш легких, міцних, більш термічно стійких і володіють антимікробною дією пакувальних матеріалів, при збагаченні харчових продуктів мікронутрієнтів. Використання наночіпів передбачається для ідентифікації умов і термінів зберігання харчової продукції і виявлення патогенних мікроорганізмів.

Ян Цзюньцзе, студент¹, І.Г. Рослик, к.т.н., доцент¹,
¹Національна металургійна академія України
E-mail: 1239877317@qq.com

ОТРИМАННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ ПОРОШКІВ МІДЬ-ВНТ ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯМ В ПРИСУТНОСТІ ПАР РІЗНОЇ ДІЇ

Композиційні порошки на основі міді з графітом широко застосовують для виробництва спечених матеріалів електротехнічного та антифрикційного призначення. Великі перспективи в створенні композиційних матеріалів сьогодні пов'язують з використанням нанорозмірних наповнювачів, серед яких неабиякий інтерес викликають вуглецеві нанотрубки (ВНТ), які володіють унікальним комплексом властивостей: висока міцність, модуль пружності, а також електрична і теплова провідність (в 5 раз вище ніж у міді).

Для стабільних властивостей композиційних матеріалів важливим фактором є рівномірний розподіл фаз по всьому об'єму матеріалу. Навпаки ж, вуглецеві нанотрубки схильні збиратися у клубки, в яких сотні вуглецевих нанотрубок пов'язані між собою фізичними силами Ван-дер-Ваальса. Їх роз'єднання до введення в матрицю має велике значення і, тому, пошук способів, що здатні це забезпечити є актуальним питанням.

Мета досліджень – визначити можливість отримання композиційних порошків складу «мідь-ВНТ» методом електрохімічного осадження, з'ясувати як впливає додавання до складу електроліту ПАР різної дії на морфологію та розмір частинок міді.

Процес електролітичного осадження вели з використанням мідного розчинного анода і мідного катода за наступним режимом: склад електроліту: 130 г/л H_2SO_4 + 40 г/л $CuSO_4$; густина струму – 15 А/дм²; температура електроліту – 35 – 40°C; форма катода – пластина мідна; час електролізу – 30 хв.; швидкість мішалки – 850 обертів/хвилину. До складу електроліту додавали ПАР різної дії: аніоноактивний ПАР лаурилсульфат натрію (додецилсульфат натрію) $NaC_{12}H_{25}SO_4$ (SDS) в концентрації 1 г/л, катіоноактивний ПАР бромідцетилтриметил амонію $C_{19}H_{42}BrN$ (СТАВ) в концентрації 0,3 г/л. У роботі використані багатостінні ВНТ, які були отримані CVD методом. Характерний діапазон діаметрів усіх частинок складає від 8 до 28 нм, а довжини знаходяться в межах від 0,5 до десятків мікрон.

З метою розділення клубків ВНТ розчин електроліту з ПАР СТАВ з доданими до нього у кількості 0,18 г/л ВНТ поміщали в ультразвукову мішалку. Частота коливань мішалки складала 14,1кГц, час змішування 30 хвилин.

Результати досліджень показали, що у присутності ПАР обробка електроліту ультразвуком призводить до більш рівномірного розподілу ВНТ; застосування катіоноактивної ПАР СТАВ, в порівнянні з ПАР SDS, призводить до суттєвого зменшення розміру частинок порошку, та збільшенню вмісту кисню; при сумісному додаванні до складу електроліту ПАР SDS та вуглецевих нанотрубок навпаки зменшується вміст кисню та вуглецю, але призводить до отримання частинок більшого розміру ніж під час додавання до електроліту ПАР СТАВ.

О. О. Чернишов, студент; Лябога Н. І., студентка; Т. В. Носова, к.т.н., доцент,
С. І. Мамчур, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: Stg_oleg@ex.ua

ЗАСТОСУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ ДЛЯ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ВІДПОВІДАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Деталь виготовляється з вуглецевої сталі. Вуглецева конструкційна якісна сталь, до складу якої входять наступні елементи: 0,45% вуглецю, та інші домішки. Застосовується для виготовлення деталей з високою міцністю і зносостійкістю, що працюють при середніх навантаженнях і середніх тисках (втулки, осі, вали, зубчасті колеса).

В процесі експлуатації деталь витримує статичні та динамічні навантаження, а також знаходиться під впливом сил кручення. Тому обраний матеріал деталі являється найбільш доцільним.

Деталь «Стакан» використовується в верстатобудуванні, призначена для точного встановлення валів, тому до неї пред'являються високі вимоги по точності, по биттю і шорсткості. Деталь «Стакан» відноситься до класу 71 тіла обертання. Вона складається з зовнішніх та внутрішніх поверхонь обертання, торцевих поверхонь та уступів; шпонкового пазу в отворі, а також радіально розташованих отворів. Деталь простої форми, жорстка, для її виготовлення не потрібно складної форми заготовки; застосування спеціального різального або вимірювальних інструментів. Найбільший діаметр 120 мм, довжина деталі 115 мм. До найбільш точних розмірів належать: внутрішня поверхня $\emptyset 60H9, \emptyset 65H9$ і $\emptyset 58H9$, зовнішня поверхня $\emptyset 100h7$ і $\emptyset 90h9,4$ -х отвори $\emptyset 6 H7$. Технічними вимогами до деталі є: дотримання необхідної міцності деталі, твердості в діапазоні 255...305 НВ. На основі проведеного аналізу технологічності конструкції деталі за якісними та додатковими кількісними показниками, можна зробити висновок, що деталь для умов заданого типу виробництва та вимог, що пред'являються до неї достатньо технологічна.

Обробляється деталь «Стакан» у 9 етапів: токарна операція, 2 токарні ЧПК операції, агрегатно-свердильна операція, довбальна, слюсарна, шліфувальна операція, миття деталі, контроль розмірів. Ріжучий інструмент виготовляють з твердого сплаву T15K10, до складу якого входять карбід титану, вольфрам і кобальтове зв'язувальне. Застосування сучасного інструменту для обробки деталей відповідального призначення дозволяє підвищити продуктивність та ефективність обробки.

М.О. Щетініна¹, ст. лаборант; Д.В. Павленко¹, к.т.н., професор;

Белоконь Ю.О.², к.т.н., доцент; Ткач Д.В.¹, к.т.н., доцент

¹ Національний університет «Запорізька політехніка», Запоріжжя, Україна

² Запорізький національний університет, Запоріжжя, Україна

E-mail: Majtimo11@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА НАПІВФАБРИКАТІВ ІНТЕРМЕТАЛІДНИХ γ -TiAl СПЛАВІВ З СУБМІКРОКРИСТАЛІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ

Дослідження спрямоване на розробку комплексної ресурсозберігаючої технології виготовлення напівфабрикатів інтерметалідних γ -TiAl сплавів для авіаційної техніки, зокрема лопаток компресору. Розроблено структуру принципово нової, у порівнянні з існуючими, технології виготовлення напівфабрикатів зі сплавів на основі алюмінідів титану з низькою собівартістю та високим рівнем механічних властивостей. Це досягається за допомогою застосування і поєднання методів саморозповсюджувального високотемпературного синтезу (СВС) та інтенсивної пластичної деформації (ІПД) вихідних заготовок. Показано, що розроблені склади СВС-сумішей і технологічні режими СВС-процесу дозволяють створювати інтерметалідні γ -TiAl сплави. Їх хімічний та фазовий склад відповідає рівню найкращих закордонних аналогів при значно нижчій відносній собівартості отримання. На наступному етапі технологічного процесу заготовки піддають ІПД за комплексною технологічною схемою. Цей етап технологічного процесу дозволяє усунути головні недоліки заготовок, отриманих за допомогою СВС, а саме – структурні неоднорідності, залишкову пористість, низьку пластичність. Вказані недоліки заготовок усуваються за рахунок головних ефектів, притаманних ІПД методам, а саме – масопереносу та перемішуванню матеріалу, що призводить до гомогенізації сплаву, а також подрібнення зерен та формування субмікроструктурної структури матеріалу.

Експериментально доведено, що високотемпературний синтез інтерметаліду γ -TiAl у порошковій суміші чистих елементів в умовах термохімічного пресування при тепловому вибуху дозволяє отримати інтерметалідний продукт синтезу із середнім розміром зерна 30 мкм. Аналіз структури синтезованих зразків показує, що СВС дозволяє отримувати сплави на основі алюмінідів титану. Однак, щоб сформувати в інтерметалідному сплаві субмікроструктурну структуру необхідно піддати його інтенсивній пластичній деформації. Застосування цих технологій дозволить на порядок знизити розмір зерна у кінцевому продукті (до 0,2...0,3 мкм) і отримати конструкційний матеріал, привабливий для використання в авіаційній техніці. Встановлено, що високотемпературний синтез дозволяє отримувати інтерметалідні сплави на основі алюмінідів титану, фазовий та хімічний склад яких, наприклад, відповідає сплаву LMD OX 45-3, синтезованому лазерним спіканням.

21

Технология конструкционных материалов

Координатор:

Санин Анатолий Федорович,

заведующий кафедрой технологии производства ДНУ

имени Олеся Гончара, доктор технических наук, профессор

С. С. Бабалюк студент, М. С. Хорольський к.т.н., с.н.с., доцент.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: seregababalyuk@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ГУМИ ЯК КОНСТРУКЦІЙНОГО МАТЕРІАЛУ ГУМОМЕТАЛЕВОГО КЛАПАНУ

До основних особливостей гум як конструкційних матеріалів відносяться: релаксаційна природа високо еластичної деформації, малі значення рівноважних модулів при зсуві, розтягуванні і стисненні, практично постійний об'єм при деформації, значні механічні втрати при циклічних деформаціях. Залежно від температури гума може приймати різні фізичні стани: склоподібне при низьких і високоеластичне при кімнатних температурах. Найбільший інтерес представляє високоеластичний стан, перебуваючи в якому гума здатна до великих зворотних деформацій під дією порівняно невеликих навантажень. Високоеластична деформація гуми залежить від гнучкості і довжини молекулярних ланцюгів каучуку, від величини внутрішньо і міжмолекулярних взаємодій. Роботоздатність гумотехнічних виробів істотно залежить від механічних властивостей гум. Однією з найважливіших характеристик гум є міцність, яка тісно пов'язана про їх деформаційними властивостями, що залежать від будови і фізичного стану і характеру навантаження. З плином часу для гум характерно зменшення напружень при постійній деформації і збільшення деформації при постійному навантаженні. Залежно від характеру процесу, що викликає зміну деформаційної характеристики полімеру, розрізняють процеси фізичної та хімічної релаксації. При фізичній релаксації в високоеластичному стані відбувається швидке перегрупування вільних сегментів ланцюга в структурі гуми без руйнування хімічних зв'язків між ними. Це призводить до того, що фізичні релаксаційні явища зворотні, а хімічні - незворотні. В останньому випадку відбувається так зване старіння гуми. При старінні гуми погіршуються її еластичні властивості, змінюється міцність, знижується відносне подовження, для більшості гум підвищується жорсткість, тобто після старіння гума має значно гіршими механічними характеристиками, ніж в початковому стані. Введення в гумову суміш оптимального вмісту пластифікаторів покращує не тільки її технологічні властивості при переробці, а й позитивно впливає на фізико-механічні властивості гум: підвищується еластичність і морозостійкість, знижується температура склування. Еластомерні матеріали в якості конструкційних набувають більшого використання за рахунок того що їх склад і фізико-механічні властивості можуть бути адаптовані під умови роботи виробу.

М. С. Кірієнко, студент, Ю. В. Ткачов, к.т.н., доцент
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: kirienko.maxym@gmail.com

ПЕРЕВАГИ НА НЕДОЛІКИ 3D-ДРУКУ МЕТАЛАМИ

Сьогодні у 3D-друку нема більш актуального тренду за друк металами. Дана робота розповідає про 3D-металевий друк, як це використовується у промислових масштабах, про технології, процеси, програмне забезпечення, принтери, ціні та матеріали пов'язані з 3D-друком металів їх переваги і недоліки.

Було розглянуто наступні технології 3D-друку металів: PBF (розплавлення в заздалегідь сформованому шарі), BJ (розбризування сполучної речовини), MD (нанесення шару метала), визначені їх переваги і недоліки у залежності від типу матеріалу, що використовується (титан, нержавіюча сталь, інконель, алюміній, кобальт-хром, залізо, бронза, благородні метали) та техпроцесу друкуючих принтерів.

В роботі приведений порівнювальний аналіз механічних властивостей зразків сплавів з неперервним технологічним процесом та зупинкою під час виготовлення. Межа міцності і плинності, а також відносне подовження знаходяться на високому рівні, їх різниця при різноманітних умовах виготовлення зразків складає не менш ніж 5% та відповідає іноземним аналогам.

3D-друк металами є однією з найбільш перспективних технологій у авіа та ракетобудуванні. 3D-надруковані металеві деталі вимагають менше енергії, а кількість відходів скорочується до мінімуму. Важливо й те, що кінцевий надрукований 3D-продукт виявляється до 60% легше традиційної деталі. Але перед тим, як друк металів буде використовуватися як аналог формовці, або литтю, доведеться подолати деякі перешкоди. Перш за все – високу ціну та швидкість виготовлення.

А. С. Кулик, А. П. Щудро
ГП «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля», г. Днепр, Украина
E-mail: tonia.kulik@gmail.com
info@yuzhnoye.com

РАЗРАБОТКА СБАЛАНСИРОВАННЫХ СХЕМ АРМИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из процессов, которые значительно влияют на размеростабильность изделий из композиционных материалов при эксплуатации, является коробление.

Для решения этой проблемы в ГП «КБ «Южное» была разработана методика, которая позволяет при проектировании изделий из композиционных материалов выбирать сбалансированные схемы армирования. Они составляются таким образом, чтобы максимально избежать несимметричной жесткости в разных направлениях, что и способствует практическому исключению коробления.

Данная методика применяется при разработке несущих конструкций, выполненных из волокнистых композиционных материалов. Конструкции, спроектированные с применением данной методики, успешно прошли испытания на прочность и деформативность при температурном нагружении. Методика разработки сбалансированных схем армирования является актуальной и применяется при проектировании изделий, к которым предъявлены высокие требования в части сохранения формы и размеров, а также жесткости и прочности.

В докладе также представлены результаты работ, проводимых в ГП «КБ «Южное» имени М.К. Янгеля», по созданию размеростабильных композитных конструкций космического назначения.

Л. Д. Легенкова, аспирант; А. Ф. Санин, профессор
Днепровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: *legenkovalucy@gmail.com*

ПОВЫШЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННЫХ УГЛЕПЛАСТИКОВ ВВЕДЕНИЕМ МОДИФИЦИРУЮЩИХ ДОБАВОК

С развитием авиационной и ракетно-космической техники становится все более обширной сфера применения композиционных материалов. Особое место среди конструкций космического назначения занимают оптические приборы, предназначенные для получения данных дистанционного зондирования Земли высокого качества. Для оптических систем крайне важна терморазмеростабильность несущей конструкции, так как малейшие изменения во взаимном расположении оптических компонентов могут привести к расфокусировке всей системы. Данная проблема решается посредством изготовления несущих конструкций оптических приборов из композиционных материалов; особенно востребованным материалом является углепластик.

Однако высокие физико-механические свойства конструкций – не единственное требование, которое необходимо учитывать в процессе проектирования. Также важны оптические свойства внутренних поверхностей оптических систем, то есть величина поглощения излучения видимого спектра. Одним из методов решения данной проблемы может являться введение модифицирующих добавок в матрицу композиционного материала для придания готовому изделию более насыщенного черного цвета, который, как известно, наилучшим образом поглощает видимое излучение.

Проведен анализ влияния различных порошковых добавок на повышение коэффициента поглощения композиционного материала. Проанализированы технологии введения в матрицу углепластика добавок с частицами разной дисперсности. В результате, выбраны модифицирующие добавки, повышающие функциональные свойства углепластика, а также выбраны наиболее рациональные технологии их введения в матрицу композиционного материала.

А. В. Литот, аспирант¹; Т. А. Манько, д.т.н., профессор,
профессор кафедры технологии производства ФТФ²;
¹ГП «Конструкторское бюро «Южное» имени М. К. Янгеля»
²Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара
E-mail: KBU.Litot@gmail.com

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ТОПЛИВНЫХ БАКОВ МЕТОДОМ МОКРОЙ НАМОТКИ

К конструкциям и к материалам ракетно-космической техники предъявляются повышенные требования по их прочности и надежности при эксплуатации. Метод автоматизированной мокрой намотки является наиболее перспективным и позволяет максимально реализовать все преимущества композитных материалов (КМ). Для качественного выполнения процесса проектирования при создании многослойных структур, требуется не только формирование точных исходных данных, а и правильное формирование расчетной схемы конструкции. При использовании вычислительных моделей в процессе проектирования принимается ряд условностей, касающихся точности формирования конечно-элементной модели и может быть приемлемо лишь на этапе выполнения работ по предварительному проектированию. Автоматизация и применение методов графического построения значительно ускоряет процесс формирования данных для расчетной схемы рассматриваемой конструкции, и позволяет подготовить комплекс различных принципов формирования траекторий армирования.

В данной работе рассмотрен процесс выполнения графического построения формообразования силовой оболочки безлейнерного композитного топливного бака с малым полюсным отверстием. Для получения точных результатов поставленной задачи необходимо рационально моделировать как геометрические параметры первого слоя, именуемого в конструктивной схеме как несущего и имеющего сопряжения с поверхностью крышки, так и силовых, полностью перекрывающих всю поверхность топливного бака. Результаты моделирования хорошо согласовываются с аналитическими и экспериментальными данными.

І. О. Мамчур аспірант, А. Ф. Санін д.т.н., проф.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: mamchurmoney@gmail.com

ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НИКЕЛЬ-НИОБИЙ

Перспективы развития ракетно-космической техники определяются применением новых материалов, которые имеют высокие физико-химические, механические и специальные свойства. Для получения высококачественных соединений из разнородных материалов наиболее перспективной является технология сварки давлением (диффузионная, трением, сварка взрывом).

Целью проведенной работы являлось исследование структуры и свойств биметаллических соединений из сплавов никеля и ниобия, полученных диффузионной сваркой в вакууме. В работе получена серия образцов соединений никель-ниобий с использованием промежуточных металлов вольфрам-молибден.

Для исследования микроструктуры переходной зоны была составлена последовательность применяемых методов: микроструктурный; измерение микротвёрдости по маршруту через диффузионную зону; рентгенофазовый; микрорентгеноспектральный анализ.

Установлено, что в сварной зоне соединения никель-ниобий происходит образование интерметаллидного слоя. Его ширина и распределение фаз влияют на качество сварного соединения. Для установления связи качества сварного соединения с размером слоёв переходной зоны и обеспечения прочности сцепления покрытия с подложкой исследовались образцы с применением ниобиевой подложки, на которую наносили подслои из молибдена. Прочность сцепления определялась отрывом конусного штифта от покрытия. Испытания показали высокие значения прочности.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- взаимная диффузия в системе никель-ниобий происходит по вакансионному механизму;
- в зоне сварки образуется интерметаллид никель-молибден, а основные причины разрушения обусловлены образованием интерметаллидов $NbNi_3$, $NbNi$;
- микроструктура переходного слоя с применением промежуточных металлов обеспечивает равнопрочность соединений материалов в широких температурных интервалах.

І. О. Мамчур аспірант, А. Ф. Санін д.т.н., проф.
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
E-mail: mamchurmoney@gmail.com

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ РАЗНОРОДНЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ КЕРАМИКА-МЕТАЛЛ

Современные тенденции развития электронных устройств требуют разработки термокатодов, которые имеют хорошие эмиссионные свойства при различных температурах, инертных и агрессивных средах, сверхвысоком и низком вакууме, различных облучениях. В работе рассмотрено применение в качестве термокатода гексаборида лантана. На основании литературных данных авторами рассмотрено электронное строение LaB_6 , установлено, что работа выхода в зависимости от технологии его получения находится в интервале 2,66 – 4,0 эВ. Причиной такого разбега является наличие примесей, областей гомогенности и неоднородность эмиссионной поверхности. Термический коэффициент сопротивления не зависит от способа получения LaB_6 и составляет $2,7 \times 10 \text{ К Гпа}$ в интервале температур 293 – 1473К.

При проектировании термокатода в качестве токоподвода выбран ниобий, который имеет склонность к образованию боридов. В работе предложена технология соединения разнородных материалов LaB_6 – Nb. Метод диффузионной сварки в вакууме даёт возможность получить соединение конструкции эмиттера с достаточной диффузионной зоной, которая обеспечивает работоспособность изделия.

Исследованы микроструктура, фазовый состав и механические свойства переходной зоны. Применены методы исследования: микроструктурный метод поперечного сечения; измерение микротвёрдости по маршруту через диффузионную зону; послыйный рентгенофазовый анализ; микрорентгеноспектральный анализ. Данные методы позволили установить, что повышение надёжности конструкции обеспечивается процессами взаимодействия всех компонентов устройства, параметрами диффузионной сварки и материалом промежуточного слоя между LaB_6 и Nb.

Проведённые исследования позволили сделать следующие выводы:

- параметры сварки $T = 1673\text{К}$, $P = 1.5 \text{ Мпа}$ и время выдержки 3200с обеспечивают оптимальные свойства термокатода;
- в качестве материала промежуточного слоя Zr обеспечивает ограничение диффузии La, что повышает качество соединения.

А. А. Мухін, студент; З. В. Сазанішвілі, доцент; Ткачов Ю.В.
Дніпровський національний університет ім. О.Гончара
E-mail: 6122dante@gmail.com

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ 3D ДРУКУ

На даний час активний розвиток і широке застосування отримав 3D друк. Ця технологія дозволила спростити багато процесів у виробництві різних видів виробів. Найбільш високий розвиток отримало створення прототипів майбутніх приладів, або корпусів за допомогою 3D друку. Але, сама по собі технологія 3D друку має різні переваги і недоліки. Різні типи принтерів та матеріалів для них мають різний ступінь якості кінцевого продукту. Критеріями якості вважаються як кінцева точність виготовлення продукту, так і міцність, ціна, шкідливість під час друку, шкідливість кінцевого продукту та багато іншого.

3D друк давно вийшов за рамки «дорогих технологій» і має широкий спектр застосування - це можуть бути, як прості принтери FDM технології – ці принтери використовуються при ознайомленні з 3D друком і виконують простий друк невеликих деталей з низькою точністю. Під параметром точності тут мається на увазі мінімальний розмір шару друку. Така технологія друку є найдешевшою і має кілька основних видів матеріалів, якими користуються при FDM друку, в залежності від кінцевої мети і від можливостей самого принтера. Для створення шарів використовується термопластичний матеріал, який нагрівається до напіврідкого стану на друкуючій голівці 3d-принтера і видавлюється на поверхню в якості нитки.

У даній роботі буде розглянуто чотири основні технології друку, існуючі зараз - SLA, SLS, FDM, MJM. А також приведена їх порівняльна характеристика та розглянуті основні сфери застосування цих технологій. Так само важливим фактором в 3D друку є матеріал, яким користуються при друку. Основним фактором у виборі технології друку і матеріалу часто є вартість готового виробу. Тому якщо кінцевою метою є отримання початкового прототипу, для котрого не потрібна велика точність та є можливість допускати відмінності з комп'ютерною моделлю, FDM технологія – це найкращий варіант.

СПЕЦІАЛЬНА КАМЕРА ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЙ СВС ТА ПЛАЗМОВОГО НАПИЛЕННЯ

Розроблення технологічного обладнання для пилозахисту процесів СВС та плазмового напилення є одною з важливих і актуальних проблем пов'язаних із отриманням високоякісних високотвердих поверхневих шарів на деталях машин і механізмів. Створення спеціальної камери для використання у вказаних технологіях позбавить їх від впливу пилоподібних частинок, що осідають на зміцнювану поверхню і унеможливить дефекти монолітного шару поверхні внаслідок цього [1].

Мета роботи. Розроблення спеціальної камери з контрольованим середовищем за окремими параметрами, а саме температурою, вологістю, вмістом дрібнодисперсних частинок.

Для досягнення цієї мети розроблено модульну конструкцію, яка складалась з окремих блоків, що забезпечували наперед задані параметри контрольованого середовища у камері для проведення наплавлення карбідосталі, синтезованої процесом СВС та плазмового напилення.

Модульна конструкція камери складається з блоку нагріву (нагрів здійснюється за допомогою електричних тенів), блоку контролю температури, блоку контролю вологості повітря, вентиляційного блоку з системою фільтрів, які вмонтовувалися у камеру. Все це дало змогу отримувати заданий режим температури і вологості у камері при запиленості не більше чотирьох частинок розмірами до 0,5 мкм на 1 літр повітря у робочому об'ємі, при швидкості повітряного потоку, що надходить у робочий об'єм 0,3-0,4, м/с, споживаній потужності 1,5 кВА, освітленості робочого об'єму 400 лк та габаритних розмірах 1640x1090x3160 мм. Ця спеціальна камера використана для проведення СВС процесу при металургійному наплавленні карбідосталі з карбідами вольфраму на поверхню заготовки зі сталі марки У8. Умови проведення процесу горіння надали додаткові можливості контролювати показник горіння та якість отриманої поверхні в результаті усунення імовірності забруднення або зволоження.

Висновки. В результаті роботи розроблено модульну конструкцію камери з контрольованим середовищем, а саме температурою, вологістю, вмістом дрібнодисперсних частинок. У цій конструкції камери використані виключно вітчизняні комплектуючі, крім того вона відрізняється компактністю, простотою монтажу, а також габаритними розмірами, які дозволяють її перевозити за допомогою автомобільного транспорту навіть у зібраному стані.

Список літератури.

1. Жигуц, Ю.Ю. Обладнання для пилозахисту комплексних технологій плазмового напилення і СВС / Ю.Ю. Жигуц, Я.П. Легета, В.Ф. Лазар, Б.Я. Хо'мяк // Міжнародний науковий журнал «Освіта і наука». – Мукачево-Ченстохова: РВВ МДУ; Академія ім. Я. Длугоша, 2019. – Вип. 2(27). С. 7 - 11.

Р. В. Подольский^{2,3,4}, С. В. Аджамский^{1,2}, А. А. Кононенко^{2,3} к.т.н.,
¹Днепропетровский национальный университет имени Олеса Гончара
²LLC «Additive Laser Technology of Ukraine»
³Институт черной металлургии им. З. И. Некрасова НАН Украины
⁴Национальная металлургическая академия Украины
E-mail: ronald719@rambler.ru

ПРИМЕНЕНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АВИА- И РАКЕТОСТРОЕНИИ

Аддитивные технологии успешно заменяют традиционные методы производства. SLM-технология – один из видов аддитивного производства, при котором изделие создается методом послойного проплавления порошка металла с помощью лазерного луча, который двигается по заданной траектории согласно трехмерной модели. При этом изделия, построенные по технологии SLM, зачастую превосходят по уровню свойств изделия, изготовленных по традиционным технологиям.

Актуальностью изучения данного направления в производстве деталей авиационно-космического назначения является обеспечения минимальной массы и максимальной прочности [1-8], уменьшение затрат топлива во время полета связанное с преодолением сил трения, воздушного сопротивления и уравнивание своей массы [9].

Цель: изготовление опытных образцов при помощи SLM-технологии из жаропрочного никелевого сплава Inconel 718 для определения возможности применения данной технологии в деталях авиационно-космического назначения.

Печать проводилась на 3-D принтере «Alfa-150» (ООО «ALT Украина») при постоянных параметрах в каждой группе образцов, состоящей из куба с тонкой сеткой «сетка» и образца в виде тонких стенок с различным углом наклона относительно оси Z (0°, 30°, 45°) - «лепестков». Для опытных групп (№№ 1-8) параметры печати (мощность лазера и скорость сканирования луча) изменялись.

При анализе всех опытных образцов было отмечено, что при печати образцов, с условным наименованием «сетка» были получены удовлетворительные результаты в широком диапазоне параметров процесса.

Следует отметить, что на образцах «лепестки» напечатанных при разных углах наклона тонкостенных поверхностей они имеют разное качество в пределах одного образца. Для режимов с более высокой мощностью и низкой скоростью лучшие результаты получены для больших углов наклона поверхности, при этом вертикальная часть имеет признаки избыточного нагрева: изменение цвета металла, наплывы. Для режимов с меньшей мощностью и высокой скоростью получены хорошие результаты для вертикальных элементов, при этом наклонные части имеют большую шероховатость.

Выводы:

1. Из полученных данных можно сделать вывод, что образцы с сложной конфигурацией напечатанные при помощи SLM-технологии для использования в авиационно-космическом направлении требуют проведения большего комплекса исследований и испытаний для подтверждения стабильных эксплуатационных свойств.

Д. А. Студеникин, студент; С. В. Манжелевский, преподаватель
Тольяттинский химико-технологический колледж
E-mail: bffgfd@gmail.com

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С МЕТАЛЛАМИ

В настоящее время источники лазерного излучения широко используются во многих отраслях промышленности, медицине, сельском хозяйстве, научных и космических исследованиях. В машиностроении промышленная обработка материалов стала одной из областей наиболее широкого применения лазеров, особенно после появления источников излучения высокой мощности. В первую очередь, лазеры используются в одном из основных процессов заготовительного производства – резке. Лазерная резка применяется в различных сферах машиностроения, а именно – в автомобилестроении, судостроении, в производстве авиационной и космической техники (изготовление деталей из титановых сплавов, алюминия), в энергетике (изготовление турбин), в химической промышленности (изготовление ножей грануляторов, раскрой листового металла).

Лазерное излучение, обеспечивая высокую концентрацию энергии, позволяет разрезать практически любые металлы и сплавы независимо от их теплофизических свойств, при этом можно получать узкие разрезы с минимальной зоной термического влияния. При лазерном раскрое не требуется дополнительного механического воздействия на обрабатываемый металл, а возникающие деформации, как временные – в процессе резки, так и остаточные – после полного остывания, незначительны. Основным преимуществом лазерной резки является ее автоматизация и возможность перехода производства с одного типа деталей любой геометрической сложности на другой тип без ощутимых временных затрат. Освоение выпуска нового типа детали по времени занимает не более чем составление самого чертежа и ввод его в компьютер, управляющий лазерной головкой. Для резки металлов зачастую применяются технологические установки на основе волоконных, твердотельных и газовых CO₂-лазеров.

Целью данной работы является анализ процессов, происходящих при взаимодействии лазерного излучения с твердыми средами (металлами).

Взаимодействие излучения с металлом основано на тепловом действии света на непрозрачные среды. В данном случае процесс можно описать тепловой моделью, и может быть условно разделен на несколько стадий: поглощение света и передача энергии тепловым колебаниям решетки твердого тела, нагрев материала без разрушения, включая плавление, разрушение материала путем испарения и выброса расплава, остывание после окончания воздействия.

А. В. Щапов, преподаватель специальных дисциплин¹;
В. А. Демченко, главный конструктор по организации производства²
¹Колледж ракетно-космического машиностроения
Днепровского национального университета имени Олеся Гончара
²ГП «КБ «Южное» имени М.К. Янгеля
E-mail: shchapovandrey@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ В РАКЕТОСТРОЕНИИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ИМПОРТНОМУ АЛЮМИНИЮ

Алюминиево-магниевого сплавы хорошо свариваются и при этом имеют хорошее отношение физико-механических свойств к удельному весу, но на текущий момент поставка этих сплавов из Российской Федерации стала невозможна.

Замена алюминиевых сплавов на европейские дюралюмины и американские сплавы на основе лития проблематична из-за отсутствия технологической базы и сильного различия в химическом составе с АМгб. Как первые, так и вторые плохо свариваются электродуговым способом. Скрепление таких материалов можно производить электронно-лучевой, плазменной сваркой или сваркой трением с перемешиванием. Подобные особенности делают практически неприменимым существующий технологический парк.

В Днепровском регионе находится мощный сталелитейный комплекс, включающий в себя полный цикл производства легированных сталей. Поэтому целью исследования является анализ физических свойств, химического состава, а так же ряда технологических проблем, которые нужно решить для того, чтобы легированные космические стали могли полноценно заменить АМгб в ракетостроении.

Исходя из критерия хорошей свариваемости, далеко не все легированные стали могут хорошо свариваться электродуговым способом. В сущности, хорошо свариваются в основном низколегированные стали, которые могут не подойти для космических ракет, исходя из критерия минимальной массы. Следовательно, рассматриваются высоколегированные стали с хорошими показателями свариваемости. Так же стоит учесть фактор взаимодействия конструкционного материала бака с компонентами топлива.

С другой стороны, высоколегированные стали могут показывать хорошие результаты в элементах конструкции, которые работают на растяжение, и при этом как минимум не хуже могут работать на устойчивость. Но чтобы получить такой результат необходимо изготавливать стенки и днища баков достаточно тонкими, что может привести к потере устойчивости конструкции при наземной эксплуатации.

Таким образом, задача перехода на стальные материалы связана с решением задач металлургического плана и принятием конструкторских решений, которые бы позволили эксплуатировать не заправленную ракету. И, даже учитывая все вышеизложенные недостатки, переход на авиационные стали может быть экономически целесообразным в нашем регионе.

**Материалы
XI Всеукраинской
научно-практической конференции
«Авиация и космонавтика»**

Криворожский колледж
Национального авиационного университета
22 апреля 2020 г.

М. С. Багрій, курсант¹; Ю. В. Єчкало, к. пед. н., доцент²

¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

²Криворізький національний університет

E-mail: uliaechk@gmail.com

ТЕХНОЛОГІЯ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

Доповнена реальність (Augmented Reality, AR) – це варіація віртуальних середовищ або віртуальної реальності. Технології віртуальних середовищ повністю занурюють користувача всередині синтетичного середовища. Під час занурення користувач не може бачити справжній світ навколо себе. На відміну від них, технологія доповненої реальності дозволяє користувачеві бачити реальний світ, при цьому віртуальні об'єкти накладаються або об'єднуються з реальним світом. Тому технологія доповненої реальності доповнює дійсність, а не повністю замінює її; це технологія, що дозволяє вносити в оточуючий світ елементи віртуальної реальності.

Головними властивостями доповненої реальності є: поєднання реальних та віртуальних об'єктів у реальному середовищі; робота у режимі реального часу, інтерактивність; урівнювання властивостей реальних та віртуальних об'єктів.

Розробка об'єкту для системи доповненої реальності виконується у такий спосіб:

- 1) створення візуальної моделі компоненту доповненої реальності;
- 2) створення простого маркера, що може бути швидко розпізнаний системою доповненої реальності;
- 3) зв'язок маркера із об'єктом доповненої реальності за допомогою програмного засобу для підтримки доповненої реальності.

При розпізнаванні маркера системою доповненої реальності на екрані пристрою із програмним засобом для підтримки доповненої реальності на зображення розпізнаного маркера накладається відповідна йому модель.

Доповнена реальність вже зараз використовується у навігації, архітектурі, медицині, військовій справі. На сьогоднішній день існує багато підходів до використання технології доповненої реальності в освіті. Актуальність впровадження технології доповненої реальності в освітній процес полягає в тому, що використання такої новітньої системи безсумнівно посилює мотивацію, а також підвищує рівень засвоєння інформації за рахунок різноманітності й інтерактивності її візуального представлення. Будь-який засіб доповненої реальності може бути навчальним об'єктом, якщо він є керованим та сприяє взаємодії користувача з реальними об'єктами з метою вивчення їхніх властивостей у процесі експериментального дослідження.

Отже, використання технології доповненої реальності: полегшує розуміння складних явищ за допомогою унікального візуального та інтерактивного досвіду, який поєднує реальні та віртуальні дані; сприяє ефективній демонстрації абстрактних понять; мотивує до навчання, робить процес навчання більш ефективним і цікавим; сприяє розвитку нових форм співпраці та обміну навчальним досвідом; залучає до активної навчальної діяльності як аудиторно, так і дистанційно.

ПРАКТИЧНИЙ ПІДХІД ДО ПИТАНЬ РОЗРОБКИ СИСТЕМ ГЛУШІННЯ ШУМУ АВІАЦІЙНИХ ГТД

Зниження шуму реактивних двигунів - одна з серйозних проблем сучасної авіації. Шум має шкідливий вплив на людський організм, погіршує також певні характеристики деталей авіаційної техніки. Необхідність зменшення шуму особливо гостро проявляється у разі застосування реактивних двигунів на пасажирських літаках.

Зі зростанням швидкостей пасажирських літаків проблема зменшення аеродинамічного шуму авіаційних газотурбінних двигунів (ГТД) буде ставати більш гострою. Шум авіаційних ГТД складається з:

- 1) шумів внутрішніх агрегатів і вузлів (компресора, турбіни, камери згоряння тощо);
- 2) шуму вихлопного струменя з сопла ГТД.

Падіння тяги двигуна при заміні звичайного сопла шумоглушників відбувається через збільшення внутрішнього опору каналів шумоглушника руху вихідного струменя. Він має три джерела шуму з різним механізмом дії: турбулентні пульсації в області змішування потоків; коливальні стрибки ущільнення у струмені; взаємодія між стрибками ущільнення та турбулентними пульсаціями. На малих швидкостях виникають турбулентні пульсації, а стрибків ущільнення та їх взаємодії не відбувається, вони проявляються лише на великих швидкостях.

Для зниження рівня аеродинамічного шуму у широкому діапазоні зміни режимних параметрів двигуна, а також підвищення стабільності характеристик двигуна розроблений новий спосіб глушіння шуму реактивного струменя двигуна шляхом включення вдуву в реактивний струмінь додаткового газу. Цей струмінь вдувають по периферії та паралельно до реактивного струменя. При зміні режимів роботи двигуна регулюють швидкість витікання додаткового струменя. Для глушіння аеродинамічного шуму вихлопного струменя авіаційного двигуна було розроблено пристрій, який включає в себе колектор з насадкою для подачі додаткового струменя газу, розташованого по периферії.

Робота системи відбувається наступним чином: газ з внутрішньої порожнини двигуна потрапляє в клапана, потім в щільний канал по колу сопла двигуна і далі викидається в атмосферу паралельно газовому потоку.

Система управління клапанами забезпечує швидкість витікання газу з щільного каналу при різних умовах польоту з урахуванням характеру роботи двигуна.

Проблема зменшення шуму авіаційних ГТД має декілька шляхів розв'язання, кожен з яких має як переваги, так і недоліки.

С. І. Владов, к.т.н., викладач вищої категорії¹;
Плужник З. І., курсант¹
¹Кременчуцький льотний коледж ХНУВС
E-mail: ser26101968@gmail.com

ЩОДО ПИТАННЯ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ АВІАЦІЙНОГО ДВИГУНА ТВ3-117

Безпека функціонування авіаційного двигуна ТВ3-117 вимагає безперервного контролю і діагностики його технічного стану в режимі реального часу. У цих умовах найбільш актуальною проблемою є розробка і впровадження інтелектуальних технологій – активних експертних систем (ЕС), здатних якісно і ефективно розв'язувати поставлені задачі. Своєчасне виявлення і локалізація відмов дозволить виключити численні аварійні і катастрофічні ситуації, оскільки це пов'язано з численними похибками контролю та прийняття рішень. Рівень впливу людського чинника зі зростанням числа контрольованих і діагностованих параметрів знижується, а спектр задач контролю і діагностики параметрів авіаційних двигунів істотно розширився з впровадженням активних ЕС на борт повітряного судна (ПС). Зокрема, можливе проведення на борту ПС не тільки реєстрації та запобігання аварійних ситуацій, а й налаштування, налагодження, поглибленого діагнозу стану рухових установок. Зазначене вище потребує розробки та адаптації в середовищі баз знань (БЗ) активних ЕС, незважаючи на відомі методи, методики та алгоритми нових методологій і принципи побудови ЕС контролю та діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117. Усе це повинно стати складовою частиною загальної інформаційно-керувальної системи.

Як відомо, діагностику авіаційних двигунів можна здійснювати з різним ступенем деталізації. В активній ЕС може бути організований трирівневий діагноз стану і несправностей двигуна: аварійний діагноз, або діагноз малої глибини; діагноз середньої глибини; діагноз значної глибини. Аварійний діагноз здійснюється за таблицями несправностей. Якщо ж аварійний діагноз не дає переконливої відповіді, то прийняття рішення щодо активної ЕС здійснюється на основі гетерогенної БЗ (ГБЗ), у складі якої застосовуються семантичні мережі, фрейми, продукції, логічні моделі. Основною вимогою, що висуваються до таких ЕС, є робота в реальному масштабі часу і гетерогенні БЗ (ГБЗ). Забезпечення режиму реального часу здійснюється активною ЕС за допомогою інтерфейсу із зовнішнім світлом. ГБЗ включає: бази концептуальних знань (БКЗ) (поняття з конкретної предметної області, факти, математичні залежності, закономірності, таблиці тощо); бази експертних знань (БЕЗ) (евристика; апріорна, апостеріорна, експертна інформація тощо); бази знань прецедентів (БЗП). Збережені знання в ГБЗ можуть бути статичними і динамічними. Статичні ГБЗ накопичують досвід експлуатації двигуна незалежно від часу. Динамічні ГБЗ накопичують досвід у режимі реального часу: запам'ятовується характеристика перехідного процесу (перехідні і несталі режими роботи); частотні характеристики тощо. БЗП у середовищі активної ЕС є новою парадигмою у процесі прийняття рішень при виникненні проблемних ситуацій в реальному масштабі часу.

С. І. Владов, к.т.н., викладач вищої категорії¹
А. В. Пономаренко, викладач вищої категорії¹
В. Я. Телешун, курсант¹
¹Кременчуцький льотний коледж ХНУВС
E-mail: ser26101968@gmail.com

ЩОДО ПИТАННЯ ДІАГНОСТИКИ ТА ПАРИРУВАННЯ ВІДМОВ КАНАЛІВ ВИМІРЮВАННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ АВІАЦІЙНИМ ДВИГУНОМ ТВЗ-117

У сучасних цифрових системах автоматичного управління (САУ) авіаційного двигуна ТВЗ-117 підвищення надійності в польотних режимах досягається через створення алгоритмічної інформаційної надмірності із застосуванням вбудованої в САУ бортової математичної моделі двигуна.

Діагностика і парирування відмов датчиків витрати палива ведуться на основі застосування алгоритмів Калман-фільтрації з вбудованою логікою виявлення та локалізації відмови вимірювального каналу. Можливість застосування фільтрів Калмана в LAVEM (Linear Adaptive Onboard Engine Model) авіаційного двигуна ТВЗ-117 доведена на основі статистичної обробки даних натурних випробувань двигуна.

На вхід математичної моделі двигуна підключається відмовостійкий блок Калман-фільтрації, що включає математичну модель каналу дозуючої голки (ДГ), що дозволяє отримати розрахункове значення витрати палива за отриманим із САУ керуючого сигналу положення поршня ДГ. Вихідним сигналом моделі ДГ є прогнозоване (модельне) значення положення поршня, що подається на вхід моделі диференціального клапана (регулятора перепаду тиску), де і відбувається перетворення в сигнал.

Для виявлення відмови каналу одного датчика відповідна йому матриця зважених сум квадратів відхилень WSSR (Weighted Sum of the Squares of Residuals) порівнюється з граничним значенням, величина якого вибирається шляхом експертної оцінки на основі статистичної обробки експериментальних даних для індивідуального двигуна. Слід враховувати, що мала величина порогового значення може призвести до помилкових спрацьовувань, велика – до зменшення чутливості системи до відмов.

Функціональні можливості банку фільтрів Калмана з вектором розширеного стану узагальнені наступним чином:

1. За відсутності несправності датчика або виконавчого механізму, з несправностями компонентів або без них, всі фільтри Калмана повинні зберігати сигнали індикатора низького рівня несправності, що вказують на відсутність несправності датчика / приводу, і генерувати точні оцінки параметрів працездатності.

2. У разі відмови одного з датчиків або виконавчих механізмів, з несправностями компонентів або без них, тільки один фільтр з правильною гіпотезою повинен генерувати сигнал індикатора низького рівня несправності і точні оцінки параметрів працездатності.

В. К. Галінтовський, студент¹; Т. О. Гринченко, викладач¹,

Г. В. Лук'янова, викладач¹

¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

E-mail: Tigervillis@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВОДНЕВОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Сучасна енергетика, як зарубіжних країн, так і нашої країни, заснована переважно на споживанні вуглеводневих енергоресурсів.

Частка сонячної, геотермальної енергії, енергії вітру, морських хвиль збільшується значними темпами, але продовжує складати дуже невелику величину. Розраховувати на істотні прориви в цій області поки не доводиться, хоча в цілому ряді країн намітився великий прогрес.

Подальше інтенсивний розвиток сучасної енергетики і транспорту веде людство до великомасштабного енергетичного і екологічної кризи.

Але в останні роки намітився інноваційний поворот до використання більш ефективного енергоресурсу - водню.

Сучасні авіаційні, ракетні і автомобільні двигуни, паливні елементи все частіше починають повертатися до часткового або повного використання водню, що має велику енергоефективність і не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Використання водню як основного енергоносія призведе до створення принципово нової водневої економіки. За оцінками експертів Інституту відновлюваної енергетики НАНУ Україна має значний технічно досяжний потенціал використовувати нашу ГТС для експорту водню з України в країни ЄС, що вона відіграє важливу роль у зміцненні енергетичної безпеки України і здатна вигідно змінити роль української газотранспортної системи на європейському енергетичному ринку.

Одним з таких інноваційних рішень є застосування в газових поставках «зеленого» водню, виробленого з води з використанням електроенергії з поновлюваних джерел.

Технологія (Power-to-Gas) має на увазі додавання «зеленого» водню в діючі газопроводи при транспортуванні природного газу (в концентрації до 20%). Вона є найсучаснішим, простим, швидким, а також найменш витратним способом створення нового ринку водню, тому що не вимагає капіталовкладень в нову інфраструктуру.

Додавання водню в природний газ істотно покращує його властивості і скорочує викиди CO₂ при експлуатації газотранспортної системи. В результаті споживачі отримують можливість використовувати не тільки більш безпечне і кліматично нейтральне паливо, але також економити на його закупівлі. Адже суміш природного газу та водню дає більше тепла, ніж звичайний природний газ, а тому його потрібно менше, наприклад, для використання в побути або промисловості.

Виробництво «чистого» водню - поки не найдешевша технологія, але її вартість з року в рік стрімко падає.

Як підсумок, хочеться відзначити, що розробка і впровадження технологій водневої енергетики представляє для України істотний економічний і соціальний інтерес. Розвиток водневої енергетики дозволяє збільшити виробництво електроенергії, провестися заміщення використання вуглеводнів, внести помітний внесок у вирішення екологічних проблем і вдосконалення структури національної економіки, збільшити присутність України в міжнародних іміджевих проектах, зберегти і розвинути науковий і інженерний кадровий потенціал країни.

ПРОБЛЕМНЕ НАВЧАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ДИСПЕТЧЕРІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ

Диспетчерська робота є одним з найбільш складних і відповідальних видів діяльності, вона пред'являє високі вимоги до людини-оператора. Для представників цієї професії особливо важливі такі якості, як швидкість сприйняття і оцінки інформації, що надходить, рівень концентрації та розподілу уваги, стійкість емоційно-вольової сфери, швидкість орієнтування і прогнозування розвитку ситуації, особливості просторового мислення.

Мета навчання диспетчерів із забезпечення польотів (ЗП) полягає в оволодінні майбутніми фахівцями знаннями, навичками і уміннями, необхідними для виконання своїх професійних обов'язків безпечно і ефективно. В процесі навчання диспетчерів із ЗП використовуються різні методи навчання. Аудиторне навчання за допомогою відповідних традиційних академічних методів не може в повній мірі забезпечити якісну підготовку фахівців операторського профілю, тому необхідно застосовувати більш активні методи навчання. До таких методів належать проблемно-пошукові методи навчання, які передбачають застосування проблемних завдань. Особливості професійної діяльності диспетчерів із ЗП та, зокрема, ймовірність виникнення проблемних ситуацій, обумовлюють необхідність застосування методів проблемного навчання. При цьому змістовне наповнення професійної підготовки повинно конструюватися таким чином, щоб забезпечити не тільки ефективну передачу навчальної інформації, а й сформувати у курсантів здатність найбільш ефективно використовувати цю інформацію в своїй практичній діяльності.

Переваги проблемного навчання очевидні. Це, насамперед, великі можливості для розвитку професійно-важливих якостей майбутніх диспетчерів із забезпечення польотів, а саме: уваги, пам'яті, спостережливості, активізації мислення, активізації пізнавальної діяльності, самостійності, відповідальності, критичності й самокритичності, ініціативності, нестандартності мислення тощо. Крім того, що дуже важливо, проблемне навчання забезпечує міцність набутих знань, умінь та навичок, бо вони здобуваються самостійною діяльністю, в активному пошуку розв'язку проблемних ситуацій.

Д. С. Гриб, ученица 10 класса¹;
 Ю. В. Пичугина, к.э.н., доцент кафедры экономики и предпринимательства²
¹КУ Ришельевский лицей
²Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова
 E-mail: grib.dasha2003@gmail.com

АНАЛИЗ ИНДЕКСА ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ЦЕН В УКРАИНЕ

Индекс потребительских цен (ИПЦ) измеряет изменения уровня цен потребительской корзины товара и услуг, что является одним из недостатков этого метода, т.к. по факту реально необходимый состав этой корзины для бедных будет одним, а для богатых – другим. А на основе этого индекса устанавливается прожиточный минимум, который в Украине, как известно, не отражает реальных потребностей человека в товарах и услугах (с 1 января 2020 года для трудоспособного населения – 2102 грн.). Самый большой интерес для рынка представляет собой ИПЦ за месяц, менее важно за год, т.к. месячное изменение демонстрирует изменение основных составляющих, которые дают наибольший процент инфляции.

Для анализа возьмём данные за 2019 год, если его сравнить с предыдущими годами, то можно заметить что это был достаточно стабильный год, т.к. индекс в 2019 году составил всего 104,1% , а в предыдущих годах 2018 - 109,8%; 2017 - 113,7%; 2016 - 112,4%; 2015 - 143,3% [1]. Это обозначает, что мы за одинаковую реальную сумму денег можем купить закреплённое количество товара, с изменениями около 4,1% в год. Если обратить внимание на месячные изменения в 2019 году, то можно заметить что в летний сезон потребительская корзина стоила меньше чем в предыдущих сезонах, и в декабре индекс начал опять снижаться.

Таблица 1

Ежемесячная динамика ИПЦ 2019 г.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
101,1	100,5	100,9	101	100,7	99,5	99,4	99,7	100,7	100,7	100,1	99,8

Одним из факторов такой тенденции, можно назвать укрепление гривны и насыщение рынка сезонными импортными товарами. Однако инфляция, фиксируемая статистикой, и та, которую «показывают» опросы населения или специальные исследования, традиционно отличаются в разы. И это можно объяснить именно, тем, что люди ориентируются на свои потребительские расходы исходя из своих потребностей, а не на изменение цены корзины, которую утвердили органы государственной власти.

Список литературы

1. Державна служба статистики України. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/operativ/menu/menu_u/cit.htm. (дата обращения: 25.02.2020)

О. С. Гринченко, І. А. Гладіш, викладачі¹

¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

E-mail: Bobrovaxata@gmail.com; Irina.Gladishkr@gmail.com

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ НАВЧАННЯМ MOODLE ДЛЯ СТВОРЕННЯ І РОЗМІЩЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ПРОГРАМИ КУРСУ В МОБІЛЬНОМУ ФОРМАТІ

Зараз більшість учбових курсів в зарубіжних університетах і коледжах викладаються на основі веб-програм або динамічних програм, які стають усе більш популярними оскільки мають безперечні в порівнянні з друкарськими аналогами переваги.

У традиційних друкарських підручниках дається тільки необхідна інформація, відібрана з точки зору автора підручника, при використанні інтернет-ресурсів виникає можливість надання надмірної інформації, яка, по-перше, дає декілька точок зору на ту або іншу проблему, дозволяючи студентам, що навчаються самим вибирати, порівнювати і аналізувати матеріал і яка, по-друге, служить для забезпечення пошуково-дослідницької діяльності студентів.

Веб-програма — це не просто опис курсу, вимог і списку літератури, це мультимедійний гіпертекст, що дозволяє робити посилання на велику кількість необхідної інформації, в яку може бути включений звук, зображення, відеокліпи, графіка. Викладач не повинен демонструвати чудеса володіння різними комп'ютерними програмами, але повинен володіти рівнем компетенції, що відповідає його спеціалізації. Оптимальним рішенням на сьогодні є створення динамічної програми дисципліни на базі платформи, доступної одночасно із стаціонарного комп'ютера і у вигляді мобільного застосування. В якості прикладів таких зручних безкоштовних ресурсів розглядаються мобільні додатки Moodle.

Moodle — це безкоштовна система для видаленого навчання, створена спеціально для викладачів і студентів. Modular Object — Oriented Dynamic Learning Environment (модульне об'єктно-орієнтоване динамічне повчальне середовище). Відноситься до безкоштовного програмного забезпечення, яка надає право вільного використання системи і її адаптації для потреб конкретного учбового процесу і освітньої установи. Більшість учбових закладів у всьому світі використовують цю програму, вона перекладена на 80 мов. Основний сайт проекту: <http://moodle.org/>. Платформа Moodle може застосовуватися в якості мобільної бази для розміщення динамічної програми з її подальшим використанням для автономної роботи тих, що навчаються удома і в традиційному мовному класі.

І. О. Гришич, студентка¹; Ю.О.Максимова, викладач
кафедри економіки та підприємництва¹

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
E-mail: irina06grishich@gmail.com

УПРАВЛІННЯ РЕКЛАМНОЮ КОМПАНІЄЮ НА ПІДПРИЄМСТВАХ УКРАЇНИ

На сьогоднішній день у маркетингу є важлива функція - управління рекламною діяльністю. Реклама дає змогу виробнику сформувати попит, виховувати й спонукати споживача до покупки, а з іншого - робить споживача таким, що управляється виробником.

Одне із завдань реклами полягає в тому, щоб за допомогою інформації переконати покупця у придбанні певного товару. Реклама товарів і продукції у PR-менеджерів полягає в стимулюванні споживання товарів. Для одних, споживачів метою є задовольнити особистих потреба, для інших - одержання доходу. Реклама товарів має бути короткою, зрозумілою та чіткою. Велике значення у рекламі - ілюстрація з яскравими заголовки, які привертають увагу покупців [1, с. 120].

Реклама повинна надати детальну його характеристику для того, щоб переконати потенційних споживачів у тому, що рекламований товар здатний знизити собівартість, підвищити продуктивність, поліпшити збутові можливості продукції або іншим шляхом сприятиме підвищенню прибутковості підприємця-покупця. Тому для покупки товарів виробничо-технічного призначення перелік необхідної інформації в рекламному оголошенні має бути таким:

- характерні відмінності та особливості товару;
- перевага перед товарами-аналогами;
- відгуки інших покупців щодо цього товару [2, с. 92].

Коли подається реклама в пресі, слід повторювати ті ж самі оголошення з певною періодичністю. Застосовуються різні способи реклами.

Реклама має бути систематичною, оптимальним є щотижневий контакт з потенційними покупцями, щоб отримувати максимальний дохід. Важливе значення при виборі засобів реклами має детальне вивчення потенційних споживачів і розподіл їх на відповідні категорії рекламної аудиторії. Для кожної групи повинні бути визначені найефективніші методи реклами. Що стосується товарів широкого споживання, то тут основним методом оцінки є вибіркове опитування споживачів. На їх базі формуються висновки про ефективність проведених рекламних заходів.

Список літератури

1. Ф. Котлер, К.Л. Келлер, А.Ф. Павленко Маркетинговий менеджмент. Київ : Видавництво «Хімджест», 2008. 344с.
2. Кутлалиев А., Попов А. Эффективность рекламы (Профессиональные издания для бизнеса). Москва: Изд-во Эксмо, 2008. 113с.

ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ДЕКОРАТИВНИХ ДЖЕСПІЛІТІВ КРИВБАСУ

Залізородні родовища Кривбасу є джерелом якісної декоративної і колекційної сировини. Розвідані запаси усіх залізних руд складають біля 20 млрд. т. Із них ресурси каменесамоцвітної сировини складають біля 140 млн. т., основну масу яких складають джеспіліти.

Джеспіліти, відповідно до вітчизняного законодавства віднесені до напівкоштовних каменів другого порядку. Це декоративні різновиди залізистих кварцитів, у тому числі важкозбагачувані, які не йдуть у виробництво залізної руди. Це один з найбільш перспективних різновидів українських самоцвітів, які можуть добуватися попутно. Проте, важкозбагачувані джеспіліти найчастіше залишають у відвалах, дроблять на дрібні фракції та використовують при укладанні доріг.

Для вирішення цієї проблеми я пропоную вивчити різновиди та властивості декоративних джеспілітів з метою пошуку напрямків їх застосування, а також провести підрахунок прибутку після залучення їх у промисловість.

Джеспіліт застосовується в металургійній промисловості для виготовлення вогнетривких матеріалів, у будівництві – для виготовлення щебеню. Цей самоцвіт також використовують в ювелірній і каменеобробній промисловості.

За кольором виділяють червоні, помаранчеві, жовті, сині та сірі джеспіліти. Різновиди джеспілітів за текстурним рисунком наступні: смугастий, брекчієвий, пейзажний та ін. На мою думку, для ювелірної та каменеобробної промисловості найбільш цінними є джеспіліти з яскравим забарвленням з паралельно-смугастою та пейзажною текстурою. Справа в тому, що, не дивлячись на свою твердість, джеспіліти мають безліч м'яких включень, які забарвлюються при обробці. Це робить неможливим тонку інкрустацію. Тому я вважаю найбільш доцільним виготовлення декоративних виробів з чіткими геометричними формами і широкими поверхнями: кулі, піраміди, прямокутні підставки.

За даними Інтернет джерел, переробка 1 т декоративного джеспіліту може в середньому принести 60 000 грн. прибутку. Отже, чистий прибуток усіх джеспілітів Кривбасу становитиме:

$$140000000 \cdot 60000 = 8400 \text{ млрд. грн.}$$

Отже, переробка декоративних джеспілітів Кривбасу принесе такі види ефекту: соціально-економічний (створення робочих місць, розробка дизайнерських рішень, перерахунок платежів в бюджет), екологічний (скорочення відвальних площ, зменшення полутантів), соціальний (зменшення рівня захворюваності).

Є. С. Зогуля, студентка 4 курсу¹; Ю. О. Максимова, викладач
кафедри економіки та підприємництва¹

¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
E-mail: zozulya.liza6958@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ АНАЛІТИЧНИХ ДАНИХ В ЕКОНОМІЦІ

Методи обробки аналітичних даних є дуже потужними інструментами моделювання та аналізу при сучасних умовах швидкого розвитку економіки. Вони використовуються в різних дисциплінах, і їх використання буде продовжувати зростати [1], чому значною мірою сприяє постійне вдосконалення можливостей комп'ютерної техніки [2, с.241]. Сфери їх застосування включають, але не обмежуються, виробництво, охорона здоров'я, матеріально-технічне забезпечення, фінанси, підприємництво та інші [1]. У цих сферах вони суттєво впливають на те, як дані збираються, обробляються та відображаються, що призводить до отримання точної інформації, яку людина може ефективно використовувати для належного прийняття рішень [2, с. 242].

Метою нашого дослідження була розробка основи для автоматизації ручного збору та обробки даних.

Робертсон і Перера зазначили, що «збір даних є надзвичайно трудомістким процесом переважно тому, що завдання штучно орієнтовано» [1]. Особливо це стосується випадків, коли дані збираються шляхом особистого спостереження за допомогою не автоматизованих систем. І цим ми можемо вказати на деякі проблеми, які слід розглянути, зокрема:

Вивчення автоматизованого збору та обробки даних для моделей дискретних моделей подій (DES) [2, с. 230] показало, що такі моделі дуже сильно залежать від даних, щоб оцінювати різні параметри, що керують моделями за допомогою імітаційного часу.

Стан технології автоматизації управління входом даних DES включає рішення, які є високо індивідуальними та специфічними для виконання проекту. Іншими словами, сучасний стан розробок відходить від узагальнення до спеціального налаштування проекту.

Список літератури

1. Akhavian R. A Framework For process data collection, analysis, and visualization in construction projects. Computer Science. 2012. URL: https://pdfs.semanticscholar.org/cf64/9208d6cc9645d67964dbd79209e56516e39c.pdf?_ga=2.171304486.742262759.1582650805-1403491482.1582650805 (дата звернення 25.02.2020).
2. Aufenanger M, Blecken A, Laroque C. Design and implementation of an MDA interface for flexible data capturing. J Simulation. Vol. 4, 2010. P. 232–241

О. Ф. Коваленко, викладач¹¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

ПЛАНЕРНИЙ, АВІАМОДЕЛЬНИЙ, ПАРАШУТНИЙ СПОРТ В СИСТЕМІ КРИВОРІЗЬКОГО АЕРОКЛУБУ В 1930-Х РОКАХ

Одним з лозунгів аероклубу був лозунг: «Від моделі до планера, з планера – на літак». Перший на Криворіжжі авіамоделльний гурток організовано у кінці вересня 1926. Члени гуртка спочатку вивчали теорію і практику авіабудівництва, а потім виготовляли моделі. Проводилися регулярні змагання на літаючу і нелітаючу модель. У 1934 у місті і районі діяло 60 авіамоделльних гуртків, а на поч. 1941 вони існували при всіх рудниках, клубах, палацах культури та багатьох школах.

Початок авіапланеризму на Криворіжжі пов'язаний з міським АВІАХІМом, який створював планерні школи при великих рудниках міста для попередньої підготовки курсантів аероклубу. Два перші планерні гуртки організовано в 1929 році. Перша ж планерна школа виникла в Кривому Розі у серпні 1933 року на руднику ім. Дзержинського (40 осіб).

Сприяло створенню школи і розміщення біля шахти Комунар льотного поля, яке діяло орієнтовно з 1927-1928 років, з якого здійснював свої польоти криворізький винахідник, пілот, конструктор Григорій Іванович Прокопенко. Значний поштовх для розвитку планерного спорту рамках організації Тсоавіахіму дала спільна постанова ЦК ЛКСМУ та ЦР Тсоавіахіму СРСР «Про масовий планерний спорт» від 31 березня 1936 року.

В червні 1935 році організовано філію аероклубу – планерну школу на руднику «1 Травня», де навчалось 15 чол, в 1936 році – 12 чол (випуск від 18 серпня), а третій – 22 чол в грудні 1936 року. Також в 1935 році організовано планерну школу на руднику ім. К. Лібнехта. В 1936 році створюється планерна школа при самому аероклубі (аеродромі аероклубу). Навчання здійснювалось на планерах «УС-3», «УС-4». Після навчання на планері курсанти, що готувалися на льотчиків, приступали до вивчення матеріальної частини літака.

З біографії Олександра Жука, курсанта аероклубу дізнаємося, що він спочатку навчався на планері (планерна школа при Криворіжсталі на 1-й ділянці), а вже потім на літаку У-2.

Паралельно в системі аероклубу розвивався і парашутний спорт. В Кривому Розі передбачалося будівництво парашутних вишок та здійснення парашутних стрибків. Відомо про будівництво 4 парашутних вишок при рудниках міста та у Криворізькому районі. Першу парашутну вишку було побудовано в 1932-1933 роках ТСО АВІАХІМом на Дзержинці поблизу шахти «Комунар».

В 1935 році побудовано парашутні вишки на «Криворіжсталі» та у с.Лозуватка. Перші ж парашутні стрибки з літака були здійсненні 1 травня 1936 року. Основні стрибки проводились з літака У-2 на висоті від 800 до 1200 метрів.

Загалом за допомогою цілеспрямованих пропагандистських заходів за участю Тсоавіахіму авіамоделізм, парашутизм та планеризм стали доволі популярними видами спорту як в УРСР так і в Кривому Розі.

Д. О. Коровко, курсант¹; В. О. Бошкова, викладач¹

¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

E-mail: valentina.boshkova7@gmail.com

РОЗРОБКА ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТА З КАМЕРОЮ

Безпілотні літальні апарати є сектором авіації, який розвивається дуже швидко і має великий потенціал для зростання і створення нових робочих місць. Термін «безпілотний літальний апарат» включає як великі літаки, так і невеликі електронні пристрої для персонального використання.

Літаючі безпілотники вже не перше сторіччя займають конструкторів і вчених. Якщо в ХХ столітті безпілотник був сміливою фантазією, як і багато наукових і технічних ідей, то сьогодні він стає частиною реальної економіки, створює нові методи діагностики і моніторингу, а ще - робочі місця.

У 2017 році був створений найменший дрон у світі «WhiteDrone». (Конструктор Коровко Дмитро) Завданням цього дрону було навчити новачків керувати дешевим квадрокоптером, а вже потім переходити до більш дорогих і функціональних. Вже у 2019 році була створена нова модель дрону «WhiteDroneCell». Цей квадрокоптер отримав Рекорд України, як самий маленький дрон з камерою, був створений для наступного рівня керування БПЛА. В ньому з'явилися інші функції: Камера, безголовий режим, Фліп та Рол, та керування через wifi мережу.

Метою даної роботи є створення найменшого дрона у світі для новачків, які хочуть навчитися керувати квадрокоптером, а також створення системи автоматизації керування дрона, що знаходить оптимальний шлях до цілі, оминаючи можливі перешкоди.

І. В. Кравчук¹, викладач; І. М. Кравчук¹, викладач

¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

E-mail: kravchuk_iv@ukr.net

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ВИКОРИСТАННЯ МУЛЬТИМЕДІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У НАВЧАЛЬНОМУ ПРОЦЕСІ

В умовах сучасного інформаційного суспільства виникає нагальна потреба інформатизації освіти, мета якої полягає у підвищенні ефективності та якості підготовки фахівців з новим типом мислення.

Підвищення якості вищої освіти визначається використанням нових методів і засобів навчання. Мультимедійні технології на сьогоднішній день є найбільш «модним» напрямом використання інформаційно-комп'ютерних технологій у сфері освіти. Широке застосування мультимедійних технологій здатне підвищити ефективність активних методів навчання для всіх форм організації навчального процесу: на етапі самостійної підготовки студентів, на лекціях, на семінарських, практичних та лабораторних заняттях.

Актуальність цієї теми зумовлена майже повною відсутністю досліджень щодо принципів та прийомів організації презентацій у педагогіці вищої школи.

Серед різноманітних мультимедійних засобів, які можна залучати до викладання навчальних дисциплін у ВНЗ, оберемо презентацію як засіб унаочнення теоретичного матеріалу на заняттях.

Мультимедійні лекції можуть використовуватися для викладання практично усіх дисциплін. Якість і ступінь засвоєння навчального матеріалу, а також вплив на активізацію пізнавальної діяльності, істотно зростає. Слід відмітити, що для проведення семінарських та практичних занять інформаційні технології використовуються не так часто. Проте, як показали сучасні дослідження в області освітніх технологій, саме тут знаходяться великі резерви для підвищення ефективності навчання. При проведенні таких видів занять доцільно використовувати презентації як частину заняття, наприклад, у вступній частині заняття для повторення раніше пройденого матеріалу. У даному випадку презентацією може керувати і викладач, і студент.

Отже, використання навчальних презентацій на лекційних заняттях та дотримання зазначених вимог є залогом успішної й результативної лекції. Однак завжди слід пам'ятати, що презентація на лекції – лише допоміжний засіб навчання, а не самоціль і не єдине джерело інформації для студентів: провідну роль має відігравати лектор, який має бути організатором продуктивної, змістовної та результативної діяльності.

К. С. Кривенко, К. Р. Селевьярстова, курсанти;
Л. Ф. Іщенко, кандидат економічних наук
Криворізький коледж Національного авіаційного університету

ОСОБЛИВОСТІ СТАНОВЛЕННЯ ЕКОНОМІКИ СТАЛОГО РОЗВИТКУ В УКРАЇНІ

Сучасний розвиток цивілізації переходить від етапу бездумного споживання ресурсів планети до економії їх. Інформаційні технології та системи є базою для збереження та заощадження ресурсів. Багато вчених займалися питанням сталого розвитку, адже воно стикається з екологією, економікою, інформаційними технологіями, пов'язували розвиток економіки з природними обмеженнями. Деякі вчені вважали [1], що ставити питання про цінність інформації як економічного ресурсу безглуздо насамперед через те, що: інформаційне забезпечення є допоміжною сферою будь-якої людської діяльності; інформаційне обслуговування не є елементом матеріального виробництва. Проте, на сьогоднішній день в XXI ст., інформація стає з допоміжною в основну ланку людської діяльності.

Метою роботи є аналіз робіт сучасних науковців для визначення впливу інформації – ресурсу як підґрунтя до сталого розвитку.

Згідно праць [2] стверджується що межі економічного зростання регламентуються ресурсами планети, а теорія сталого розвитку ґрунтується на використанні енергозберігаючих технологій і цифровізації діяльності, а інформація та знання стають новітнім фактором виробництва [3]. Економічний добробут визначається високими технологіями, інноваційними можливостями та рівнем інтелектуального розвитку суспільства. З кожним роком все більше і більше інформаційних систем використовується в повсякденному житті. Так, наприклад, за допомогою SONOFF можна настроїти автоматичне включення та виключення електробатарей для досягнення цільової температури; використовуються системи охоронної сигналізації для охорони будинків, квартир, офісів; існує система керування міського транспортного трафіку; розробляється метеостанція та «розумний дім».

Отже, завдяки тому, що необмеженість інформації та знань даватиме можливість виходу на новий рівень у використанні інших ресурсів, що дасть змогу замінити існуючі на нові та втілити концепцію сталого розвитку у повсякденне життя суспільства.

Література:

1. Іщенко Л.Ф. Аналіз чинників формування попиту на послуги Інтернет-магазинів в Україні // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. – Т. II – Хмельницький, 2006. – С.131-136.
2. Супрун Н.А. Теорія сталого розвитку як концептуальна основа парадигмальної революції економічної науки // Сучасні економічні теорії: історія, методологія та перспективи розвитку: зб. Матеріалів Всеукр. Круглого столу; 10 лист.2016р. – К.:КНЕУ, 2016 с.26-31.
3. www.geograf.com.ua

М. А. Криворучка, И. И. Ромащук, Д. М. Мухин, курсанты;

А. М. Пыхтеев, заведующий СВО

Мореходное училище им. А. И. Маринеско НУ «ОМА»

E-mail: omu@ukr.net

КОНЦЕПЦИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА МОРСКОМ И ВОЗДУШНОМ ТРАНСПОРТЕ

Использование современного транспорта становится невозможным без применения электронной картографии. С каждым годом повышается количество транспортных средств оборудованных системами с электронными картами. Прежде всего, такое развитие связано с повышением безопасности морского и воздушного транспорта. Немаловажным являются вопросы связанные с уменьшением расходов и повышением экономической составляющей работы транспорта.

За относительно короткий срок электронные картографические системы развились от первых попыток применения отсканированных электронных карт до современных векторных картографических систем, охватывающих в своих данных практически всю поверхность Земли. Использование картографических систем регламентируется различными международными документами. Например, требования к электронной отображающей карты информационной системе содержатся в публикациях Международной морской организации (ИМО).

В настоящее время к оборудованию, использующему электронные карты относятся судовые ЭКДИС и ЭКС. Существующее оборудование подвергается постоянному усовершенствованию. Таким образом, модернизация оборудования приводит к увеличению надежности и уменьшению сбоев и отказов, что повышает безопасность использования и уменьшает экономические затраты.

В. Р. Кротна, студентка¹;
Ю. О. Максимова, викладач кафедри економіки та підприємництва¹
¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
E-mail: vikakrotna@gmail.com

СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ АНАЛІТИЧНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

Існує багато технологій аналітичної обробки інформації. Теорія нечітких множин була успішно застосована в різних областях. Найважливішими областями застосування є нечіткий контроль, нечіткий діагноз, нечіткий аналіз даних та нечітка класифікація. Сьогодні велика кількість реальних застосувань користується перевагами приблизних міркувань. Багато інших областей застосування які можна було б обговорити це нейронні мережі, генетичні алгоритми, еволюційне програмування, теорії хаосу тощо.

Однією з центральних концепцій теорії можливостей є розподіл можливостей, що є аналогом розподілу ймовірностей в теорії ймовірностей. Розподіл можливостей - це нечіткий набір, що називається нечіткими обмеженнями, який діє як еластичне обмеження, функція членства якого визначає сумісність або можливість з поняттям нечітких множин. З урахуванням розподілу можливостей можна обчислити можливість створення іншого нечіткого набору, визначеного у тому ж всесвіті [1, с. 205].

Також дуже часто використовується теорія можливостей. Майже усі проблеми, пов'язані з людьми, настільки складні та настільки розпливчасті, що можуть бути використані лише наближені лінгвістичні вирази. Нечіткі приблизні аргументи базуються на різних нечітких моделях виводів, які стосуються різних інтерпретацій імплікації, а також визначають засіб поширення невизначеностей. Нечіткі висновки можуть потім обчислювати або вираховувати еластичні обмеження (нечіткі множини), визначені функціями членства через поняття можливостей [2].

Теорія управління є дуже точним та суворим підходом для моделювання систем або явищ. Оскільки необхідно визначити всі аспекти моделі, моделювання складної системи - це велика операція. У теорії керування кількість процесів, що реалізуються, зростає експоненціально відносно кількості змінних, що визначають систему. З цієї причини деякі системи не можуть бути змодельовані навіть на комп'ютерах з високою швидкістю.

Список літератури

1. Кушнарєнко Н.М. Наукова обробка документів : підруч. Київ: Знання, 2006. 334 с.
2. Предик Г. А. Ринок інформаційних послуг / ГА Предик; НАН України; Інститут економіки промисловості. - Донецьк, 1998. - 31 с.

В. В. Лысенко, курсант¹; А. В. Пономаренко, преподаватель¹
¹Кременчугский лётный колледж
Харьковского национального университета внутренних дел
E-mail: Vadym.lysenko1999@yandex.ru

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НОВЫХ КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ТУРБОВАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Регулятор двигателя цифровой РДЦ-450М, разработанный в АО «Элемент» по техническому заданию ГП «Ивченко-Прогресс», предназначен для реализации основного закона управления турбовальным двигателем АИ-450М (М1) – поддержание заданной частоты вращения свободной турбины посредством обеспечения потребного расхода топлива, а также для выполнения в автоматическом режиме ряда других функций управления, контроля и защиты двигателя, в том числе для защиты свободной турбины от «раскрутки» и для синхронизации мощностей двух двигателей при их совместной работе в составе силовой установки летательного аппарата

В программном обеспечении РДЦ-450М реализован адаптивный алгоритм управления исполнительным механизмом насоса-дозатора НД-450(М), который был разработан ещё для РДЦ-450. поскольку первоначально предусмотренный в техническом задании алгоритм не обеспечил требуемых характеристик. В сочетании с применением высокопроизводительного микроконтроллера в модели ЦПУ РДЦ-450М адаптивный алгоритм позволяет эффективно управлять расходом топлива в условиях «сухого трения».

Кроме основных функций управления и защиты двигателя, выполняемых регулятором, программное обеспечение реализует ряд вспомогательных функций. В структуре программного обеспечения предусмотрены регулятор параметров работы двигателя и регулятор отказов, обеспечивающие запись в энергонезависимой памяти характеристик режима работы и состояния САУ и двигателя. Емкость регулятора параметров составляет 10 событий, регистратора отказов – 20 событий. Также обеспечивается запись и хранение в энергонезависимой памяти:

- количество запусков;
- наработка двигателя по режимам;
- суммарной наработки двигателя;
- усредненных значений параметров работы;

Применение РДЦ-450М значительно уменьшает расход топлива, а также с высокими межремонтным и назначенным ресурсами позволит не только снизить прямые эксплуатационные расходы вертолёта и поднять интенсивность его эксплуатации, но и увеличить парк модернизированных вертолётов Ми-2 на внутреннем и внешнем рынках.

С. Р. Лісовий, курсант¹; О. Г. Сaitгареева, к. філос. н., викладач¹
¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету
 E-mail: olesya.saitgareeva@gmail.com

ФІЛОСОФІЯ ІННОВАТИКИ В СУЧАСНІЙ ЦИВІЛЬНІЙ АВІАЦІЇ

Філософія всезагальний вимір кількісної і якісної totoжності будь-якого явища його суперечливій природі фіксує категорією міри. В сфері авіації цей підхід передбачає рівновагу таких моментів як очевидні переваги і неусувні ризики авіаційного транспорту. Процеси глобалізації збільшили потребу у переміщенні небачених мас людей і вантажів, в тому числі й шляхом авіаперевезень. Зі зростанням комфорту все більшої актуальності – особливо в цивільній авіації – набуває питання безпеки польотів та порятунку людських життів у випадку авіакатастрофи, що потребує нової філософії авіаційно-технічної інноватики.

В умовах технічного і технологічного прогресу сучасні авіакомпанії пропонують все більш комфортні умови здійснення польотів, але жодна з них не може стовідсотково гарантувати безпечність перельоту. Найбільшою проблемою сучасних авіакомпаній та нереалізованою цариною конкурентної боротьби між ними є безпечність, яка б виключала ризики втрати життя за бажання виграшу часу.

Ідея безпечного спуску людини з великої висоти з'явилася задовго до винайдення повітряної кулі, про що були обізнані жителі Китаю, Африки та південно-східної Азії, а сама ідея парашута сягала часів античності. Леонардо да Вінчі, якого вважають «батьком» пристрою для гальмування об'єкту за рахунок опору атмосфери, навіть виконав необхідні розрахунки: «Коли у людини є намет із прокрохмаленого полотна, шириною в 12 ліктів і висотою в 12, вона зможе кидатися з будь-якої великої висоти без небезпеки для себе» [1, с. 257].

Воєнна авіація використовує засоби як індивідуального порятунку пілотів, так і колективного порятунку екіпажів, а в цивільній авіації і пасажирів, і члени екіпажів авіалайнерів залишаються беззахисними у разі авіакатастрофи. Забезпечити порятунок життя пасажирів і екіпажів авіалайнера могли б *рятувальні катапультовані капсули*, розроблені київським авіаінженером В. Татаренком.

Головною перепоною, на думку більшості експертів, втілення в життя рятувальних капсул є питання фінансування. Але ж людське життя варто того, щоб авіапасажир мав можливість на свій розсуд обирати ступінь безпеки польоту і ту кампанію, яка спроможна її забезпечити за прийнятну для нього ціну.

Гарантований порятунок людських життів за допомогою рятувальних катапультованих капсул являє собою важливий елемент філософії інновативного розвитку і шляхом, який здатен покращити статистику авіаперельотів, і надати суттєві конкурентні переваги авіакомпаніям, здатним його запропонувати.

Список літератури:

1. Леонардо да Винчи Избранные произведения: в 2 т. / пер. А.А. Губера, В.П. Зубова, В.К. Шилейко, А. М. Эфроса; под ред. А.К. Дживелегова, А .М. Эфроса—М.: Изд-во Студии Артемия Лебедева, 2010. Т.1. —444 с.:109 ил.

Х. Макарова, студентка¹;
 О. Ю. Олійник, к.т.н, доц., викладач¹
¹Коледж радіоелектроніки
 E-mail: oleinik_o@ukr.net

ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНИХ ЗАСОБІВ ВІБРОДІАГНОСТИКИ АПАРАТІВ ТА КОНСТРУКЦІЙ

Вібромоніторинг та вібродіагностика стану апаратів та обладнання сьогодні по праву займає лідируючі позиції серед методів неруйнівного контролю. Особливо затребуваною вібродіагностикою є у галузі ракетно-космічної техніки, проте, використання відомих методів вібродіагностики виявлення ряду дефектів літальних апаратів не завжди має можливість через спеціалізовані та вузько спрямованість цих методів.

Ракето-космічній галузь притаманні зазначені тенденції до скорочення металоємності, тому актуальною задачею буде дослідження частоти коливання металеві оболонки апарату або конструкції при заданій товщині та довжини оболонки з метою розробки математичної моделі віброчастотного методу контролю стану апаратів.

У якості моделі апарату використовували трубу з високолегованої корозійно-стійкої сталі 12X18H12T ($\rho_T=7900$ кг/м³, модуль пружності сталі $E=205 \cdot 10^9$ н/м², статичний момент поперечного перетину $I=\pi d^4/64$). Довжина труби $l=0,5$ м, внутрішній діаметр $d=0,5$ м, товщина стінки $h=2 \cdot 10^{-3}$ м. Умови вібрації задавали шляхом розміщення в середині трубки віброуючого обладнання (двигуна). Результати досліджень представлені на мал.1.



Мал. 1 – Результати дослідження частоти коливання оболонки при зміні частоти обертів двигуна.

Отримані дані підтверджують можливість використання частини апарату для реалізації віброчастотного методу контролю стану апарату або обладнання в умовах вібрації.

О. С. Максимов, старший викладач кафедри математичного забезпечення
комп'ютерних систем¹

¹Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
E-mail: alexmaksimov@ukr.net

БАГАТОМІРНІСТЬ ПОСТРЕЛЯЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ДАНИХ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Як відомо реляційна для поста модель даних є розширеною реляційною моделлю, в якій скасована вимога атомарності атрибутів. Тому реляційну для поста модель називають «не першою нормальною формою» (Nf2) або «багатомірною базою даних». Вона використовує тривимірні структури, дозволяючи зберігати в полях таблиці інші таблиці. Тим самим розширюються можливості по опису складних об'єктів реального світу. Як мова запитів використовується декілька розширений SQL, що дозволяє витягувати складні об'єкти з однієї таблиці без операцій з'єднання [1, с.276].

Існує декілька комерційних постреляційних СУБД, найвідомішими з них є системи Adabas, Pick і Universe.

Важливим аспектом традиційної реляційної моделі даних є той факт, що елементи даних, які зберігаються на пересіченні рядків і стовпців таблиці, мають бути неділимими і єдині. Це означає, що дані не можуть бути розгорнуті в процесі подальшої обробки. Таке правило було закладене в основу реляційної алгебри при її розробці як математичній моделі даних. Подальші дослідження показали, що існує ряд випадків, коли обмеження класичної реляційної моделі істотно заважають ефективній реалізації програмних модулів.

Досвід розробки прикладних інформаційних систем показав, що відмова від цієї установки веде до якісно корисного розширення моделі даних. Якщо допустити, що значення даних може само складатися з підзначень, то в результаті виникає поняття багатозначного поля. Найпростіше розглядати набір багатозначних полів в таблиці як самостійну вбудовану таблицю.

Таким чином, технологія на базі багатомірних постреляційних СУБД дозволяють виконувати динамічну конфігурацію доступу до електронних документів у вигляді багатомірних структур з застосуванням спеціалізованого програмного забезпечення ядра бази даних «API СУБД». Нами була розроблена технологія зберігання, та доступу до даних, яка базується на «Репозитарії тегів».

На базі даного сховища формуються динамічні описувачі документів «макети» і пов'язані з ними метадані опису макету у вигляді сукупності елементів - реквізитів документа.

Список літератури

1. Abonyi, J., Feil, B., Nemett, S. and Arva, P. (2003). Fuzzy clustering based segmentation of timeseries, Lecture Notes in Computer Science. 2810, Springer, Berlin, pp. 275-285.

Ю. А. Максимова, преподаватель
кафедры экономики и предпринимательства¹
А. С. Максимов, старший преподаватель
кафедры математического обеспечения компьютерных систем¹
¹Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова
E-mail: maksimovajuly@ukr.net

ИНТЕГРАЦИЯ РАЗНОРОДНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ ПРЕДПРИЯТИЯ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ «ИНФОРМАЦИОННОГО СЕРВЕРА»

Трудно найти в наше время предприятие, которое не имеет в своей структуре две и более информационных системы. Так это может быть несколько баз данных, которые относятся к разным видам деятельности. Данные могут иметь разные представления, а иногда могут быть также несогласованными как по структуре, так и по логике построения. Этот факт является губительным для оперативной аналитической обработки и требует привлечение дополнительных ресурсов, которые тем более могут иметь разные форматы и требовать более сложного согласования.

Современная автоматизированная среда - это разнообразное количество программных комплексов, разработанных в разное время разными разработчиками на разных платформах в соответствии с тем пониманием бизнес-процессов, которое существовало во время их разработки.

Проблема на каждом предприятии заключается в том, что эти программные комплексы функционируют как отдельные системы, независимые друг от друга, с отдельными, часто несовместимыми данными, отсутствием квалифицированного обслуживающего персонала, технической документации и служб сопровождения, без которых невозможно развитие и совершенствование автоматизированных систем. Такую автоматизацию управления предприятием иногда называют «лоскутной» или «островковой» [1].

Результатом «лоскутной» информационной среды есть низкая эффективность работы ее составляющих, увеличения расходов, на поддержку, эксплуатацию и развитие, невозможность обеспечить необходимую информационную учетно-аналитическую поддержку бизнес-процессов на должном уровне и в срок и, что приводит к потере в эффективности бизнеса в целом.

Именно поэтому у руководства предприятием все чаще возникает вопрос интеграции существующих на предприятии «лоскутных» программных продуктов в единственную (комплексную, интегрированную) Информационную Систему. Подход к построению информационного сервера для интеграции неоднородных источников данных принципиально отличается от подхода динамической интеграции разнородных баз данных.

Список литературы

1. Думченков И. А. Обзор методов интеграции информационных систем, их преимуществ и недостатков. Молодой ученый. 2018. №23. С. 176-177. URL <https://moluch.ru/archive/209/51296/> (дата обращения: 01.03.2020).

3. **Kenny A.** An illustrated brief history of Western philosophy / A. Kenny. – Blackwell Publishing, 2006. – 404 p.

А. В. Могилюк, студент¹; О. С. Гринченко, викладач¹

¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

E-mail: gryphondarkness@gmail.com

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ «БУДИЛЬНИК-СВІТАНОК» НА БАЗІ ПЛАТФОМИ ARDUINO

Напевно, кожен з Вас думав про те, як найлегше прокидатися вранці на навчання або роботу - що б відчувати себе чудово з моменту пробудження.

На даний момент на ринку є багато цікавих пропозицій, але усі вони частенько коштують великих грошей.

Тому я вирішив зробити цифровий годинник імітація сходу сонця — це гаджет, який зробить ваше пробудження уранці поступовим, завдяки тому, що заповнює кімнату м'яким світлом. За деякий час до пробудження ваш організм починає реагувати на наростаюче світло. У встановлений час ви остаточно прокидаєтесь і почуваете себе таким, що виспався і ніскільки не роздратованим, адже вас піднімали з ліжка акуратно, поступово і з турботою. Платформою для реалізації цієї ідеї послужила плата ARDUINO NANO.

У цьому будильнику використовується тепле LED світло, яке поступово стає яскравіше від 10% до 100 % за 30 хвилин до часу включення будильника, що дозволяє дуже ніжно розбудити вас.

В якості мелодії для пробудження я використовується спікер для Arduino, як варіант можна встановити будильник на телефоні з улюбленою мелодією на той же час що і на годиннику.

Цей будильник можна використати як настільну або прикраватну лампу. Він ідеально підходить для дитячого будильника і вносить нотку таємничості в процес пробудження. Додатково часи-будильник можуть використовуватися як нічник.

К. В. Носовська, курсант; Н. В. Смирнова, кандидат економічних наук
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: muza_urania@ukr.net

КОРПОРАТИВНИЙ КОДЕКС ЯК ЕЛЕМЕНТ ПОКРАЩЕННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНОЇ КУЛЬТУРИ ПІДПРИЄМСТВА

На даному етапі розвитку інформаційно-технологічного суспільства персонал все ще залишається одним з найголовніших елементів продуктивних сил будь-якого підприємства. Саме персонал виступає джерелом інноваційних ідей і раціоналізаторських пропозицій. У відповідності до цього, якість, а не кількість персоналу є визначальним фактором ефективної роботи підприємства і формування його позитивного ринкового іміджу.

Відомо, що наявність сучасного обладнання і високоякісної сировини не у повній мірі визначає ефективність кінцевого результату, оскільки поєднати всі ці елементи у єдиний процес має саме висококваліфікований персонал.

Отже, організаційна культура працівників, а саме їх ставлення до виконуваних посадових обов'язків визначає кінцеву результативність діяльності підприємства. Сама ж організаційна культура складається з таких елементів як:

- субординація між підлеглими і керівництвом;
- колективізм чи індивідуалізм працівників;
- стиль керівництва;
- адаптація до змін;
- дотримання законів країни і норм етики.

Ці елементи з плином часу мають властивість набувати форм стереотипів мислення.

Щодо переважання якогось певного типу організаційної культури на вітчизняних підприємствах, слід зазначити, що у більшості випадків переважає поєднання її бюрократичного і опікунського типу. Отже, фактично відбувається поєднання непослудувального. Про яку ефективність роботи можна говорити в такому випадку? Такий стан речей лише призводитьиме до виникнення виробничих конфліктів.

Паралельно з цим в більшості країн світу переважає праксеологічний тип організаційної культури, заснований на взаємоповазі між працівниками підприємства, залученні їх до прийняття управлінських рішень і індивідуальній оцінці результатів їх роботи.

Питання покращення організаційної культури надзвичайно складне і багатогранне. Менталітет змінити не можливо, але можливо внести певні корективи в людську поведінку з допомогою розроблення галузевого Корпоративного кодексу, що містив би інформацію відносно організації управлінської роботи на підприємстві.

Розроблення даного документу має відповідати нормам трудового законодавства України щодо гарантій зайнятості, відпочинку, навчання і саморозвитку працівника, оплати праці.

Саме такий підхід створить однакові умови для оцінки результатів праці, розподілу повноважень і розвитку творчих здібностей працівників певної галузі економіки країни.

О. В. Овчаренко, курсант, О. М. Борисенко, викладач
Кременчуцький льотний коледж ХНУВС
E-mail: o.borisenko.klk@gmail.com

НАПРЯМКИ ЗАСТОСУВАННЯ ЕКЗОСКЕЛЕТІВ

Екзоскелет— пристрій, призначений для поповнення втрачених функцій, збільшення сили м'язів людини і розширення амплітуди рухів за рахунок зовнішнього каркаса і приводних елементів.

Екзоскелет повторює біомеханіку людини для пропорційного збільшення зусиль під час рухів.

Головним напрямом розробок є військове застосування екзоскелетів з метою підвищення мобільності тактичних груп і підрозділів, що діють у пішому порядку, за рахунок компенсації фізичного навантаження солдат, зумовленого значною вагою екіпіровки. Зменшення фізичного навантаження для підвищення рухливості і швидкості також може поєднуватися зі збільшенням сили того, хто використовує екзоскелет.

Модифікації екзоскелетів, а також окремі їх моделі, можуть надавати значну допомогу рятувальникам при розборах завалів зруйнованих будівель. При цьому екзоскелет може захистити рятувальника від падіння уламків.

Робочі приклади екзоскелетів були побудовані, але широке застосування таких моделей поки неможливо. Це, наприклад, екзоскелет XOS компанії Sarcos, який був розроблений на замовлення армії США. За заявами преси, машина вдало спроектована але, через відсутність акумуляторів достатньої ємності, демонстрацію довелося проводити в режимі роботи від мережі. Екзоскелет XOS настільки розбурхав громадськість, що журнал Time включив його в список п'яти кращих інноваційних військових технологій в 2010 році.

Іншим напрямом розробок є розробки в галузі медицини. Представником цієї галузі є ReWalk.



Екзоскелет від ReWalk Robotics був представлений в 2011 році і був призначений для людей з обмеженими можливостями. У січні 2013 року вийшла оновлена версія - ReWalk Rehabilitation, а вже в червні 2014 року FDA схвалило використання екзоскелета на публіці і вдома, тим самим відкривши йому дорогу в комерційному плані. Система важить близько 23,3 кілограма, працює на базі Windows і в трьох режимах: йти, сидіти і стояти. Вартість: від 70 до 85 тисяч доларів.

Рис. 1 Екзоскелет від ReWalk Robotics

В. І. Панченко, викладач вищої категорії, О. В. Давітая, викладач вищої категорії,
В. М. Сиволожська, викладач вищої категорії
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
E-mail: master242@ukr.net

ПРОЦЕС ОБРОБКИ І ПЕРЕВЕЗЕННЯ БАГАЖУ В АЕРОПОРТУ

Обробка багажу є важливим елементом обслуговування пасажирів, і виключно важлива для безперебійного функціонування авіакомпаній в аеропорту. Системи обробки багажу повинні мати можливість сортування великої кількості місць багажу швидко і з високим ступенем надійності. Ефективність роботи систем обробки багажу забезпечить облік наступних принципових моментів:

- багаж повинен переміщатися швидко, просто і з мінімальним числом операцій;
- обробка багажу в будівлі аеровокзалу повинна відповідати операціями на пероні, а також обсягом і характером перевезень;
- потоки багажу не повинні перетинатися з потоками руху пасажирів, вантажів, напрямками руху членів екіпажів або рухомих коштів;
- повинна передбачатися можливість обробки трансферного багажу в зонах сортування спадного багажу;
- надходження багажу на перон не повинно затримуватися процедурами контролю або реєстрації;
- повинні передбачатися пристрої для обробки великогабаритного багажу;
- в разі відмови систем обробки багажу повинна бути передбачена можливість його обробки в інший спосіб.[1]

Лоукост-авіакомпанії економлять на всьому, в тому числі - на перевезенні багажу. Правила перевезення багажу авіакомпанії встановлюють самі, і досить регулярно їх змінюють, як правило, в бік зменшення габаритів безкоштовної ручної поклажі.

Варто відзначити, що провезення багажу також є для авіакомпаній об'єктом для різних маркетингових маніпуляцій. Зазвичай, з метою стимулювати пасажирів забронювати поїздку заздалегідь, перевізник підвищує ціни на квитки в міру наближення дати вильоту. Те ж стосується і багажу, його оформлення вже в аеропорту може обійтися вам чи не в 2 рази дорожче, ніж якби ви зробили це онлайн, при купівлі квитка. Різні програми, що підвищують ваш тариф до рівня «преміум», дозволяють першим здавати і забирати багаж, або брати з собою безкоштовно додаткову ручну поклажу.[2]

Список використаних джерел:

1. Г. С. Вороніцин «Технологія і організація перевезень»: навчальний посібник. –Москва: 2007. – 91с.
2. <https://utst.com.ua/ru/news/post/bagazh-i-loukostery-kak-ponyat-kakoi-chemodan-mozhno-vzyat>

Ю. В. Пічугіна, к.е.н., доцент,
доцент кафедри економіки та підприємництва¹
¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
E-mail: judi22@ukr.net

НОБЕЛІСТИКА ЯК НАУКА

Останнім часом Нобелівська премія і її лауреати завжди на слуху. Фраза «Що, працюєш, сподіваєшся Нобелівську премію дадуть?!» стала відомою не тільки в науковому середовищі, а й серед людей, що мають вельми віддалене відношення до науки. За останні роки опубліковано багато статей і монографій про Альфреда Нобеля і його діяльності, про лауреатів Нобелівських премій; не припиняються суперечки про те, як і за що присуджують ці премії, справедливо чи відібрані кандидати і т.д. Інтерес до нобелівської тематики поступово об'єднував все більше і більше людей, і так з'явилася нобелістика як наука.

Нобелістика (раніше - біографічна інформатика Нобелівських премій і лауреатів) - дослідження, присвячені життю і діяльності Альфреда Нобеля, а також питань, пов'язаних з присудженням і врученням Нобелівських премій.

Центральною проблемою теорії нобелістики є публікація і активність лауреатів в опублікуванні своїх праць. Без публікацій неможливо говорити про особистості як про вченого, літератора або політиці, без публікацій, причому на загальнодоступних мовами, не може бути і Нобелівської премії; без публікацій неможливо оцінювати ефективність діяльності тієї чи іншої особистості в історії.

Оскільки Нобелівська премія виплачується як відсоток з капіталу, що знаходиться в обороті, сума виплати постійно змінюється, але з 2016 року вона стабільна: 1,1 млн \$ США.

«Нобелівської премії з економіки», суворо кажучи, не існує. У заповіті Альфреда Нобеля про економічні премії нічого не сказано. Те, що зараз прийнято називати «Нобелівською премією з економіки», офіційно називається «Меморіальною премією імені Альфреда Нобеля в галузі економічних наук». Вона заснована шведським Державним банком в 1968 році в ознаменування свого трьохсотріччя. Втім, лауреатів премії відбирає Королівська шведська академія наук відповідно до тих же принципами, які закладені при присудженні премій в інших областях.

Всього з 1969 по 2019 рік премія присуджувалася 51 разів, а її лауреатами ставали 84 вчених. Розбіжність між кількістю премій і її лауреатами обумовлена тим, що одна премія може присуджуватися відразу декільком особам. Список лауреатів премії - демонстрація домінуючої ролі Сполучених Штатів в області економічних досліджень. З 84 лауреатів премії 52 були громадянами США.

Сьогодні Нобелівські премії стали видатним глобальним явищем, феноменом світової культури і політики, важливим фактором, покликаним служити прогресу людства, порозумінню та співраці.

А. О. Гусев, студент 3 курсу¹; Ю. В. Пічугіна, к.е.н., доцент,
доцент кафедри економіки та підприємництва¹
¹Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
E-mail: onuepfartemhusiev@ukr.net

ТОВАРНІ ЗАПАСИ ТОРГОВЕЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ: ЕКОНОМІЧНА СУТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ ОБЛІКУ

В поточній нормативно-правовій базі України, зокрема в П(С)БУ 9 «Запаси», відсутній бухгалтерський підхід щодо визначення терміну «товар». Так, ч. 6 ст. 139 Господарського кодексу України визначає товар як «вироблена продукція (товарні запаси), виконані роботи та послуги» [1, ст. 139.6]. Законодавче тлумачення поняття «товар» не відповідає загальноекономічному та бухгалтерському розумінню цієї категорії, оскільки економічний та бухгалтерський підходи чітко розмежують товари від готової продукції, виконаних робіт та послуг. З економічної точки зору товари – матеріальні цінності, які надійшли на підприємство з метою подальшого продажу і отримання прибутку.

Ефективність управління товарними ресурсами торговельного підприємства залежить від методу організації збуту товарів. За цією ознакою торговельні підприємства поділяються на гуртові та роздрібні. Гуртова торгівля – торговельна діяльність підприємств, що передбачає придбання товарів у виробника з метою їх реалізації підприємствам роздрібною торгівлі. Роздрібна торгівля – торговельна діяльність підприємств, що передбачає придбання товарів у підприємств гуртової торгівлі з метою їх реалізації кінцевому споживачу.

Відповідно до Плану рахунків, синтетичний облік товарних запасів ведеться на 28 рахунку «Товари» [2]. Документальне оформлення надходження, внутрішнього переміщення та вибуття товарних запасів здійснюється наступними первинними документами: прибутковий ордер (форма М-4); акт приймання матеріалів (форма М-7); накладна-вимога на відпуск (внутрішнє переміщення) матеріалів (форма М-11); картка складського обліку матеріалів (форма М-12); матеріальний ярлик (форма М-16) та іншими.

Облік товарних запасів підприємства можна поділити на такі його складові: облік надходження товарів – передбачає наступні бухгалтерські проводки (у випадку оплати після оприбуткування), облік реалізації товарів (у випадку отримання коштів після відвантаження товарів).

Список використаних джерел:

1. Господарський кодекс України: Закон України від 16.01.2003 р. № 436-IV. Дата оновлення: 13.02.2020. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/436-15>
2. Інструкція про застосування Плану рахунків бухгалтерського обліку активів, капіталу, зобов'язань і господарських операцій підприємств і організацій: Наказ Міністерства фінансів України № 291 від 30.11.1999 р. Дата оновлення: 29.10.2019 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0893-99>

СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ «РОЗУМНИЙ БУДИНОК» НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ARDUINO

На сьогодні розвиток мікропроцесорних засобів автоматизації призвів до створення комплексних систем, що поліпшують якість життя людини. Під домашньою автоматизацією, або «розумним будинком» (англ. Smart home) розуміють систему домашніх пристроїв, здатних виконувати дії і вирішувати певні повсякденні завдання без участі людини, наприклад автоматичне включення і виключення світла, автоматична корекція роботи опалювальної системи або кондиціонера, інформування про вторгнення, займання або витік води.

Домашня автоматизація у сучасних умовах – надзвичайно гнучка система, яку користувач конструє і налаштовує самостійно, в залежності від власних потреб. Це передбачає, що кожен власник розумного будинку самостійно визначає, які пристрої і де встановити, які завдання і як вони будуть виконувати. Водночас наявна різноманітність елементів для побудови систем автоматизації будинку зумовлює проблеми сумісності інтерфейсів компонентів різних виробників, та необхідність пошуку рішень щодо апаратної та програмної інтеграції частин системи у повнофункціональну систему, головне завдання якої – забезпечення комфорту, безпеки, а також економії енергоресурсів для власників розумного будинку. Актуальність теми дослідження обумовлена високим потенціалом розвитку систем розумного будинку і відсутністю єдиних стандартів інтеграції елементів даних систем. У межах роботи було досліджено ринок готових систем «розумного будинку». Визначено, що суттєвим недоліком готових рішень є жорстка прив'язка до конкретного виробника і необхідність використання чітко визначених периферійних пристроїв. Водночас, останнім чином набувають популярності відкриті стандарти та протоколи апаратної та програмної інтеграції. У відповідності до цієї тенденції виробники електроніки створюють мікропроцесорні плати, такі як Arduino, BeagleBone, Raspberry Pi, що підтримують універсальні інтерфейси взаємодії з периферійними пристроями, можуть програмуватися на популярних мовах програмування (C++, JavaScript), та мають невисоку вартість. Ці переваги дозволяють легко створювати інтелектуальні системи автоматизації різних об'єктів та процесів на основі вказаних мікропроцесорних плат. У результаті проведеного аналізу для системи «розумного будинку» пропонується використовувати контролер Arduino, що володіє мінімальною вартістю, достатньою функціональністю і надає можливість підключення цифрових і аналогових датчиків, а також інших периферійних пристроїв. У результаті роботи був розроблений прототип системи «розумного будинку», що виконує наступні функції: контроль температури, вологості, освітлення в приміщенні, контроль протікання води, управління дверима за допомогою сервомотора, управління будинком за допомогою інфрачервоного пульта, виведення інформації на дисплей, сигналізація.

Таким чином, програмно-апаратний комплекс на базі запропонованого підходу може бути застосований як в звичайних будинках, так і на виробництві.

О. А. Пономаренко, курсант¹; А. С. Хебда, голова циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст першої категорії¹;

О. М. Колеснік, завідуючий лабораторією¹;

Ю. М. Шмельов, к.т.н., ¹викладач-методист, спеціаліст вищої категорії
¹Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету внутрішніх справ

E-mail: alenahebda@gmail.com

CURRENT STATE OF DEVELOPMENT OF HELICOPTER POWER SUPPLY SYSTEMS

Ukraine possesses a full cycle of aviation engineering and occupies a significant place in the global aviation market in the transport and regional passenger aircraft sector, which allows the development and production of aviation technology in areas such as aircraft engineering, on-board radio equipment, focused on the use of satellite communication systems, navigation and observation, ultralight and light aircraft, helicopter construction, unmanned aerial vehicles. Unmanned aerial vehicles (UAVs) are no exception. Today, this technology is applied in many areas of activity and has extremely high prospects for other areas. This diversity is due to the fact that UAVs are very technological, which explains their widespread use. The UAV should consist of three main elements: air vehicle element, payload element and control system (UAV air component). UAVs are characterized by the following advantages over manned aeronautics, such as: the lack of a need for crew and systems for its life support, in aerodromes; relatively low cost and low costs for their creation, production and operation; relatively small weight and dimensions in combination with high reliability, significant length and range of flight, maneuverability and a list of target equipment that can be placed on board, etc.

The height of the flight significantly affects the work of the whole complex of electrical equipment and other airborne equipment of the aircraft.

From the onboard generators all the electronics are emitted on board the aircraft, so the failure of generators will lead to the discharging of all on-board equipment. In this case, in some types of aircraft, manufacturers install retractable wind power units that produce current due to the fact that the wind wheel is spinning under the influence of the counterflow of air on the blade, which makes it possible at least to keep track of critical technical indicators of the state of airborne equipment and aircraft systems.

At present, solar batteries (SBs) are one of the most promising alternative sources of electric energy in aircraft. Taking into account the fact that the SBs have been used in cosmonautics, which occupy a dominant position among other sources of autonomous power supply, we can talk about the further active their implementation in the system of primary emergency power supply aircraft systems, as additional sources of electrical energy.

Therefore, in view of the urgency of the problem of increasing the reliability of the operation of the entire complex of aircraft equipment, in order to increase the safety of operation, it is expedient to consider the issues of modernization of the airborne power supply aircraft, including renewable energy sources.

References

1. Bocharnikov V.P.; Bocharnikov I.V. 2010. Discrete fuzzy filter of UAV flight parameters. Proceedings of the NAU. N 3 (44): 30-39.

РОЛЬ ІНТЕГРОВАННОГО НАВЧАННЯ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ ДИСПЕТЧЕРІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ

У сучасних підходах до оцінки роботи майбутніх диспетчерів із забезпечення польотів основним критерієм є рівень їх підготовленості, раціональне поєднання сформованих теоретичних знань з уміннями застосовувати їх на практиці, що означає потребу пошуку інноваційних, ефективних форм і методів навчання, перегляд і удосконалення програм, навчальних планів, створення інтегрованих курсів дисциплін, що забезпечують якість знань. На сьогоднішній день організація навчального процесу відбувається за діалектичного відмирання застарілого і народження нового, що вимагає наповнення новим змістом начальних програм як нормативних так і вибіркового дисциплін навчальних планів, готовності ВНЗ створити умови підготовки і формування компетентного випускника, особлива роль під час підготовки якого належить фундаментальній підготовці курсантів.

Інтеграція представляє собою процес і результат створення нерозривно зв'язаного, єдиного. Інтеграційний процес означає новостворення цілісної системи, що володіє якостями загальнонаукової, міжнаукової, а отже і міждисциплінарної взаємодії, відповідними механізмами взаємозв'язку, а також змінами в елементах і функціях об'єкта навчання. В процесі навчання інтеграція може здійснюватись шляхом злиття в одному синтезованому курсі елементів різних учбових предметів, сумачії основ наук у розкритті комплексних навчальних тем і проблем.

Впровадження інтегрованого навчання в процес професійної підготовки майбутніх диспетчерів із забезпечення польотів є актуальним, оскільки дає змогу: «спресувати» споріднений матеріал кількох предметів навколо однієї теми, усунути дублювання у вивченні ряду питань; «ущільнити» знання, тобто реконструювати фрагменти знань шляхом породження еквівалентних загально-навчальних, професійних умінь.

Таким чином, інтегроване навчання прискорює формування переконань і світогляду курсантів, сприяє прояву суб'єктивного ставлення до вивчених фактів і способів їх пояснення, самостійного вирішення проблемних ситуацій. Цільовим орієнтиром інтегрованого навчання при цьому має бути всебічна підготовка майбутніх диспетчерів із забезпечення польотів до успішної професійної діяльності.

О. А. Савченко, викладач
Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету
внутрішніх справ
E-mail: newspace1972@gmail.com

**ЗАСТОСУВАННЯ ОСВІТНІХ КЛАСТЕРІВ
У ЗАКЛАДАХ ФАХОВОЇ ПЕРЕДВИЩОЇ ОСВІТИ
(з досвіду роботи з курсантами та студентами
Кременчуцького льотного коледжу
Харківського національного університету внутрішніх справ)**

У європейських країнах, які орієнтовані на перманентне покращання якості життя своїх громадян, зміцнення конкурентних позицій, приділяють значну увагу проблемі розвитку свого науково-освітнього потенціалу, зокрема шляхом створення освітніх, дослідницьких та науково-освітніх кластерів.

Слово кластер запозичено з англійської мови «cluster» і дослівно перекладається, як «скупчення», «пучок», «група»; тобто – це об'єднання будь-яких родинних, близьких, пов'язаних між собою елементів.

За власним бажанням та вподобаннями курсанти та студенти мають змогу брати участь у заходах щодо впровадження програми для моніторингу аналізу й обміну даними щодо становища молоді, розроблення та оцінювання молодіжної політики, що реалізується на муніципальному рівні. І це також є складовою освітнього кластеру, яка передбачає стрімкий ріст конкурентоспроможності фахівців, яких готує КЛК ХНУВС.

На відміну від освітнього кластеру, екологічний – це перспективний напрям, що направлений на вирішення питань охорони природного довкілля, раціонального природокористування тощо. Адже екологічне виховання підростаючого покоління України займає важливе місце в освітньому процесі і має пріоритетним завданням пробудити в усіх вікових групах населення занепокоєність станом природного середовища та поєднати екологічне мислення і екологічну поведінку з розумінням того, що все у світі взаємопов'язане, що певна дія людини викликає непередбачені наслідки впливу на навколишнє середовище.

Доречним є звернути увагу на тих екологічних кластерах, які є доступними для курсантів і студентів КЛК ХНУВС. Річ у тім, що в Україні триває розробка Національної стратегії поводження з відходами. Тому кожен пересічний українець має змогу бути залученим до даної сфери, що входить до екологічного кластеру. Лише навчившись сортувати сміття та менше його продукувати, ми навчимося розв'язувати проблему сміттєвих полігонів по-європейськи, цивілізовано.

Виходячи з вище зазначеного, очевидним є залучення мешканців України до активної участі у різних видах кластерів, що позитивно впливає як на економічний, так і на екологічний стан нашої країни. Для впровадження освітнього кластеру потенційно значимим є матеріально-технічна база, високий рівень професійної компетентності професорсько-викладацького складу, залучення інвесторів у розробку і фінансування досліджень. Саме розробка нових та удосконалення наявних механізмів та інструментів є запорукою розвитку, функціонування та життєдіяльності кожної цивілізованої країни.

РОЗРОБКА СОЦІОГРАМИ ВЗАЄМОДІЇ ДИСПЕТЧЕРІВ УПРАВЛІННЯ ПОВІТРЯНИМ РУХОМ У ЗМІНІ

Нині комплектування льотних екіпажів та інших колективів авіаційних фахівців документами не регламентується. Сумісна діяльність відіграє важливу роль у процесі роботи екіпажу повітряного судна і диспетчерської зміни. Особливості взаємодії в групах авіаційних фахівців найбільше проявляються в особливих випадках польоту. Вид професійної діяльності впливає на психологічний та соціальний тип особистості. Не зважаючи на безліч методик оцінки та підвищення ефективності діяльності льотного складу, в Україні майже не використовуються соціометричний і соціонічний підходи до комплектування льотних екіпажів, диспетчерських змін та інших колективів авіаційних фахівців. Статистичні дані про авіаційні події за останні десятиліття вказують на домінуючу роль впливу людського фактора на загальну кількість авіаційних подій (АП), що становить близько 80 %. Значна кількість інцидентів і випадків пошкодження ПК на землі (до 34 %) також пов'язана з порушеннями взаємодії в різних колективах авіаційних фахівців, які забезпечують виконання польотів.

Мета нашого дослідження полягає в розробці соціонічної моделі взаємодії диспетчерів управління повітряним рухом у зміні.

В нашому дослідженні ми використовували метод побудови соціограми за Бахаревою Н.В., який полягає у визначенні сумісності окремої особистості та невеликої групи. Ми розглядали диспетчерську зміну, як малу групу, узгоджена діяльність якої впливає на безпеку польотів. В основу методики Бахаревої Н.В. оцінки сумісності окремої особистості та невеликої групи покладена шкала прийнятності використанням прямого («я обираю») та рефлекторного («мене обирають») критеріїв:

- +2 – абсолютна прийнятність члена групи для індивіда, який його обирає;
- +1 – прийнятність члена групи для індивіда, який його обирає;
- 0 – байдужість члена групи по відношенню до членів групи;
- 1 – неприйнятність члена групи для індивіда, який його обирає;
- 2 – абсолютна неприйнятність члена групи для індивіда, який його обирає.

Особа, що проходить тестування отримує анкету та заповнює дві колонки оцінками -2;-1;0;+1;+2. в першій колонці респонденти відповідають на питання «Як я ставлюся до членів мого колективу?», в другій колонці відповідають на питання «Як члени мого колективу відносяться, на мою думку, до мене?». Ісходні оцінки по першому критерію заносяться в матрицю «фактичної» прийнятності (соціоматриця), по другому – в матрицю «очікуваної» прийнятності (аутосоціоматриця), на основі яких обчислюються наступні соціометричні індекси (СІ): емоційна експансивність (ЕЕ); соціометричний статус (СС); очікуваний соціометричний статус (ОСС); очікувана емоційна експансивність (ОЕЕ).

В. В. Самойленко, курсант; Ю. М. Гаврилюк к.т.н., викладач; С. Л. Голованов, викладач
Харківський національний університет внутрішніх справ Кременчуцький
льотний коледж
E-mail: vladss1954@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНИХ ПАНЕЛЕЙ В АВІАЦІЙНІЙ ТЕХНІЦІ

Одним із перспективних альтернативних джерел електричної енергії є сонячні панелі (СП). На даний момент сонячні панелі широко використовуються лише на землі та в космічній техніці, де посідають провідне місце серед інших джерел енергії завдяки відсутності погодних умов та постійній присутності сонця. В майбутньому є досить велика перспектива застосування сонячних панелей в повітряних суднах як одне з джерел резервного електроживлення.

Звісно, основою будь-якої сонячної панелі є фотоелемент на базі кремнію або рідкоземельних металів (в останній час також використовують полімери). Саме завдяки цьому сонячні панелі можуть приймати сонячну радіацію і перетворювати її в електричну енергію. На даний момент розрізняють сонячні батареї, які виготовляють з різних матеріалів.

- **Монокристалічні кремнієві СП.** Монокристали вирощують шляхом витягування їх з розплаву. В результаті цього процесу ми отримуємо достатньо чисті кристали, які потім нарізають на пластини товщиною приблизно 0,3 мм. В пластини вставляють електроди та складають їх в силіконові соти. ККД $\approx 16-20\%$

- **Полікристалічні кремнієві СП.** Це дешевша альтернатива попереднього методу виготовлення. Кремній плавлять та формують. ККД таких фотоелементів є меншою ніж у монокристалічних СП. ККД $\approx 14-18\%$

- **Плівкові СП.** У тонкоплівкових технологіях виробництва замість кремнію використовують телурид кадмію або селенід з додаванням сплаву індій/мідь. В першому варіанті ККД $\approx 18\%$, а в другому ККД $\approx 19\%$

- **Полімерні СП.** Їх виготовляють з використанням напівпровідникових матеріалів органічного походження. Найчастіше ними виступають поліфенілени, фулерени на основі вуглецю або фталоціаніни міді. Головна перевага таких панелей – доступність, гнучкість та екологічність. Вони мають дуже малий ККД в порівнянні з іншими методами (приблизно 5%)

Ефективність СП буде зростати та водночас час ціна виготовлення буде зменшуватися. Їх використання в космонавтиці та на землі є абсолютно доцільним, але використання СП на ПС не має такої самої ефективності.

На даний момент використання сонячних панелей є перспективним напрямком в авіації. В майбутньому є можливість застосування сонячних панелей в ПС як одне з джерел резервного електроживлення, але на даний момент сонячним панелям заважає їх ККД та вартість.

В. В. Сарніцький¹, викладач

¹Криворізький коледж Національного авіаційного університету

E-mail: gzaika02@gmail.com

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ОБ'ЄКТИВНОСТІ ТЕСТОВОГО КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ В ОСВІТІ

У наш час тест-контроль знань у будь-якій сфері людської діяльності став найуніверсальнішим методом визначення ступеню цих знань. Його використовують як для оцінки підготовки професіоналів починаючи від таких специфічних сфер як військова справа та правоохоронні структури, робота у таких високотехнологічних сферах як повітряний, водний та інші транспорти, юридична, економічна, адміністративна та інші сфери.

Тест-контроль знань став майже епідемією для оцінки знань у навчальних закладах всіх рівнів. Досить згадати незалежне тестове оцінювання знань випускників загальноосвітніх шкіл, що використовується в Україні з 2008 року.

Але як показує практика до об'єктивності тестового методу оцінки знань є багато питань. Прикладів так би мовити казусів тест-контролю можна привести багато. Візьмемо, наприклад випадок з літаком Люфтганзи котрий навмисне розбив в Альпах пілот цього літака Андріас Любіц , який я відомо відмінно пройшов та здав всі необхідні тестові випробування.

Чи означає це, що від тестового контролю знань слід відмовлятися та шукати інші шляхи об'єктивної оцінки знань. Відповідь однозначна – ні. Мова може йти лише про подальші вдосконалення та пошуки найбільш оптимальних варіантів.

Найбільш поширеними методами підвищення об'єктивності тест-контролю є структурний та методологічний.

Підвищення об'єктивності тест-контролю за структурним методом досягається в основному за рахунок збільшення тестових питань. Але як відомо, у багатьох випадках кількість питань є обмеженою.

З методологічних методів я пропоную наступні.

Перше, це використання не однієї правильної відповіді з чотирьох можливих, а всіх чотирьох, одна з яких є найбільш повною та інформативною. Це вимагає від учня думати, аналізувати та свідомо вибирати оптимальну відповідь. Очевидно, що останнє не можливе без ґрунтовного знання матеріалу на який виконується контроль.

Друге це використання так би мовити провокаційних питань. Це категорія питань, вибір яких не може бути здійсненим навіть за умови самих недостатніх знань учня. Вибір відповіді з даної категорії однозначно вказуватиме, що учень який проходить даний тест зовсім не володіє предметом іспиту і намагається вирішити проблему методом випадкового вибору надіючись на посмішку долі. Звичайно, для надійності винесення такого вердикту бажано задати не одну таку відповідь, яка справді може мати місце як прикра випадковість навіть у добре підготовленого учня, а бажано як мінімум дві відповіді, що свідчатиме про системність помилки. Залежно від конкретної ситуації використання такого зафіксованого випадку може бути різним починаючи від зниження набраних балів і закінчуючи повним анулювання результату тестової роботи.

А. С. Скоропад, курсант¹; А. С. Тимошенко, старший преподаватель¹

¹Лётная академия Национального авиационного университета

E-mail: skoropadartemg7@gmail.com

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ КАК СРЕДСТВО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ В АВИАОТРАСЛИ

В современном мире все больше набирают обороты разработки связанные с применением искусственного интеллекта (ИИ) и человечество на данном этапе развития применяет и внедряет ИИ в различные виды своей деятельности, где использование точных математических методов и моделей затруднительно или вообще невозможно. В сфере транспорта и в частности авиационного, можно добиться больших успехов, т.к это очень актуальная тема, особенно для людей, которые часто используют авиацию для передвижения по миру.

Каждый час в мире из 13500 авиарейсов задержке подлежит более 1600. И статистика вводит в замешательство, ведь ежегодно на это тратится миллионы человеко-часов, и об оптимизации и минимизации этого фактора я решил подумать.

Startup имеет цель упрощения и облегчения пассажирам моментов связанных с регулярными задержками авиарейсов, ведь ясно, что пассажир опаздывающий на встречу из-за задержки по вине перевозчика имеет полное право в правовом поле отсудить компенсацию, поэтому чтобы эти задержки свести к минимуму, предлагается создать приложение, основой которого будет фундамент на основе ИИ. Разработка с точностью до 89% могла бы сообщить пассажирам об ожидающейся задержке, отмене либо изменения в рейсе.

В разработке программы, возможно предсказать возможную задержку рейса раньше, чем об этом объявит авиакомпания. Задержка отобразится только при более чем 80 % вероятности её возникновения. Это позволит пассажиру заранее настроиться на вынужденное ожидание и своевременно обновить планы. Также приложение будет отображать причину задержки/переноса рейса - погодные условия, стыковку и т.д.. Статус рейса можно проверить по номеру или маршруту перелёта, введя эти данные в строке поиска.

Кроме того, приложение позволит пассажиру не беспокоиться о том, каким маршрутом он будет добираться до а/п, какие пробки на пути и как их избежать, как добраться к своему гейту, найти зал ожидания либо зону duty-free - все эти функции можно без проблем включить в мобильное приложение.

Помимо прогнозирования возможной задержки сервис также сможет сообщать о всех параметрах выбранного пассажирами билета: входит ли в стоимость оплата дополнительного багажа и предусмотрен ли выбор места в салоне, узнать условия обмена и возврата купленного билета, а также возможность и стоимость изменения даты авиаперелёта. В приложении клиента также может отображаться информация о его тарифе и ограничениях, которые этот тариф в себя включает.

Данный проект может быть реализован только с включением в процесс серьезного разработчика с финансовыми и интеллектуальными вложениями, ведь это является конкретной идеей, которая имеет огромные перспективы, собственно при условии ее реализации.

А. Д. Слівенко, курсант; А. А. Марченко, викладач;
О. А. Рибовалова, курсант
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: slivenko21@gmail.com

ПРОПЕДЕВТИКА ПСИХО-ЕМОЦІЙНИХ РОЗЛАДІВ У ПІЛОТІВ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

Згідно з відомостями міжнародних ЗМІ причиною приблизно 59,7% авіакатастроф в цивільній авіації є людський фактор.

Що ж є ґрунтом для такої сумної статистики? Фахівці ІСАО повідомляють, що значна кількість помилок стається через наявність у пілота психосоматичних захворювань. Вони, у свою чергу, є наслідком проблем, що заховані у психо-емоційній сфері особистості і засвідчують наявність глибоких конфліктів, які й можуть бути тим людським фактором, про який йдеться в контексті безпеки польотів.

Уявіть, більше 80% льотчиків, що вже мають психосоматичну патологію, продовжують свою професійну діяльність впродовж декількох років. А це суттєво підвищує імовірність неадекватних реакцій в стресових ситуаціях. Адже встановлено, що в небезпечних ситуаціях льотчики, які мають вищезгадані діагнози, в 1,8 разів частіше здорових припускаються помилок. Ця проблема набуває ще більш загрозливого характеру з урахуванням результатів дослідження Бодрова В.А. Отримані дані свідчать, що у 20% обстежених льотчиків відзначені психосоматичні розлади, а в структурі медичної дискваліфікації психосоматична патологія становить 34,1%.

На наш погляд найбільш ефективними будуть дії, орієнтовані не на виправлення ситуації, на її попередження.

Яка ж психологічна основа таких захворювань? Найбільш популярною теорією розвитку психосоматичних захворювань на сьогодні вважається концепція алекситимії. Алекситимія – це відсутність здатності описати свій емоційний стан, труднощі в характеристиці своїх відчуттів та переживань. Це «душевна сліпота». Нездатність людини, що страждає на алекситимію, усвідомлювати свої емоції призводить до того, що вони витісняються. Накопичення тілесних проявів невідрегованих переживань та емоцій, що не отримали розрядки, і призводять, у кінцевому рахунку, до розвитку психосоматичних захворювань.

Алекситимія є вельми розповсюдженим явищем. Таким чином, вона несе реальну загрозу психічному та фізичному здоров'ю людини взагалі, і пілота зокрема. Отже, виявлення алекситимії та її подальша корекція може сформувати навички прийняття емоцій та їхньої адекватної реалізації. Це допоможе скоротити кількість психосоматичних захворювань і, таким чином, знизити ймовірність помилки пілота в стресових ситуаціях.

Отже, своєчасне виявлення порушення психо-емоційного благополуччя індивіда допоможе запобігти розвитку психосоматичних недугів, що, в свою чергу, підвищить ефективність виконання професійної діяльності особистості, а тим паче у цивільній авіації.

Н. В. Смирнова, кандидат економічних наук
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: muza_urania@ukr.net

ОСОБИСТІСНА МОТИВАЦІЯ ЯК ЗАПОРУКА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

Що визначає здатність людини до праці? Освіта, рівень кваліфікації, фізичний стан, мотивація зі сторони керівництва? Так, за однаково рівних умов праці і стимулів зі сторони керівництва результативність роботи працівників часто дає відмінні результати. Створення гарних умов отримання освіти, її доступність, можливість безперервного навчання – це лише початок трудової діяльності, її основа, базис, реалізація якого дозволить працівнику отримувати необхідні для життя матеріальні блага, купляючи їх за отримувану заробітну плату, рівень якої встановлюється в залежності від складності виконуваних робіт і кваліфікації працівника. Чи можна здобути кваліфікацію? Ні, здобувається лише освітньо-кваліфікаційний рівень, а кваліфікація як майстерність визначається вмінням працівника застосовувати набуті раніше знання. Від чого це залежить? Від якості раніше отриманої освіти і, що найголовніше, від мотивів, тобто особистих переконань працівника щодо доцільності його роботи. Самі по собі мотиви не можуть визначитися зовнішніми чинниками соціально-економічного середовища підприємства, оскільки відомі факти свідчать про те, що навіть за сприятливого внутрішнього середовища ефективність роботи підлеглих є задовільною. Причиною цьому є їх низька особистісна мотивація до праці. Особисті переконання, в свою чергу, формуються на основі виховання, генетичної спадковості і типу особистості. До 11 років під впливом факторів зовнішньо-культурного оточення, а саме традицій, норм моралі і етики у суспільстві, родинного виховання і системи освіти, відбувається соціалізація особистості, тобто формування її ставлення до оточуючого матеріального світу. Але така взаємодія індивіда з соціально-культурним оточенням формує лише 7% індивідуальності особистості. Інше – інформаційно-технологічне середовище, яке у наше ХХІ ст. значно полегшує всі процеси, пов'язані з навчанням, вихованням, пошуком і аналізом інформації, організацією виробничо-господарських алгоритмів. По-суті, сучасний працівник, вихований у еру інформаційних технологій, звикає до всіх технологічних інновацій і у нього вже притуплюється або ж взагалі не розвивається прагнення до пізнання, самовдосконалення, пошуку і аналізу інформації. Ці, корисні ще нещодавно уміння, поступово відходять у минуле. У відповідності до цього, знижується мотивація до відповідної діяльності.

Отже, інформаційно-технологічне суспільство, спрощуючи людське життя, тим самим позбавляє більшу частину населення можливості самовдосконалення, що, в свою чергу, негативно позначається на їх бажанні навчатися і, у відповідності до цього, працювати. Тобто, ІТ-середовище прямо впливає на формування мотивів особистості: спрощуючи процес засвоєння інформації у здібних і пригальмовуючи у решти. Відповідні мотиви, що сформувалися у підліткові чи студентські роки прямо і безпосередньо переносяться на подальшу трудову діяльність особистості. У відповідності до цього, прибутковість як показник ефективності діяльності підприємства прямо залежить від рівня мотивованості праці його співробітників і, в першу чергу, їх особистої мотивації.

Н. В. Смирнова, кандидат економічних наук
Криворізький коледж Національного авіаційного університету
E-mail: muza_urania@ukr.net

АЛГОРИТМІЗАЦІЯ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ СУСПІЛЬСТВА

Почавшись наприкінці XIX ст. науково-технічний прогрес набув найбільшого розвитку у XXI ст. До ходу історичних подій, пов'язаних з відповідним явищем були залучені провідні індустріальні країни того часу, де, до-речі, і відбулося виникнення науково-технічної революції – вихідної причини подальшого прогресу людської цивілізації.

У відповідності до цього на даний час спостерігається відчутна неоднорідність техніко-економічного розвитку національних господарств економік країн світу. Так, країни-ініціатори НТР, пройшовши фазу індустріалізації, перейшли до якісно нового типу організації суспільних сил виробництва – технікоорієнтованої економіки, основною особливістю якої є використання ІТ-ресурсів з поглибленням інформатизації господарських процесів. Натомість, паралельно з цим в світі ще залишається значна кількість країн з економікою індустріального або, навіть, аграрного типу.

Зважаючи на такі відмінності у економічному розвитку, можна зробити висновок, відносно неоднорідності технологічної інфраструктури у світовому масштабі. Тобто, в той час, як одні країни втілюватимуть найфантастичніші мрії, як-то машини-трансформери чи, можливо, міжпланетні подорожі, інші залишатимуться на рівні землеробства з використанням фізичної сили людей і тварин. Все це є свідченням того, що для подолання такої технологічної нерівності і, відповідно, з метою покращення загальної економічної ситуації в країнах з перехідною економікою, слід розробити чіткий алгоритм технологічного переоснащення системи господарювання для країн з аграрною, індустріальною або перехідною економічною системою.

Досягти цього можна за рахунок трансферу технологій, а саме їх поширення від розробника до замовника як на безоплатній, так і на комерційній основі. Провідну роль в цьому процесі слід відвести створенню Національного агентства з трансферу технологій, яке б проводило моніторинг світового технологічного ринку і створювало старт-апи з їх подальшою комерціалізацією суб'єктам вітчизняної промисловості.

Маючи загальний алгоритм розвитку технологічної інфраструктури, точніше сказати, певний план дій, спрямований на поступове технологічне оновлення виробничих потужностей, можливо подолати науково-технологічне відставання між економіками країн світу.

Розробником типових положень щодо організації процесу трансферу технологій, прийнятих у 2001 р., є UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development). Даний документ детально описує здійснення відповідного процесу, зважаючи на можливі юридичні, політичні і національні розбіжності.

Перешкодами на цьому шляху можуть стати: відсутність або недостатність фінансування даного процесу; недосконалість національної нормативно-правової бази, усунення яких може стати предметом подальших досліджень.

ПРАВОВИЙ СТАТУС ПАСАЖИРІВ У ГАЛУЗІ ЦИВІЛЬНОЇ АВІАЦІЇ

Реалізація свободи людини на пересування неможлива без надання відповідних послуг транспортом. Транспортні послуги завжди схожі між собою, тому що вони безпосередньо пов'язані з процесом доставки. У той же час здійснюється доставка не повністю ідентичних об'єктів. Об'єктами транспортування можуть виступати вантажі, пасажирів, багаж.

Найбільш затребуваним суб'єктом при споживанні транспортних послуг виступає пасажир, права та обов'язки якого визначаються на підставі договору перевезення. Повітряним кодексом України виокремлено, зокрема, дві групи пасажирів: пасажирів та пасажирів з обмеженими можливостями.

Аналізуючи чинне законодавство можна встановити, що обсяг прав пасажирів повітряного судна можна поділити на загальні (передбачені чинним законодавством України) та спеціальні (передбачені виключно авіаційним законодавством); права пасажирів повітряного судна поділяються на 2 великі групи: 1) права, пов'язані з сервісом та обслуговуванням; 2) права, пов'язані з безпекою.

Як споживачі послуг у галузі цивільної авіації всі пасажирів користуються правами споживачів. Так, у ст. 42 Конституції України передбачено: «Держава захищає права споживачів, здійснює контроль за якістю і безпечністю продукції та усіх видів послуг і робіт...». Крім того, вони мають усі права, передбачені Законом України «Про захист прав споживачів».

Відповідно до ст. 98 Повітряного кодексу України, повітряні перевезення виконуються на підставі договору між авіаперевізником і пасажиром або вантажовідправником. Формою договору найчастіше є: 1) квиток (паперовий або електронний) – уразі перевезення пасажирів; 2) багажна квитанція (паперова або електронна) - у разі перевезення речей як багажу пасажирів.

Основні права пасажирів визначені ст. 911 Цивільного кодексу України, Правилами повітряних перевезень пасажирів і багажу. Обсяг прав виникає з моменту купівлі квитка. Важливим є визначення моменту виникнення прав пасажирів. Пасажирів з обмеженими можливостями окрім загальних прав, зазначених в вище згаданих нормативно-правових актах, мають також додаткові, а саме: 1) право на спеціальні умови пересування, в тому числі за допомогою супроводжуючої особи або собаки-поводиря; 2) на здійснення інформаційного запиту про необхідність допомоги під час транспортування. Спеціальні умови перевезення також стосуються вагітних жінок і дітей.

Друга група прав пасажирів пов'язана з безпекою. Забезпечення безпеки здійснюється протягом тривалого часу до посадки пасажирів на літак. Урядовий орган (Державіаслужба) здійснює контроль за дотриманням авіаперевізниками положень правил перевезень пасажирів, багажу, вантажів і пошти та їх відповідністю вимогам і нормам, установленим міжнародними договорами, обов'язковими для України, та авіаційними правилами України.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ВАРИАТОР В КАЧЕСТВЕ ПРИВОДА ПОСТОЯННЫХ ОБОРОТОВ НА ЛА

В наше время на существующих летательных аппаратах (ЛА) стабильность вращения генераторов обеспечивается приводами постоянных оборотов (ППО) размещённых между авиационным двигателем (АД) и генератором. Серийно используются ППО следующих типов: Механические; Турбомеханические; Гидравлические.

Механические передачи постоянной частоты вращения представляют собой фрикционные редукторы с плавно изменяющимся передаточным числом (так называемые механические вариаторы).

В турбомеханических передачах постоянной частоты вращения привод генератора осуществляется от воздушной турбины, забирающей воздух от компрессора авиадвигателя. В турбомеханической передаче (дифференциальной) часть мощности (нерегулируемой) снимается с вала двигателя, а часть мощности (регулируемой) для воздушно-турбинного привода дифференциала снимается от компрессора авиадвигателя в виде энергии сжатого воздуха. Регулятор угловой скорости имеет в качестве чувствительного элемента центробежный датчик.

Гидравлические передачи применяются двух типов: прямого действия и дифференциальные. Наиболее широкое распространение получили дифференциальные передачи. Гидравлические передачи состоят из двух машин: гидронасоса и гидродвигателя. Применяются гидравлические машины как с плунжерными, так и с шариковыми поршнями. Большее применение в гидравлических передачах для привода авиационных генераторов переменного тока получили плунжерные машины из-за несколько более простой технологии и большого опыта их изготовления.

Недостатком всех ППО, с точки зрения производства, является необходимость сочетания высоких технологий обработки металла. Поэтому для АД с незначительным диапазоном частоты вращения можно предложить электромагнитный вариатор с встроенным синхронным

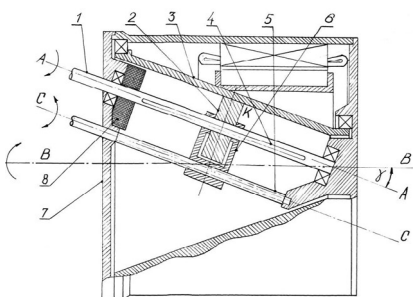


Рис. 1. Электромагнитный вариатор

генератором, разместив его внутри обтекателя воздухозаборника АД. Предложенный электромагнитный вариатор представляет собой фрикционный механизм конической бесступенчатой передачи внутреннего сцепления с осями, пересекающимися, и с винтовой подачей ролика, который отличается тем, что с целью исключения проскальзывания шкивов при изменении нагрузки, исключение механических регуляторов силы прижима шкивов и снижения высоких требований к точности изготовления и жесткости вариатора применяется обмотка постоянного тока, которая расположена на подшипниковом щите, охватывает ведущий вал и создает электромагнитную силу прижима шкивов.

В. Я. Телешун, курсант¹; А. В. Пономаренко, преподаватель¹
¹Кременчугский летный колледж
Харьковского национального университета внутренних дел
E-mail: vladteleshun@gmail.com

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТОК ОГРАНИЧИТЕЛЕЙ И СПЕЦИАЛЬНЫХ АВТОМАТОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ РАСХОДОМ ТОПЛИВА

В целях предупреждения возникновения и развития неустойчивой работы компрессора, а также самовыключения двигателя при попадании пороховых газов во входное устройство применяются автоматы сброса или отсечки топлива, прикрытия лопаток статора группы первых ступеней регулируемого компрессора и раскрытия створок сопла.

Данные автоматы способствуют:

- кратковременному повышению запасов устойчивости компрессора перед пуском ракет.

- кратковременной отсечке подачи топлива для прекращения возникшего помпажа.

Воздействие пороховых газов на агрегаты турбокомпрессора силовой установки может быть:

- аэродинамическое, проявляется в разрушении системы косых скачков уплотнения на входе в воздухозаборник и возможном косом его обдуве.

- тепловое, проявляется в интенсивном и неравномерном подогреве воздуха, поступающего в компрессор.

- химическое, связано с загрязнением воздуха пороховыми газами.

Изменение состава топливовоздушной смеси в основной и форсажной камерах сгорания сопровождается ростом температуры и уменьшением суммарного коэффициента избытка воздуха, особенно в форсажной камере.

Учитывая, что количество пороховых газов при сгорании твердого топлива не изменяется при изменении высоты и скорости полета (1 кг твердого топлива дает около 800 л пороховых газов), а расход воздуха с увеличением высоты сильно уменьшается, переобогащение топливовоздушной смеси, особенно в форсажной камере, обуславливает приближение режима ее работы к границе богатого срыва.

Включение автоматов сброса и отсечки топлива должно быть согласовано с моментом попадания струи пороховых газов на вход в компрессор так, чтобы в момент наибольшего теплового воздействия её на компрессор двигатель работал на режиме, при котором реализуется наибольший запас устойчивости компрессора по помпажу.

Автоматы сброса топлива, воздействуют на настройку регуляторов постоянства расхода топлива или на задающее устройство автоматической системы управления частотой вращения ротора, перенастраивая их на меньший расход топлива.

Агрегаты отсечки топлива служат для кратковременной отсечки подачи топлива к форсункам основных камер сгорания при помпаже компрессора.

ВИКОРИСТАННЯ STEM-ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ДИСПЕТЧЕРІВ ІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПОЛЬОТІВ

В даний час проблема підготовки висококваліфікованих фахівців набуває все більшого значення. Сучасне суспільство висуває випускнику авіаційного ВНЗ високі вимоги, серед яких важливе місце займають професіоналізм, відповідальний підхід до виконання робочих завдань тощо.

Безпека польотів авіаційних комплексів (літаків) є комплексною характеристикою повітряного транспорту й авіаційних робіт, що визначає здатність виконувати польоти без спричинення навмисної загрози для життя людей. Вона характеризується рівнем безпеки польоту, що визначається імовірністю того, що в польоті не виникає катастрофічна ситуація або пов'язаним з нею рівнем ризику. Саме диспетчер із забезпечення польотів забезпечує оперативне регулювання роботи екіпажу повітряного судна під час підготовки та виконання польоту. Складає плани польотів і подає їх до відповідних підрозділів обслуговування повітряного руху. Забезпечує контроль підготовки та виконання рейсів з дотриманням вимог безпеки польотів. Майбутня робота вимагає безумовної відповідальності, дисциплінованості, досконалого володіння англійською. Серед найважливіших якостей особистості сучасного фахівця можна виділити ініціативу та відповідальність, потребу у постійному оновленні професійних знань. Однак, сам процес такої підготовки сьогодні вимагає втілення нових тенденцій розвитку освіти, нових технологій навчання, отже сам підхід до викладання дисциплін у процесі навчання курсантів повинен бути видозмінений, саме тому використання STEM-технологій у професійній підготовці майбутніх диспетчерів із забезпечення польотів (ЗП) є актуальною проблемою.

Особливістю STEM-освіти є поєднання інтегрованого навчання із застосуванням науково-технічних знань у реальному житті. В майбутньому такий зв'язок формує інноваційні виробничі галузі і професії, пов'язані зі STEM. До найбільш поширених у XXI столітті STEM-галузей відносять аерокосмічну техніку, астрофізику, біохімію, біомеханіку, цивільне будівництво, нанотехнологію, нейротехнологію, робототехніку тощо.

Впровадження STEM-технологій в процес професійної підготовки диспетчерів із ЗП є надзвичайно актуальне, оскільки майбутній спеціаліст повинен вміти виконувати свої професійні обов'язки, вміти користуватися необхідними технологіями для рішення поставлених задач та постійно самовдосконалюватися протягом всього життя. Використання STEM-технологій у навчанні сприяє розвитку навичок критичного мислення та пізнавальних інтересів майбутніх авіаційних фахівців, спонукає виявляти уяву та творчість, розвиває вміння швидко аналізувати ситуацію, що є надважливими уміннями для майбутніх диспетчерів із ЗП.

В. О. Трикоз, курсант¹; А. С. Хебда, голова циклової комісії авіаційного і радіоелектронного обладнання, спеціаліст першої категорії¹; І. А. Колонтаєвський, викладач-методист, спеціаліст вищої категорії¹; Ю. М. Шмельов, к.т.н., викладач-методист, спеціаліст вищої категорії¹

¹Кременчуцький льотний коледж

Харківського національного університету внутрішніх справ

E-mail: alenahebda@gmail.com

SMART ENERGY SUPPLY SYSTEM FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

Taking into account the features of modern aircraft, the authors recommend the structure of the power supply system of the aircraft.

In modern aircraft, the structure of the power supply is built in such a way that the main sources of electric energy (EE) are generators, whose work is directly connected with the operation of the internal combustion engines (aircraft engines). In case of failure of internal combustion engines, aircraft in-flight power system is powered solely from the batteries, which is the emergency source EE onboard. Meanwhile, the emergency power supply system on the basis of batteries designed to supply electro starter and equipment ignition when starting the aircraft engines, it is vitally important to consumers during the flight. The lifetime is an important characteristic for battery and depends on many internal and external factors [1]. Complicated specific operating conditions dictate the necessity of monitoring the status of aircraft on-board batteries. It is also proposed in addition to aircraft engines, is standard on the aircraft, in parallel to set the motors and as an additional source of the primary side of the power supply system, renewable energy sources. Given the basic tendencies of development of aircraft in the world today, among the major indicators of the Autonomous aircraft power systems is their energy efficiency, reliability and manageability.

Although in the generator mode, the short-circuit induction motor (AMSCR) is rarely used due to the presence of an external cool-down characteristic and imperfect condenser excitation, but such application has a number of undeniable advantages over synchronous generators such as: simplicity and reliability of the design.

The modern concept of aircraft development sets forth the requirements related to the miniaturization of on-board power and electronics systems, as well as requirements for the use of advanced technologies for manufacturing aircraft designs. Given the application of nanotechnology in the production of SB, there is a prospect of increasing the efficiency of their functioning and at the same time, a significant reduction in their cost. The implementation, if possible, of such implementation (depending on the design of the aircraft) as additional sources of the main electrical power supply system, the retractable wind power installations and the use as power systems of electric motors to install asynchronous motors with a short-circuited rotor, with the possibility of their use in generator mode, is also relevant.

References

1. Touat M.A.; Bocharnikov I.V.; Bodnar L.S. Parametric optimization of multivariable robust control using genetic algorithm. - IX International Scientific Conference of graduates and young scientists «Polit»: Proceeding of abstracts. Kyiv NAU-Druk: 215-216.

О. В. Фурсова, студент; І. А. Гладис, викладач
Криворізький коледж Національного авіаційного Університету
E-mail: Elena29070508@gmail.com

МОНІТОРИНГ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ СИСТЕМ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ЗЕМЕЛЬ

Для проведення різноманітних досліджень в галузі використання земель, успішного планування і правильної організації сільськогосподарського виробництва фахівцям сільського господарства необхідно мати в розпорядженні дані про площі, зайняті під різними сільськогосподарськими культурами, та відомості про щорічні зміни цих площ. Для отримання такого роду інформації використовуються методи дистанційного зондування.

Для прогнозування урожаю необхідно протягом певного періоду проводити лазерне сканування, фотографування і спектрофотометрування місцевості, фіксуючи, за панування яких метеорологічних умов і інших природних чинників, що визначають урожай сільськогосподарських культур, був отриманий той або інший знімок і який урожай був отриманий з цих полів згодом.

Аналіз даних, отриманих в результаті застосування космічних апаратів для вивчення використання сільськогосподарських земель, дозволив ученим зробити такі висновки:

- близько 90 % даних, необхідних для всебічного аналізу використання сільськогосподарських земель, можна отримати за допомогою техніки дистанційного зондування;
- приблизно 2–5 % відомостей про характер землеволодіння, про призначення сільськогосподарських культур (на корм або насіння тощо) неможливо отримати на основі методів дистанційного зондування.

На сучасному етапі розвитку та впровадження інформаційних технологій у різних галузях народного господарства на одне з перших місць виходять завдання оперативного одержання інформації про стан земельних ресурсів, їхнього якісного оброблення й аналізу з метою всебічного наукового обґрунтування прийнятих рішень у галузі планування подальшого використання земель.

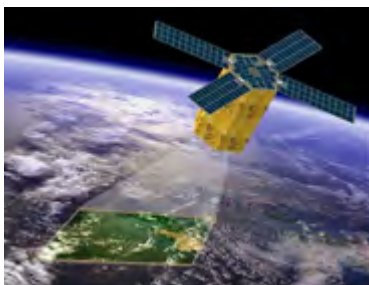


Рис. 1. Дистанційне зондування земель

А. А. Царенко, преподаватель¹
¹Кременчугский лётный колледж
Харьковского национального университета внутренних дел
E-mail: andreklk78@gmail.com

ФУНКЦИИ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЯ TURBOMESA ARRIEL 2D ВЕРТОЛЕТА Н-125

С целью оперативного и адекватного реагирования на вызовы и угрозы, которые стоят перед Украинским обществом, в системе МВД Украины запланировано создание единой системы авиационной безопасности населения.

В рамках построения системы планируется использование приобретенных по контракту с компанией Airbus Helicopters вертолетов Н-125 в авиационных подразделениях Государственной пограничной службы.

На вертолете установлен один двигатель Turbomeca Arriel 2D.

Двойная цифровая система регулирования двигателем выполняет следующие функции:

- обеспечивает поддержание требуемой частоты вращения несущего винта путем поддержания частоты вращения свободной турбины не зависимо от положения педалей и высоты;
- ограничивает максимальный крутящий момент, передаваемый с главного редуктора;
- выполняет комплексную защиту двигателя;
- поддерживает нужную частоту вращения турбокомпрессора с ограничением по максимальному (защита от превышения нагрузок) и по минимальному значению (защита от выключения).

Для этого расход топлива, подаваемого в камеру сгорания, регулируется таким образом, чтобы обеспечить необходимую мощность при соблюдении рабочих предельных значений двигателя.

Используется принцип регулирования условно постоянной частоты вращения свободной турбины независимо от потребности двигателя в мощности, посредством изменения частоты вращения турбокомпрессора.

При изменении входных параметров (крутящий момент, атмосферное давление, температура наружного воздуха, частота вращения турбокомпрессора, частота вращения свободной турбины, температура газов) и положения потенциометров позиционирования (общий шаг, положение педального механизма) блок управления рассчитывает заданное частоты вращения турбокомпрессора, сравнивает его с фактическим значением и, используя пропорциональную зависимость, постепенно устанавливает новое положение топливного дозирующего клапана с помощью шагового двигателя, чтобы удержать значение частоты вращения свободной турбины на заданном уровне.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ВИЗНАЧЕННЯ ВАГИ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Згідно із статистикою ІСАО більше, ніж 80% аварій та катастроф спричинено людським фактором. Тому вітчизняні та зарубіжні вчені прийшли до виключення людини з контуру літального апарату, створивши безпілотні авіаційні системи (БАС), далі безпілотні літальні апарати (БПЛА). За для якісного виконання ними своїх функціональних завдань необхідно виконання декількох умов, однією з яких є визначення та контроль ваги та центру мас БПЛА перед проходженням випробування.

Завдання нашої роботи полягає у вивченні існуючих способів визначення ваги та центру мас БПЛА. Одним з таких способів є визначення центру мас БПЛА, згідно з яким безпілотний літальний апарат підвішують за допомогою підйомного пристрою. Цей пристрій, оснащений підшипником в опорній точці, багаторазово змінюють нахил БПЛА, використовуючи додаткові вантажі, після чого кожного разу визначають кут нахилу безпілотного літального апарату, вимірюючи висоту двох зазначених точок на фюзеляжі нівеліром, записують ваги додаткових вантажів і відповідні кути, розраховують центр мас шляхом перетину графіків зміни ваги додаткових вантажів відносно тангенса кута нахилу з головними осями.

Іншим способом є відомий спосіб визначення координат центру мас літака на платформних вагах, при якому літак заковчують кожною його опорною точкою на окрему динамометричну платформу. Визначення координат центру мас ґрунтується на вимірюванні заземлення реакції основних (задніх) опор і носової опори на окремих вагах. Головним недоліком цього способу для БПЛА та ВДПМ є складність процесу підготовки до вимірювань у зв'язку з відсутністю шасі у більшості БПЛА і ВДПМ. Також ми ознайомилися з ще одним відомим способом визначення координат центру мас БПЛА та ВДЛА, шляхом підвішування безпілотного літального апарату спеціальним карданним підвісом і опусканням виска з його центру на координатний пристрій, закріплений на БПЛА. При цьому безпілотний літальний апарат із системою підвіски вважається миттєво жорстким тілом, а виміри та побудови виконують для трьох положень БПЛА відносно цієї земної вертикалі. Головним недоліком цього способу є низька точність визначення центру мас БПЛА у зв'язку з отриманням різних точок за результатами повторення експерименту.

Існуючі способи визначення центру мас БПЛА є механічними та можуть бути використані лише в тому випадку, коли безпілотний літальний апарат є осесиметричним об'єктом. Якщо ж безпілотний літальний апарат буде представлений квадрокоптером, гексокоптером, тощо, тоді виникає питання якісного визначення центру мас цих БПЛА або ВДЛА.

Для вирішення цієї проблеми пропонуємо створення автоматичного приладу визначення центру мас та ваги БПЛА, що і є подальшим напрямом нашого дослідження.

В. В. Чепурний, курсант; В. І. Панченко, викладач вищої категорії
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
E-mail: master242@ukr.net

СОНЯЧНА БАТАРЕЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНИЙ ГЕНЕРАТОР ЕНЕРГІЇ

Сонячна батарея (панель) є фотоелектричним генератором, принцип роботи заснований на фізичних властивостях напівпровідників.

На сьогоднішній день відомо три основні види сонячних батарей - це тонкоплівкові, монокристалічні і полікристалічні сонячні панелі. Самими вигідними серед них є монокристалічні сонячні батареї. Вони мають велику кількість силіконових осередків. За допомогою силіконового осередку виконують функцію перетворювання електричної енергії з сонячних променів, яка потрапляє на їх поверхню. Оптимальною вважають кількість осередків у монокристалічних батареях приблизно 36. Така кількість добре відбивається на виробленні електроенергії. Монокристалічні батареї мають переваги серед інших, тому що вони досить легкі й компактні, здатні трохи згинатися. За допомогою цієї властивості, не складе особливих труднощів установки даних батарей на нерівних поверхнях.

Батареї з монокристалів мають властивості надійності й міцності склопластиковий корпус. Більш надійними і довговічними сонячні батареї робить відсутність рухомих елементів.

Тонкоплівкові сонячні батареї – мають перевагу серед інших, через те що вони є самим дешевим варіантом з усіх існуючих видів батарей. Це можна помітити, коли подивившись на попит даного виду батарей у споживачів.

Полікристалічні сонячні батареї також вважаються альтернативним варіантом монокристалічних батарей.

Виходячи із цих видів сонячних батарей та їх призначення, я пропоную їх використовувати в авіації. А саме використовувати на крилах та апаратах і покрити захисною плівкою із полімеру фтору. Але щоб використовувати ці сонячні батареї потрібно враховувати всі плюси та мінуси, як вони будуть впливати на динаміку літака, яку будуть мати масу. До позитивних моментів можна віднести: доступність, всепогодність, не вимагають запасів палива. Доступність, тому що сонце є практично скрізь. Також має приємний момент - автономність. Не треба підключатись до централізованої системи електропостачання і залежати від енергопостачальних компаній. Екологічний, через те що фотоелементи не роблять канцерогенних викидів, не підвищують рівень парникових газів. Недоліком цих батарей є те, що відбувається зниження ефективності в похмуру погоду і виникає необхідність в акумулюванні енергії.

Отже, за допомогою сонячних батарей можна літати за рахунок енергії Сонця необмежено довго, заряджаючи батареї вдень і споживаючи енергію вночі. Більше 10 тисяч кремнієвих сонячних елементів заряджають акумуляторні батареї протягом дня, цієї енергії вистачає на політ вночі, тому одномісний літак теоретично може знаходитися в повітрі як завгодно довго.

В. В. Чепурний, курсант; В. І. Панченко, викладач вищої категорії
Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
E-mail: master242@ukr.net

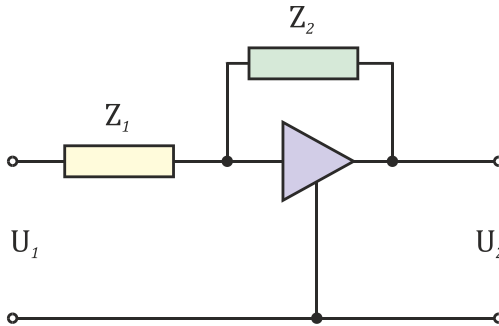
ПРОЦЕС СТВОРЕННЯ ТА РОБОТИ АКТИВНИХ ЧОТИРИПОЛЮСНИКІВ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

В активних чотириполосників використовуються операційні підсилювачі з дуже великим передавальним коефіцієнтом ($k_y = 50 \cdot 10^3$ і більше), тому передавальна функція чотириполосника з достатньою точністю дорівнює

$$W_a = -z_2 / z_1.$$

Знак мінус вказує на те, що знак напруги u_2 протилежний знаку u_1 (фаза сигналу змінюється на 180°).

Активні чотириполосники вдається виконувати так, що вони здійснюють майже ідеальне диференціювання або інтегрування сигналу, тим більше в обмеженій смузі частот. Передавальний коефіцієнт може бути значним.



Мал. 1 Активні чотириполосники постійного струму.

Легко здійснити підсумовування декількох сигналів на вході. Все це дуже серйозні переваги активних чотириполосників. Однак вони значно складніше і дорожче пасивних чотириполосників.

Варіюючи оператори опорів $z_1(s)$ і $z_2(s)$ і параметри їх елементів, можна отримати активні чотириполосники з більш складними передавальними функціями.[1]

На практиці для вироблення потрібних сигналів застосовують найпростіші схеми активних чотириполосників, їх передавальні функції і частотні характеристики можуть істотно відрізнитися. Схеми можуть бути диференціююча, інтегруюча та інтегродиференціююча. Іноді під час створення нової моделі літального апарату доводиться застосовувати несподівані варіації активних чотириполосників.

Список використаних джерел:

1. Воронов А.А. Основы теории автоматического управления. Автоматическое регулирование непрерывных линейных систем. – М.: Энергия, 1986. – 309 с.

Б. Б. Черниш, аспірант¹, мол. науковий співр.²;

С. М. Контуш, доктор фіз.-мат. наук, професор, головний науковий співр.²

¹Одеська національна академія харчових технологій,

²Науково-дослідний інститут фізики ОНУ ім. І. І. Мечникова

E-mail: bbchernish@gmail.com

ОЗОН – ОКИСНИК СИЛЬНІШИЙ ЗА КИСЕНЬ

В роботі представлено дослідження з пошуком нових сфер застосування озону та розробкою приладу для покращення роботи двигунів внутрішнього згорання. Наукову розгадку секрету „живого” повітря дав відомий радянський учений Чижевський О. Л. Відомо, що основою „живого” повітря є негативно заряджені іони кисню. Основою джерела іонів являється електричний генератор високої напруги. Оскільки всі проблеми, що пов’язані з озонуванням охопити не можливо було обрано задачі по покращенню роботи ДВЗ. Конкретно на встановленні «іонізатора» перед повітряним фільтром. При цьому, як зазначають інформаційні джерела на вході фільтру має затриматись до 75% пилу, та покращити процес згорання в ДВЗ, що очевидно покращить його роботу. Також були проведені дослідження які пов’язані зі збільшенням концентрації озону за рахунок опромінення повітря ультрафіолетом, що дало гарні результати.

Результати дослідів

Збільшилась потужність двигуна на 0,7%-2%.

Зменшилась витрата палива на 2%-3%.

Зменшилось спрацювання стінок циліндра та кілець.

Зменшилась кількість нагару на клапанах, верхній частині поршня та головки блока циліндрів, системі випуску на 90%.

Збільшився час використання повітряного фільтра.

Зменшилась кількість шкідливих викидів у повітря, (азотних сполук та твердих часток).

Б. Б. Черныш, аспирант¹, мл. научный сотрудник²;

А. Ю. Ахмеров, кандидат физ.-мат. наук, зав. лаб., ст. научный сотрудник²,

С. А. Жуков, кандидат физ.-мат. наук, ст. научный сотрудник²

¹Одесская национальная академия пищевых технологий,

²Научно-исследовательский институт физики ОНУ им. И. И. Мечникова

E-mail: bbchernish@gmail.com

ЭЛЕКТРОИНДУЦИРОВАННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ МИКРОКРИСТАЛЛОВ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ЭМУЛЬСИЙ

Задача повышения чувствительности и сохраняемости фотоматериалов для аэрофотосъемки сохраняет свою актуальность, несмотря на широкое применение и развитие цифровых технологий. Поэтому был проведен ряд исследований, посвященных данной проблеме. Предварительная серия экспериментов по обнаружению электроиндуцированной люминесценции микрокристаллов AgBrI-эмульсий показала, что повышение напряженности электрического поля (как постоянного, так и переменного с частотой 50 Гц) до некоторых пороговых значений ($\sim 10^5$ В/см) неизбежно приводит к пробое образцов. При этом в момент пробоя образцов визуально обнаруживается зеленое свечение, локализованное в месте развития лавины. Такой результат, по-видимому, был связан с ослаблением внешнего поля за счет электронной и ионной поляризации и, как следствие, – резкого уменьшения внутреннего эффективного поля. Применение кратковременных импульсов поля позволило обнаружить низкотемпературную электроиндуцированную люминесценцию галогенидов серебра. В наших экспериментах были исследованы промышленные высокочувствительные фотоматериалы: РМ-1, РМ-В, РФ-3, РФ-1 и другие. Фотографические слои толщиной 150 мкм подвергались в жидком азоте воздействию импульсного электрического поля длительностью $5 \cdot 10^{-6}$ с и амплитудой $20 \div 30$ кВ, что приводило к появлению люминесцентной вспышки.

Полученные результаты позволили предположить, что электроиндуцированная люминесценция обусловлена излучательной рекомбинацией носителей, созданных в решетке галогенида серебра в результате ударной ионизации, а указанный эффект – это люминесцентный аналог явления увеличения светочувствительности в размножающем электрическом поле. Сделанный вывод подтверждается результатами экспериментов, выполненных на различных фотографических эмульсиях. Как и следовало ожидать, вероятность возбуждения электроиндуцированной люминесценции в электрическом поле определенной напряженности значительно больше для крупнозернистых фотоэмульсий, чем для мелкозернистых. В наших экспериментах установлено также, что величина I_{λ} тем больше, чем больше диэлектрическая проницаемость связующего.

Для фотоэмульсионных слоев установлен одинаковый характер изменения плотности почернения при экспонировании во внешнем электрическом поле и интенсивности низкотемпературной электроиндуцированной люминесценции при увеличении E в области $E \geq 10^6$ В/см. Это доказывает одинаковый механизм наблюдаемых явлений, который связан с размножением носителей заряда во внешнем электрическом поле.

Изучено влияние электронной и ионной поляризации галогенидов серебра, возникающей во внешнем электрическом поле, на эффект электроиндуцированной люминесценции. Исследовано влияние электрического поля на фотолюминесценцию галогенидов серебра. Показана зависимость эффекта воздействия внешнего электрического поля на фотолюминесценцию от концентрации созданных светом носителей заряда.

Б. Б. Черниш, аспірант¹, мол. науковий співр.²;
С. М. Контуш, доктор фіз.-мат. наук, професор, головний науковий співр.²,
О. Ю. Ахмеров, кандидат фіз.-мат. наук, зав. лаб., ст. науковий співр.²,
¹Одеська національна академія харчових технологій,
²Науково-дослідний інститут фізики ОНУ ім. І. І. Мечникова
E-mail: bbchernish@gmail.com

РОЗРОБКА ОПЕРАТИВНИХ ОПТИЧНИХ МЕТОДІВ РЕЄСТРАЦІЇ БІОАЕРОЗОЛІВ І ЧАСТИНОК БАГАТОКОМПОНЕНТНОГО ХІМІЧНОГО СКЛАДУ

Важливими завданнями екологічного моніторингу є дослідження пилового забруднення повітря в екосистемах, контроль шкідливих викидів та спостереження стану повітряного середовища у виробничих і медичних приміщеннях. Для цього використовуються лазерні лічильники аерозольних частинок, які відзначаються високою чутливістю і швидкодією, можуть надавати безперервний потік даних в реальному часі, виконувати їх первинну обробку і допускають інтегрування у всеохоплюючі спостережні мережі.

За даними Організації економічного співробітництва та розвитку в найближчі 45 років населення планети зменшиться на 200 мільйонів внаслідок забруднення повітря. Тому моніторинг забруднення повітря та забезпечення організацій різного профілю (екологічних, транспортних та промислових, зокрема у мікробіологічний, хімічний, фармацевтичний, мікроелектронній галузях) сучасними приладами, параметри яких перевищують зарубіжні аналоги, а ціна значно менша, виграють визначальну роль в рішенні цієї проблеми.

На цей час для вимірювань у фізиці аерозолів безпосередньо у потоках аерозолів використовуються оптичні методи, в яких реєструється світло, що розсіяне окремими частинками, або колективом частинок. У відповідних приборах використовується фотоелектричний метод реєстрації розсіяного окремими частинками світла під дією лазерного випромінювання. Зазвичай у такий спосіб вимірюють розміри та концентрації частинок поширених у природі неорганічних речовин. В останні роки почався розвиток подібних методів вимірювань для частинок різного хімічного складу та біоаерозолів. Відомі лічильники частинок аерозолів, в яких потік частинок висвітлюється ультрафіолетовим (УФ) випромінюванням, а фотоприймач реєструє їх флуоресценцію, індикатриси та інтенсивність розсіювання під дією випромінювання різних довжин хвиль. Пропонується проведення нових різноманітних досліджень з використанням двоприменевих джерел світла для експресної ідентифікації природи та характерних рис частинок з метою виготовлення діючого макету лічильника аерозольних частинок біологічного походження, що може бути виготовлений на вітчизняних підприємствах.

М. М. Чорний, курсант¹; Є. Є. Волканін, к.т.н., викладач¹
¹Кременчуцький льотний коледж
Харківського національного університету внутрішніх справ
E-mail: themrawsaf@gmail.com

АНАЛІЗ ПЕРЕВАГ ЗАСТОСУВАННЯ БПЛА ТИПУ КОНВЕРТОПЛАН

В останній час перед розробниками безпілотних літальних апаратів ставлять нові задачі. Вже зараз інтенсивно йдуть процеси впровадження технологій з використанням БПЛА у військову справу, в сільське господарство, в індустрію розваг та в багато інших сфер життя. Україна, як і багато інших країн світу, потребує моніторингу та охорони значних територій сільсько-господарських земель, лісних масивів, морських та річких водних ресурсів. Для таких задач альтернативи безпілотним літальним комплексам не існує, оскільки використання звичайної авіації для задач моніторингу, охорони, пошуково-рятувальних операцій економічно недоцільно. При цьому сучасні БПЛА повинні володіти характеристиками які б забезпечили наступні вимоги: нескладний процес зліту та посадки, тривалий час польоту, можливість розміщення на борту додаткового обладнання, можливість зависати над певним об'єктом та вести відео та фото зйомку.

БПЛА виконані по типу літака мають наступні переваги: значна дальність польоту, висока швидкість, можливість перевозити вантаж; але при цьому таким апаратам притаманні наступні недоліки: необхідна наявність злітно-посадкової смуги або спеціального габаритного і високовартісного обладнання для здійснення зліту та посадки; неможливість зависання над об'єктом спостереження.

БПЛА виконані по типу коптера мають наступні переваги: вертикальний зліт та посадка з будь якої поверхні, можливість зависати над об'єктом спостереження, зручне керування; але при цьому таким апаратам притаманні наступні недоліки: незначна дальність польоту, обмежена маса вантажу.

Одною із конструкцій літального апарату, що поєднує в собі переваги обох типів є конвертоплан. Конвертоплан це апарат який здійснює вертикальний зліт та посадку, і при цьому здійснює горизонтальний політ як літак. В порівнянні з коптерами конвертоплан має майже вдвічі більшу крейсерську швидкість, здатний нести втричі більше корисне навантаження та у п'ять разів перевищує по дальності польоту при всіх інших рівних умовах.

Широкому впровадженню літальних апаратів такого типу є надскладна конструкція (на сьогоднішній день реалізований і серійно випускається тільки американський конвертоплан Bell V-22 Osprey).

Враховуючи сучасні досягнення науки та техніки в розробці методів проектування, виготовлення безпілотних літальних апаратів, а також існуючі сучасні системи керування, задача створення БПЛА типу конвертиплан стає цілком можливою і економічно обґрунтованою. БПЛА типу конвертиплан буде мати значні переваги перед аналогічними БПЛА іншої конструкції.

М. А. Шайда, студент¹;
К. В. Васильченко, Н. О. Олянюк, викладачі спеціальних дисциплін¹
¹Політехнічний коледж ДВНЗ «КНУ»
E-mail: Katarine@protonmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПОЛОГІЇ ОСОБИСТОСТІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ТА УПРАВЛІННЯ НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ», ЯК УМОВА ПОКРАЩЕННЯ ПРОФЕСІЙНОГО ВІДБОРУ ЧЕРГОВИХ ПО СТАНЦІЇ

Мета даної наукової роботи визначити, якими професійно – психологічними якостями повинен володіти черговий по станції залізничного транспорту.

Об'єктом дослідження є професійна діяльність спеціальності «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті».

Завдання даної наукової роботи :

- проаналізувати роботу чергового по станції;
- зробити класифікацію помилок у роботі чергового по станції;
- визначити як впливає темперамент людини на процес її роботи;
- визначення типу темпераменту за методикою Ганса Айзенка;
- зробити оцінку результатів;
- виконати дослідження типології особистості;
- виконати опитування та анкетування чергових по станції та студентів;
- проаналізувати результати досліджень;
- зробити висновки.

В ході наукової роботи було виявлено що доцільно використовувати для ідентифікації типів особистості, анкетування за тестом Г. Айзенка, що доступний в електронному вигляді в режимі онлайн, на основі якого анкетований може бути віднесений до одного з 32 типів особистості.

На підставі того, що протестовані працівники ефективно виконували свою роботу протягом тривалого часу, зроблено висновок, що дані риси особистості багато в чому сприяли успішності даної діяльності і можуть стати емпіричним критерієм до відбору кандидатів на посаду чергового по станції.

Література

1. Акопов Г. В., Митрофанова И. В. Теоретические предпосылки оценки взаимосвязи учебно-профессиональных установок с социально-личностны- ми характеристиками студентов // Философско-методологические проблемы науки и техники: межвуз. сб. научных трудов. Самара: СамИИТ, 2001. Вып. 3. С. 168–172.

2. Бурносов Н. М., Сергеев С. С. Персонал-технологии для руководящих кадров отрасли // Железнодорожный транспорт. 2002. № 5. С. 48–52.

ОСОБЛИВОСТІ ТА СКЛАДНОСТІ КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ РИНКУ АБСОЛЮТНОЇ КОНКУРЕНЦІЇ

Комп'ютерне моделювання - ефективний метод дослідження процесів, який допомагає зобразити особливості окремих економічних суб'єктів та загальні тенденції ринку.

Для початку треба визначитися з параметрами, необхідними для дії моделі. Спрощення, яке використовується на ринку абсолютної конкуренції - однотипність суб'єктів, тому не треба задавати умови для кожного індивіду. Для виробника необхідний параметр - це функція витрат, середніх, чи повних, на основі яких буде розраховуватися оптимальний об'єм випуску продукції. Одразу ж постає проблема, пов'язана з заданням формул і розрахунком на їх основі похідних. Для мови програмування Python існує бібліотека SymPy, яка полегшує працю з формулами і розрахунками.

Складніше визначити початкові умови для споживача, т. як попит базується на основі багатьох змінних. Для розрахунку будуть необхідні мінімум даних про дохід споживача, його функція корисності, чи окремо функції граничних корисностей на це та інші блага. В зв'язку цим доцільно використовувати узагальнену функцію індивідуального попиту, яка вже враховує ці фактори.

Наступна складність полягає в моделюванні ринку. Один з варіантів моделі цієї середи - імітація біржі, коли кожен виробник додає на неї товари, а споживач купує з неї за найменшою з доступних цін. Але в такому випадку буде необхідно зробити обробники, які б давали інформацію виробникам про купівлю саме їх продукту.

Одна з проблем полягає у взаємодії покупця і продавця. По-перше, є варіант реалізації модель Вальраса, згідно якої при дефіциті буде створюватися конкуренція споживачів, і вони будуть згодні повисити ціни, а при профіциті, навпаки, буде виникати конкуренція виробників, і вже вони стануть знижувати ціни. Складність полягає в конкретній реалізації: на скільки при дефіциті та профіциті буде змінюватись поведінка учасників ринку?

Інший варіант - модель Альфреда Маршалла. Вона оперує оберненими графіками попиту і пропозиції, в яких ціна залежить від обсягу продукції. У цій моделі при дефіциті ціна попиту буде вище за ціну пропозиції, що буде стимулювати фірми збільшити виробництво, а при профіциті зменшити.

В підсумок хочу сказати, що, хоча для реалізації комп'ютерної моделі треба розв'язати деякі проблеми, але в порівнянні з можливостями для досліду, які вона дає, це слід зробити. Що потребує додаткового дослідження і розробки інших методів аналізу даної проблематики.

СОДЕРЖАНИЕ

ЗБІРКА ТЕЗ «ЛЮДИНА І КОСМОС»

1

АКУСТИЧЕСКИЕ ВОЛНЫ, ШУМОВЫЕ ЭФФЕКТЫ И ВИБРАЦИЯ

Д. С. Бондарь	Об использовании методов численного моделирования для определения акустических нагрузок при старте РКН с газоходом	8
Е. О. Загrevский	Расчет акустического излучения при моделировании струи излучателем цилиндрической формы.....	9
В. Д. Камков	О возможности сокращения времени экспериментального определения осевых моментов инерции.....	10
В. В. Кикоть	Об использовании режима разгона ротора для повышения точности двухстепенного наземного гироскопа.....	11
С. Ю. Кириченко	Перенос в подходе методов расчета характеристик звуковых волн для смежных задач на основе потенциала Лэмба	12
С. Ю. Кириченко	Моделирование характеристики направленности шума винта БПЛА.....	13
О. А. Комаров	Створення моделей мехатронних систем за технологією 3D-друку та їх використання в навчальному процесі.....	14
В. Ю. Котлов	Метод, модель и методика расчета акустических излучений двигательной установки в первые 1.5–4.1 секунды полета ракеты космического назначения	15
В. Ю. Котлов	Моделирование объемным источником акустическое излучение ракеты «Циклон 4М»	16
Р. С. Кучер	Инфразвук в атмосфере как информационный фактор о природных явлениях и техногенных катастрофах.....	17
Е. С. Мироненко	Уточнение значений в методике расчета уровней звукового давления от двигательной установки при старте РКН	18
С. А. Николин	О влиянии формы газохода на величину акустических нагрузок при старте ракеты-носителя с одним сопловым блоком	19
С. В. Рудый	Воздействие звуковых акустических колебаний на живые организмы.....	20
Т. Л. Савчук	Колебания тела насекомого как гиперупругого тела.....	21
Д. В. Стоян	Динамический расчет робота-манипулятора	22
Е. О. Шейко	Экспериментальное определение положения меридиана трехстепенным наземным гироскопом в режиме естественной остановки ротора	23

ГИДРОАЭРОГАЗОДИНАМИКА

И ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В СИСТЕМАХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

А. В. Алхимов	Исследование влияния формы законцовок крыла на аэродинамические характеристики летательного аппарата	25
Д. О. Бондаренко	Конструктивне забезпечення температурного режиму конструкції аеродинамічного органу керування літального апарату	26
В. Ю. Гончаренко	Выбор теплоизоляции трубопроводов для криогенных систем	27
В. Ю. Левченко	Оценка зон разрушений при аварийном запуске ракеты-носителя	28
В. Е. Некрасов	Исследование влияния форм ледяных наростов на аэродинамические характеристики крыла	29
В. Е. Некрасов	Исследование структуры трехмерного обтекания тел в разреженной среде	30

ГРАВИТАЦИЯ

И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА

V. V. Aleksiy	Dodd-Graider equation for a four-particle quantum-mechanical operator with particle rearrangement in the theory of two-electron charge-exchange	32
К. М. Гапоненко	Вільна енергія нерівноважної системи у просторово-неоднорідному стані	33
С. В. Гедеон	Диференціальні перерізи пружного розсіяння e-Ca	34
V. N. Gorev	On the sound modes of a system with small interaction based on a nonlocal collision integral	35
О. А. Гринішин	Порівняння наближень одного та двох поліномів у теорії релаксації в плазмі	36
М. С. Дмитрієв	Mixing angle of scalar fields in the description of dark matter signals in the generalized Yukawa model	37
М. С. Дмитрієв	Description of dark matter signals in the scattering processes in the generalized Yukawa model	38
Н. Ю. Кондор	Ефективність врахування кореляції для опису атомів з відкритими $3p$ - оболонками	39
А. А. Кочемба	Розрахунки структури атома ванадію в наближенні Хартрі-Фока	40
І. С. Кравчук	Релаксаційні явища в просторово-однорідній плазмі в методі спектральної теорії оператора інтеграла зіткнень	41
О. С. Крапівіна-Соловйова	Модельювання нелінійних коливань за методом Крилова-Боголюбова	42
М. В. Кузьма	Селективне заселення іонних станів у реакціях іон-молекулярної перезарядки	43

П. Е. Минаев	Electroweak phase transition in a spontaneously magnetized vacuum.....	44
М. В. Товт	Розрахунок структури атомної системи титану	45

4

ДВИГАТЕЛИ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ. ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЕ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

П. Д. Алимов	Оптимизация проектных параметров ракетного двигателя на твердом топливе с использованием генетических алгоритмов.....	47
Я. О. Бабійчук	Оцінка впливу малого запасу компонента палива у баці при ввімкненні рушійної установки на енергетичні можливості космічного ступеню	48
Д. К. Вороновский	Исследование характеристик холлового двигателя малой мощности с постоянным магнитом.....	49
И. Д. Дубровский	Математическое моделирование заполнения незахожденного тракта окислителя жидким кислородом	50
В. И. Калинин	Гибридный плазменный двигатель малой мощности.....	51
О. А. Логвин	Анализ изменения основных параметров СПД с применением конусной разрядной камеры	52
Д. С. Лукин	Разработка перспективной регулируемой системы наддува топливных баков РН	53
Я. О. Маркова	Перспективи застосування електричних ракетних двигунів.....	54
Д. О. Петренко	Проектування і оптимізація еластичного опорного шарниру твердотопливного ракетного двигуна	55
Р. М. Петренко	Преимущества высокотемпературного генераторного наддува баков со сжиженным природным газом.....	56
Т. Н. Тимченко	Экспериментальный НЕМР двигатель на йоде	57
Т. Н. Тимченко	Обеспечение заданной мощности энергоустановки космического летательного аппарата на основе газорегулируемых жидкометаллических тепловых труб.....	58
Г. В. Угланов	Оптимизация эксплуатационных расходов системы отопления	59
Г. В. Угланов	Недостатки современных типов термоизоляции сооружений	60
В.А. Хомяк	Перспективы развития систем наддува топливных баков РН	61
Б. В. Юрков	Использование модельных газов для испытаний лабораторной системы подачи электроракетной двигательной установки	62

ДИНАМИКА, БАЛЛИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Р. В. Ананко	Оптические средства определения углового положения наноспутника	64
Н.Р. Бондарев	Способ управления ракетой-носителем при полёте в плотных слоях атмосферы	65
Р. О. Головешко	Дослідження корекції орбіти молодіжного супутника двигуном малої тяги	66
М. С. Лазарец	Баллистические аспекты взаимодействия космических пользователей спутниковой сети с разновысотными сегментами	67
Е. О. Лапханов	Синтез алгоритму керування кутовим рухом космічного апарату з аеромагнітною системою відведення	68
А. Д. Легенков	Баллистические аспекты виртуальной фрагментации многоспутниковой сети	69
Я. С. Литвиненко	Орбитальная группировка иерархической системы колец взаимодействующих кластеров космических аппаратов	70
М. С. Малий	Кутова орієнтація космічного апарату в надир планети	71
А. В. Омельченко	Автономный контроль параметрів еліптичних орбіт за допомогою висотоміру	72
Д. О. Радіонов	Корекція орбіти супутника двигуном малої тяги	73
Г. В. Фарафонов	Методика поддержания высоты орбиты спутника дистанционного зондирования земли с электрореактивной двигательной установкой	74
А. В. Хлапони́на	Централизованный метод планирования наблюдений компактных групп орбитальных объектов, реализуемых космическими аппаратами	75

ЗАЩИТА И КОНТРОЛЬ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА. КОНВЕРСИЯ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ

А. В. Хлапони́на	Централизованный метод планирования наблюдения орбитальных объектов при существенной вариации длительностей сеансов наблюдения	77
------------------	--	----

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

И. Г. Богиня	Информационные технологии автоматизации компьютерного тестирования при состояниях повышенной тревожности	79
Я. В. Гринев	Использование аддитивных технологий в современном колледже	80

Т. О. Гутцул	Побудова інформаційної системи оцінки функціонування технічних приладів.....	81
А. Д. Клименко	Дискретный критерий оценки статистической однородности выборок измерений.....	82
М. С. Лазарец	Маршрутизация потоков данных космических пользователей в спутниковой сети коммутации пакетов	83
А. Д. Легенков	Балансировка нагрузки фрагментированной на кластеры спутниковой сети.....	84
Я. С. Литвиненко	Нагрузка в сети связи системы иерархических кластеров космических аппаратов	85
А. С. Музиченко	Міжнародний досвід реалізації захисту інформації під час виборів і його реалізація в Україні	86
М. И. Недошивина	Исследование перспективных технологий аутентификации.....	87
А. О. Оршечок	Особенности та порівняння систем технічного захисту приміщень.....	88
С. О. Плетінь	Інформаційні параметри електричної ракетної двигунної установки з холовським двигуном	89
О. О. Слипченко	Информационные технологии распознавания эмоций.....	90
В. В. Чердайко	Цифровые технологии и поколение Alpha.....	91

8

ИСПЫТАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ И ИХ СИСТЕМ.

МЕТОДЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

М. Ю. Другалёва	Управление метрологическими рисками	93
В. Г. Карасев	Наземные испытания парашютных систем летательных аппаратов	94
Ю. И. Кравченко	Выбор алгоритма валидации методики выполнения измерений тяги ракетных двигателей на твердом топливе	95
Д. С. Музыка	Малогабаритный лабораторный стенд для дослідження динамічних характеристик і калібрування мікромеханічних датчиків систем орієнтації і стабілізації рухомих об'єктів	96
М. О. Позднишев	Оптимізація структури плетіння сіток фазороздільників систем забезпечення суцільності палива	97
Е. Ю. Старченко	Тепловакуумная камера для наземных испытаний модуля-вивариума лунной промышленно-исследовательской базы	98

9

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ: РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

Р. О. Авсієвич	Розвиток угруповань космічних апаратів на низькій навіколоземній орбіті.....	100
----------------	--	-----

П. А. Желябов	Вычислительный кластер космического аппарата для решения задач дистанционного зондирования Земли на основе COTS компонентов	101
О. А. Кравец	Экспериментальное исследование термического сопротивления и изотермичности трехслойных соопанелей со встроенными тепловыми трубами, применяемых в системах терморегулирования космических аппаратов.....	102
Д. В. Меловацкий	Аналитический обзор оптических приборов спутников дистанционного зондирования Земли.....	103
П. М. Миськів	Стикування космічних апаратів із застосуванням квантових підсилювачів яскравості.....	104
М. О. Рахматов	Точність визначення кутової орієнтації космічного апарату за результатами знімку	105

10

ЭКОЛОГИЯ. КОСМИЧЕСКАЯ БИОМЕДИЦИНА И ПСИХОЛОГИЯ

К. А. Благодаров	Анализ Существующих Методов и Технических Средств для Удаления Космического Мусора с Низких Околосемных Орбит	107
К. В. Варлан	Перспективні тренажери для підтримки фізичної форми космонавтів	108
Є. Р. Голуб	Вплив концентрації поліелектроліту F04800 на протолітичні властивості фенолового червоного	109
А. С. Давидова	Безпека життєдіяльності космонавтів за межами сфери дії Землі	110
А. С. Давидова	Екологічні аспекти інформаційного середовища планети Земля.....	111
Н. Т. Кулаев	Беспилотные летательные аппараты для сбора мусора в океане	112
И. П. Петренко	Оценка загрязнения нижней атмосферы дренажными выбросами при заправке горючим баков первой и второй ступеней ракеты космического назначения	113
И. Р. Пирогов	Космический мусор.....	114
О. А. Ситковский	Наблюдательный беспилотный летательный аппарат для лесной местности	115
Т. О. Форостовська	Вплив процесу вирощування агропромислових культур на ґрунтах центральної України на вміст в них гумінових кислот	116

11

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ И ЧИСЛЕННЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ

В. В. Бабуров	Возможности использования технологии машинного обучения в задачах несущей способности силовых элементов РКТ	118
---------------	---	-----

А. Е. Власенко	Программное обеспечение вертикального старта ракет малого класса	119
Р. Д. Воропаев	Сравнительный анализ алгоритмов распознавания лиц.....	120
К. Л. Духневич	Дослідження температурного поля циліндричного індуктора за допомогою пакетів SolidWorks та Elcut.....	121
Ю. И. Захарий	Численный анализ разрушения перспективной конструкции крепления БКС	122
В. Ю. Кожарин	Моделирование разрушающих испытаний бандажного соединения на плоских образцах	123
Р. А. Мочёнов	Снижение температурного и силового воздействия сверхзвуковых струй ракетного двигателя на объекты наземного технологического оборудования	124
В. В. Нагаев	Оценка рисков поражения персонала и инфраструктуры стартового комплекса при возникновении аварийных ситуаций	125
А. М. Нікуліна	Вихрова гідродинамічна модель зоретворення.....	126
Т. М. Нікуліна	Приєднані маси при ударній взаємодії тіла у вигляді кругового сегмента та нестисливої рідини з утворенням зони відриву.....	127
Р. И. Пека	Оптимизация условий теплообмена поверхности аэродинамического профиля при его обтекании с целью повышения аэродинамического качества	128
И. А. Сидоров	Математическая модель для оценивания угловых скоростей космического аппарата и расчета погрешностей оценок.....	129
К. Л. Смаль	Електромагнітна система кутової орієнтації та стабілізації космічного апарату.....	130
М. А. Щербинин	О решении непрерывной нелинейной задачи оптимального разбиения множеств.....	131
М. А. Яковлева	О математической модели бесконечномерной задачи орошения с размещением водонапорных станций.....	132
А. О. Ярцев	Побудова моделі розподілу середньої товщини стінки обсадних труб кінцевих ділянок	133

12

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ИДЕИ И ПРОЕКТЫ

О. М. Бердо	Метод створення керуючої програми для механічної обробки.....	135
Є. О. Годованець	Про можливості життєдіяльності людини в позаземному просторі.....	136
В. В. Голобородько	Етноси третього тисячоліття.....	137
М. А. Далик	Анализ возможностей использования механизмов Кланна и Тео-Янсена в самоходных космических аппаратах (планетоходах)	138
М. А. Далик	Анализ и разработка механического протеза руки	139

О. О. Добродомов	Парадокс збільшення кінцевої швидкості літального апарату за рахунок зменшення часу пасивного руху в полі тяжіння землі.....	140
T. C. Дишко	Конструювання комбінованого бака ракето-носія.....	141
T. A. Забияко	Лунная оранжерея. Возможности создания замкнутой экосистемы (ЗЭС) на лунной промышленно-исследовательской базе.....	142
A. B. Задорожна	Стан проектних розробок сонячних космічних електростанцій.....	143
Д. В. Іващенко	Аналіз систем заправки компонентів палива в космосі.....	144
К. Л. Кувшинов	Анализ применения актуаторов в машинах вместо гидравлических приводов.....	145
Я. Є. Кушнір	Літаюча повітряна наукова станція на Венері.....	146
В. Ю. Левченко	Оцінка можливого ураження від вибуху паливно-повітряних сумішей при проектуванні спеціальних об'єктів інфраструктури.....	147
A. Г. Марченко	Перспективи теплоснабження сонечно-теплонасосної системи.....	148
O. B. Мокієнко	Огляд та аналіз засобів радіаційного захисту.....	149
M. C. Нагоршук	Конструкція сонячної панелі рулонного типу.....	150
И. Г. Олишевский	Рациональные технологии утилизации теплоты системы вентиляции для теплотехнических систем здания.....	151
A. A. Орехов	Отсек удержания РКН при 100% тяге двигателя и оценка его многоразового применения.....	152
A. Д. Парфілко	Вплив держави на розвиток біотехнологій.....	153
A. Д. Парфілко	Спосіб використання біогазу для використання як палива для транспорту.....	154
B. A. Пророка	Використання тришарових стільникових оболонок в конструкціях паливних баків.....	155
Д. І. Резніченко	Використання паливних баків посадочного модуля в якості приміщень місячної бази.....	156
Д. І. Резніченко	Трубчасті конструкції природнього походження.....	157
I. C. Савченко	Багатокритеріальний аналіз вибору способів відведення ступенів ракет з космічної орбіти.....	158
B. I. Свірса	Енергоактивні огороження зі статичним регулюванням сонячного потоку.....	159
O. Ю. Сідаш	«Електромагнітний» запуск ракетоносія, як альтернативний до «хімічного».....	160
I. O. Сиротенко	Лазерна система живлення космічного апарату.....	161
O. A. Ситковський	Беспроводная передача энергии при помощи индукционной вышки.....	162
I. A. Склярський	Порівняльний аналіз маси паливного бака з різних матеріалів.....	163
I. A. Склярський	Використання відцентрового перевантаження для запуску двигуна дорозгінного ракетного блоку.....	164

У. І. Сокольчук	Перспективні технології покращення механічних характеристик конструкційних матеріалів.....	165
Н. Є. Субач	Модель зниження радіаційного контрасту малорозмірних рухомих наземних об'єктів і фону в ІЧ-діапазоні хвиль.....	166
О. Д. Томілов	Обґрунтування доцільності розробки транспортної системи «Земля-Місяць-Земля»	167
О. Д. Томілов	Визначення параметрів одного із ступенів ракетноносія при заданих параметрах другого ступеню та корисного вантажу.....	168
М. С. Чмелів	Разработка стенда-имитатора космических условий.....	169
А. А. Чуприна	Нетрадиційне ефективне застосування ракет малої дальності.....	170
А. А. Чуприна	Конструкція сопла ГРС для розміщення на циліндричній частині баку	171
В. В. Шанюк	Аналіз системи забезпечення багато разового запуску двигуна в умовах невагомості	172
Я. В. Шестерньов	Логістична схема відправки ресурсів на Місяць.....	173
Р. Д. Щербина	Аналіз конструктивно-компоновочних схем (ККС) паливних баків дорозгінних ступенів з різними відносними запасами палива на борту.....	174

13

ПРОИЗВОДСТВО ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

О. С. Бабалюк	Вимірювання об'ємів єдиних паливних відсіків ракетних блоків космічних ступенів ракет-носіїв пневматичним методом.....	176
С. С. Бабалюк	Залежність роботоздатності гумометалевих клапанів від параметрів силового впливу повітряного потоку.....	177
В. О. Бондар	Обробка зовнішніх циліндричних поверхонь в умовах різних типів виробництва	178
А. О. Бузоверя	Аддитивные технологии в аэрокосмической и оборонной отраслях	179
А. Е. Ведерников	Усовершенствование операций сборки систем отделения космических аппаратов.....	180
А. Р. Гвоздик	3D печать эластичными пластиками	181
В. О. Даниленко	Вплив температурних факторів на геометричну точність деталі, отриманої FDM технологією.....	182
В. О. Дергач	Виготовлення деталей типу «вал-робоче колесо» для ракетно-космічної техніки	183
А. Ю. Єфанов	Вплив напружено-деформованого стану і способу виготовлення на експлуатаційні властивості гумометалевих кронштейнів	184
А. Ю. Загрибельский	Испытание токарных станков с ЧПУ на технологическую надежность.....	185

Є. М. Кожушкін	Особливості виготовлення деталей типу «калібр» для холодного прокатування труб	186
І. Є. Коханович	Дослідження перспектив використання адитивних технологій в процесі виготовлення малогабаритних корпусів паливних баків ракет-носіїв.....	187
М. Н. Кравченко	Повышение эффективности фрезерования титановых сплавов на станках с ЧПУ	189
М. Н. Кравченко	Автоматизированный контроль точности фрезерной обработки на станках с ЧПУ.....	190
Ю. І. Лазарева	Шляхи покращення коефіцієнта вагової досконалості конструкцій твердопаливних ракет	191
И. М. Пиддубчишин	Разработка средств укупорки составных частей РКН при их транспортировке и хранении.....	192
В. С. Работилова	Оценка возможности применения угленаполненного пластика в конструкции бортовой кабельной сети РН	193
Р. П. Самозван	Дослідження й обґрунтування вибору методу зварювання тертям з перемішуванням при складанні-зварюванні великогабаритних паливних баків ракет-носіїв.....	194
М. К. Сіренко	Вплив конструктивних елементів 3d-принтеру на точність виробів	195
Д. С. Серый	Изготовление деталей пневмогидравлической аппаратуры в условиях различных типов производства	196
Р. В. Твердохлеб	Особенности изготовления деталей типа «кронштейн-корпус».....	197
М. Т. Терешонок	Використання робота-маніпулятора в технологічній підготовці виробництва.....	198
Е. О. Тихоненко	Дослідження та розробка технології формування отворів на днищі паливного бака РН за допомогою лазерної установки	199
Е. А. Шавырина	Особенности вытяжки крупногабаритных особо тонкостенных сферических оболочек для баковых днищ изделий ракетно-космической техники.....	200
Ю. А. Шашко	Вибір оптимальної технології чистової обробки закритих лопаток турбін турбонасосних агрегатів.....	201

14

РАДИОЭЛЕКТРОННАЯ АППАРАТУРА РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Д. С. Энгватов	Особенности распространения электромагнитных волн в плазме при различной частоте столкновения электронов.....	203
В. А. Ермаков	Уменьшение массогабаритных характеристик зональной антенны Френеля	204
А. В. Колесник	О возможности создании антенн на основе нанопленок карбида титана	205
Ф. А. Куринный	Анализ современных технологий управления информацией при авторизации в беспроводных телекоммуникационных системах и сетях	206

И. Д. Онищенко	Влияния положения конусного облучателя на диаграмму направленности зеркальной антенны	207
А. А. Павловская	Исследования влияния количества щелей в волноводно-щелевой антенне на диаграмму направленности	208
Е. А. Пригорницкая	Рентгеновский спектрометр APXS на Curiosity.....	209
К. С. Резникова	Исследование системы обеспечения орнитологической безопасности аэропорта	210
Д. С. Стальнов	Исследование способов маскировки радиотехнических объектов	211

15

СПЕЦИАЛЬНОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И СТРУКТУРЫ

О. О. Верес	Отримання плівок на основі системи Fe-Ag при триелектродному та високочастотному іонно-плазмовому розпиленні	213
Д. В. Волинець	Електричні властивості кристалів $\text{LiNaGe}_4\text{O}_9$	214
І. М. Зуб	Термітний чавун для зварювання.....	215
С. О. Касинець	Високотверді матеріали синтезовані СВЧ та лазерним променем	216
Мухаммед Мейірбеков	Перспективные технологии обработки цифровых изображений при контроле поверхностей объектов ракетно-космической техники	217
Н.В. Колесник	Микродефекты и субмикродфекты при 3D печати.....	218
Н. Я. Місько	Синтез високохромованих сталей з порошкових матеріалів.....	219
О. П. Роменская	Формирование тонкостенных конструкций ракетно-космической техники из углепластиков с высокими прочностными характеристиками	220

16

ТРАНСПОРТНО-КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, КОНСТРУИРОВАНИЕ И НАДЕЖНОСТЬ

А. А. Абатуров	Обзор существующих методов увода космических аппаратов с низких околоземных орбит.....	222
М. І. Васін	Вибір економічно обґрунтованої оптимальної схеми двигунної установки на етапі проектування.....	223
Д. А. Данильченко	Тенденція вдосконалення конструктивно-компонувальних схем космічних головних частин.....	224
С. П. Дерезенко	Создания систем заправок для сверхлегких РКН с минимальными стоимостными показателями	225
М. Yemets	Autophage Solid Quasi Single-Stage-to-low-orbit launch vehicle with pulse engine and constant G-loading.....	226
В. С. Коробка	Оценка возможности применения существующих технических средств для увода космических объектов с низкой околоземной орбиты.....	227

К. В. Коростюк	Исследование влияния возмущающих факторов активного участка траектории на дальность точки падения суборбитальной РН.....	228
А. Г. Криворучко	Пристрої для з'єднання відсіків ракет в умовах відсутності доступу до стику.....	229
А. А. Литвинов	Как восстановить космические программы Шатла и Бурана.....	230
М. С. Нагорщук	Оптимальний розрахунок параметрів композитних сітчастих структур.....	231
И. В. Насонов	Постановка задачи выбора рациональной структуры КМ в районе крепежных элементов стыков отсеков РН.....	232
О. Пересада	Розрахунок параметрів теплового захисту космічних літальних апаратів, що використовує полімерні матеріали.....	233
В. А. Пророка	Особенности проектирования малых исследовательских ракет.....	234
В. Э. Сиренко-Сахно	Особенности состава универсального технологического оборудования для обслуживания ракет космического назначения сверхлегкого класса на техническом комплексе.....	235
І. О. Сиротенко	Оцінка можливості запуску ракет-носіїв в Україні.....	236
А. И. Фроленко	Анализ схем построения системы термостатирования для ракеты и космической головной части при подготовке ракеты к пуску.....	237
О. В. Шевцов	Проектування макетів для експериментального відпрацювання герметичності елементів композиційних паливних баків транспортно-космічної системи.....	238
Б. О. Шевченко	Оцінка надійності елементів конструкції складної технічної системи.....	239
А. Т. Янбердин	Тяжелый транспортный беспилотный ЛА.....	240

17

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ

В. Д. Гулик	Разработка технологического процесса отделения соединений алюминия в производстве диацетилферроцена.....	242
К. О. Завгородня	Пошук шляхів створення полімерних матеріалів на основі колагеновмісної сировини.....	243
А. Н. Куликова	Термо- и коррозионно-стойкие композитные пленки на основе MnOx.....	244
А. А. Мовчан	Плівкоутворювальна епоксифенольна композиція на основі рослинних олій та їх похідних.....	245
К. О. Назарова	Вдосконалення технології виготовлення засобу софеїзації R-101.....	246
Є. С. Осокін	Реакції утворення композитних матеріалів на основі міді з малеїною та фумаровою кислотами.....	247

К. Д. Петленко	Визначення кінетичних параметрів ацилювання фероцену.....	248
М. О. Позднишев	Підвищення ефективності капілярних фазороздільників за рахунок оптимізації фізико-хімічних властивостей конструкційних матеріалів та палива	249
С. В. Пустільнік	Корозійні властивості кобальтвмісних квазікристалічних сплавів.....	250
А. В. Разводов	Комп'ютерне моделювання екстракційно-сепараційного вузла виробництва діацетилфероцену.....	251
К. И. Тимошенко	Комплексообразование в условиях ацилирования ферроцена	252
К. В. Царенко	Проектування технологічного вузла регенерації диметилсульфоксиду у виробництві фероцену.....	253

18

ДИСТАНЦИОННЫЙ МОНИТОРИНГ ЗЕМЛИ

В. В. Грач	Оценка уровня урбанизации по данным ночной съемки со спутника Suomi NPP.....	255
В. В. Грач	Автоматизированное распознавание облачности и тени от облаков на мультиспектральных снимках со спутников Sentinel-2A/B.....	256
А. Л. Загора	Алгоритм оценки количественных характеристик лесных массивов по данным дистанционного зондирования Земли	257
В. Ю. Икол	Обнаружение и контроль лесных пожаров по ночным и дневным спутниковым снимкам видимого и инфракрасного диапазонов	258
В. Ю. Икол	Автоматизированное распознавание растительных и водных объектов на многоспектральных спутниковых снимках субметрового разрешения	259
И. В. Иллющенко	Контроль лесозаготовок с использованием данных ДЗЗ.....	260
И. В. Иллющенко	Выявление изменений городской застройки по спутниковым снимкам субметрового разрешения.....	261
А. С. Коптелов	Мониторинг зон военных конфликтов по данным ночной съемки видимого и ближнего ик-диапазона.....	262
А. С. Коптелов	Оперативный мониторинг участков нефтедобычи по данным ночной съемки со спутника SUOMI NPP.....	263
А. А. Мамрак	Комплексная обработка радарных и мультиспектральных данных ДЗЗ	264
Е. Д. Попов	Контроль активности промышленных объектов по спутниковым снимкам теплового ик диапазона.....	265
Е. Д. Попов	Спутниковый мониторинг добычи нефти и газа по многоспектральным и радарным снимкам.....	266
Хаб Раман Х.	Реконструкция 3D моделей зданий по их теням с помощью спутниковых снимков.....	267

Хаб Раман Х.	Автоматизированное выделение солнечных теней от высотных зданий на спутниковых снимках сверхвысокого пространственного разрешения.....	268
В. В. Ярошук	Оценка влияния информационных потерь сжатия спутниковых снимков на результаты их классификации	269

19

ЭКОНОМИКА И КОММЕРЦИАЛИЗАЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М. Д. Гаврых	Управление рисками в космических проектах.....	271
Л. О. Дробаха	Методика разработки комплексной программы экспериментальной отработки.....	272
Е. А. Коловай	Повышение результативности деятельности предприятия при помощи внутреннего аудита.....	273
А. Д. Потий	Адаптация систем менеджмента качества предприятий космической отрасли Украины к требованиям стандарта EN 9100:2018.....	274
Я. С. Сытник	Необходимость разработки собственной нормативной базы в условиях отмены ГОСТов.....	275

20

НАНОТЕХНОЛОГИИ И НАНОМАТЕРИАЛЫ В РКТ

С. В. Аракелов	Термодинамические свойства гидрофуллерена.....	277
А. В. Воронин	Применение наноматериалов в узлах трения машин.....	278
А. К. Горевич	Застосування інструменту з напиленням наночасток для механічної обробки деталей відповідального призначення.....	279
М. В. Грекова	Вплив гомогенності шихтових матеріалів які містять наноконпозиції на структуру відливок нікелевих сплавів ..	280
А. В. Давидюк	Особенности наномодифицирования алюминиевых сплавов.....	281
Д. В. Дидык	Изучение параметров нанопорошков.....	282
Д. Ю. Дидык	Элементы наноэлектронных приборов.....	283
Ю. Н. Довгаль	Фуллерен - новая аллотропная форма углерода.....	284
И. О. Зозуля	Технологии обработки поверхности наноматериалов.....	285
Є. В. Кудасєв	Получение углеродных наноматериалов каталитическим пиролизом углеводородов	286
В. В. Купка	Получение наногетероструктур с заданными параметрами.....	287
Я. О. Маркова	Перспективи застосування нанопорошкових матеріалів у сплавах для ракетно-космічної техніки	288
О. О. Masalsky	Hot carrier influence on operation of a p-n junction solar cell.....	289
І. Я. Михайлюк	Отримання нанотрубок.....	290
Я. А. Мороз	Получение нанопокровов и нанопленок.....	291
С. Г. Незнайко	Применение современных методов синтеза фуллеренов для получения изделий ответственного назначения	292
Д. Р. Піцик	Застосування інструменту з напиленням наночасток для механічної обробки деталей відповідального призначення.....	293

Б. В. Родько	Использование углеродных наноматериалов в составе эластомерных композиций и их применение в ракетно-космической технике.....	294
Д. В. Савінкін	Особливості обробки деталей відповідального призначення з застосуванням іонно-плазмового методу напилення.....	295
V. A. Sayenko	Application of nanostructured coatings to enhance the performance of iron-carbon alloys	296
Б. В. Сесь	Методи получения фуллеренов.....	297
О. І. Твердохліб	Наноструктурування алюмінієвих сплавів.....	298
Б. С. Христенко	Застосування наноматеріалів у медицині.....	299
Ян Цзюньцзе	Отримання композиційних порошків мідь-ВНТ електроосадженням в присутності ПАР різної дії.....	300
О. О. Чернишов	Застосування інструменту для механічної обробки деталей відповідального призначення.....	301
М. О. Щетініна	Технологія виробництва напівфабрикатів інтерметалідних γ -TiAl сплавів з субмікроструктурною структурою	302

21

ТЕХНОЛОГИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

С. С. Бабалюк	Особливості гуми як конструкційного матеріалу гумометалевого клапану.....	304
М. С. Кірієнко	Преимущества на недоліки 3D-друку металами.....	305
А. С. Кулик	Разработка сбалансированных схем армирования изделий из волоконистых композиционных материалов	306
Л. Д. Легенкова	Повышение функциональных свойств конструкционных углепластиков введением модифицирующих добавок	307
А. В. Литот	Моделирование процесса изготовления композитных топливных баков методом мокрой намотки	308
І. О. Мамчур	Исследования структуры биметаллических соединений никель-ниобий	309
І. О. Мамчур	Повышение надёжности разнородных сварных соединений керамика-металл.....	310
А. А. Мухін	Сучасні технології 3D друку.....	311
І. В. Овсак	Спеціальна камера для технологій СВС та плазмового напилення.....	312
Р. В. Подольский	Применение аддитивных технологий в авиа- и ракетостроении	313
Д. А. Студеникин	Взаимодействие лазерного излучения с металлами	314
А. В. Шапов	Перспективы использования легированных сталей в ракетостроении как альтернатива импортному алюминию.....	315

**МАТЕРИАЛЫ
XI ВСЕУКРАИНСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

«АВИАЦИЯ И КОСМОНАВТИКА»

М. С. Багрій	Технологія доповненої реальності в освітньому процесі.....	317
М. В. Бойко	Практичний підхід до питань розробки систем глушіння шуму авіаційних ГТД.....	318
С. І. Владов	Щодо питання застосування експертних систем контролю та діагностики технічного стану авіаційного двигуна ТВ3-117	319
С. І. Владов	Щодо питання діагностики та парирування відмов каналів вимірювання систем автоматичного управління авіаційним двигуном ТВ3-117.....	320
В. К. Галінтовський	Перспективи розвитку водневої енергетики в Україні	321
І. В. Гаркуша	Проблемне навчання у професійній підготовці майбутніх диспетчерів із забезпечення польотів.....	322
Д. С. Гриб	Анализ индекса потребительских цен в Украине	323
О. С. Гринченко	Система управління навчанням Moodle для створення і розміщення динамічної програми курсу в мобільному форматі	324
І. О. Гришич	Управління рекламною компанією на підприємствах України.....	325
О. В. Донченко	Перспективи застосування декоративних джеспілітів Кривбасу	326
Є. С. Зозуля	Використання методів обробки аналітичних даних в економіці.....	327
О. Ф. Коваленко	Планерний, авіамодельний, парашутний спорт в системі Криворізького аероклубу в 1930-х роках	328
Д. О. Коровко	Розробка літального апарата з камерою.....	329
І. В. Кравчук	Підвищення ефективності навчання за допомогою використання мультимедійних технологій у навчальному процесі	330
К. С. Кривенко	Особливості становлення економіки сталого розвитку в Україні	331
М. А. Криворучка	Концепция применения электронных картографических систем на морском и воздушном транспорте	332
В. Р. Кротна	Сучасні технології реалізації процесу аналітичної обробки інформації	333
В. В. Лысенко	Эффективность применения новых комплектующих изделий для турбовальных двигателей.....	334
С. Р. Лісовий	Філософія інноватики в сучасній цивільній авіації.....	335
Х. Макарова	Дослідження апаратних засобів вібродіагностики апаратів та конструкцій.....	336

О. С. Максимов	Багатомірність постреляційної моделі даних та її вплив на ефективність роботи інформаційної системи.....	337
Ю. А. Максимова	Интеграция разнородных информационных ресурсов предприятия на базе технологии «Информационного сервера»	338
А. В. Могилук	Реалізація проекту «Будильник-світанок» на базі платформи Arduino.....	339
К. В. Носовська	Корпоративний кодекс як елемент покращення організаційної культури підприємства	340
О. В. Овчаренко	Напрямки застосування екзоскелетів	341
В. І. Панченко	Процес обробки і перевезення багажу в аеропорту.....	342
Ю. В. Пічугіна	Нобелістика як наука.....	343
А. О. Гусев	Товарні запаси торговельних підприємств: економічна сутність та особливості обліку.....	344
Д. Д. Плешков	Створення системи «Розумний будинок» на базі мікроконтролера Arduino.....	345
О. А. Пономаренко	Current state of development of helicopter power supply systems.....	346
Є. М. Рябченко	Роль інтегрованого навчання у професійній підготовці майбутніх диспетчерів із забезпечення польотів	347
О. А. Савченко	Застосування освітніх кластерів у закладах фахової передвищої освіти (з досвіду роботи з курсантами та студентами Кременчуцького льотного коледжу Харківського національного університету внутрішніх справ).....	348
Л. А. Сагановська	Розробка соціограми взаємодії диспетчерів управління повітряним рухом у зміні	349
В. В. Самойленко	Перспективи використання сонячних панелей в авіаційній техніці	350
В. В. Сарніцький	Методи підвищення об'єктивності тестового контролю знань в освіті	351
А. С. Скоропад	Искусственный интеллект как средство прогнозирования в авиаотрасли.....	352
А. Д. Слівенко	Пропедевтика психо-емоційних розладів у пілотів цивільної авіації.....	353
Н. В. Смирнова	Особистісна мотивація як запорука підвищення ефективності роботи підприємства.....	354
Н. В. Смирнов	Алгоритмізація техніко-економічного розвитку суспільства.....	355
О. С. Соколик	Правовий статус пасажирів у галузі цивільної авіації.....	356
Е. В. Стадник	Электромагнитный вариатор в качестве привода постоянных оборотов на ЛА.....	357
В. Я. Телешун	Перспективы разработок ограничителей и специальных автоматов в системах управления расходом топлива.....	358

Т. С. Токмакова	Використання STEM-технологій у процесі підготовки диспетчерів із забезпечення польотів.....	359
В. О. Трикоз	Smart energy supply system for unmanned aerial vehicles	360
О. В. Фурсова	Моніторинг сільськогосподарських угідь із застосуванням систем дистанційного зондування земель	361
А. А. Царенко	Функции системы регулирования двигателя Turbomeca Arriel 2D вертолета H-125	362
С. О. Цимбал	Розробка моделі визначення ваги безпілотних літальних апаратів	363
В. В. Чепурний	Сонячна батарея як перспективний генератор енергії	364
В. В. Чепурний	Процес створення та роботи активних чотириполюсників постійного струму	365
Б. Б. Черниш	Озон – окисник сильніший за кисень	366
Б. Б. Черныш	Электроиндуцированная люминесценция микрокристаллов фотографических эмульсий.....	367
Б. Б. Черниш	Розробка оперативних оптичних методів реєстрації біоаерозолів і частинок багатокomпонентного хімічного складу	368
М. М. Чорний	Аналіз переваг застосування БПЛА типу конвертоплан.....	369
М. А. Шайда	Дослідження типології особистості спеціальності «Організація перевезень та управління на залізничному транспорті», як умова покращення професійного відбору чергових по станції.....	370
Є. В. Щербінін	Особливості та складності комп'ютерного моделювання ринку абсолютної конкуренції.....	371



ЛЮДИНА І КОСМОС

2020