Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

В.О.Козловський, С.В.Козловський

О Р Г А Н І З А Ц І Я ВИРОБНИЦТВА

П Р А К Т И К У М

Частина 2

Затверджено Вченою радою Вінницького національного технічного університету як практикум для студентів спеціальності «Менеджмент організацій».

Протокол № 4 від 25 листопада 2004 р.

Вінниця ВНТУ 2005

ББК 65.9(2)304.15
К 59

Р е ц е н з е н т и:

О.В.Мороз, доктор економічних наук, професор
Г.М.Данильченко, кандидат технічних наук, професор
В.Р.Сердюк, доктор технічних наук, професор

Рекомендовано до видання Вченою радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Козловський Володимир Олександрович,
Козловський Сергій Володимирович.
К 59 Організація виробництва. Практикум. Навчальний посібник.
Частина 2. – Вінниця: ВНТУ, 2005. – 168 с.

В практикумі викладено основи теорії і практики організації виробничої діяльності на підприємствах. Розроблені практичні завдання з актуальних питань організації виробництва, наведені приклади їх розв'язання.

Практикум може бути використаний студентами технічних спеціальностей, які вивчають дисципліну “Менеджмент”, слухачами, які опановують другу вищу освіту за спеціальністю «Менеджмент організацій», а також студентами заочної форми навчання для виконання контрольних робіт з курсів "Організація виробництва" та "Виробничий менеджмент".

ББК 65.9(2)304.15

©В.О.Козловський, С.В.Козловський, 2005

З М І С Т

Ч а с т и н а 1

	Передмова…..…….……..	4
1	Побудова та оцінювання діяльності виробничих систем…….....	7
2	Визначення типу та організаційно-технічного рівня виробництва.....	22
3	Розрахунок тривалості виробничого циклу простого виробничого процесу…….....	38
4	Розрахунок тривалості технологічного циклу виготовлення виробів за груповою технологією…….....……	54
5	Розрахунок тривалості виробничого циклу складного процесу в умовах одиничного виробництва……..……	60
6	Розрахунок тривалості виробничого циклу складного процесу в умовах серійного виробництва……...…..	67
7	Визначення рівня прогресивності й оптимальності виробничої структури підприємства…….....	76
8	Розрахунок оптимального варіанта розміщення обладнання…….....	87
9	Розрахунок основних параметрів безперервно-потокових ліній.....	93
10	Розрахунок безперервно-потокових ліній з робочим та з розподільчим конвеєром…….....	104
11	Розрахунок основних параметрів прямотокових ліній…….....	113
12	Розрахунок основних параметрів багатопредметних потокових ліній…….....	123
13	Розрахунок основних параметрів автоматичних потокових ліній.....	136
14	Розрахунок основних параметрів робототехнічного комплексу.....	145
	Література…….	153

Ч а с т и н а 2

	Передмова…….	4
15	Вимірювання якості продукції…….....	7
16	Аналіз якості продукції за допомогою діаграм Парето…….....	23
17	Здійснення статистичного контролю якості продукції методом середньоарифметичних значень та розмахів…….....	32
18	Здійснення статистичного контролю якості продукції методом індивідуальних значень та медіан……..…….....	48
19	Застосування приймального статистичного контролю…….....	59
20	Організація інструментального господарства…….…….....	68
21	Розрахунок потреби підприємства в інструменті…….....	79
22	Регулювання потреби підприємства в інструменті…….....	90
23	Організація ремонтного господарства підприємства…….…….....	103
24	Організація транспортного господарства підприємства…….....	124
25	Організація складського господарства підприємства…….....	139
26	Організація енергетичного господарства підприємства…….....	154
	Література…….	167

П Е Р Е Д М О В А

Термін “організація” утворений від французького слова “organisation” і означає з’єднання (сполучення) будь-чого в єдине ціле. Тобто, організація передбачає внутрішню упорядкованість частин цілого як засіб досягнення бажаного результату.

Будь-яка економічна система, в тому числі і підприємство, вирішує три основні питання: що виробляти, як виробляти, для кого виробляти? Організація виробництва безпосередньо пов’язана з пошуком відповіді на питання: як виробляти? Вона покликана визначити ефективні взаємозв’язки між окремими елементами виробничого-збутового процесу і створити умови для підвищення конкурентоспроможності продукції і підприємства в цілому. Таким чином, *сутність організації виробництва* полягає в об’єднанні та забезпеченні взаємодії трудових та матеріальних елементів виробництва, установленні необхідних зв’язків і налагодженні узгоджених дій учасників виробничого процесу, створенні організаційних умов для реалізації економічних інтересів і соціальних потреб робітників виробничого підприємства.

Метою організації виробництва є забезпечення такої координації у просторі і часі трудових зусиль працівників та матеріальних елементів виробництва, при якій забезпечується найвища ефективність виробництва, найбільший прибуток для підприємства, найвища якість продукції тощо.

Організація виробництва як будь-яка наука грунтується на певних законах та відповідних їм закономірностях. *Закони* характеризують внутрішні стійкі зв’язки та суттєві взаємообумовленості певних подій та явищ об’єктивної дійсності. *Закономірностями* зазвичай називають стійкі причинно-наслідкові повторюваності та послідовності в певних подіях та явищах. Положення науки „Організація виробництва” базуються на *економічних законах*: законі відповідності виробничих відносин рівню та характеру розвитку продуктивних сил, законі зростання продуктивності праці, законі економії робочого часу, законі вартості, закон попиту та пропозиції тощо, а також та законах окремих технічних і природничих наук, насамперед кібернетики, теорії систем, теорії управління тощо. Окрім того, організація виробництва спирається на тільки їй притаманні закономірності.

До *основних закономірностей організації виробництва* на підприємствах відносяться: відповідність організації виробництва його меті; відповідність форм та методів організації виробництва рівню розвитку техніки та технології; відповідність організації виробництва конкретним виробничо-технічним та економічним вимогам виробництва (виду продукції, типу виробництва, масштабам виробництва тощо); комплексність організації виробництва, тобто розгляд всіх виробничих процесів у взаємному зв’язку; безперервність процесу удосконалення організації виробництва; відповідність форм і методів організації виробництва вимогам підвищення змістовності праці робітників, розширення їх трудових функцій, забезпечення

привабливості праці; відповідність організаційної структури управління підприємством виробничій структурі; забезпечення участі всіх працівників в роботі з удосконалення організації виробництва на підприємстві та інші.

Організація виробництва *суттєво залежить від технології виробництва*. Цей зв'язок відслідковується в конкретних формах і методах організації виробництва, які в значній мірі визначаються виробничо-технічним профілем підприємства та характером його технологічної бази. Організація виробництва враховує знання, які студенти отримали при вивченні навчальних дисциплін "Економічна теорія", "Макроекономіка", "Мікроекономіка", "Економіка підприємства", "Економіка праці" та інших.

Організація виробництва як самостійна дисципліна має власний понятійний апарат, притаманні тільки їй категорії і поняття. До числа основних термінів, які використовуються в науковій і практичній діяльності, відносяться: *види руху партії виробів; виробнича система; виробничий цикл; потокове виробництво; виробнича структура; такт, ритм; тип виробництва; групове виробництво, напрацювання; підготовка виробництва; незавершене виробництво; оперативне планування; диспетчеризація* та інші.

Теоретичні і практичні положення курсу "Організація виробництва" *є основою для вивчення дисципліни "Виробничий менеджмент"*, з якою організація виробництва пов'язана найтіснішим чином. Так, якщо *предметом вивчення дисципліни* "Організація виробництва" є закономірності побудови на підприємствах виробничих систем та розробка на їх основі раціональних форм і методів організації виробничих процесів виготовлення конкурентоспроможної продукції, то *предметом вивчення дисципліни "Виробничий менеджмент"* є безпосереднє управління цими системами, процесами, формами, методами тощо.

Сучасний менеджер або інженер, який опановує економічну або технічну спеціальність, повинен знати основи організації виробництва, вміти кваліфіковано вирішувати питання, пов'язані зі скороченням трудомісткості продукції і підвищенням продуктивності праці, вміти організувати виробництво нових видів продукції, підвищувати ефективність роботи підприємства, покращувати якість продукції тощо. До числа *найважливіших напрямів удосконалення організації виробництва* в даний час слід віднести: впровадження гнучких форм і методів організації виробництва; введення прискорених методів розробки й освоєння нових видів продукції, яка була б конкурентоспроможною на світовому ринку; суттєве підвищення якості продукції; забезпечення ритмічної роботи підприємства; впровадження сучасних інформаційно-комунікаційних технологій та інші. Необхідні знання для вирішення зазначених проблем майбутній спеціаліст отримає при вивченні навчальної дисципліни "Організація виробництва".

Складовою частиною вивчення студентами дисципліни "Організація виробництва" є здійснення ними практичних розрахунків під час практичних занять. Метою проведення практичних занять з курсу "Організація виробництва" є закріплення у студентів основних теоретичних положень з

організації виробничого процесу на підприємстві, отримання практичних навичок з вирішення актуальних питань, з якими може зіткнутись менеджер або інженер в процесі здійснення виробничої діяльності, управління виробничими підрозділами підприємства тощо.

В результаті виконання практичних завдань, які наведені в посібнику, студент *повинен вміти*: визначати типи виробництва та давати їм техніко-економічну характеристику; розраховувати тривалість технологічного та виробничого циклу простих і складних технологічних процесів; проектувати виробничі структури підприємства, визначати їх прогресивність та оптимальність; визначати оптимальний варіант розміщення обладнання; розраховувати основні параметри безперервно-потокових, перервно-потокових (прямоточних) ліній, автоматичних потокових ліній та робототехнічних комплексів; вимірювати рівень якості продукції, здійснювати контроль якості продукції за допомогою сучасних методів математичної статистики; розраховувати основні параметри інструментального, ремонтного, складського, енергетичного господарства підприємства тощо.

Практикум "Організація виробництва", який пропонується читачам, складається з 2-х частин. В першій частині висвітлюються питання організації основного виробництва. В другій частині – питання організації допоміжного та обслуговуючого виробництва.

Кожне практичне заняття, що міститься у практикумі, складається з *теоретичної частини*, в якій розкриваються теоретичні основи теми; *практичної частини*, в якій наводяться приклади розв'язування задач з організації виробництва; *багатоваріантних завдань*, які студент повинен виконувати самостійно. Окрім цього практикум містить значну кількість задач з організації допоміжних та обслуговуючих процесів на підприємствах. На всі наведені в практикумі задачі дані відповіді.

Практикум, що пропонується, допоможе читачу краще зрозуміти конкретні форми і методи організації сучасного виробництва, особливості організації інструментального, ремонтного, транспортного, складського, енергетичного господарств підприємства та технічного контролю, сформувати у майбутнього керівника навики практичного організаційно-економічного мислення.

Даний практикум може бути використаний студентами, які навчаються за спеціальністю „Менеджмент організацій"; студентами, які навчаються за технічними спеціальностями, при вивченні дисципліни "Виробничий менеджмент"; слухачами, які опановують другу вищу освіту, а також студентами заочної форми навчання для виконання контрольних робіт з курсів "Організація виробництва" та "Виробничий менеджмент".

15

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: “Вимірювання якості продукції”

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання з основ організації управління якістю та конкурентоспроможністю продукції на підприємстві, а також розвинути практичні навички з вимірювання якості продукції, яка виготовляється на підприємстві та використовується споживачами.

15.1 Теоретична частина

15.1.1 Якість продукції: суть, значення, показники

Сучасна ринкова економіка висуває принципово нові вимоги до якості продукції. Це пов’язано з тим, що будь-яке підприємство може “вижити” та забезпечити стабільне положення на ринку товарів тільки в тому випадку, коли його продукція є конкурентоспроможною.

Конкурентоспроможність – це здатність продукції мати такі якісні характеристики, які дозволяють їй конкурувати на ринку з аналогічною продукцією інших підприємств, забезпечуючи при цьому отримання підприємством прийнятного прибутку. Конкурентоспроможність пов’язана з дією декількох десятків факторів, серед яких можна виділити два основних – *рівень ціни* та *якість продукції*. Причому, другий фактор поступово виходить на перше місце [14].

Сьогодні вважається, що якість продукції є найефективнішим засобом задоволення вимог споживачів і одночасно з цим – зниження витрат виробництва. Один із засновників світового руху якості, японський професор Каору Ісікава афористично сказав: “Не можна економити на якості, оскільки якість сама є економією” [14, С. 202].

Міжнародний стандарт ІСО 8402 “Якість. Словник” визначає *якість продукції* як сукупність її властивостей, які обумовлюють придатність продукції задовольняти певні потреби споживачів відповідно до свого призначення.

Примітка. ISO (International Standart Organization) – Міжнародна організація зі стандартизації.

Властивість продукції – це об’єктивна її особливість, яка виявляється при створенні, експлуатації (використанні) або споживанні цієї продукції. Продукція однієї назви, але різного призначення, може мати різні властивості. Наприклад, радіоприймач у побуті повинен бути естетично оформлений, мати багато діапазонів радіохвиль для прийому передач, широку смугу звукового каналу. Радіоприймач у літаку повинен бути надійним, економічним, не боятися перевантажень, настроєним на одну або декілька радіохвиль.

Кількісне оцінювання властивостей продукції здійснюється за допомогою показників якості (рис. 15.1).

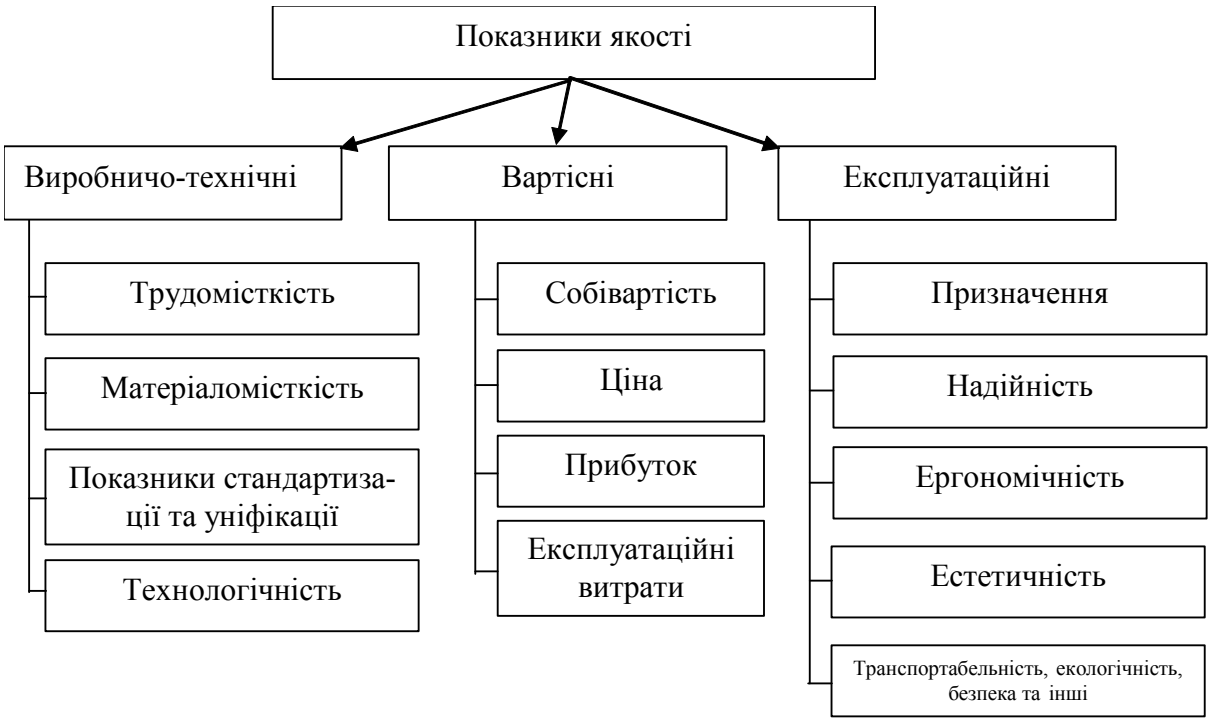


Рисунок 15.1 – Класифікація показників якості продукції

Виробничо-технічні показники характеризують продукцію у процесі виготовлення і тому особливо важливі для виробника. До них належать: *трудомісткість* – витрати часу на виготовлення продукції; *матеріаломісткість* – витрати всіх видів матеріалів на виготовлення продукції; *рівень стандартизації і уніфікації* – питома вага стандартних та відомих деталей у загальній кількості найменувань деталей; *технологічність* – можливість виготовлення продукції в конкретних умовах виробництва тощо.

Експлуатаційні показники якості характеризують продукцію у процесі її використання і тому особливо важливі для споживача. До них належать: *показники призначення,* які кількісно характеризують основні функції даної продукції (наприклад, потужність, швидкість руху, вантажопідйомність тощо); *надійність,* тобто властивість продукції зберігати працездатність протягом певного часу за умов дотримання заданих режимів і умов експлуатації; *естетичність* – виразність продукції, цільність композиції; *ергономічність* – відповідність продукції фізіологічним та психологічним особливостям людини; *транспортабельність* – можливість перевезення продукції певним видом транспорту; *екологічність* – це відповідність рівня шкідливих впливів на зовнішнє середовище, які виникають при експлуатації або споживанні продукції, чинним нормам; *безпечність* – це відповідність продукції нормативним вимогам безпечного користування

для користувачів та обслуговуючого персоналу при монтажі, обслуговуванні, ремонті, зберіганні, транспортуванні, споживанні тощо.

Вартісні показники характеризують витрати на виготовлення та експлуатацію продукції і тому важливі як для виробника, так і для споживача. До них належать: *виробнича собівартість, ціна, прибуток, експлуатаційні витрати* на ремонт, обслуговування, амортизацію тощо.

Якщо всі показники продукції (окрім вартісних) знаходяться у визначених межах, відповідають технічним умовам, стандартам тощо, то така продукція вважається *доброякісною* або придатною для використання. Продукція, яка має відхилення від чинних стандартів, технічних умов, вважається *дефектною* або бракованою. Кожна окрема невідповідність продукції встановленим вимогам називається *дефектом*.

В останній час до вартісних показників якості продукції стали відносити показник, який отримав назву "ціна якості".

Ціна якості – це сума витрат, які підприємство витрачає на контроль якості продукції, а також втрат, які несе підприємство у випадку відмови (поломки) вироблених ним виробів, що знаходяться в експлуатації у споживачів. Наприклад, опитування вищих керівників підприємств Франції [14, С. 207] показало, що ціна якості продукції на їх підприємствах складає від 5% до 20% виручки за виготовлену та поставлену продукцію. В свою чергу ціна якості складається з двох частин: ціни відповідності та ціни невідповідності.

Ціна відповідності містить всі витрати на виявлення та попередження браку, на випробування та тестування продукції, на навчання та підготовку кадрів, на складання звітів, калькуляцій тощо. Ці витрати складають до 25% ціни якості. *Ціна невідповідності* – це витрати, які пов'язані з усуненням недоліків у продукції, що випускається, а саме: з проведенням ремонту цієї продукції протягом гарантійного періоду; з покриттям збитків від продукції, яка визнана остаточним браком; з витратами на внесення змін у технологічний процес; з витрати на відшкодування шкоди, заподіяної іншим підприємствам, які отримали неякісну продукцію, тощо. Ці витрати складають до 75% ціни якості.

15.1.2 Забезпечення якості продукції на підприємствах

Під *забезпеченням якості продукції* розуміється сукупність запланованих та систематично здійснюваних заходів, спрямованих на забезпечення відповідної якості та конкурентоспроможності продукції.

В даний час існують два протилежних підходи до забезпечення якості продукції, кожен із яких в принципі може привести до досягнення запланованого результату. Це: а) *організація на підприємстві суцільного контролю якості продукції* та б) *створення на підприємстві системи формування якості продукції.*

Суцільний контроль якості продукції здійснюється на багатьох підприємствах США, Японії, Західної Європи і передбачає дотримання таких *принципів*: якість визнається основною стратегічною метою підприємства, на забезпечення якої повинні виділятися відповідні кошти; якість продукції повинна постійно підвищуватись; заходи з підвищення якості продукції повинні охоплювати всі підрозділи та всіх працюючих; особливу увагу потрібно приділяти якості науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт, що обумовлено прискоренням темпів науково-технічного прогресу; постійна увага підвищенню кваліфікації кадрів та мотивації персоналу в питаннях забезпечення якості продукції та інші.

Прикладом організації суцільного контролю якості продукції може слугувати метод автономного контролю усіх складових виробу на робочих місцях самими виконавцями, запроваджений в японському концерні "Тойота" [6, С. 100]. Цей метод отримав назву метод "Дзідока". Суть методу полягає в тому, що той, хто першим безпосередньо виявив дефект виробу, повинен миттєво вжити заходів для усунення причин, які викликали появу цього браку. За допомогою даного методу контроль якості здійснюється на "Тойоті" не тільки у виробничій сфері, а й в усіх ланках функціонального управління.

Для того, щоб метод "Дзідока" працював бездоганно, необхідно дотримуватись таких основних правил:

- обов'язкове навчання всіх робітників методам контролю якості;
- дефекти можуть бути виявлені неозброєним оком;
- кожен робітник повинен мати право зупинити конвеєр у разі виявлення браку;
- за якість відповідає безпосередній виконавець;
- робітник повинен сам виправити допущений ним брак;
- робітник повинен здійснювати поточний контроль і обслуговування обладнання, на якому він працює;
- кожна деталь має проходити контроль, якщо можливо, з використанням автоматичних засобів.

Застосування методу "Дзідока" дозволило значно зменшити кількість перевірок якості продукції, що їх проводять контролери. А перевірка кінцевої продукції здійснюється *не для виявлення дефектів*, а для вивчення відхилень від встановлених споживчих властивостей продукції або для розробки рекомендацій щодо удосконалення управління виробництвом.

Останнім часом все більшого поширення набуває відхід від суцільного контролю якості продукції та перехід до *створення на підприємстві системи формування якості продукції.* На думку відомого фахівця в сфері управління якістю Філіпа Кросбі [14, С. 210] для створення системи формування якості продукції потрібно вирішити такі основні питання:

- необхідно розробити чітку політику в сфері якості та довести її до свідомості кожного працівника підприємства;

- всі співробітники повинні навчитись працювати без дефектів; орієнтир в їх роботі – “нуль” дефектів;

- всі вимоги, які визначають рівень якості продукції, підлягають неухильному виконанню;

- вимоги, які визначають рівень якості продукції, можуть коригуватись тільки в бік посилення;

- будь-які компроміси, відхилення та коливання у питаннях якості не допускаються;

- “ціна невідповідності” повинна стати основним показником для вимірювання якості продукції;

- система формування якості повинна бути спрямована не на перевірку й оцінювання, а на запобігання відхилень від встановлених споживчих властивостей продукції.

Таким чином, можна зробити висновок, що на кожному підприємстві необхідно розробити таку система заходів, яка б орієнтувала всю сукупність технічних, організаційних, соціальних факторів виробництва на досягнення такого рівня якості продукції, який найповніше відповідав би стратегічній меті підприємства. Ця система заходів може передбачати:

- формування на підприємстві стратегії управління якістю;

- розробку та впровадження системи управління якістю продукції;

- визначення нормативних вимог до якості продукції тощо.

Сучасна стратегія управління якістю продукції повинна базуватись на таких положеннях: 1) визнається, що якість продукції забезпечується не тільки технічними службами підприємства, а й всіма його підрозділами та службами; 2) новому поняттю якості повинна відповідати нова організаційна структура управління підприємством; 3) якість продукції повинна бути орієнтована на задоволення вимог (потреб) споживачів, а не виробника; 4) питання якості актуальні не тільки в межах виробничого циклу, а й в процесі розробки, конструювання, маркетингу, післяпродажного обслуговування продукції тощо; 5) підвищення якості продукції може бути досягнуто тільки при зацікавленій участі всіх працівників підприємства та інші.

Для практичного забезпечення високої якості та конкурентоспроможності продукції на підприємствах створюється система управління якістю продукції.

Система управління якістю – це сукупність підрозділів і нормативних документів (стандартів підприємства), а також здійснюваних на підприємстві заходів (технічних, організаційних, економічних тощо) з метою забезпечення високої якості продукції на всіх етапах її життєвого циклу, організації жорсткого контролю за якістю продукції та запровадження механізму постійного підвищення якості продукції в довгостроковому періоді. В світі така система управління якістю продукції отримала назву система TQM (Total Quality Management) – система *загального управління якістю*.

Згідно з цією системою якість повинна бути “вмонтована” в продукцію; всі підрозділи підприємства і всі працівники повинні взяти на себе повну відповідальність за якість продукції на кожному етапі її створення та запровадити такі методи, які б дозволили “робити тільки те, що треба і що необхідно, з першого разу [14, С. 283].” В системі TQM якість стає найголовнішою стратегією підприємства, постійною турботою не тільки його вищого керівництва, а й всіх працівників.

Система управління якістю продукції повинна охоплювати всі етапи розробки, виробництва та експлуатації продукції. Це наочно демонструє так звана “петля” якості продукції” (рис. 15.2), яка визначає 11 етапів життєвого циклу продукції, які впливають на її якість.

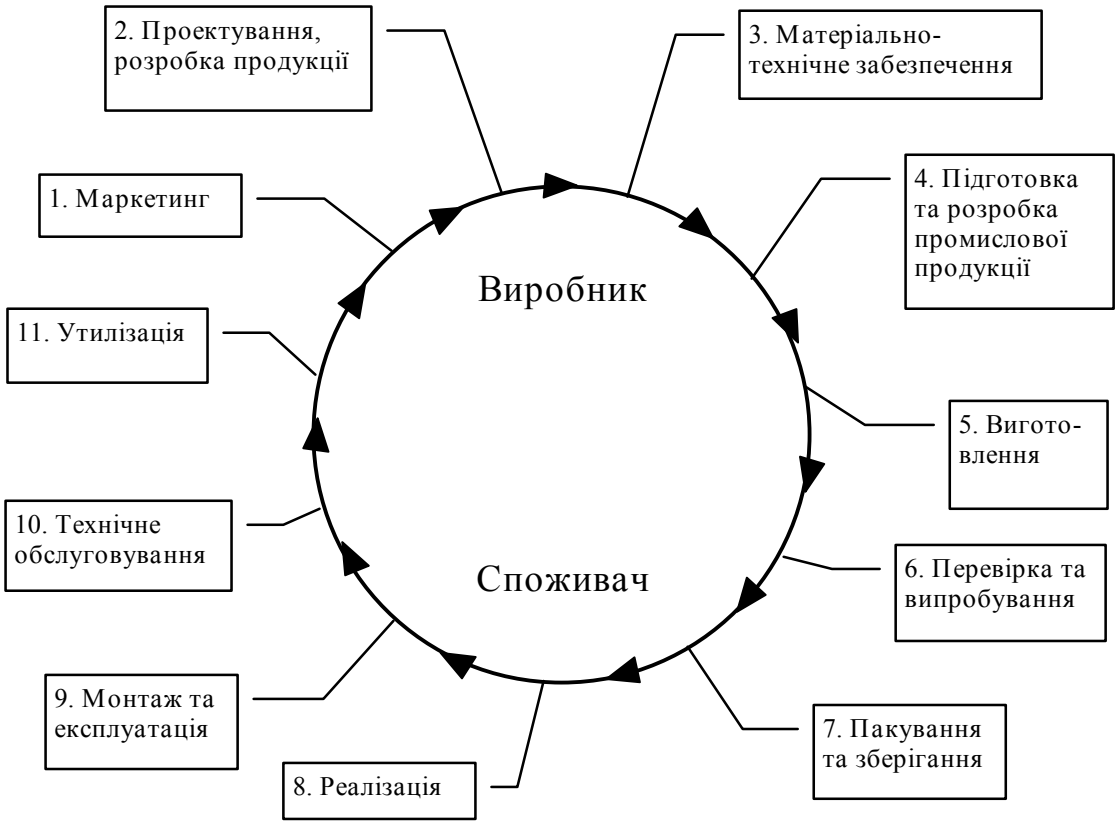


Рисунок 15.2 – “Петля” якості продукції

“Петля” якості свідчить, що виготовлення якісної продукції передбачає тісну взаємодію виробників і споживачів, в результаті чого задовольняються потреби споживачів і знаходяться найефективніші способи виробництва даної продукції. “Петля” якості також свідчить, що якість повинна підтримуватись на всіх етапах життєвого циклу продукції: висока якість, досягнута на одних етапах життєвого циклу, може бути втрачена на інших.

Примітки.

1. Суттєвий внесок в розробку систем управління якістю продукції внесли такі організатори виробництва та вчені, як У.Едвінг Демінг, Ф.Б.Кросбі, Дж.М.Джуран, К.Ісікава, Ф.Шухарт та інші.

2. В колишньому СРСР були розроблені та запроваджені численні системи управління якістю продукції. Серед них – система бездефектного виготовлення продукції та здачі її відділу технічного контролю з першого пред'явлення (система БВП); система "якість, надійність, ресурс з перших виробів" (система ЯНАРЗПВ); система "наукова організація робіт зі збільшення моторесурсу" (система НОРМ); комплексні системи управління якістю продукції (системи КСУЯП) та інші. З основними положеннями цих систем можна ознайомитись в [12, С. 290-298; 6, С. 137-146].

Масовий характер створення на підприємствах систем управління якістю викликав необхідність стандартизації вимог до цих систем. Так, в 1987 році були затверджені міжнародні стандарти ІСО серії 9000, в яких був відображений світовий досвід управління якістю продукції на підприємствах. Основними є: стандарт ІСО 9000, в якому дається загальний опис системи управління якістю; стандарти ІСО 9001, ІСО 9002 та ІСО 9003, в яких визначаються моделі, за допомогою яких може здійснюватись оцінювання системи управління якістю; стандарт ІСО 9004, який визначає порядок розробки та впровадження системи управління якістю продукції. Зазначені стандарти ІСО серії 9000 були переглянуті в 1994 та 2000 роках і увібрали в собі всі ті зміни, які мали місце протягом даного періоду.

З 2004 року чинними є стандарти ІСО серії 9000 в редакції 2000 року.

Стандарти ІСО серії 9000 в редакції 2000 року були узгоджені зі стандартами ІСО серії 14000 (це стандарти екологічної серії), які регулюють сферу управління навколишнім середовищем.

Нормативні вимоги до якості продукції, що їх повинні забезпечити системи управління якістю, базуються чинних стандартах, передовому досвіді інших підприємств, потребах споживачів, передових досягненнях науки і техніки тощо.

15.1.3 Вимірювання якості продукції

З поняттям якості тісно пов'язане поняття технічний рівень продукції. *Технічний рівень якості продукції* – це відносна характеристика якості, яка грунтується на порівнянні показників якості даної продукції з показниками якості продукції, яка взята для порівняння.

Існує кілька основних методів визначення технічного рівня якості продукції.

Експериментальний метод – полягає в безпосередньому вимірюванні значення основних показників якості за допомогою спеціальних технічних засобів, стрілкових або цифрових приладів, людських органів почуттів тощо. Може бути використаний й альтернативний метод, коли величина якості безпосередньо не вимірюється, а перевіряється за допомогою калібрів, еталонів тощо за принципом "придатний – непридатний".

Розрахунковий метод – полягає в розрахунку вартості основного показника якості, характерного для даного виробу. Наприклад, вартість 1 кВт

потужності двигуна, вартість перевезення однієї тонни вантажу на відстань 1 км тощо.

Диференційний метод – передбачає порівняння декількох показників якості певної продукції з відповідними показниками якості іншої (базової) продукції. В цьому випадку розраховуються так звані диференційні індекси якості I_i.

Диференційні індекси якості I_i можна розрахувати за формулами:

$$I_а = \frac{А_2}{А_1}, \quad I_б = \frac{Б_2}{Б_1}, \quad I_в = \frac{В_2}{В_1}, \quad \ldots \quad I_n = \frac{N_2}{N_1}, \qquad (15.1)$$

де $А_2$, $Б_2$, $В_2$, … N_2 – одиничні показники якості даної продукції;

$А_1$, $Б_1$, $В_1$, … N_1 – одиничні показники якості базової продукції.

Якщо $I_i > 1$, то за даним одиничним показником якості дана продукція буде кращою за базову для випадку, коли збільшення основного показника приводить до покращання якості продукції.

Якщо $I_i < 1$, то за даним одиничним показником якості дана продукція буде кращою за базову для випадку, коли збільшення основного показника призводить до погіршення якості продукції.

Зрозуміло, що при застосуванні диференційного методу може статись ситуація, коли за певними показниками якості кращим буде один вид продукції, а за іншими показниками – другий (базовий) вид продукції.

Комплексний метод – передбачає попарне порівняння одиничних показників якості даної продукції з одиничними показниками якості базової продукції з урахуванням коефіцієнтів важливості (питомої ваги) β кожного із цих показників в загальному рівні якості продукції та наступним підсумуванням отриманих результатів.

В результаті отримаємо *загальний коефіцієнт якості* $К_{заг}$ продукції, який розраховується за формулою:

$$К_{заг} = \beta_1 \cdot \frac{А_2}{А_1} + \beta_2 \cdot \frac{Б_2}{Б_1} + \ldots + \beta_n \cdot \frac{N_2}{N_1} = \sum_1^n \beta_i \cdot I_i, \qquad (15.2)$$

де β_i – коефіцієнт важливості (питома вага), який має даний одиничний показник якості в загальному рівні якості продукції, у відн. од.;

n – кількість показників якості, за якими ведеться розрахунок технічного рівня якості продукції;

I_i – диференційний показник якості продукції.

При цьому повинна виконуватись умова, що $\sum_1^n \beta_i = 1$.

Формула 15.2 застосовується в тому випадку, коли збільшення значення кожного із основних одиничних показників приводить до підвищення рівня якості продукції. У випадку, коли збільшення значення основного

одиничного показника, наприклад, показника А, призводить до погіршення якості продукції, то в формулу 15.2 замість співвідношення A_2/A_1 потрібно підставити співвідношення A_1/A_2. Це правило діє для всіх аналогічних випадків.

Якщо $К_{заг} > 1$, то загальний рівень якості даного виду продукції буде вищим, ніж базової. І навпаки, при $К_{заг} < 1$ загальний рівень якості даної продукції буде нижчим, ніж базової.

Застосування комплексного методу визначення рівня якості продукції передбачає проведення таких робіт.

1-й крок: вибирають одиничні показники якості, які характеризують дану продукцію. Припустимо, що такими показниками якості продукції будуть показники "А", "Б", "В", "Г", "Д" та "Е".

2-й крок: запрошують експертів, які визначають важливість (питому вагу) кожного із показників, вибраних для розрахунку загального рівня якості даного виду продукції.

Кожен експерт оцінює важливість показників якості продукції шляхом присвоєння їм відповідних *рангів*. Найважливішому показнику встановлюється ранг 1; наступному показнику, менш важливому, встановлюється ранг 2 і т.д. Якщо експерт вважає показники якості рівноцінними, то їм проставляється однаковий ранг. Наприклад, при рівності 1-го та 2-го показників якості кожному із них проставляється ранг 1,5; при рівності 2-го та 3-го показників якості кожному із них проставляється ранг 2,5; при рівності 3-го та 4-го показників – ранг 3,5 тощо. Приклад фіксації думок 5-ти запрошених експертів наведений в таблиці 15.1 (приклад умовний).

Таблиця 15.1 – Приклад фіксації думок експертів щодо важливості показників якості продукції

Одиничні показники якості	Ранги r_i, що їх виставили експерти					R_i	Δi	Δi^2
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й			
Перший – "А"	1,5	2,5	1,5	1	3	9,5	- 8	64
Другий – "Б"	6	4,5	4	6	6	26,5	9	81
Третій – "В"	3,5	2,5	5,5	3,5	1,5	16,5	- 1	1
Четвертий – "Г"	1,5	1	1,5	2	1,5	7,5	- 10	100
П'ятий – "Д"	5	4,5	5,5	5	5	25	7,5	56,25
Шостий – "Е"	3,5	6	3	3,5	4	20	2,5	6,25
Разом	21	21	21	21	21	105	0	308,5

Як видно із таблиці 15.1, сума рангів, виставлених кожним із експертів 6-ти показникам якості продукції, дорівнює 21. Наприклад, для першого експерта сума виставлених ним рангів для всіх 6-ти показників якості продукції складе: 1,5+6+3,5+1,5+5+3,5=21.

3-й крок: здійснюється математична обробка думок експертів на предмет довіри чи недовіри до встановлених ними рангів. Послідовність розрахунків така:

а) визначається *сума рангів* R_i для кожного показника якості продукції (табл. 15.1):

$$R_i = \sum_1^m r_i , \qquad (15.3)$$

де r_i – ранг, встановлений кожним експертом для *i*-го показника якості продукції;

m – кількість експертів;

б) розраховується *середня сума рангів* $R_{сер}$ для кожного показника якості за формулою:

$$R_{сер} = \frac{\sum_1^n R_i}{n}, \qquad (15.4)$$

де n – кількість одиничних показників, за якими оцінюється рівень якості продукції.

Для нашого випадку: $R_{сер} = 105/6 = 17{,}5$;

в) визначається *відхилення* Δi_i суми рангів R_i для кожного показника якості від середньої суми рангів $R_{сер}$:

$$\Delta i_i = R_i - R_{сер}. \qquad (15.5)$$

Так, для показника якості "А" маємо, що $\Delta i_А = 9{,}5 - 17{,}5 = -8$, для показника якості "Б" – $\Delta i_Б = 26{,}5 - 17{,}5 = 9$ тощо. Сума відхилень для всіх показників якості повинна дорівнювати нулю;

г) розраховується квадрат відхилень Δi_i^2 для кожного показника якості та загальна сума квадратів відхилень (таблиця 15.1). Для нашого випадку $\Delta i_i^2 = 308{,}5$.

4-й крок: розраховується коефіцієнт узгодженості W думок експертів за формулою:

$$W = \frac{12\sum_1^n \Delta i_i^2}{m^2 \cdot (n^3 - n)}. \qquad (15.6)$$

У разі повної узгодженості поглядів експертів коефіцієнт W=1. Чим більше розбіжностей в думках експертів, тим меншою буде величина W. Допустимим визнається коефіцієнт W>0,66. Для нашого випадку:

$$W = \frac{12 \cdot 308{,}5}{5^2 \cdot (6^3 - 6)} = 0{,}705.$$

5-й крок: виявляються пріоритетні показники якості із кожної пари порівнюваних показників. Для цього визначаються всі пари показників якості і послідовно порівнюються ранги цих показників. Наприклад, візьмемо першу пару показників якості „А” та „Б” та порівняємо ранги цих показників. Бачимо, що всі експерти оцінили важливість першого показника “А” вище, ніж другого “Б”. Тому в таблиці пріоритетів (таблиця 15.2) у відповідних клітинках проставляється знак “>”, тобто “більше”. Це означає, що важливість показника “А” буде вищою, ніж показника “Б”.

Візьмемо наступну пару показників якості „Б” та „В” і порівняємо ранги цих показників. Бачимо, що 1-й, 2-й, 4-й та 5-й експерти вище оцінили важливість показника “В”, тому у відповідних клітинках таблиці пріоритетів ставимо знак “<”, тобто “менше”. Це означає, що другий показник якості “Б” менш важливий, ніж третій “В”. Третій експерт, навпаки, оцінив показник якості “Б” вище, ніж показник „В”. Тому у відповідній клітинці таблиці пріоритетів ставимо знак “>”, тобто ”більше”.

Якщо ранги показників однакові, то у відповідних клітинках таблиці пріоритетів ставиться знак “=”, тобто “рівність”. Результати попарного порівняння показників зведені до таблиці 15.2.

Таблиця 15.2 – Таблиця пріоритетів показників якості

Показники якості, які порівнюються	Пріоритет у експертів					Оцінка попарного пріоритету показників X_i та X_{i+1}	
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	Попередня	Остаточна
“А” та “Б”	>	>	>	>	>	0,75 та 0,25	0,75 та 0,25
“А” та “В”	>	=	>	>	<	0,75 та 0,25	0,6 та 0,4
“А” та “Г”	=	<	=	>	<	0,25 та 0,75	0,45 та 0,55
“А” та “Д”	>	>	>	>	>	0,75 та 0,25	0,75 та 0,25
“А” та “Е”	>	>	>	>	>	0,75 та 0,25	0,75 та 0,25
“Б” та “В”	<	<	>	<	<	0,25 та 0,75	0,35 та 0,65
“Б” та “Г”	<	<	<	<	<	0,25 та 0,75	0,25 та 0,75
“Б” та “Д”	<	=	>	<	<	0,25 та 0,75	0,4 та 0,6
“Б” та “Е”	<	>	<	<	<	0,25 та 0,75	0,35 та 0,65
“В” та “Г”	<	<	<	<	=	0,25 та 0,75	0,3 та 0,7
“В” та “Д”	>	>	=	>	>	0,75 та 0,25	0,7 та 0,3
“В” та “Е”	=	>	<	=	>	0,75 та 0,25	0,55 та 0,45
“Г” та “Д”	>	>	>	>	>	0,75 та 0,25	0,75 та 0,25
“Г” та “Е”	>	>	>	>	>	0,75 та 0,25	0,75 та 0,25
“Д” та “Е”	<	>	<	<	<	0,25 та 0,75	0,35 та 0,65

6-крок: кількісно оцінюється пріоритет кожного показника якості. Оцінювання пріоритету здійснюється у два етапи. Спочатку проводиться *попереднє оцінювання*, яке полягає в тому, що підраховується кількість пріоритетів у кожного показника якості, який входить до пари показників, взятих для порівняння. У випадку більшої кількості пріоритетів у певного показника йому виставляється оцінка 0,75. Гіршому показнику якості ви-

ставляється оцінка 1- 0,75 = 0,25. Наприклад, при порівнянні першого показника якості “А” з другим показником якості “Б” видно, що всі експерти віддали перевагу першому показнику “А”. Тому йому виставляється оцінка 0,75. Показнику “Б” буде виставлена оцінка 1- 0,75 = 0,25.

Порівнюючи, наприклад, перший “А” та четвертий “Г” показники якості, бачимо, що більшість експертів віддали перевагу четвертому показнику якості “Г”. Тому оцінки, виставлені цим показникам, будуть дорівнювати 0,25 для показника „А” та 0,75 для показника „Г” (таблиця 15.2).

Після попереднього оцінювання проводиться *остаточне кількісне* оцінювання пріоритету кожного із показників якості. Для цього слід підрахувати, скільки саме експертів віддали перевагу тому чи іншому показнику якості із кожної пари порівнюваних.

Якщо всі експерти віддали перевагу одному із показників якості, то остаточна кількісна оцінка залишається такою ж, як і попередня, наприклад, 0,75 та 0,25 або 0,25 та 0,75. Якщо ж один із експертів висловив протилежну думку, то вищезазначені співвідношення коригуються на величину 0,1. Тобто, більше число 0,75 буде зменшено до величини 0,75-0,1=0,65, а менше число буде збільшено до величини 0,25+0,1=0,35.

Якщо ж два експерти висловили протилежну думку, то вищезазначені співвідношення коригуються на величину 0,2. Тобто, більше число 0,75 буде зменшено до величини 0,75-0,2=0,55, а менше число буде збільшено до величини 0,25+0,2=0,45. При рівності показників якості у одного із експертів, коригування їх кількісної оцінки здійснюється на величину 0,05. Тобто, більше число 0,75 буде зменшено до величини 0,75- 0,05=0,7, а менше число буде збільшено до величини 0,25+0,05=0,3 (таблиця 15.2).

7-й крок: розраховують коефіцієнти важливості (питому вагу) β кожного із одиничних показників якості. Для цього складають спеціальну матрицю (таблиця 15.3), в яку виписуються кількісні оцінки пріоритетів показників, визначені в попередній таблиці 15.2. Далі, за методикою, наведеною в таблиці 15.3, розраховуються коефіцієнти важливості (питому вагу) β кожного із одиничних показників якості.

Таблиця 15.3 – Розрахунок важливості показників якості продукції

	Показники якості та їх оцінка						Сума оцінок F_i	$\beta = \frac{F_i}{D}$
	“А”	“Б”	“В”	“Г”	“Д”	“Е”		
“А”		0,75	0,6	0,45	0,75	0,75	3,3	3,3 : 15 = 0,22
“Б”	0,25		0,35	0,25	0,4	0,35	1,6	1,6 : 15 = 0,11
“В”	0,4	0,65		0,3	0,7	0,55	2,6	2,6 : 15 = 0,17
“Г”	0,55	0,75	0,7		0,75	0,75	3,5	3,5 : 15 = 0,23
“Д”	0,25	0,6	0,3	0,25		0,35	1,75	1,75 : 15 = 0,12
“Е”	0,25	0,65	0,45	0,25	0,65		2,25	2,25 : 15 = 0,15
Всього – D							15	$\sum_{1}^{6} \beta_i = 1$

8-й крок: за формулою 15.2 розраховують загальний коефіцієнт якості продукції і роблять висновки щодо рівня її якості відносно базової продукції.

15.2 Завдання для самостійного виконання

Існує 10 видів однотипної продукції, якість яких вимірюється показниками “А”, “Б”, “В”, “Г”, “Д”, “Е” та “Ж” (таблиця 15.4). Для оцінювання важливості (питомої ваги) β кожного із цих показників в загальному рівні якості були запрошені 14 експертів, які виставили показникам якості певні ранги. Думки цих експертів зведені до таблиці 15.5.

Таблиця 15.4 – Початкові дані для виконання завдання

Види продукції	Показники якості (в абсолютних одиницях)						
	“А”	“Б”	“В”	“Г”	“Д”	“Е”	“Ж”
1	15	67	4	100	35	1200	23
2	14	65	5	98	36	1260	25
3	10	78	6	110	40	1100	28
4	11	76	6	121	41	1270	29
5	16	58	7	130	51	1400	31
6	17	48	8	140	35	1000	26
7	18	74	9	119	39	1420	41
8	20	80	7	140	46	1500	27
9	21	89	8	145	43	1350	22
10	22	60	3	143	44	1290	32

Таблиця 15.5 – Початкові дані для виконання завдання

Показники	Експерти та виставлені ними ранги показників якості продукції													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
“А”	2	2	3	2	2	2	4	2	4	4	4	2	4	5
“Б”	3	3	2	4	3	3	6	3	2	2	2	4	2	4
“В”	4	4	4	3	4	5	2	1	3	3	3	5	5	2
“Г”	1	5	1	5	5	4	1	5	1	5	5	3	3	1
“Д”	5	1	5	1	1	1	3	6	5	1	7	1	1	3
“Е”	6	6	7	7	7	7	5	4	6	7	1	6	7	6
“Ж”	7	7	6	6	6	6	7	7	7	6	6	7	6	7

В таблиці 15.6. наведені дані щодо того, які види продукції потрібно взяти для порівняння та які саме експерти були запрошені для оцінювання важливості (питомої ваги) показників якості.

Керуючись даними таблиць 15.4, 15.5 та 15.6, потрібно:

1. Виписати значення основних показників тих видів продукції, які потрібно взяти для порівняння.

2. Скласти таблицю, в якій відобразити ранги показників якості, виставлені експертами, що були запрошені для оцінювання важливості цих показників (згідно з завданням).

3. Для кожного показника якості розрахувати величини R_i, $R_{сер}$, Δi_i, Δi_i^2 та загальну суму квадратів відхилень.

Таблиця 15.6 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Види продукції для порівняння	Експерти, які були запрошені	Варіант	Види продукції для порівняння	Експерти, які були запрошені
1	1 – 3	I-II-III-IV-V	16	1 – 7	VI-VIII-X-XII-XIV
2	6 – 9	II-III-IV-V-VI	17	1 – 2	I-IV-V-VIII-XII
3	2 – 4	III-IV-V-VI-VII	18	1 – 6	I-II-IX-X-XIV
4	3 – 5	IV-V-VI-VII-VIII	19	1 – 8	II-III-V-VIII-XII
5	4 – 6	V-VI-VII-VIII-IX	20	1 – 9	II-VI-VII-X-XI
6	5 – 7	VI-VII-VIII-IX-X	21	2 – 8	III-IV-V-VIII-XI
7	6 – 8	VII-VIII-IX-X-XI	22	2 – 9	III-VII-X-XII-XIV
8	7 – 9	VIII-IX-X-XI-XII	23	2 – 3	IV-V-VII-IX-XI
9	8 – 10	IX-X-XI-XII-XIII	24	2 – 10	IV-VI-IX-X-XIII
10	1– 5	X-XI-XII-XIII-XIV	25	3 – 8	V-VI-VIII-XI-XII
11	2 – 6	I-III-V-VII-IX	26	4 – 9	V-VII-IX-X-XIII
12	3 – 7	II-IV-VI-VIII-X	27	4 – 10	VI-VII-IX-XI-VIX
13	4 – 8	III-V-VII-IX-XI	28	5 – 8	VII-VIII-X-XI-XIII
14	5– 9	IV-VI-VIII-X-XII	29	6 – 7	VII-VIII-XI-XIII-XIV
15	6 – 10	V-VII-IX-XI-XIII	30	5 – 10	VIII-IX-X-XI-XIV

4. Розрахувати коефіцієнт узгодженості думок експертів та зробити висновок про можливість використання виставлених ними рангів показників якості для подальшого аналізу рівня якості продукції.

5. Користуючись думками експертів, виявити попарні пріоритети показників якості. Для цього скласти таблицю за зразком таблиці 15.2.

6. Попередньо та остаточно кількісно оцінити пріоритети кожного із показників якості продукції.

7. Скласти спеціальну матрицю (за зразком таблиці 15.3) та розрахувати коефіцієнти важливості (питому вагу) β кожного із одиничних показників якості.

8. Шляхом розрахунку загального коефіцієнта якості $К_{заг}$ продукції оцінити рівень якості видів продукції, взятих для аналізу згідно з завданням. Для цього один вид продукції вибрати (довільно) за базовий.

Примітка. Студенти, які виконують *парний варіант завдання*, повинні вважати, що збільшення показників “Б”, “Г” та “Ж” призводить до погіршення якості продукції. Збільшення інших показників приводить до покращання якості продукції.

Студенти, які виконують *непарний варіант завдання*, повинні вважати, що збільшення показників “А”, “В” та “Е” призводить до погіршення якості продукції. Збільшення інших показників приводить до покращання якості продукції.

15.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення понять “якість продукції” та “конкурентоспроможність продукції”.

2. Поясніть як ви розумієте афористичний вислів японського фахівця з якості Каору Ісікава: “Не можна економити на якості, оскільки якість сама є економією”.

3. Дайте означення понять “властивість продукції”, “показник якості” та “технічний рівень якості продукції”. Наведіть приклади, які б підтверджували ваші міркування.

4. Поясніть яке значення для виробників продукції та її споживачів має підвищення якості продукції в умовах розвитку в Україні ринкових відносин.

5. Дайте характеристику виробничо-технічних показників якості продукції. Для кого важливі ці показники?

6. Дайте характеристику експлуатаційних показників якості продукції. Для кого важливі ці показники?

7. Дайте характеристику вартісних показників якості продукції. Для кого важливі ці показники?

8. Що розуміється під поняттям “ціна якості”?

9 Поясніть відмінність в поняттях “ціна відповідності” та “ціна невідповідності”.

10. Що розуміється під поняттям “забезпечення якості продукції”? Якими основними шляхами можна забезпечувати високу якість продукції на підприємствах?

11. Охарактеризуйте основні положення системи, яка забезпечує організацію суцільного контролю якості продукції на підприємствах. Визначіть переваги та недоліки цієї системи. Наведіть приклади таких систем контролю якості.

12. Охарактеризуйте основні положення системи, яка забезпечує формування якості продукції на підприємстві. Визначіть переваги та недоліки такої системи.

13. Охарактеризуйте основні положення сучасної стратегії управління якістю продукції на підприємствах. Які основні питання вирішує ця стратегія?

14. Охарактеризуйте суть та значення систем управління якістю продукції, які створюються на підприємствах. Назвіть приклади таких систем та дайте їм характеристику.

15. Що являє собою так звана “петля” якості продукції?

16. Які основні етапи життєвого циклу товару визначає “петля” якості. Поясніть практичне значення цих етапів при розробці системи управління якістю продукції на підприємствах?

17. Суть, значення та основні положення міжнародних стандартів ІСО серії 9000.

18. Назвіть основні методи визначення рівня якості продукції.

19. Дайте характеристику експериментальному методу визначення рівня якості продукції.

20. Дайте характеристику розрахунковому методу визначення рівня якості продукції.

21. Дайте характеристику диференційному методу визначення рівня якості продукції. Як розраховуються диференційні індекси якості продукції?

22. В яких випадках диференційний індекс якості продукції, більший за одиницю, свідчить про те, що якість даної продукції буде вищою, ніж якість базової продукції.

23. В яких випадках диференційний індекс якості продукції, менший за одиницю, свідчить про те, що якість даної продукції буде вищою, ніж якість базової продукції.

24. Дайте характеристику комплексному методу визначення рівня якості продукції. Як розраховуються загальний коефіцієнт якості продукції?

25. Охарактеризуйте методику, за якою експерти визначають важливість кожного із показників якості продукції.

26. Яким чином здійснюється математична обробка думок експертів на предмет довіри чи недовіри до визначених ними рангів показників якості продукції?

27. Як розраховується коефіцієнт узгодженості думок експертів при визначенні ними рангів показників якості продукції?

28. Охарактеризуйте методику, за якою здійснюється виявлення пріоритетів для кожної пари показників якості продукції, які вибираються для порівняння? Поясніть, як складається таблиця пріоритетів показників якості.

29. Охарактеризуйте методику, за якою попередньо кількісно оцінюються пріоритети кожного із показників якості продукції, взятих для аналізу та оцінювання.

30. Охарактеризуйте методику, за якою остаточно кількісно оцінюються пріоритети кожного із показників якості продукції, взятих для аналізу та оцінювання.

31. Охарактеризуйте методику, за якою здійснюються розрахунки важливості (питомої ваги) показників якості продукції, взятих для аналізу та оцінювання.

32. Наведіть власні міркування з приводу того, яким чином пов’язані між собою поняття “якість продукції” та “конкурентоспроможність продукції”. Чи завжди підвищення якості продукції спричинює підвищення її конкурентоспроможності? Наведіть приклади.

16

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: "Аналіз якості продукції за допомогою діаграм Парето"

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання та розвинути практичні навички з проведення аналізу якості продукції, що випускається на підприємстві, на основі застосування діаграм Парето.

16.1 Теоретична частина

Як відомо, незадовільна якість продукції, що її випускає підприємство, може обернутись для цього підприємства значними матеріальними та фінансовими втратами. Щоб не допустити цього, потрібно застосовувати відповідні заходи попередження зниження якості продукції. Ці заходи базуються на певних методиках, одна із яких передбачає застосування так званих *діаграм Парето*.

Вільфредо Парето – відомий італьянський економіст та соціолог (1848–1923 рр.), який в 1897 р. вивів формулу, згідно з якою матеріальні та інші блага розподіляються між людьми нерівномірно, причому найбільша частка благ належить невеликій кількості людей. В подальшому теоретичні висновки В.Парето було запропоновано використовувати в сфері контролю продукції для класифікації різноманітних причин зниження її якості. Було доведено, що в більшості випадків *переважаюча кількість дефектів продукції і пов'язаних з ними витрат виникає через відносно невелику кількість причин*. Визначення залежності між кількістю дефектів продукції та причинами, що їх спричиняють, робиться на підставі побудови так званих *діаграм Парето.*

Застосування діаграм Парето для аналізу якості продукції передбачає здійснення таких етапів робіт:

- побудова діаграми Парето за результатами діяльності;
- побудова діаграми причин і результатів;
- побудова діаграми Парето за причинами;
- розробка та впровадження заходів з усунення причин появи основних дефектів продукції;
- побудова нової діаграми Парето за результатами діяльності;
- розрахунок величини зниження рівня дефектності продукції.

Розглянемо основні етапи робіт більш докладно.

Перший етап: побудова діаграми Парето за результатами діяльності. Даний етап передбачає такі роботи:

1-й крок: вибираються результати діяльності підприємства, які *небажані* для підприємства, наприклад: дефекти продукції, поломки, помилки, відмови, рекламації, ремонти, повернення продукції споживачами, обсяги втрат, витрати на усунення дефектів, зриви строків поставок продук-

ції, відсутність комплектуючих, аварії, нещасні випадки на виробництві тощо. Домовимося, що за результати діяльності візьмемо *дефекти* в продукції, яка випускається підприємством за певний термін.

2-й крок: визначається період проведення контролю та кількість виробів, які підлягають контролю за даний період. Припустимо, період контролю визначений в 1 місяць, а кількість виробів, які виготовляються за даний період і підлягають контролю, дорівнює 5000 шт.

3-й крок: здійснюється контроль якості продукції, під час якого виявляються дефекти кожного виду. Припустимо, що такими видами виявлених дефектів будуть: відхилення від розмірів, подряпини, раковини, тріщини, плями, розриви та інші.

Кожен вид дефекту шифрується. Якщо певний вид дефекту виявлений, він фіксується в спеціальних картах (рис. 16.1.) Потім підраховується загальна кількість виявлених дефектів. Припустимо, що для нашого прикладу вона складає 200 дефектів за місяць.

Види дефектів	Шифри дефектів	**Спостереження (реєстрація) виявлених дефектів**	Кількість виявлених дефектів
Тріщини	А	///// /////	10
Подряпини	Б	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// //	42
Плями	В	///// /	6
Відхилення від розмірів	Г	///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ///// ////	104
Розриви	Д	////	4
Раковини	Е	///// ///// ///// /////	20
Інші	Ж	///// ///// ////	14
Всього	200		

Рисунок 16.1 – Карта реєстрації дефектів

4-й крок: здійснюється обробка отриманої інформації. Для цього виявлені види дефектів розміщуються у порядку зменшення їх кількості так, як наведено в таблиці 16.1. Паралельно здійснюються розрахунки накопичувальної кількості дефектів та накопичувального процента.

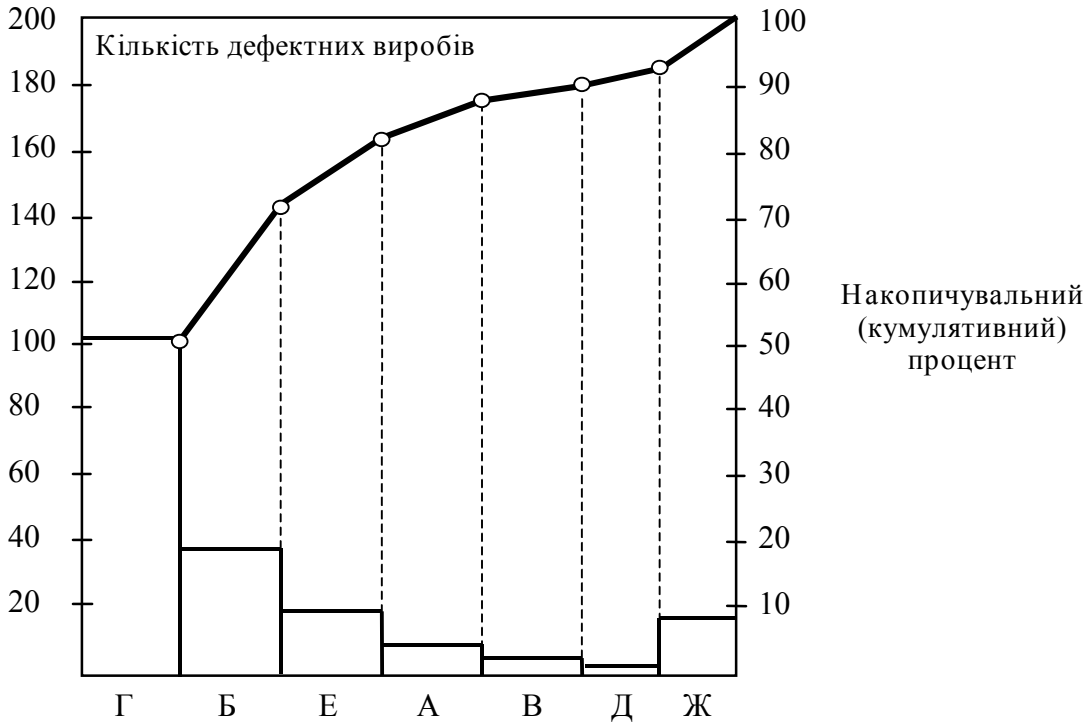
Таблиця 16.1 – Накопичувальні кількості дефектів та процентів

Види дефектів	Шифри дефектів	Кількість дефектів	Накопичувальна кількість дефектів	Процент кожного виду дефекту в загальній кількості (%)	Накопичувальний (кумулятивний) процент (%)
Відхилення від розмірів	Г	104	104	52	52
Подряпини	Б	42	146	21	73
Раковини	Е	20	166	10	83
Тріщини	А	10	176	5	88
Плями	В	6	182	3	91
Розриви	Д	4	186	2	93
Інші	Ж	14	200	7	100
Всього	-	200	200	100	-

5-й крок: будують діаграму Парето за результатами.

На основі даних таблиці 16.1 будується діаграма Парето за результатами, а в нашому випадку – *діаграма Парето за видами дефектів.* Для цього на вертикальній осі, яка знаходиться ліворуч, наноситься шкала з інтервалами чисел від 0 до числа, яке відповідає загальній кількості виявлених дефектів (для нашого прикладу – 200). На вертикальній осі, яка знаходиться праворуч, наноситься шкала процентів від 0% до 100%. Горизонтальна вісь розділяється на рівні інтервали, які відповідають кількості виявлених видів дефектів. Для нашого випадку таких інтервалів буде 7.

Для видів дефектів будується стовпчикова діаграма, яка показує кількість виявлених дефектів кожного виду, а для процентних накопичуваних значень дефектів будується графічна діаграма (рис. 16.2).



А - тріщини;
Б - подряпини;
В - плями;
Г - відхилення від розмірів;
Д - розриви;
Е - раковини;
Ж - інші види дефектів

Рисунок 16.2 – Діаграма Парето за результатами (видами дефектів)

Аналіз діаграми Парето, наведеної на рисунку 16.2, показує, що найбільшу групу дефектів, а саме 52% від загальної кількості дефектів, складають відхилення від розмірів.

Другий етап: побудова *діаграми причин і результатів*, яка показує причини виникнення кожного виду дефектів.

Побудова діаграми причин і результатів потребує значного досвіду роботи, знання технології, організації виробництва, теорій мотивації тощо. Для пошуку причин дефектів можна застосовувати метод “розумового штурму”, запропонований американцем А.Ф.Осборном.

Побудова діаграми причин і результатів передбачає такі роботи:

1-й крок: визначається вид дефекту, який *найбільше* впливає на зниження якості продукції. Для нашого прикладу це буде відхилення від визначених розмірів продукції. Цей вид дефекту записують посередині аркуша паперу так, як це показано на рис. 16.3.

2-й крок: визначаються головні причини, які можуть викликати появу такого відхилення. Такими причинами можуть, наприклад, бути робітники, зміни, бригади, досвід робітників, їх вік та кваліфікація, емоційний стан робітників, вид обладнання, вид оснащення, вид технології, моделі, штампи, сировина, умови виробництва та багато інших. Припустимо, що для нашого випадку це будуть робітники, обладнання, матеріали та вид технології.

Головні причини, які можуть викликати відхилення від визначених розмірів продукції, наносяться на аркуш паперу в вигляді “великих кісток хребта” так, як це показано на рис. 16.3.

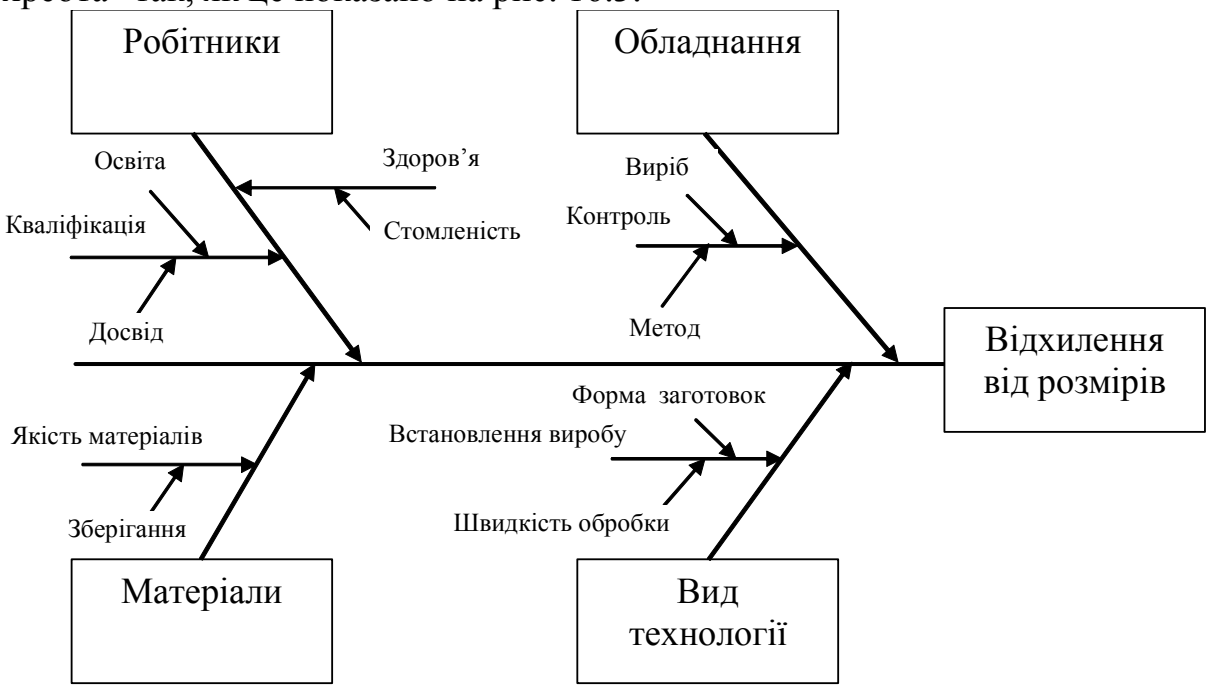


Рисунок 16.3 – Діаграма причин і результатів

3-й крок: визначаються причини першого та другого порядку, які можуть викликати появу головних причин. Наприклад, для головної причини “робітники” причинами першого порядку можуть бути “здоров’я” та “кваліфікація”. Причини першого порядку, які складають так звані “середні кістки хребта”, дорисовуються до кожної головної причини так, як це показано на рис. 16.3. Далі, до причин першого порядку дорисовують при-

чини другого порядку, так звані “малі кістки хребта”. Наприклад, для причини першого порядку “кваліфікація” це можуть бути “освіта” та “досвід” робітників. Інші причини першого та другого порядку, які можуть викликати появу головних причин, теж наведені на рис. 16.3.

Слід зазначити, що в ході здійснення контролю за якістю продукції потрібно постійно удосконалювати діаграму причин і результатів. Окремі елементи при цьому перевіряються, уточнюються, модифікуються, додаються або викидаються. Тільки в цьому випадку можуть бути отримані надійні результати, які дозволять ефективно контролювати якість продукції.

Третій етап: побудова *діаграми Парето за причинами*.

Для цього досліджують вироби, які дали найбільшу кількість дефектів, та визначають які саме причини (із вказаних нами на діаграмі причин та результатів) привели до появи таких відхилень. Припустимо, що на відхилення від визначених розмірів продукції безпосереднім чином впливали форма заготовок, стан оснащення, встановлення виробу, швидкість обробки та інші причини. Отримані результати заносяться до таблиці 16.2. Паралельно здійснюються розрахунки накопичувальної кількості причин дефектів та накопичувального процента.

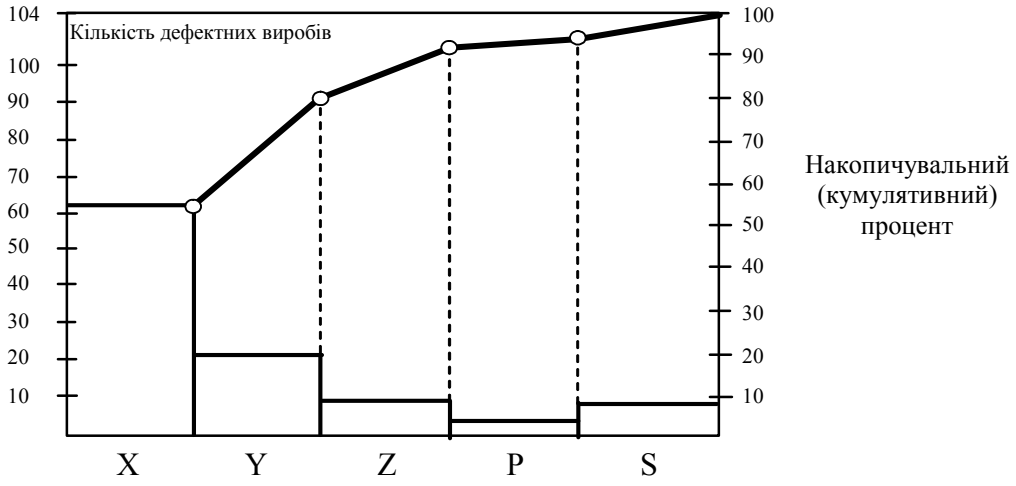
Таблиця 16.2 – Накопичувальні кількості причин дефектів та процента

Причини	Шифри причин	Кількість спостережень	Накопичувальна кількість причин	Процент кожної причини в загальній кількості (%)	Накопичувальний (кумулятивний) процент (%)
Форма заготовок	X	62	62	60	60
Стан оснащення	У	21	83	20	80
Встановлення виробу	Z	10	93	10	90
Швидкість обробки	P	3	96	3	93
Інші	S	8	104	7	100
Всього	-	104	104	100	-

На підставі даних таблиці 16.2 будують діаграму Парето за причинами (рис.16.4).

Аналіз діаграми Парето за причинами дає змогу визначити причину, яка найбільше спричинює появу основного виду дефекту. Для нашого випадку виходить, що відхилення від установлених розмірів продукції найбільшою мірою викликані недосконалою формою заготовок, які подаються на обробку.

Четвертий етап: розробка та впровадження заходів з усунення причини, яка викликає появу основного виду дефекту. На цьому етапі менеджери, конструктори, технологи повинні проаналізувати причину, яка викликає появу основного виду дефекту, та розробити і впровадити заходи щодо її усунення.



X – форма заготовок;
Y – стан оснащення;
Z – встановлення виробу;
P – швидкість обробки;
S - інші причини.

Рисунок 16.4 – Діаграма Парето за причинами

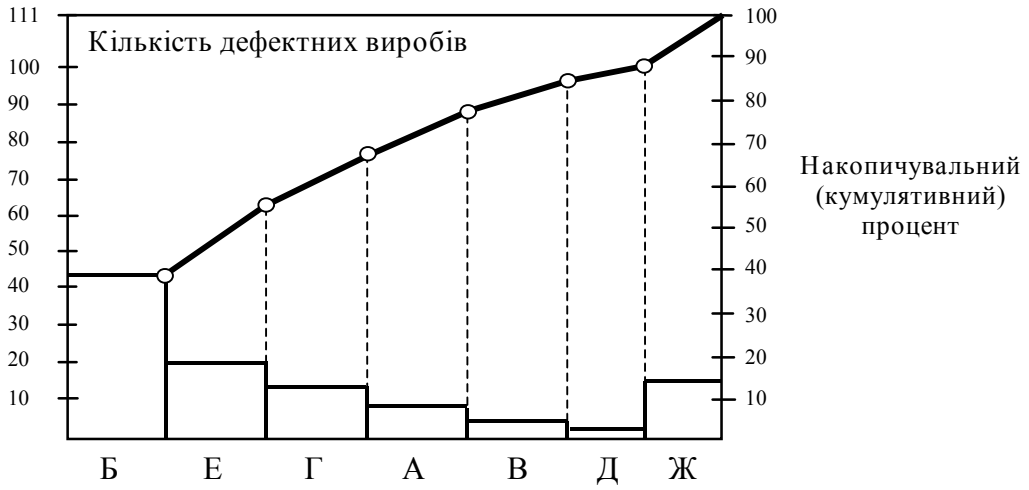
П'ятий етап: побудова нової діаграми Парето за результатами.

Після впровадження запропонованих удосконалень знову проводяться дослідження якості продукції аналогічні тим, що були описані в першому етапі, та будується нова діаграма Парето за результатами. Якщо впроваджені заходи були ефективні, то кількість відхилень від визначених розмірів продукції повинна зменшитись.

Припустимо, що для партії виробів в 5000 шт., які були виготовлені протягом місяця і підлягали контролю, кількість відхилень від визначених розмірів (дефект "Г") після впровадження розроблених заходів зменшилась з 104-х до 15-ти, а кількість дефектів інших видів не змінилась. Отримані результати заносяться до таблиці 16.3, на підставі яких будується нова діаграма Парето за результатами після усунення причини виникнення основного виду дефекту (рис. 16.5).

Таблиця 16.3 – Накопичувальні кількості дефектів та процента після впровадження заходів щодо усунення причин появи основного виду дефекту

Види дефектів	Шифри дефектів	Кількість дефектів	Накопичувальна кількість дефектів	Процент кожного виду дефекту в загальній кількості (%)	Накопичувальний (кумулятивний) процент (%)
Подряпини	Б	42	42	38	38
Раковини	Е	20	62	18	56
Відхилення від розмірів	Г	15	77	13	69
Тріщини	А	10	87	9	78
Плями	В	6	93	5	83
Розриви	Д	4	97	4	87
Інші	Ж	14	111	13	100
Всього	-	111	111	100	-



А - тріщини;
Б - подряпини;
В - плями;
Г - відхилення від розмірів;
Д - розриви;
Е - раковини;
Ж - інші види дефектів.

Рисунок 16.5 – Діаграма Парето за результатами після усунення причини виникнення основного виду дефекту

Шостий етап: розрахунок величини зниження рівня дефектності продукції. Спочатку розраховують *початковий рівень дефектності* $К_п$ продукції за формулою:

$$К_п = \frac{N_п}{N_{д1}} \cdot 100\%, \qquad (16.1)$$

де $N_п$ – число дефектних виробів із загальної їх кількості, які підлягали дослідженню, шт.;

$N_{д1}$ – загальна кількість виробів, що підлягали дослідженню, шт.

Далі розраховують *новий рівень дефектності* $К_н$ продукції:

$$К_н = \frac{N_н}{N_{д2}} \cdot 100\%, \qquad (16.2)$$

де $N_н$ – число дефектних виробів із загальної їх кількості, які підлягали дослідженню, після усунення причин виникнення основного виду дефекту, шт.;

$N_{д2}$ – загальна кількість виробів, що підлягали дослідженню після усунення причин виникнення основного виду дефекту, шт.

І, нарешті, розраховують *зниження рівня дефектності* $\Delta Д$ продукції за формулою:

$$\Delta Д = \frac{К_п - К_н}{К_п} \cdot 100\%. \qquad (16.3)$$

Якщо отриманий результат буде додатним, то це означає, що запроваджені заходи з підвищення якості продукції були обгрунтовані.

16.2 Завдання для самостійного виконання

На підприємстві провели аналіз якості продукції і отримали результати, наведені в таблиці 16.4.

Таблиця 16.4 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	N, шт.	Вид продукції, що досліджувалась	Дефекти та кількість дефектних виробів, шт.							
			Основний дефект “А”	“Б”	“В”	“Г”	“Д”	“Е”	“Ж”	“З”
1	600	Телевізори	120	13	15	26	32	11	2	35
2	800	Взуття	121	32	14	16	24	32	17	7
3	1200	Комп’ютери	284	6	9	8	14	23	43	50
4	650	Консерви	55	3	6	9	12	10	21	23
5	950	М’ячі	79	6	12	17	16	6	9	8
6	750	Автомобілі	100	7	15	32	21	11	12	5
7	600	Книги	120	9	22	14	12	17	10	24
8	900	Авторучки	98	21	7	9	24	31	10	13
9	850	Ножиці	96	13	9	11	4	26	32	8
10	720	Тканина	80	13	9	7	4	15	19	12
11	1280	Портфелі	120	2	21	20	17	19	30	9
12	910	Часи	132	5	10	13	15	18	27	2
13	1020	Телефони	124	8	4	13	21	20	27	9
14	940	Калькулятори	110	7	10	4	10	17	24	22
15	890	Електролампи	111	22	12	9	7	16	13	18
16	1100	Парфуми	280	26	32	11	2	35	11	23
17	800	Зубна паста	170	16	24	32	17	7	14	17
18	1560	Посуд	300	8	14	23	43	50	17	20
19	1300	Праски	160	9	12	10	21	23	15	13
20	1400	Шкарпетки	130	17	16	6	9	8	23	21
21	800	Підшипники	150	32	21	11	12	5	26	19
22	400	Дивани	50	14	12	17	10	4	5	2
23	600	Крісла	120	9	24	11	10	13	7	3
24	300	Ліжка	43	10	4	6	2	8	12	1
25	2000	Сорочки	160	7	4	15	19	12	32	40
26	500	Холодильники	80	20	7	9	3	19	21	6
27	500	Газові плити	90	13	15	18	27	2	10	9
28	1000	Олівці	200	13	21	20	27	9	19	30
29	1000	Фломастери	180	4	10	17	24	22	23	42
30	400	Люстри	70	9	7	16	13	18	5	2

Керуючись даними таблиці 16.4., потрібно:

1. Сформулювати вид основного дефекту “А”, який міг би бути характерним для виду продукції, якість якої досліджувалась. Описати інші можливі дефекти “Б”, “В”, “Г”, “Д”, “Е”, “Ж” та “З”, які можуть бути характерні для даного виду продукції.

2. Побудувати діаграму Парето за видами дефектів.

3. Визначити причини, які б могли спричинити дефекти, характерні для виду продукції, якість якої досліджується. На підставі визначених причин побудувати діаграму причин та результатів.

Примітка. Причин повинно бути не менше 6-ти.

4. Сформулювати основні причини, які можуть викликати основний вид дефекту, характерний для даного виду продукції. Ці причини позначе-

ні в таблиці 16.5 символами “X”, “Y”, “Z”, “G” та “R”. Кількість дефектних виробів, викликаних цими причинами, також наведена в таблиці 16.5.

Таблиці 16.5 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	ΔN, шт.	Причини дефектів та кількість дефектних виробів, шт.					Варіант	ΔN, шт.	Причини дефектів та кількість дефектних виробів, шт.				
		X	У	Z	G	R			X	У	Z	G	R
1	70	26	36	10	8	40	16	240	14	28	36	54	148
2	80	25	9	27	19	41	17	155	15	18	40	34	63
3	180	38	74	21	50	101	18	270	28	43	50	78	101
4	40	5	7	18	12	13	19	143	11	22	56	37	78
5	59	10	14	19	15	21	20	118	13	18	29	38	32
6	82	16	23	27	9	25	21	125	9	14	37	49	41
7	87	17	24	10	36	33	22	40	2	5	17	11	15
8	79	6	15	26	17	34	23	99	8	18	25	29	40
9	96	7	16	22	19	32	24	40	1	4	11	13	14
10	65	5	11	17	20	27	25	151	14	17	28	37	64
11	100	13	16	28	33	30	26	67	5	11	19	21	24
12	110	11	17	29	30	45	27	70	31	28	13	12	6
13	114	32	23	15	20	34	28	169	65	43	36	29	27
14	90	25	14	9	29	33	29	170	76	43	26	20	15
15	87	10	19	30	27	25	30	65	8	16	29	15	2

5. Побудувати діаграму Парето за причинами. Визначити основну причину, яка викликає появу найбільшої кількості дефектних виробів.

6. Вважати, що в результаті запровадження заходів щодо усунення цієї основної причини кількість дефектних виробів з основним видом дефекту зменшилась на величину ΔN (табл. 16.5).

7. Побудувати нову діаграму Парето за результатами (видами дефектів), враховуючи, що контролю підлягали ті ж N виробів, а кількість дефектних виробів з іншими видами дефектів залишилася без змін (табл. 16.4).

8. Нову діаграму Парето за результатами порівняти з діаграмою Парето за результатами, яка була побудована до впровадження заходів щодо покращання якості продукції.

9. Розрахувати зниження рівня дефектності продукції.

10. Зробити висновки.

16.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Викладіть суть теорії В.Парето та доведіть можливість її застосування для аналізу якості продукції.

2. Охарактеризуйте основні етапи робіт застосування діаграм Парето для аналізу якості продукції.

3. Як будується діаграма Парето за результатами? Кроки побудови діаграми. Про що свідчить ця діаграма?

4. Як будується діаграма причин і результатів. Охарактеризуйте призначення цієї діаграми.

5. Як будується діаграма Парето за причинами? Кроки побудови діаграми. Про що свідчить ця діаграма?

6. Як розраховується зниження рівня дефектності продукції?

17

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: "Здійснення статистичного контролю якості продукції методом середньоарифметичних значень та розкидів"

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання з основ організації технічного контролю на підприємстві та розвинути практичні навички проведення статистичного поточного попереджувального контролю якості продукції методом середньоарифметичних значень та розкидів.

17.1 Теоретична частина

Для забезпечення високої якості продукції, виявлення і попередження браку тощо на підприємствах створюється *служба управління якістю*, яка є складовою частиною загальної системи управління якістю продукції (так званої системи TQM - Total Quality Management).

На службу якості продукції покладається вирішення таких задач:

- захист ділового іміджу підприємства;
- захист споживачів від дефектної продукції;
- скорочення непродуктивних робіт;
- попередження браку тощо.

Значна частина управлінських рішень в сфері якості продукції, які приймаються службою управління якості, розробляється та реалізується в процесі здійснення так званого *технічного контролю.*

Технічний контроль – сукупність методів, засобів, операцій і робіт з контролю якості продукції та стану технологічного процесу, які здійснюються у відповідності до чинної нормативної документації на всіх стадіях та етапах виробництва, починаючи від контролю початкових матеріалів та сировини і закінчуючи контролем готової продукції.

Задачі технічного контролю:

- визначення (вимірювання) якості готової продукції;
- попередження впливу випадкових та суб'єктивних факторів на якість продукції;
- забезпечення дотримання заданого технологічного режиму всіма учасниками виробництва тощо.

Виконання задач технічного контролю на підприємствах покладається на *відділ технічного контролю, центральну метрологічну лабораторію, лабораторії цехів, групи контролю* тощо.

Об'єктами технічного контролю виступають: основні та допоміжні матеріали, напівфабрикати, комплектуючі вироби, заготовки на всіх стадіях виробництва, деталі на різних стадіях обробки, вузли та вироби на різних стадіях складання, засоби виробництва, технологічні процеси та їх режими тощо.

Виконавцями контрольних операцій можуть бути: робітники, які безпосередньо виконують технологічні операції, працівники відділу технічного контролю, майстри виробництва, керівники структурних підрозділів тощо.

Класифікація *основних видів технічного контролю,* які характерні для підприємств машинобудівного профілю, наведена на рис. 17.1.

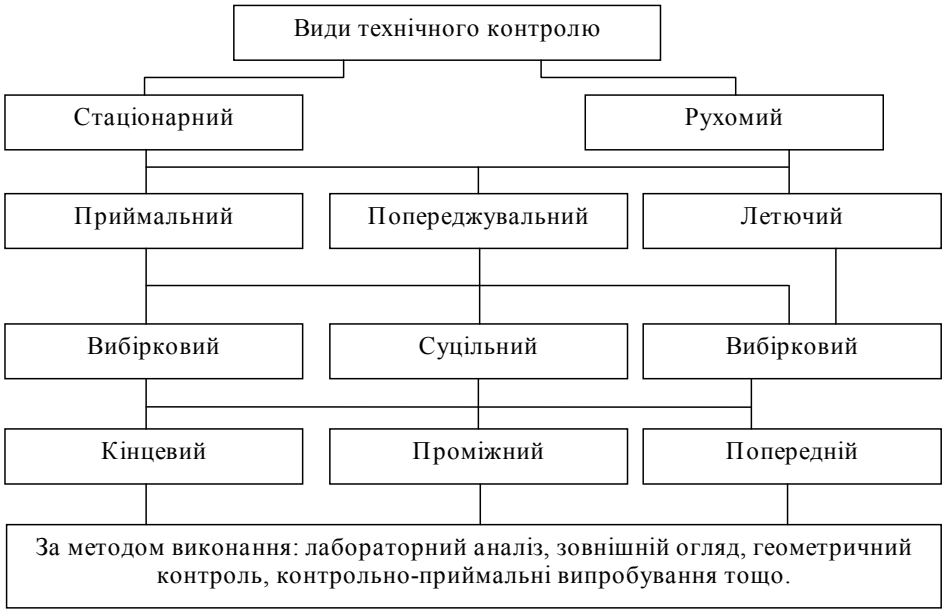


Рисунок 17.1 – Класифікація видів технічного контролю

За *місцем виконання* контрольних операцій розрізняють стаціонарний та рухомий (пересувний) технічний контроль. *Стаціонарні* контрольні операції виконуються на стаціонарних контрольних пунктах, які створюються безпосередньо в цехах та дільницях. *Рухомі (пересувні)* контрольні операції виконуються безпосередньо на робочих місцях.

За *призначенням* розрізняють приймальний, попереджувальний, летючий контроль. *Приймальний* контроль застосовується при прийманні продукції, яка була виготовлена робітником на робочому місці, а також продукції, яка була отримана підприємством зі сторони. *Попереджувальний* контроль слугує для аналізу якісного стану технологічного процесу з метою попередження браку. *Летючий* контроль є різновидом попереджувального контролю і виконується контролером над останніми виробами, виготовленими робітником на робочому місці.

За *ступенем охоплення* продукції технічний контроль поділяється на суцільний та вибірковий. *Суцільний* контроль характеризується стопроцентною перевіркою всіх об’єктів контролю. *Вибірковий* контроль здійснюється шляхом перевірки декількох виробів і передбачає застосування статистичних методів контролю.

За *часом виконання* розрізняють попередній, проміжний та кінцевий технічний контроль. *Попередній* контроль передбачає перевірку якості сировини, матеріалів та напівфабрикатів до початку їх обробки в даному під-

розділі, а також деталей – до початку складання. *Проміжний* контроль передбачає здійснення контрольних операцій протягом часу збігання технологічного процесу. Проміжні контрольні операції призначені для вилучення із подальшої обробки неякісних напівфабрикатів. *Кінцевий* контроль виконується над заготовками, деталями, вузлами, виробами, які повністю пройшли обробку в даному підрозділі або на підприємстві.

За *методом* виконання контрольні операції можуть передбачати здійснення лабораторного аналізу, геометричного контролю, проведення зовнішнього огляду виробів, контрольно-приймальних випробувань тощо.

Одним із найефективніших методів контролю є *статистичний контроль* якості продукції. Справа в тому, що при обробці деталей великими партіями неможливо забезпечити суцільний контроль якості виробів через те, що трудомісткість виготовлення самого виробу буває набагато меншою, ніж трудомісткість проведення контрольних операцій. Наприклад, нарізання різьби на мілкому болті займає біля 1 с, а перевірка її різьбовими калібрами – 25-30 с. В цьому випадку доводиться використовувати статистичні методи контролю якості.

Сутність статистичних методів полягає в тому, що на основі перевірки обмеженої кількості виробів (тобто вибіркового контролю) і проведення відповідних розрахунків (за допомогою математичної статистики) робиться висновок про якість всієї партії продукції. Причому статистичні методи контролю можуть застосовуватись як для контролю кількісних параметрів, так і якісних (наприклад, наявність плям, якість фарбування тощо).

В основі статистичного контролю лежить той факт, що значення того чи іншого параметра при великій кількості виробів розташовуються біля середнього параметра згідно з нормальним законом розподілу. Нормальний закон розподілу випадкової змінної величини характеризується кривою Гаусса (Карл Фрідріх Гаусс – нім. вчений, 1777-1855 рр.) та визначається рівнянням:

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \ell^{-\frac{(x-\alpha)^2}{2\sigma^2}}, \qquad (17.1)$$

де y – частота появи певного значення випадкової змінної величини, наприклад, певного параметру виробу (у відносних одиницях);

x – значення випадкової змінної величини, наприклад, значення параметра виробу;

σ – середньоквадратичне відхилення випадкової змінної величини від центра розподілу (групування);

σ^2 – дисперсія;

α – центр розподілу (групування), тобто це таке значення випадкової змінної величини, при якому величина y буде максимальною;

ℓ – основа натуральних логарифмів: ℓ=2,718281828459045…

Графічно нормальний закон розподілу випадкової змінної має вигляд, наведений на рис. 17.2.

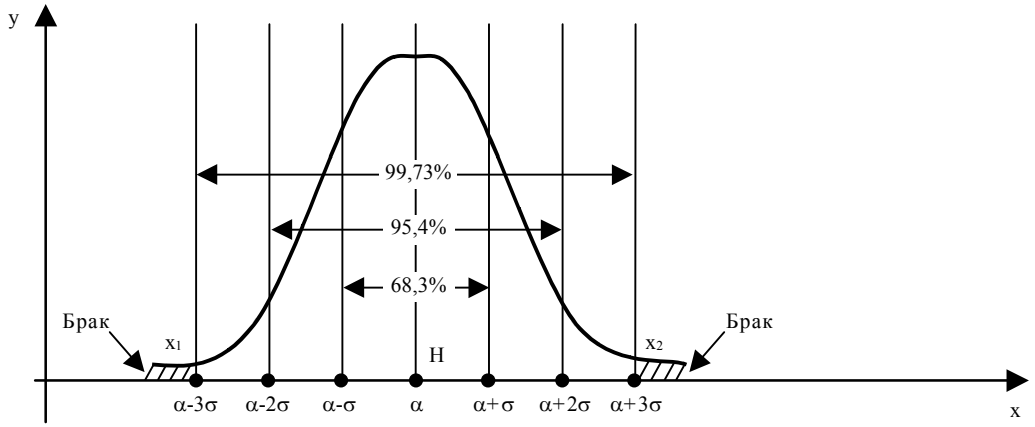


Рисунок 17.2. – Крива нормального закону розподілу випадкових змінних величин (крива Гаусса)

Вірогідність *p(x)* попадання будь-якої випадкової змінної величини *x* в інтервал $[x_1<x<x_2]$ розраховується за формулою:

$$p(x) = \int_{x_1}^{x_2} y dx = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{x_2} \ell^{-\frac{(x-\alpha)^2}{2\sigma^2}} dx . \qquad (17.2)$$

Якщо зробити підстановки: $x = \alpha + t\sigma$, $x_1 = \alpha + t_1\sigma$, $x_2 = \alpha + t_2\sigma$, а також провести досить складні математичні перетворення [1, С. 353], то отримаємо:

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{x_1}^{x_2} e^{-\frac{(x-\alpha)^2}{2\sigma^2}} dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{t_1}^{t_2} e^{-\frac{t^2}{2}} dt = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{t} e^{-\frac{t^2}{2}} dt , \qquad (17.3)$$

де t – умовний змінний параметр.

Останній інтеграл носить назву функції Лапласа (Пьєр Симон Лаплас – франц. математик, 1749-1827 рр.) і позначається Ф(t):

$$\Phi(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{0}^{t} \ell^{-\frac{t^2}{2}} dt . \qquad (17.4)$$

Обчислення цього інтегралу здійснюється за допомогою спеціальних таблиць. Розрахунки показують, що будь-яка випадкова величина *x* з вірогідністю 0,9973 знаходиться в межах інтервалу $[\alpha - 3\sigma < x < \alpha + 3\sigma]$; з вірогідністю 0,9540 – в межах інтервалу $[\alpha - 2\sigma < x < \alpha + 2\sigma]$; з вірогідністю 0,6830 – в межах інтервалу $[\alpha - \sigma < x < \alpha + \sigma]$.

Це означає, що якщо взяти допустиме відхилення параметра $\pm 3\sigma$ від центра групування α, то в межах поля допуску $\Delta \le 6\sigma$ буде знаходитись

99,73% всіх параметрів виробів, які були виготовлені; інші 0,27% виробів будуть браковані. Якщо взяти допустиме відхилення параметра $\pm 2\sigma$ від центра групування α, то в межах поля допуску $\Delta \le 4\sigma$ буде знаходитись 95,4% всіх параметрів виробів, які були виготовлені; інші 4,6% виробів будуть браковані. Якщо взяти допустиме відхилення параметра $\pm \sigma$ від центра групування α, то в межах поля допуску $\Delta \le 2\sigma$ буде знаходитись 68,3% всіх параметрів виробів, які були виготовлені, інші 31,7% виробів будуть браковані. На рис. 17.2 показана ситуація з бракованими виробами, коли поле допуску $\Delta \le 6\sigma$.

На підставі цього і були розроблені основи статистичного методу контролю. *Так, якщо технологічний процес відбувається згідно з чинними вимогами, то центром розподілу (групування) випадкових величин, якими є певний параметр виробу, буде номінал цього параметра* Н. Знаючи величину партії виробів, номінал параметра Н, який нас цікавить, задаючись допустимим відхиленням від цього параметра (полем допуску), допустимою величиною бракованої продукції в даній партії виробів тощо, можна *розрахувати відповідні показники та скласти відповідні співвідношення, при виконанні яких визначена нами якість продукції буде гарантована*.

Якщо ж *технологічний процес відбувається з порушеннями*, то центр розподілу (групування) $\overline{X}$ випадкових величин зсунеться відносно номіналу цього параметра праворуч або ліворуч (рис. 17.3), в результаті чого кількість бракованих виробів зросте. Це автоматично приведе до *порушення раніше розрахованих показників та співвідношень*, що може бути зафіксовано під час проведення статистичного контролю.

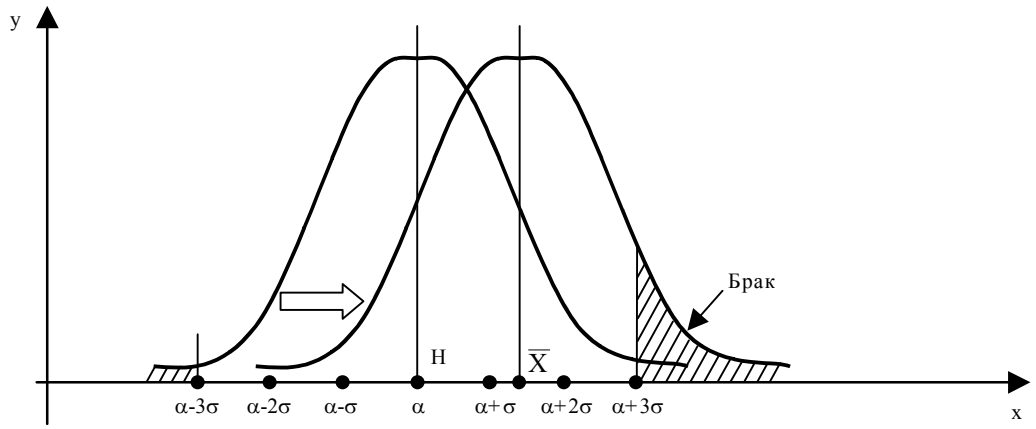


Рисунок 17.3 – Теоретичні основи статистичного контролю якості продукції

Основними видами статистичного контролю є поточний попереджувальний статистичний контроль та приймальний статистичний контроль.

Поточний попереджувальний статистичний контроль дозволяє в результаті обробки даних, отриманих в ході здійснення вибіркового контролю, визначити якість всієї виготовленої партії продукції, а також, якщо

це необхідно, прийняти рішення *щодо коригування технологічного процесу ще до моменту* появи бракованої продукції.

В загальному вигляді застосування поточного попереджувального статистичного контролю передбачає проведення таких етапів робіт:

1. Вибір методу проведення контролю.
2. Здійснення вибіркового контролю параметрів виробу.
3. Складання карти контролю якості та обробка результатів.
4. Визначення ступеня достовірності отриманих результатів.
5. Висновки щодо якості партії виробів.

Поточний попереджувальний статистичний контроль може здійснюватись різними методами. Основними з яких є: метод середніх арифметичних значень та розкидів; метод медіан та індивідуальних значень; метод сортування (групування) виробів; метод контролю некількісних ознак (оцінювання за балами) та інші.

Розглянемо практичне застосування поточного попереджувального статистичного контролю, який здійснюється методом *середніх арифметичних значень та розкидів*. З іншими методами контролю більш детально можна ознайомитись в [1, 4, 10].

Застосування поточного попереджувального статистичного контролю методом середніх арифметичних значень та розкидів передбачає проведення таких етапів робіт:

1-й крок: вибирається параметр виробу, який підлягає контролю, та визначається згідно з чинними стандартами поле допуску цього параметра.

Припустимо, що виготовляється деталь, яка має діаметр 10 мм. Поле допуску $\Delta = 1$ *мм визначено в межах* $\pm 0{,}5$ *мм від номіналу, тобто всі деталі будуть вважатися такими, що відповідають вимогам стандартів, якщо їх діаметр знаходиться в межах від 9,5 мм до 10,5 мм.*

2-й крок: здійснюється вибірковий контроль даного параметра деталей з фіксацією отриманих результатів в таблиці.

Припустимо, контролер кожну годину приходить на робоче місце робітника та робить заміри 10 останніх деталей. За зміну контролер зробив 6 замірів, які зведені в таблицю 17.1.

Таблиця 17.1 – Фіксація значень параметрів деталей (в мм)

Номер деталі	Номер вибірки					
	1	2	3	4	5	6
1	9,65	9,85	10,15	9,9	10,20	9,95
2	9,55	9,75	9,95	10,25	9,60	10,00
3	9,65	10,25	9,70	10,20	9,75	9,70
4	10,00	9,75	9,60	10,30	9,90	10,40
5	9,75	9,55	9,60	10,45	10,25	9,75
6	9,80	9,80	10,00	10,30	10,00	9,70
7	10,35	9,65	9,70	9,80	10,40	10,25
8	10,40	9,60	9,75	10,10	9,75	10,00
9	10,20	9,75	10,25	10,45	9,6	9,75
10	10,25	9,7	9,75	10,45	10,00	9,80

Як видно із даних таблиці 17.1, бракованих деталей контролер не виявив, тобто параметр жодної з деталей не має значень, які б перевищували 10,5 мм або були меншими за 9,5 мм. Але це ще не означає, що бракованих деталей немає, бо контролер робив тільки вибірковий контроль.

3-й крок: здійснюється статистична обробка отриманих результатів, яка передбачає:

а) розрахунок середньоарифметичного значення X_i параметра в кожній із вибірок. Для першої вибірки:

$$X_1 = \frac{9{,}65 + 9{,}55 + 9{,}65 + 10 + 9{,}75 + 9{,}8 + 10{,}35 + 10{,}4 + 10{,}2 + 10{,}25}{10} = 9{,}96 \text{ мм.}$$

Аналогічно для інших вибірок: X_2=9,765 мм, X_3=9,845 мм, X_4=10,22 мм, X_5=9,945 мм, X_6=9,93 мм;

б) розрахунок розкидів R_i в кожній із вибірок як різниці між найбільшим та найменшим значеннями параметрів в виборці. Для першої вибірки маємо:

$$R_1 = 10{,}4 - 9{,}55 = 0{,}85 \text{ мм;}$$

для інших вибірок:

R_2=10,25 - 9,55 = 0,7 мм; R_3 =10,25 - 9,6 = 0,65 мм;

R_4=10,45 - 9,8 = 0,65 мм; R_5=10,4 - 9,6 = 0,8 мм; R_6=10,4 - 9,7 = 0,7 мм.

4-й крок: розраховують регулюючі кордони для середньоарифметичних значень та для розкидів параметрів виробів.

Регулюючі кордони – це такі значення параметрів, вихід за межі яких ще не означає появи браку, а тільки попереджає про те, що якщо не зробити регулювання технологічного процесу, такий брак може з'явитися найближчим часом.

Для середньоарифметичних значень *верхнє значення регулюючого кордону* $B_р$ розраховується за формулою:

$$B_р = B_д - \frac{\Delta}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right), \qquad (17.5)$$

де $B_д$ – верхнє допустиме значення параметра, мм;

Δ – поле допуску, мм;

n – число деталей в одній вибірці, шт.

Для нашого випадку:

$$B_р = 10{,}5 - \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{10}}\right) = 10{,}158 \text{ мм.}$$

Для середньоарифметичних значень *нижнє значення регулюючого кордону* $H_р$ розраховується за формулою:

$$H_р = H_д + \frac{\Delta}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{n}}\right), \qquad (17.6)$$

де $H_д$ – нижнє допустиме значення параметра, мм.

Для нашого випадку:

$$H_р = 9{,}5 + \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{1}{\sqrt{10}}\right) = 9{,}842 \text{ мм.}$$

Регулюючий кордон $R_р$ для розкидів розраховується за формулою:

$$R_р = \frac{d + 3T}{6} \cdot \Delta = V \cdot \Delta, \qquad (17.7)$$

де d та T – коефіцієнти, які залежать від величини вибірки і розраховуються за спеціальними формулами. Конкретні значення цих коефіцієнтів для деяких величин вибірок наведені в таблиці 17.2.

Таблиця 17.2 – Значення коефіцієнтів d та T

Величина вибірки n	4	5	6	7	8	9	10
d	2,059	2,326	2,534	2,704	2,847	2,970	3,078
T	0,88	0,863	0,848	0,838	0,802	0,800	0,797
V	0,783	0,819	0,846	0,869	0,875	0,895	0,911

Для нашого випадку: $R_р = 0{,}911 \cdot 1 = 0{,}911$ мм.

5-й крок: нанесення регулюючих кордонів $B_д$, $H_д$, $B_р$, $H_р$ та $R_р$ на карту контролю якості, вид якої наведений на рис. 17.4.

6-й крок: нанесення середньоарифметичних значень X_i параметрів, розрахованих для кожної вибірки, та значень розкидів R_i для кожної вибірки на карту контролю якості.

При цьому потрібно пам'ятати, що якщо в вибірці середньоарифметичне значення параметра X_i не виходить за верхню або нижню межі регулюючих кордонів $B_р$ та $H_р$, а величина розкиду R_i не виходить за межу регулюючого кордону для розкидів $R_р$, то технологічний процес вважається таким, що забезпечує в даний момент таку якість виготовлених деталей, яка відповідає чинним стандартам та технічним умовам.

Якщо середньоарифметичне значення параметра X_i в вибірці виходить за межі регулюючих кордонів $В_р$ та $Н_р$ (але не виходить за визначене поле допуску $В_д$ та $Н_д$,) або величина розкиду R_i – виходить за межу регулюючого кордону для розкидів $R_р$, то це означає, що браку ще немає, але *починається розладнання технологічного процесу* і тому потрібно негайно його переналагоджувати. Інакше, виникає висока вірогідність появи бракованих виробів найближчим часом. Ці випадки показані на рис. 17.4 стрілками.

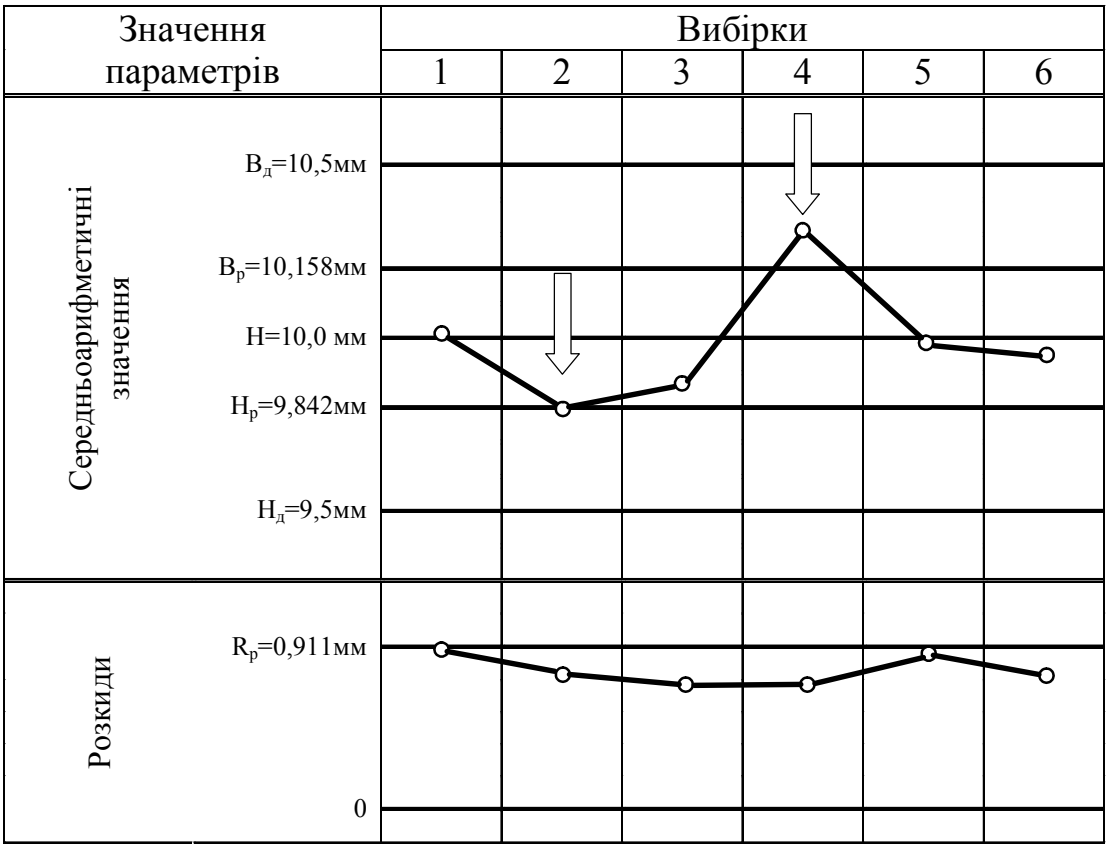


Рисунок 17.4 – Карта контролю якості для випадку застосування методу середньоарифметичних значень та розкидів

7-й крок: здійснюють попередній аналіз результатів проведеного статистичного контролю.

Аналіз діаграми якості на рис. 17.4 показує, що в другій вибірці деталей середньоарифметичне значення параметра вийшло за нижню межу регулюючого кордону, а в четвертій вибірці середньоарифметичне значення параметра вийшло за верхню межу регулюючого кордону. В кожному випадку повинно бути здійснено корегування технологічного процесу. Що ж стосується розкидів, то в жодній із вибірок величина розмаху не вийшла за межі регулюючого кордону.

8-й крок: розраховують ступінь надійності зроблених висновків щодо якості налагодження технологічного процесу.

Для цього здійснюють такі операції та математичні розрахунки:

а) вибирають величину інтервалу ΔC, в якому знаходяться параметри x_i, що підлягають контролю. Чим меншим буде інтервал ΔC, тим точнішими будуть розрахунки.

Приймемо величину інтервалу ΔC *=0,25 мм;*

б) здійснюють розрахунки проміжних показників б, $б \cdot m_i$ і $б^2 \cdot m_i$ за методикою, наведеною в таблиці 17.3. За величину α приймається таке значення показника x_i, яке має найбільшу частоту повторення. В нашому випадку $\alpha = 9{,}75$, що пояснюється тим, що саме це значення параметра повторюється 10 разів;

Таблиця 17.3 – Розрахунок проміжних показників

Інтервали значень параметра, мм	Середнє значення інтервалу X_{ci}, мм	Частота повторення параметра x_i в даному інтервалі – m_i	$б = \frac{X_{ci} - \alpha}{\Delta C}$	$б \cdot m_i$	$б^2 \cdot m_i$
9,50 – 9,75	9,625	25	- 0,5	- 12,5	6,25
9,76 – 10,00	9,88	15	0,52	7,8	4,056
10,01 – 10,25	10,13	11	1,52	16,72	25,414
10,26 – 10,50	10,38	9	2,52	22,68	57,15
Всього:		60	+4,06	34,7	92,87

в) розраховують величину *середньоквадратичного відхилення* σ за формулою:

$$\sigma = \Delta C \cdot \sqrt{\frac{\sum \delta^2 \cdot m_i}{\sum m_i} - \left(\frac{\sum \delta \cdot m_i}{\sum m_i} \right)^2} \quad . \qquad (17.8)$$

Для нашого випадку:

$$\sigma = 0{,}25 \cdot \sqrt{\frac{92{,}87}{60} - \left(\frac{34{,}7}{60} \right)^2} = 0{,}27 \text{ мм};$$

г) розраховують *щільність налагодження технологічного процесу* $Щ_т$ за формулою:

$$Щ_т = \frac{6 \cdot \sigma}{\Delta}, \qquad (17.9)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення параметра, мм;

Δ – поле допуску параметра, мм.

Якщо $Щ_т=1$, то щільність налагодження технологічного процесу вважається задовільною, якщо $[0 \le Щ_т \le 1]$, то – доброю, якщо $Щ_т>1$, то – незадовільною. Графічне зображення щільності налагодження технологічного процесу наведено на рис. 17.5.

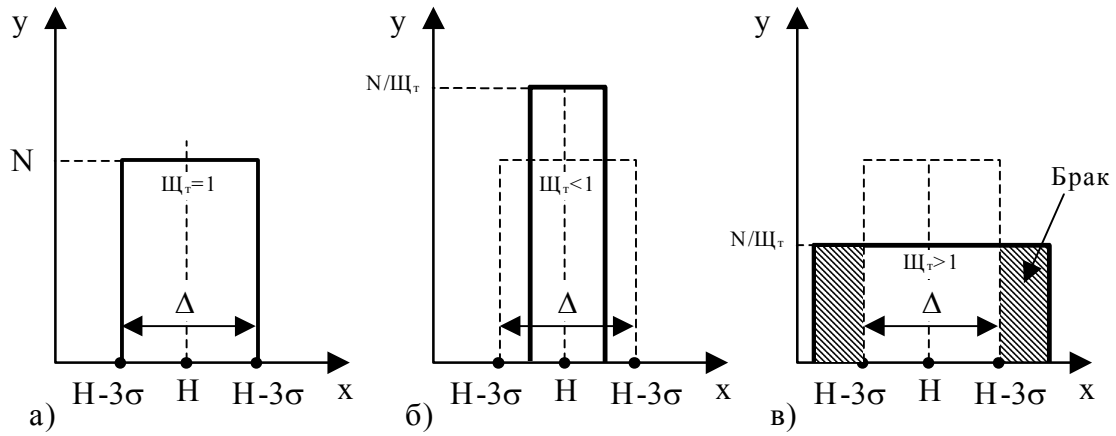


Рисунок 17.5 – Графічне зображення щільності налагодження технологічного процесу
(N – висота стовпчика, вибирається довільно)

Аналіз графіків на рис. 17.5 показує, що для випадку в), коли щільність налагодження технологічного процесу $Щ_т>1$, параметри значної кількості виробів будуть виходити за межі поля допуску Δ. Такий технологічний процес потребує негайного переналагодження, а результати попереднього аналізу, зроблені в п. 7, вважаються ненадійними.

Для нашого випадку:

$$Щ_т = \frac{6 \cdot 0{,}27}{1} = 1{,}62.$$

Це означає, що результати зроблених в п. 7 попередніх висновків щодо якості налагодження технологічного процесу будуть ненадійними, а сам технологічний процес потребує негайного переналагодження.

9-й крок: розраховують *допустимий коефіцієнт точності* налагодження технологічного процесу.

Допустимий коефіцієнт точності налагодження показує, на яку величину (у відносних одиницях поля допуску) може відхилятись середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ від номіналу Н, при якій буде гарантуватись задана якість продукції.

Допустимий коефіцієнт точності налагодження $e_д$ розраховується за формулою:

$$e_д = \frac{\Delta - 6 \cdot \sigma}{2 \cdot \Delta} = \frac{1 - Щ_т}{2}. \qquad (17.10)$$

Як видно із формули 17.10, показники $Щ_т$ та $e_д$ пов'язані між собою. Так, якщо щільність налагодження техпроцесу $Щ_т=1$, то:

$$e_д = \frac{1-1}{2} = 0.$$

Це свідчить про те, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ повинно точно збігатися з номіналом параметра Н, який контролюється. В будь-якому іншому випадку технологічний процес буде налагоджений незадовільно і приведе до появи браку (див. рис. 17.5, а).

Для випадку, коли $Щ_т$=0, тобто коли всі параметри виробів, що контролювались, мають однакове значення, допустимий коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу $e_д$ складе:

$$e_д = \frac{1-0}{2} = 1/2.$$

Це означає, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ може максимально відхилятись від номіналу Н ліворуч або праворуч на величину $^1/_2$ поля допуску (у відносних одиницях), тобто на величину $\pm\,^1/_2 \cdot \Delta$. Іншими словами, величина $\overline{X} = \pm\frac{1}{2}\cdot\Delta$ (де Δ – поле допуску).

Таким чином, можна зробити висновок, що допустимий коефіцієнт точності налагодження $e_д$ технологічного процесу може знаходитися в межах $[0 \le e_д \le 1/2]$.

Якщо ж допустимий коефіцієнт точності налагодження $e_д$ технологічного процесу має *від'ємне значення*, то це означає, що якість технологічного процесу в будь-якому випадку є незадовільною і він потребує негайного корегування. Цей висновок можна підтвердити розрахунками, зробленими для нашого прикладу:

$$e_д = \frac{1-1{,}62}{2} = -0{,}31.$$

Зазначена ситуація показана на рис. 17.5, в.

10-й крок: розраховують *фактичний коефіцієнт точності* $e_ф$ налагодження технологічного процесу.

Фактичний коефіцієнт точності $e_ф$ налагодження технологічного процесу показує, на яку величину (в відносних одиницях поля допуску) від номіналу Н фактично відхиляється середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$. Фактичний коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу $e_ф$ розраховується за формулою:

$$e_ф = \frac{\overline{X} - H}{\Delta}, \qquad (17.11)$$

де $\overline{X}$ – середньоарифметичне значення параметра всіх виробів, що контролювались, мм.

Середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ всіх виробів, що підлягали вимірюванню (для 6-ти вибірок), розраховується за формулою:

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6}{6}, \qquad (17.12)$$

де $X_1, X_2 \ldots X_6$ – середньоарифметичні значення параметра в кожній із вибірок, мм.

Для нашого прикладу:

$$\overline{X} = \frac{9{,}96 + 9{,}765 + 9{,}845 + 10{,}22 + 9{,}945 + 9{,}93}{6} = 9{,}944 \text{ мм}.$$

Якщо фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу $e_ф$ буде мати від'ємне значення, то це означає, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде знаходитись ліворуч від номіналу, тобто технологічний процес налагоджений ліворуч від номіналу.

Якщо фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу $e_ф$ буде мати додатне значення, то це означає, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде знаходитись праворуч від номіналу, тобто технологічний процес налагоджений праворуч від номіналу.

Якщо фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу $e_ф$ буде дорівнювати нулю, то це означає, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде точно збігатися з номіналом.

Для нашого прикладу:

$$e_ф = \frac{9{,}944 - 10}{1} = -0{,}056.$$

Це свідчить про те, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде фактично відхилено *ліворуч* від номіналу H=10 мм на величину $0{,}056 \cdot \Delta = 0{,}056 \cdot 1 = 0{,}056$ мм.

11-й крок: робиться загальний висновок щодо надійності отриманих в п.7 результатів щодо якості технологічного процесу, який підлягав статистичному контролю.

Тут можливі такі випадки:

а) коли щільність налагодження технологічного процесу $Щ_т > 1$. В цьому випадку результати попереднього аналізу, зроблені в п. 7, вважаються ненадійними, а сам технологічний процес потребує негайного переналагодження;

б) коли $0 \le Щ_т \le 1$, $0 \le e_д \le 1/2$ та $|e_ф| < e_д$, то результати попереднього аналізу, зроблені в п. 7, вважаються надійними, а сам технологічний процес є якісним і не потребує переналагодження;

в) коли $0 \le Щ_т \le 1$, $0 \le e_д \le 1/2$ та $|e_ф| > e_д$, то результати попереднього аналізу, зроблені в п. 7, вважаються надійними, а сам технологічний процес потребує негайного переналагодження.

17.2 Завдання для самостійного виконання

На підприємстві запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль якості продукції. Номінал параметра, який контролюється, Н=20 мм. Поле допуску $\Delta = 3$ мм. Верхнє допустиме значення параметра $В_д$=21,5 мм, нижнє допустиме значення параметра $Н_д$=18,5 мм. В таблиці 17.4 наведені дані щодо 30 вибірок, які були зроблені контролером протягом зміни, а також інформацію щодо того, які вибірки потрібно взяти для аналізу.

Таблиця 17.4 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Номери вибірок, які студент повинен взяти для аналізу	№ вибірки	Значення параметрів деталей, які зафіксував контролер, мм									
			Номери деталей									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1, 2, 3, 4, 5, 30	1	20,15	21,40	21,30	20,75	20,50	20,75	21,40	21,25	21,25	21,00
2	2, 3, 4, 5, 6, 25	2	19,50	19,75	19,00	19,50	19,25	20,00	19,75	20,10	20,25	19,00
3	3, 4, 5, 6, 7, 27	3	19,25	19,00	19,75	19,75	19,8	19,90	20,00	21,00	19,75	21,40
4	4, 5, 6, 7, 8 , 29	4	19,40	19,75	19,00	20,00	19,75	19,75	20,00	21,00	20,25	19,00
5	5, 6, 7, 8, 9, 16	5	20,00	19,90	19,50	19,25	19,25	19,50	19,75	19,00	19,00	18,75
6	6, 7, 8, 9, 10, 19	6	18,75	18,75	19,00	19,00	18,80	18,60	18,75	18,75	19,00	19,00
7	7, 8, 9, 10, 11, 20	7	18,65	18,75	18,75	18.50	18,75	18,75	18,85	18,75	18,75	20,00
8	8, 9, 10, 11, 12, 21	8	18,75	18,70	18,75	19,00	19,00	19,25	19,25	19,25	19,25	19,00
9	9 10, 11, 12, 13, 22	9	19,25	19,50	19,50	19,25	19,50	19,50	19,9	19,50	19,75	19,9
10	10, 11, 12, 13, 14,23	10	19,75	20,00	20,00	9,75	19,75	20,00	20,00	19,75	19,75	20,50
11	11, 12, 13, 14, 15, 24	11	20,00	20,25	20,25	20,25	20,50	20,50	20,50	20,25	20,25	20,50
12	12, 13, 14, 15, 16, 25	12	20,25	21,25	21,50	21,50	20,50	20,75	20,50	20,75	20,50	20,50
13	13, 14, 15, 16, 17, 27	13	20,50	20,50	21,25	21,50	21,25	21,50	20,75	20,50	20,75	20,50
14	14, 15, 16, 17, 18,21	14	20,50	20,75	20,75	20,75	21,00	21,00	21,45	21,30	20,75	21,40
15	15, 16, 17, 18, 19, 30	15	20,75	20,75	21,00	21,30	20,75	20,75	21,45	21,40	21,30	21,25
16	16, 17, 18, 19, 20, 24	16	21,00	21,00	21,25	21,25	21,25	21,50	21,25	21,25	21,45	21,45
17	17, 18, 19, 20, 21, 8	17	11,50	21,45	21,30	21,75	21,75	21,75	21,50	21,50	21,45	21,50
18	18, 19,20, 21, 22, 3	18	21,50	21,25	21,25	21,25	21,00	21,00	21,00	21,25	21,30	21,40
19	19, 20, 21, 22, 23, 1	19	21,25	21,25	21,00	21,00	20,75	20,75	20,75	20,50	20,50	20,75
20	20, 21, 22, 23, 24, 2	20	21,50	21,00	21,00	20,75	20,75	20,50	20,50	20,75	20,50	20,25
21	21, 22, 23, 24, 25, 7	21	20,75	20,75	20,25	20,25	20,25	20,00	20,00	19,75	19,75	20,00
22	22, 23, 24, 25, 26, 9	22	20,25	20,25	20,00	20,00	19,75	19,75	20,00	19,50	19,50	19,50
23	23, 24, 25, 26, 27, 10	23	20,00	19,75	19,75	20,00	19,50	19,50	19,50	19,75	19,25	19,25
24	24, 25, 26, 27, 28, 4	24	19,75	19,75	19,50	19,50	19,50	19,25	19,50	19,50	19,25	19,50
25	25, 26, 27, 28, 29, 5	25	19,50	19,50	19,50	19,75	19,50	19,25	19,50	19,25	19,25	19,25
26	26, 27, 28, 29, 30, 6	26	19,35	19,25	19,40	19,25	19,00	19,00	19,20	18,75	19,00	19,75
27	27, 28, 29, 30, 1, 15	27	19,25	19,00	19,00	18,75	19,00	18,75	18,75	18,75	19,00	18,50
28	28, 29, 30, 1, 2, 13	28	19,00	19,00	18,75	18,75	19,00	18,75	18,50	18,50	18,50	18,65
29	29, 30, 1, 2, 3, 11	29	18,75	18,50	18,50	18,75	18,50	18,85	18,60	18,75	18,60	18,75
30	30, 1, 2, 3, 4, 19	30	19,90	18,75	19,00	19,25	19,00	19,25	19,25	19,25	19,50	19,90

Керуючись даними таблиці 17.4, потрібно:

1. Виписати значення параметрів тих вибірок, які відповідають завданню, та скласти таблицю, аналогічну табл. 17.1.

2. Застосовуючи метод середньоарифметичних значень та розкидів, зробити висновок щодо якості технологічного процесу. Для цього:

а) розрахувати середньоарифметичне значення параметрів в кожній вибірці:

б) розрахувати величину розкидів в кожній із вибірок;

в) розрахувати величини регулюючих кордонів для середньоарифметичних значень та розкидів;

г) нарисувати карту контролю якості та нанести на неї всі регулюючі кордони, середньоарифметичні значення та розкиди.

д) зробити попередній висновок щодо якості налагодження технологічного процесу, який підлягав контролю.

3. Оцінити ступінь надійності отриманих результатів. Для цього:

а) розрахувати величину середньоквадратичного відхилення σ, для чого скласти таблицю за зразком таблиці 17.3 та провести відповідні розрахунки. Значення інтервалу ΔC прийняти таким:

Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм
1	0,1	7	0,15	13	0,25	19	0,25	25	0,2
2	0,15	8	0,2	14	0,3	20	0,1	26	0,25
3	0,2	9	0,25	15	0,1	21	0,15	27	0,3
4	0,25	10	0,3	16	0,15	22	0,2	28	0,1
5	0,3	11	0,2	17	0,2	23	0,25	29	0,15
6	0,2	12	0,1	18	0,25	24	0,1	30	0,2

б) розрахувати щільність налагодження технологічного процесу та побудувати графік, аналогічний графіку на рис. 17.5;

в) розрахувати допустимий коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу;

г) розрахувати фактичний коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу.

4. Зробити висновок відносно надійності отриманих попередніх результатів щодо якості налагодження технологічного процесу.

5. Зробити висновки.

17.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Охарактеризуйте суть та основні задачі, які повинна вирішувати служба управління якістю підприємства.

2. Суть, значення та задачі технічного контролю.

3. Об’єкти та виконавці контрольних операцій.

4. Наведіть класифікацію основних видів технічного контролю та дайте їм характеристику.

5. Охарактеризуйте види технічного контролю за місцем виконання контрольних операцій.

6. Охарактеризуйте види технічного контролю за ознакою “призначення”.

7. Охарактеризуйте види технічного контролю за ступенем охоплення продукції.

8. Охарактеризуйте види технічного контролю за часом виконання контрольних операцій.

9. В чому полягає сутність статистичних методів контролю якості продукції? Причини запровадження та переваги статистичного контролю.

10. Крива Гаусса: математичний запис та нормальний закон (графік) розподілу випадкових змінних.

11. Теоретичні основи запровадження статистичних методів контролю якості продукції.

12. Види статистичного контролю та їх характеристика.

13. Розрахунок та призначення регулюючих кордонів при проведенні статистичного контролю якості продукції.

14. Яким чином складається карта якості продукції при проведенні поточного попереджувального статистичного контролю якості продукції?

15. Яку інформацію несе карта якості продукції при проведенні поточного попереджувального статистичного контролю якості продукції? Які висновки повинен роботи менеджер, аналізуючи карту якості?

16. Як розраховується щільність налагодження технологічного процесу? Які значення щільності налагодження технологічного процесу сигналізують про задовільну або незадовільну якість технологічного процесу?

17. Як пов’язані між собою щільність налагодження технологічного процесу та допустимий коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу? Яку інформацію несуть ці показники?

18. Які співвідношення між допустимим та фактичним коефіцієнтом точності налагодження технологічного процесу потрібно проаналізувати, щоб зробити висновок щодо ступеня надійності результатів, отриманих в процесі здійснення поточного попереджувального статистичного контролю?

19. Нарисуйте графік, який би зображував точність налагодження технологічного процесу для випадку, коли $Щ_т=1$, а $\overline{X} = H$.

20. Нарисуйте графік, який би зображував точність налагодження технологічного процесу для випадку, коли $Щ_т=1$, а $\overline{X} < H$.

21. Нарисуйте графік, який би зображував точність налагодження технологічного процесу для випадку, коли $Щ_т=1$, а $\overline{X} > H$.

22. Нарисуйте графік, який би зображував точність налагодження технологічного процесу для випадку, коли $Щ_т=0,5$, а $\overline{X} = H$.

23. Нарисуйте графік, який би зображував точність налагодження технологічного процесу для випадку, коли $Щ_т=1,5$, а $\overline{X} = H$.

18

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: "Здійснення статистичного контролю якості продукції методом індивідуальних значень та медіан"

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання та розвинути практичні навики проведення поточного попереджувального статистичного контролю якості продукції методом індивідуальних значень та медіан.

18.1 Теоретична частина

Теоретичні основи застосування статистичного контролю якості продукції та їх види розглянуті в практичному занятті 17. Нагадаємо, що основними видами статистичного контролю є поточний попереджувальний статистичний контроль та приймальний статистичний контроль.

Застосування статистичного поточного попереджувального контролю передбачає проведення таких етапів робіт:

1. Вибір методу проведення контролю.
2. Здійснення вибіркового контролю параметрів виробу.
3. Складання карти контролю якості та обробка результатів.
4. Визначення ступеня достовірності отриманих результатів.
5. Висновки щодо якості партії виробів.

Розглянемо практичне застосування поточного попереджувального статистичного контролю, який здійснюється *методом індивідуальних значень та медіан*. З іншими методами контролю більш детально можна ознайомитись в [1, 4, 10].

Застосування поточного попереджувального статистичного контролю методом індивідуальних значень та медіан передбачає проведення таких етапів робіт:

1-й крок: вибирається параметр виробу, який підлягає контролю, та визначається згідно з чинними стандартами поле допуску цього параметра.

Припустимо, що виготовляється деталь, яка має діаметр 10 мм. Поле допуску $\Delta = 1$ *мм визначено в межах* $\pm 0{,}5$ *мм від номіналу, тобто всі деталі будуть вважатися такими, що відповідають вимогам стандартів, якщо їх діаметр знаходиться в межах від 9,5 мм до 10,5 мм.*

2-й крок: здійснюється вибірковий контроль даного параметра деталей з фіксацією отриманих результатів в таблиці.

Припустимо, контролер кожну годину приходить на робоче місце робітника та робить заміри 10 останніх деталей. За зміну контролер зробив 6 замірів (вибірок), які зведені в таблицю 18.1.

Таблиця 18.1 – Фіксація значень параметрів деталей (в мм)

Номер деталі	Номер вибірки					
	1	2	3	4	5	6
1	9,65	9,85	10,15	9,90	10,20	**9,95**
2	9,55	**9,75**	9,95	10,25	9,60	10,00
3	9,65	10,25	9,70	10,20	9,75	9,70
4	**10,00**	9,75	9,60	**10,30**	9,90	10,40
5	9,75	9,55	9,60	10,45	10,25	9,75
6	9,80	9,80	10,00	10,30	10,00	9,70
7	10,35	9,65	9,70	9,80	10,40	10,25
8	10,40	9,60	**9,75**	10,10	9,75	10,00
9	10,20	9,75	10,25	10,45	9,60	9,75
10	10,25	9,70	9,75	10,45	**10,00**	9,80

Як видно із даних таблиці 18.1, бракованих деталей контролер не виявив, тобто параметр жодної з деталей не має значень, які б перевищували 10,5 мм або були меншими за 9,5 мм. Але це ще не означає, що бракованих деталей немає, бо контролер робив тільки вибірковий контроль.

3-й крок: здійснюється статистична обробка отриманих результатів, яка передбачає визначення медіани в кожній із вибірок. *Медіаною* в математичній статистиці називається серединне значення упорядкованої послідовності зростаючих або спадних чисел. Наприклад, для послідовності чисел 1, 3, 6, 14, 19 медіаною вважається число 6, тому що воно знаходиться всередині ряду чисел, що зростають.

Для нашого прикладу медіани в кожній із вибірок виділені більш темним кольором. Для першої вибірки – це 10,00 мм, для другої – 9,75 мм, для третьої – 9,75 мм, для четвертої – 10,30 мм, для п'ятої – 10,00 мм, для шостої – 9,95 мм;

4-й крок: розраховують регулюючі кордони для індивідуальних значень параметрів та для медіан.

Верхнє значення регулюючого кордону B_{pi} для індивідуальних значень розраховується за формулою:

$$B_{pi} = B_д - \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_i}{6} \right), \qquad (18.1)$$

де $B_д$ – верхнє допустиме значення параметра, мм.;

Δ – поле допуску, мм;

$к_i$ – спеціальний коефіцієнт, який залежить від величини вибірки. Значення коефіцієнтів $к_i$ наведені в таблиці 18.2.

Таблиця 18.2 – Значення коефіцієнтів $к_i$

Величина вибірки n	3	5	7	9	10	11	13	15
$к_i$	2,32	2,5	2,62	2,7	2,74	2,77	2,82	2,87

Нижнє значення регулюючого кордону $Н_{рі}$ для індивідуальних значень розраховується за формулою:

$$Н_{рі} = Н_д + \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_і}{6} \right), \qquad (18.2)$$

де $Н_д$ – нижнє допустиме значення параметра, мм.

Верхнє значення регулюючого кордону $В_{рм}$ для медіан розраховується за формулою:

$$В_{рм} = В_д - \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_м}{6} \right), \qquad (18.3)$$

де $к_м$ – спеціальний коефіцієнт, який залежить від величини вибірки. Значення коефіцієнтів $к_м$ наведені в таблиці 18.3.

Таблиця 18.3 – Значення коефіцієнтів $к_м$

Величина вибірки n	3	5	7	9	10	11	13	15
$к_м$	2,0	1,55	1,32	1,18	1,10	1,06	1,0	0,91

Нижнє значення регулюючого кордону $Н_{рм}$ для медіан розраховується за формулою:

$$Н_{рм} = Н_д + \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_м}{6} \right). \qquad (18.4)$$

Для нашого прикладу:

$$В_{рі} = В_д - \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_і}{6} \right) = 10{,}5 - 1 \cdot \left(\frac{3 - 2{,}74}{6} \right) = 10{,}456 \text{ мм},$$

$$Н_{рі} = Н_д + \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_і}{6} \right) = 9{,}5 + 1 \cdot \left(\frac{3 - 2{,}74}{6} \right) = 9{,}543 \text{ мм},$$

$$В_{рм} = В_д - \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_м}{6} \right) = 10{,}5 - 1 \cdot \left(\frac{3 - 1{,}1}{6} \right) = 10{,}18 \text{ мм},$$

$$Н_{рм} = Н_д + \Delta \cdot \left(\frac{3 - к_м}{6} \right) = 9{,}5 + 1 \cdot \left(\frac{3 - 1{,}1}{6} \right) = 9{,}82 \text{ мм}.$$

5-й крок: нанесення регулюючих кордонів $В_{рі}$, $Н_{рі}$, $В_{рм}$ та $Н_{рм}$ на карту якості продукції, вид якої наведений на рис. 18.1.

6-й крок: нанесення індивідуальних значень параметрів та медіан на карту контролю якості.

При цьому потрібно пам’ятати, якщо всі індивідуальні значення параметрів у вибірці входять в межі регулюючих кордонів $В_{рі}$ та $Н_{рі}$, а медіа-

на вибірки – входить в межі регулюючого кордону $В_{рм}$ і $Н_{рм}$ для медіани, то технологічний процес вважається стабільним і не потребує переналагодження.

Якщо індивідуальні значення параметрів не виходять за межі поля допуску Δ, але виходять за межі власних верхнього або нижнього регулюючих кордонів, то браку ще немає, але він може з'явитись в найближчий час. Тому потрібне термінове переналагодження технологічного процесу. Якщо медіана вибірки виходить за межі власних регулюючих кордонів, то знов-таки потрібне негайне коригування технологічного процесу.

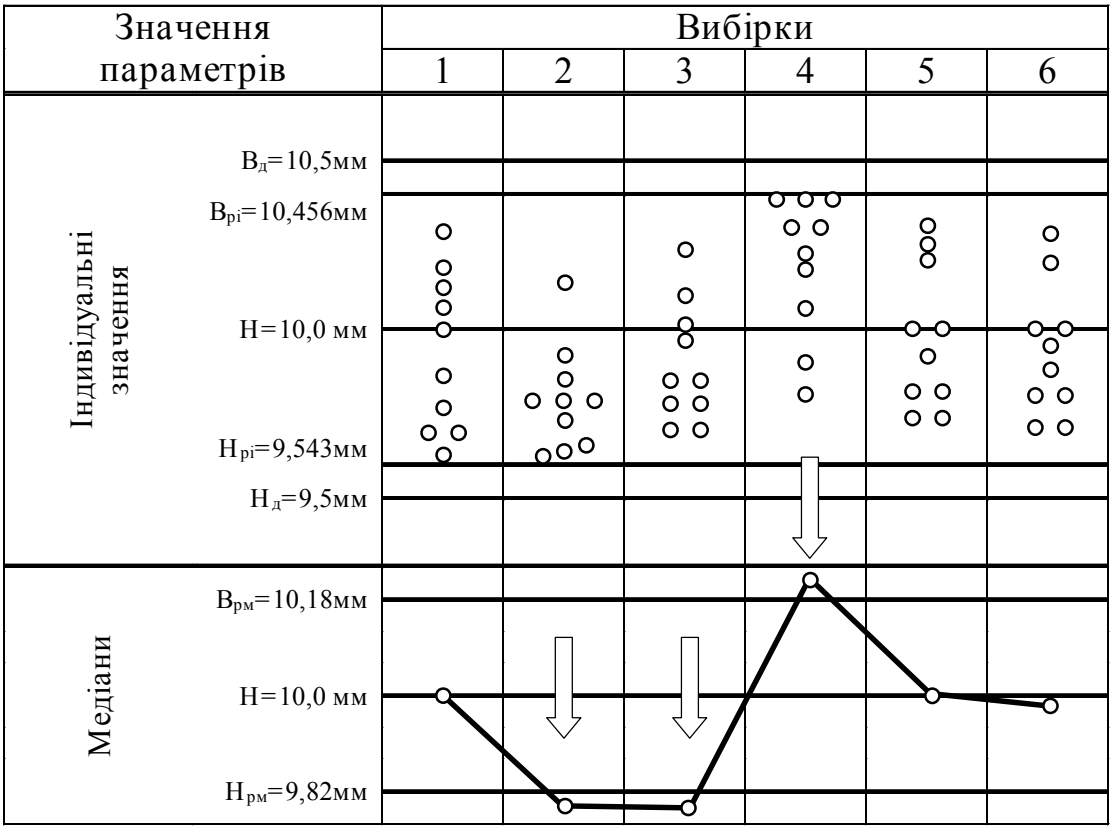


Рисунок 18.1 – Карта контролю якості для випадку застосування методу індивідуальних значень та медіан

7-й крок: здійснюють попередній аналіз результатів проведеного статистичного контролю.

Аналіз діаграми якості на рис. 18.1 показує, що всі індивідуальні значення параметра, який контролювався, не вийшли за межі регулюючих кордонів для індивідуальних значень. Що ж стосується медіан, то в другій та четвертій вибірці (і це повністю збігається з прикладом, який розглядався в практичному занятті 17) медіани вийшли за межі регулюючого кордону. Це говорить про необхідність проведення переналагодження технологічного процесу. Більше того, і в третій вибірці медіана також трішки вийшла за

межі свого регулюючого кордону, що говорить про те, що доцільно і в цьому випадку провести коригування технологічного процесу.

8-й крок: розраховують ступінь надійності зроблених висновків щодо якості налагодження технологічного процесу.

Для цього здійснюють такі розрахунки:

а) вибирають величину інтервалу ΔC, в якому знаходяться параметри x_i, що підлягають контролю. Чим меншим буде інтервал ΔC, тим точнішими будуть розрахунки.

Приймемо величину інтервалу $\Delta C = 0{,}20$ *мм;*

б) здійснюють розрахунки проміжних показників б, $б \cdot m_i$ і $б^2 \cdot m_i$ за методикою, наведеною в таблиці 18.4. За величину α приймається таке значення показника x_i, яке має найбільшу частоту повторення. В нашому випадку $\alpha = 9{,}75$, що пояснюється тим, що саме це значення параметра повторюється 10 разів;

Таблиця 18.4 – Розрахунок проміжних показників б, $б \cdot m_i$ та $б^2 \cdot m_i$

Інтервали значень параметра, мм	Середнє значення інтервалу X_{ci}, мм	Частота повторення параметра x_i в даному інтервалі – m_i	$б = \frac{X_{ci} - \alpha}{\Delta C}$	$б \cdot m_i$	$б^2 \cdot m_i$
9,50 – 9,70	9,6	15	- 0,75	- 11,25	8,44
9,71 – 9,90	9,8	17	0,25	4,25	1,062
9,91 – 10,10	10,0	9	1,25	11,25	14,062
10,11 – 10,30	10,2	12	2,25	27	60,75
10,31 – 10,50	10,4	7	3,25	22,75	73,937
Всього:		60	+6,25	54	158,251

в) розраховують величину *середньоквадратичного відхилення* σ за формулою:

$$\sigma = \Delta C \cdot \sqrt{\frac{\sum \delta^2 \cdot m_i}{\sum m_i} - \left(\frac{\sum \delta \cdot m_i}{\sum m_i}\right)^2} \quad . \qquad (18.5)$$

Для нашого випадку:

$$\sigma = 0{,}2 \cdot \sqrt{\frac{158{,}251}{60} - \left(\frac{54}{60}\right)^2} = 0{,}27 \text{ мм};$$

г) розраховують *щільність налагодження технологічного процесу* $Щ_т$ за формулою:

$$Щ_т = \frac{6 \cdot \sigma}{\Delta}, \qquad (18.6)$$

де σ – середньоквадратичне відхилення параметра, мм;

Δ – поле допуску параметра, мм.

Якщо $Щ_т$=1, то щільність налагодження технологічного процесу вважається задовільною, якщо $0 \le Щ_т \le 1$, то – доброю, якщо $Щ_т > 1$, то – незадовільною. Графічне зображення щільності налагодження технологічного процесу наведено на рис. 17.5 (дивися практичне заняття 17).

Для нашого випадку:

$$Щ_т = \frac{6 \cdot 0{,}27}{1} = 1{,}62.$$

Це означає, що результати зроблених в п. 7 попередніх висновків щодо якості налагодження технологічного процесу будуть ненадійними, а сам технологічний процес потребує негайного переналагодження.

8-й крок: розраховують *допустимий коефіцієнт точності* налагодження технологічного процесу.

Допустимий коефіцієнт точності налагодження показує, на яку величину (у відносних одиницях поля допуску) може відхилятись від номіналу Н середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$, при якій буде гарантуватись задана якість продукції.

Допустимий коефіцієнт точності налагодження $e_д$ розраховується за формулою:

$$e_д = \frac{\Delta - 6 \cdot \sigma}{2 \cdot \Delta} = \frac{1 - Щ_т}{2}. \qquad (18.7)$$

Як видно із формули 18.7, показники $Щ_т$ та $e_д$ пов'язані між собою. Детальніше дивися в практичному занятті 17.

9-й крок: розраховують *фактичний коефіцієнт точності* $e_ф$ налагодження технологічного процесу.

Фактичний коефіцієнт точності $e_ф$ налагодження технологічного процесу показує, на яку величину (у відносних одиницях поля допуску) від номіналу Н фактично відхиляється середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$. Фактичний коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу $e_ф$ розраховується за формулою:

$$e_ф = \frac{\overline{X} - H}{\Delta}, \qquad (18.8)$$

де $\overline{X}$ – середньоарифметичне значення параметра всіх виробів, що контролювались, мм.

Середньоарифметичне значення параметра □ всіх виробів, що підлягали вимірюванню (для 6-ти вибірок), розраховується за формулою:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{1}^{N} x_i}{N}, \qquad (18.9)$$

де x_i – значення параметра кожного із виробів, які підлягали вимірюванню, мм.;

N – загальна кількість виробів, які підлягали вимірюванню в усіх вибірках, шт.

Для нашого випадку:

$$\overline{X} = \frac{9{,}65 + 9{,}55 + 9{,}65 + 10{,}00 + ...9{,}75 + 9{,}80}{60} = \frac{596{,}65}{60} = 9{,}9441 \text{ мм.}$$

Якщо фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу $e_ф$ буде мати від'ємне значення, то це означає, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде знаходитись ліворуч від номіналу, тобто технологічний процес налагоджений ліворуч від номіналу.

Якщо фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу $e_ф$ буде мати додатне значення, то це означає, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде знаходитись праворуч від номіналу, тобто технологічний процес налагоджений праворуч від номіналу.

Якщо фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу $e_ф$ буде дорівнювати нулю, то це означає, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде точно збігатися з номіналом.

Для нашого прикладу:

$$e_ф = \frac{9{,}944 - 10}{1} = -0{,}056.$$

Це свідчить про те, що середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ буде фактично відхилено *ліворуч* від номіналу H=10 мм на величину $0{,}056 \cdot \Delta = 0{,}056 \cdot 1 = 0{,}056$ мм.

10-й крок: робиться загальний висновок щодо надійності отриманих в п.7 результатів щодо якості технологічного процесу, який підлягав статистичному контролю.

Тут можливі такі випадки:

а) коли щільність налагодження технологічного процесу $Щ_т>1$. В цьому випадку результати попереднього аналізу, зроблені в п. 7, вважаються ненадійними, а сам технологічний процес потребує негайного переналагодження;

б) коли $0 \le Щ_т \le 1$, $0 \le e_д \le 1/2$ та $|e_ф|<e_д$, то результати попереднього аналізу, зроблені в п. 7, вважаються надійними, а сам технологічний процес є якісним і не потребує переналагодження;

в) коли $0 \le Щ_т \le 1$, $0 \le e_д \le 1/2$ та $|e_ф|>e_д$, то результати попереднього аналізу, зроблені в п. 7, вважаються надійними, а сам технологічний процес потребує негайного переналагодження.

18.2 Завдання для самостійного виконання

На підприємстві запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль якості продукції. Номінал параметра, який контролюється, Н=20 мм. Поле допуску $\Delta = 3$ мм. Верхнє допустиме значення параметра $В_д$=21,5 мм, нижнє допустиме значення параметра $Н_д$=18,5 мм. В таблиці 18.5 наведені дані щодо 30 вибірок, які були зроблені контролером протягом зміни, а також інформація про те, які вибірки потрібно взяти для аналізу.

Таблиця 18.5 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Номери вибірок, які студент повинен взяти для аналізу	№ вибірки	Значення параметрів деталей, які зафіксував контролер, мм									
			Номери деталей									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4, 5, 6, 7, 8, 29	1	20,15	21,40	21,30	20,75	20,50	20,75	21,40	21,25	21,25	21,00
2	5, 6, 7, 8, 9, 16	2	19,50	19,75	19,00	19,50	19,25	20,00	19,75	20,10	20,25	19,00
3	6, 7, 8, 9, 10, 19	3	19,25	19,00	19,75	19,75	19,8	19,90	20,00	21,00	19,75	21,40
4	7, 8, 9, 10, 11, 20	4	19,40	19,75	19,00	20,00	19,75	19,75	20,00	21,00	20,25	19,00
5	8, 9, 10, 11, 12, 21	5	20,00	19,90	19,50	19,25	19,25	19,50	19,75	19,00	19,00	18,75
6	9 10, 11, 12, 13, 22	6	18,75	18,75	19,00	19,00	18,80	18,60	18,75	18,75	19,00	19,00
7	10, 11, 12, 13, 14,23	7	18,65	18,75	18,75	18.50	18,75	18,75	18,85	18,75	18,75	20,00
8	11, 12, 13, 14, 15, 24	8	18,75	18,70	18,75	19,00	19,00	19,25	19,25	19,25	19,25	19,00
9	12, 13, 14, 15, 16, 25	9	19,25	19,50	19,50	19,25	19,50	19,50	19,9	19,50	19,75	19,9
10	13, 14, 15, 16, 17, 27	10	19,75	20,00	20,00	9,75	19,75	20,00	20,00	19,75	19,75	20,50
11	14, 15, 16, 17, 18,21	11	20,00	20,25	20,25	20,25	20,50	20,50	20,50	20,25	20,25	20,50
12	15, 16, 17, 18, 19, 30	12	20,25	21,25	21,50	21,50	20,50	20,75	20,50	20,75	20,50	20,50
13	16, 17, 18, 19, 20, 24	13	20,50	20,50	21,25	21,50	21,25	21,50	20,75	20,50	20,75	20,50
14	17, 18, 19, 20, 21, 8	14	20,50	20,75	20,75	20,75	21,00	21,00	21,45	21,30	20,75	21,40
15	18, 19,20, 21, 22, 3	15	20,75	20,75	21,00	21,30	20,75	20,75	21,45	21,40	21,30	21,25
16	19, 20, 21, 22, 23, 1	16	21,00	21,00	21,25	21,25	21,25	21,50	21,25	21,25	21,45	21,45
17	20, 21, 22, 23, 24, 2	17	11,50	21,45	21,30	21,75	21,75	21,75	21,50	21,50	21,45	21,50
18	21, 22, 23, 24, 25, 7	18	21,50	21,25	21,25	21,25	21,00	21,00	21,00	21,25	21,30	21,40
19	22, 23, 24, 25, 26, 9	19	21,25	21,25	21,00	21,00	20,75	20,75	20,75	20,50	20,50	20,75
20	23, 24, 25, 26, 27, 10	20	21,50	21,00	21,00	20,75	20,75	20,50	20,50	20,75	20,50	20,25
21	24, 25, 26, 27, 28, 4	21	20,75	20,75	20,25	20,25	20,25	20,00	20,00	19,75	19,75	20,00
22	25, 26, 27, 28, 29, 5	22	20,25	20,25	20,00	20,00	19,75	19,75	20,00	19,50	19,50	19,50
23	26, 27, 28, 29, 30, 6	23	20,00	19,75	19,75	20,00	19,50	19,50	19,50	19,75	19,25	19,25
24	27, 28, 29, 30, 1, 15	24	19,75	19,75	19,50	19,50	19,50	19,25	19,50	19,50	19,25	19,50
25	28, 29, 30, 1, 2, 13	25	19,50	19,50	19,50	19,75	19,50	19,25	19,50	19,25	19,25	19,25
26	29, 30, 1, 2, 3, 11	26	19,35	19,25	19,40	19,25	19,00	19,00	19,20	18,75	19,00	19,75
27	30, 1, 2, 3, 4, 19	27	19,25	19,00	19,00	18,75	19,00	18,75	18,75	18,75	19,00	18,50
28	1, 2, 3, 4, 5, 30	28	19,00	19,00	18,75	18,75	19,00	18,75	18,50	18,50	18,50	18,65
29	2, 3, 4, 5, 6, 25	29	18,75	18,50	18,50	18,75	18,50	18,85	18,60	18,75	18,60	18,75
30	3, 4, 5, 6, 7, 27	30	19,90	18,75	19,00	19,25	19,00	19,25	19,25	19,25	19,50	19,90

Керуючись даними таблиці 18.5, потрібно:

1. Виписати значення параметрів тих вибірок, які відповідають завданню, та скласти таблицю, аналогічну табл. 18.1.

2. Застосовуючи метод індивідуальних значень та медіан, зробити висновок щодо якості технологічного процесу. Для цього:

а) визначити для кожної вибірки значення медіани;

б) для індивідуальних значень та медіан розрахувати величини регулюючих кордонів;

в) нарисувати карту контролю якості та нанести на неї всі регулюючі кордони, індивідуальні значення та медіани.

г) зробити попередній висновок щодо якості технологічного процесу.

3. Оцінити ступінь надійності отриманих результатів. Для цього:

а) розрахувати величину середньоквадратичного відхилення σ, для чого скласти таблицю за зразком таблиці 18.4 та провести відповідні розрахунки. Значення інтервалу ΔC прийняти таким:

Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм	Варіант	ΔC, мм
1	0,15	7	0,1	13	0,25	19	0,1	25	0,2
2	0,2	8	0,15	14	0,25	20	0,25	26	0,2
3	0,25	9	0,2	15	0,3	21	0,1	27	0,25
4	0,3	10	0,25	16	0,1	22	0,15	28	0,3
5	0,2	11	0,3	17	0,15	23	0,2	29	0,1
6	0,1	12	0,2	18	0,2	24	0,25	30	0,15

б) розрахувати допустимий коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу;

в) розрахувати середньоарифметичне значення параметра $\overline{X}$ всіх виробів, які контролювались;

г) розрахувати щільність налагодження технологічного процесу;

д) розрахувати фактичний коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу.

4. Зробити висновок відносно надійності отриманих результатів щодо якості налагодження технологічного процесу.

5. Зробити висновки.

18.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Види, розрахунок та призначення регулюючих кордонів при проведенні поточного попереджувального статистичного контролю якості продукції методом індивідуальних значень та медіан.

2. Яким чином складається карта якості продукції при проведенні поточного попереджувального статистичного контролю якості продукції методом індивідуальних значень та медіан?

3. Яку інформацію несе карта якості продукції при проведенні поточного попереджувального статистичного контролю якості продукції? Які висновки повинен робити менеджер, аналізуючи карту якості?

4. Як розраховуються допустимий та фактичний коефіцієнти точності настроювання технологічного процесу? Яку інформацію для менеджера несуть ці коефіцієнти?

5. Як розраховується щільність налагодження технологічного процесу? Які значення щільності сигналізують про задовільну або незадовільну якість технологічного процесу?

6. Як пов'язані між собою щільність налагодження технологічного процесу та допустимий коефіцієнт точності налагодження технологічного процесу?

7. Які співвідношення між допустимим та фактичним коефіцієнтом точності налагодження технологічного процесу потрібно проаналізувати, щоб зробити висновок щодо ступеня надійності результатів, отриманих в процесі здійснення поточного попереджувального статистичного контролю?

18.4. Задачі для розв'язування

1. Номінал параметру виробу, який повинен контролюватись, дорівнює 100 см, поле допуску – 6 см, щільність налагодження технологічного процесу планується на рівні 1,0.

Для забезпечення високої якості виробів був запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль. В результаті його проведення з'ясувалось, що фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу склав 0,15 при його щільності 0,6.

Розрахувати: а) чи була забезпечена задана якість виробів; б) середньоарифметичне значення параметра, яке було зафіксоване в ході проведення статистичного контролю.

2. Номінал параметра виробу, який повинен контролюватись, дорівнює 100 см, поле допуску – 6 см, щільність налагодження технологічного процесу планується на рівні 0,5.

Для забезпечення високої якості виробів був запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль. В результаті його проведення з'ясувалось, що фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу склав 0,32 при його щільності 0,3.

Розрахувати: а) чи була забезпечена задана якість виробів; б) середньоарифметичне значення параметра, яке було зафіксоване в ході проведення статистичного контролю.

3. Номінал параметра виробу, який повинен контролюватись, дорівнює 200 см, поле допуску–0,8 см, щільність налагодження технологічного процесу планується на рівні 1,0.

Для забезпечення високої якості виробів був запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль. В результаті його проведення з'ясувалось, що середньоарифметичне значення основного параметра склало 200,3 см.

Розрахувати якою повинна бути фактична щільність налагодження технологічного процесу, щоб якість виробів була гарантована.

4. Номінал параметра виробу, який повинен контролюватись, дорівнює 10 см, поле допуску – 0,5 см, щільність налагодження технологічного процесу планується на рівні 0,8.

Для забезпечення високої якості виробів був запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль.

Розрахувати: а) якою повинна бути величина дисперсії, щоб виконати заплановані умови; б) середньоарифметичне значення параметра за умови, що фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу дорівнює допустимому.

5. Поле допуску параметра виробу дорівнює 0,60 см, запланована дисперсія – 0,64 см^2.

Для забезпечення високої якості виробів був запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль.

В ході статистичного контролю середньоарифметичне значення параметра було зафіксовано на рівні 90,06 см при запланованій щільності налагодження технологічного процесу та збіганні фактичного й допустимого коефіцієнтів налагодження технологічного процесу.

Розрахувати значення номіналу параметра, який підлягав статистичному контролю.

6. Номінал параметра виробу, який повинен контролюватись, дорівнює 120 см, середньоквадратичне відхилення – 0,16 см, щільність налагодження технологічного процесу планується на рівні 0,8.

Для забезпечення високої якості виробів був запроваджений поточний попереджувальний статистичний контроль.

Визначити фактичний коефіцієнт налагодження технологічного процесу, якщо в ході здійснення контролю виявилось, що середньоарифметичне значення контрольованого параметра склало 119,4 см.

7. Для забезпечення високої якості виробів планується застосовувати поточний попереджувальний статистичний контроль. Щільність налагодження технологічного процесу планується на рівні 0,6 при величині середньоквадратичного відхилення параметра – 0,7 см.

В ході проведення статистичного контролю виявилось, що середньоарифметичне значення основного параметра склало 111,75 см, а фактичний коефіцієнт налагодження – 0,25. Щільність налагодження технологічного процесу була на рівні запланованої.

Визначити номінал основного параметра виробу, який контролювався.

18.5 Відповіді на задачі

1. Якість гарантується, оскільки $e_ф=0,15<e_{д(н)}=0,2$; 100,9 см.
2. Якість гарантується, оскільки $e_ф=0,32<e_{д(н)}=0,35$; 101,92 см.
3. Менше 0,25. 4. 0,0044…, 10,05 см. 5. 90 см.
6. –0,5. 7. 110 см.

19

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: "Застосування приймального статистичного контролю"

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання та розвинути практичні навички проведення приймального статистичного контролю якості продукції.

19.1 Теоретична частина

Приймальний статистичний контроль полягає в тому, що із підконтрольної партії виробів N безпосередній перевірці підлягає тільки частина виробів n, яка називається *вибіркою*, і, в залежності від кількості бракованих виробів L, які були виявлені в процесі перевірки, робиться висновок щодо якості всієї партії виробів та прийняття або неприйняття цієї партії замовником.

При цьому сама вибірка виробів повинна бути *представницькою (або репрезентативною)*, тобто відображати всі особливості партії виробів без переважного виділення будь-якої її частини. Для цього вибірка повинна бути складена із різних частин партії.

Розмір вибірки n та допустима кількість C бракованих виробів в вибірці, при якій вся партія виробів приймається або бракується, визначається шляхом використання теорій ймовірностей та математичної статистики.

При цьому відправними пунктами розрахунків є такі:

- ризик споживача не повинен перевищувати певну величину (нагадаємо, що *ризиком* вважається ймовірність прийняття партії виробів, якість якої буде нижча за обумовлену, або такої партії, процент бракованих виробів в якій буде більше встановленого);
- кількість виробів в вибірці, які підлягають контролю, повинна бути мінімальною.

Найчастіше розмір вибірки n та допустима кількість C бракованих виробів в вибірці розраховуються в залежності від максимально допустимої частки браку $P_б$ в партії виробів N, яка підлягає контролю. Допустима частка браку в партії визначається споживачем або за домовленістю між виробником і споживачем. Зрозуміло, що чим меншою планується частка браку споживачем, тим більшим буде значення n та меншим значення C.

Значення n та C в залежності від величин $P_б$ та N публікуються в спеціальних таблицях.

Існує два основних методи здійснення приймального статистичного контролю: *за альтернативною ознакою (альтернативний метод) та за кількісною ознакою (кількісний метод)*. В свою чергу альтернативний метод має два різновиди: *метод одинарних вибірок та метод подвійних вибірок*.

Метод одинарних вибірок здійснюється згідно зі схемою, наведеною на рис. 19.1. Якщо в вибірці, яка дорівнює n виробам із N виробів, що складають партію, кількість бракованих виробів L виявиться меншою за певне число C, то вся партія виробів вважається придатною. Якщо кількість бракованих виробів L виявиться більшою за певне число C, то вся партія виробів бракується або спрямовується на суцільний контроль.

Метод одинарних вибірок є найбільш простим і тому дуже широко розповсюджений на практиці.

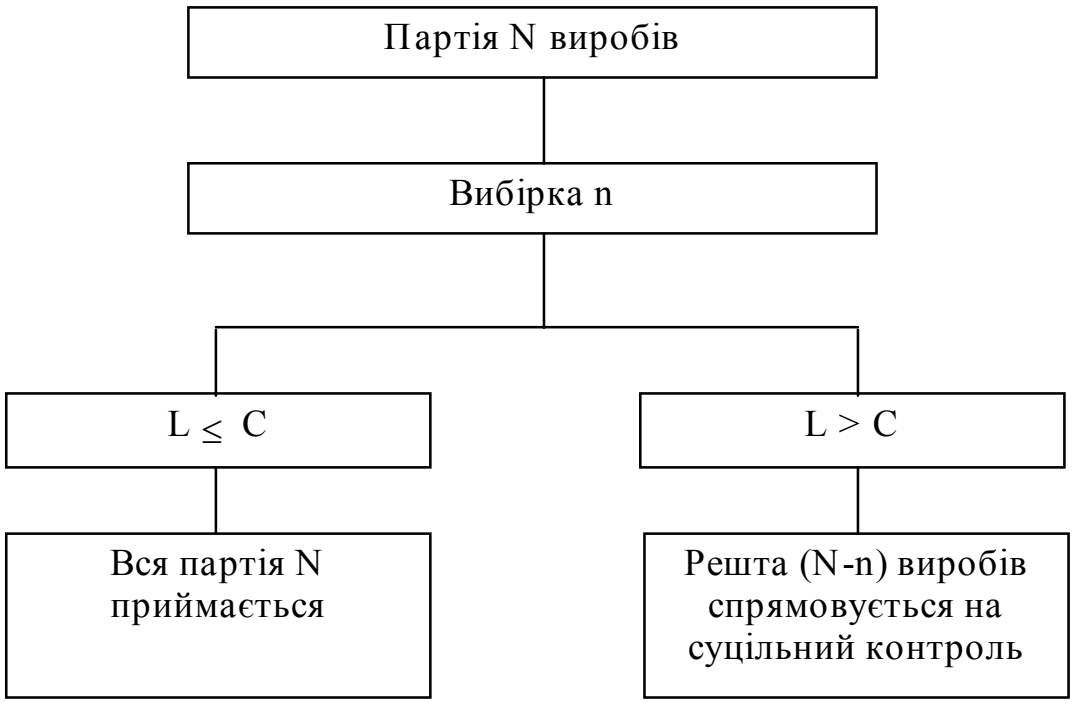


Рисунок 19.1 – Алгоритм здійснення приймального контролю методом одинарних вибірок

Метод подвійних вибірок здійснюється згідно зі схемою, наведеною на рис. 19.2. Якщо в вибірці, яка дорівнює n_1 виробам із N виробів, які складають партію, кількість бракованих виробів L_1 виявиться меншою за певне число C_1, то вся партія виробів вважається придатною.

Якщо кількість бракованих виробів L_1 виявиться більшою за певне число C_2, то вся партія виробів бракується або спрямовується на суцільний контроль.

В тому випадку, коли кількість бракованих виробів L_1 виявиться в межах $C_1<L_1<C_2$, то робиться друга вибірка величиною n_2 . Якщо сума бракованих виробів в першій та другій вибірках, тобто L_1+L_2 буде меншою за певне число C_2, то вся партія виробів приймається. Якщо сума бракованих виробів в першій та другій вибірках, тобто L_1+L_2, буде більшою за певне число C_2, то вся партія виробів бракується або підлягає суцільному контролю.

Значення величин n_1, n_2, C_1, C_2 в залежності від величин $P_б$ та N публікуються в спеціальних таблицях.

Метод подвійних вибірок є більш точним і підвищує впевненість в надійності проведеного статистичного контролю.

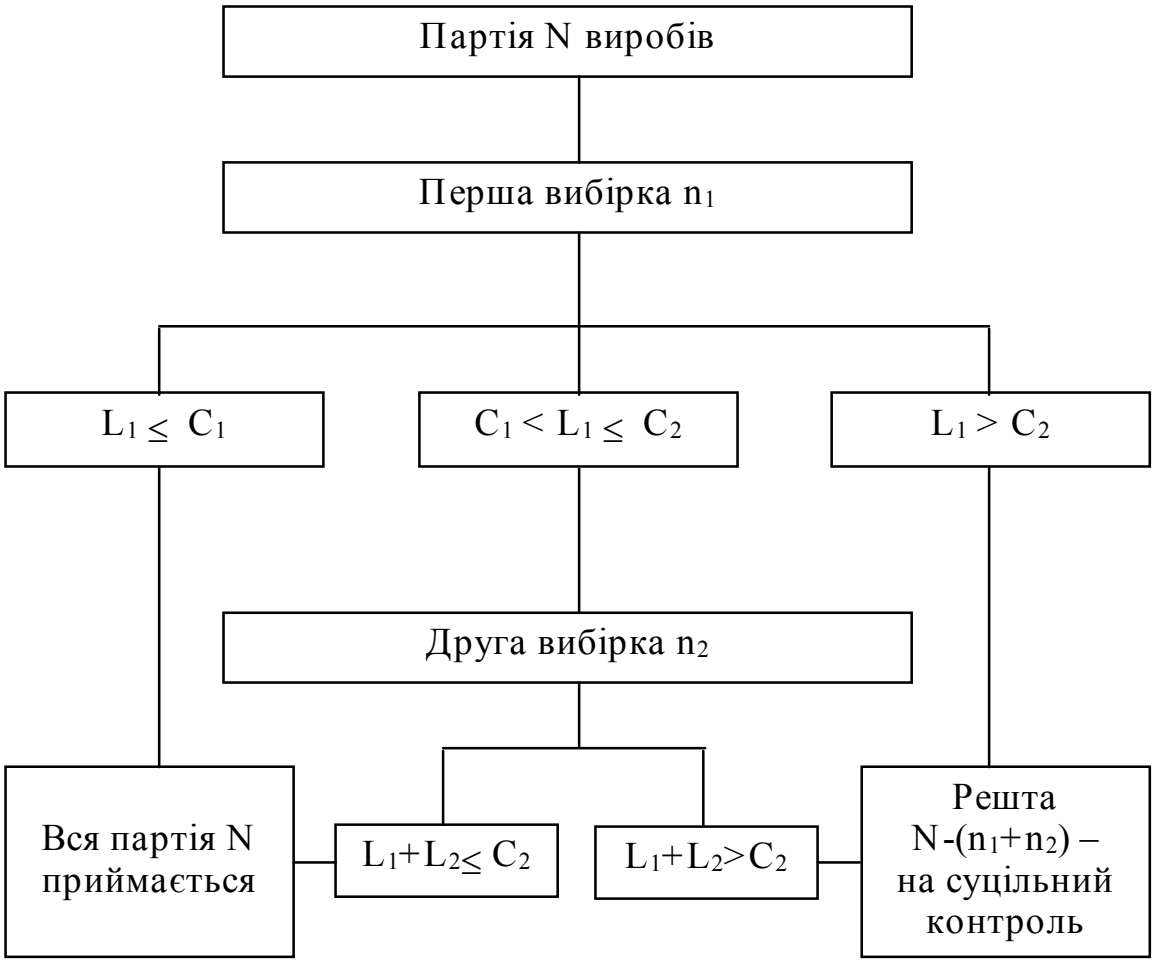


Рисунок 19.2 – Алгоритм здійснення приймального контролю методом подвійних вибірок

При застосуванні приймального статистичного контролю за *кількісною ознакою* спочатку розраховують середньоарифметичне значення $\overline{X}$ параметра виробів, які були у вибірці. Далі визначають середньоквадратичне значення параметра σ та розраховують дисперсію параметра σ^2 для виробів, які контролювались (дивися практичне заняття 17, С. 41 або практичне заняття 18, С. 52).

Після цього складають нерівності:

$$\overline{X} + K \cdot \sigma^2 \geq A,$$
$$\overline{X} - K \cdot \sigma^2 \leq A,$$
$$K \cdot \sigma^2 \leq C,$$

де К, А та С – коефіцієнти, які публікуються в спеціальних таблицях.

Якщо зазначені нерівності задовольняються, то якість всіх виробів задовольняє прийнятий рівень якості і партія виробів *N* приймається. В іншому випадку партія виробів бракується.

Застосування приймального статистичного контролю дає змогу спрогнозувати також величину можливого браку за нижньою та верхньою межею поля допуску Δ, а також загальну величину придатних виробів в партії, яка приймається. Алгоритм розрахунків такий:

1-й крок: розраховують середньоарифметичне значення $\overline{X}$ параметра всіх виробів, які були у вибірці і які підлягали контролю (див. ф-лу 18.9).

2-й крок: визначають інтервал ΔC, групують параметри всіх виробів, які контролювались, за визначеним інтервалом, та роблять інші проміжні розрахунки, аналогічні наведеним в таблицях 17.3 або 18.4.

3-й крок: керуючись формулами 17.8 або 18.5, розраховують величину середньоквадратичного відхилення σ.

4-й крок: розраховують можливий брак виробів $Q_н$ (в %), що мають параметри нижче нижньої межі поля допуску Δ:

$$Q_н = \left[0{,}5 - \Phi\left(\frac{\overline{X} - (H - \frac{\Delta}{2})}{\sigma} \right) \right] \cdot 100\% = \left[0{,}5 - \Phi(t_1) \right] \cdot 100\%, \qquad (19.1)$$

де H – номінал параметра, який контролюється, мм;

Δ – поле допуску, мм;

σ – середньоквадратичне відхилення параметра, мм;

$\Phi(t_1)$ – функція Лапласа, значення якої наведені в таблиці 19.1.

5-й крок: розраховують можливий брак виробів $Q_в$ (в %), що мають параметри вище верхньої межі поля допуску:

$$Q_в = \left[0{,}5 - \Phi\left(\frac{(H + \frac{\Delta}{2}) - \overline{X}}{\sigma} \right) \right] \cdot 100\% = \left[0{,}5 - \Phi(t_2) \right] \cdot 100\%, \qquad (19.2)$$

де $\Phi(t_2)$ – функція Лапласа, значення якої наведені в таблиці 19.1.

6-й крок: розраховують загальну кількість придатних (якісних) виробів $\Phi_я$ (в %) в партії *N*, яка приймається, за формулою:

$$\Phi_я = [\Phi(t_1) + \Phi(t_2)] 100\% . \qquad (19.3)$$

7-й крок: роблять загальний висновок щодо якості партії виробів, яка приймається.

Таблиця 19.1 – Значення функції Лапласа Ф(t)

x	Ф(x)	x	Ф(x)	x	Ф(x)	x	Ф(x)
0,00	0,0000	0,65	0,2422	1,30	0,4032		
0,01	0,0040	0,66	0,2454	1,31	0,4049	1,95	0,47443
0,02	0,0080	0,67	0,2486	1,32	0,4066	1,96	0,4750
0,03	0,0120	0,68	0,2517	1,33	0,4082	1,97	0,4756
0,04	0,0160	0,69	0,2549	1,34	0,4099	1,98	0,4761
0,05	0,0199	0,70	0,2580	1,35	0,4115	1,99	0,4767
0,06	0,0239	0,71	0,2611	1,36	0,4131	2,00	0,4772
0,07	0,0279	0,72	0,2642	1,37	0,4147	2,02	0,4783
0,08	0,0319	0,73	0,2673	1,38	0,4162	2,04	0,4793
0,09	0,0359	0,74	0,2703	1,39	0,4177	2,06	0,4803
0,10	0,0398	0,75	0,2734	1,40	0,4192	2,08	0,4812
0,11	0,0438	0,76	0,2764	1,41	0,4207	2,10	0,4821
0,12	0,0478	0,77	0,2794	1,42	0,4222	2,12	0,4830
0,13	0,0517	0,78	0,2823	1,43	0,4236	2,14	0,4838
0,14	0,0557	0,79	0,2852	1,44	0,4251	2,16	0,4846
0,15	0,0596	0,80	0,2881	1,45	0,4265	2,18	0,4854
0,16	0,0636	0,81	0,2910	1,46	0,4279	2,20	0,4861
0,17	0,0675	0,82	0,2939	1,47	0,4292	2,22	0,4868
0,18	0,0714	0,83	0,2967	1,48	0,4306	2,24	0,4875
0,19	0,0753	0,84	0,2995	1,49	0,4319	2,26	0,4881
0,20	0,0793	0,85	0,3023	1,50	0,4332	2,28	0,4887
0,21	0,0832	0,86	0,3051	1,51	0,4345	2,30	0,4893
0,22	0,0871	0,87	0,3078	1,52	0,4357	2,32	0,4898
0,23	0,0910	0,88	0,3106	1,53	0,4370	2,34	0,4904
0,24	0,0948	0,89	0,3133	1,54	0,4382	2,36	0,4909
0,25	0,0987	0,90	0,3159	1,55	0,4394	2,38	0,4913
0,26	0,1026	0,91	0,3186	1,56	0,4406	2,40	0,4918
0,27	0,1064	0,92	0,3212	1,57	0,4418	2,42	0,4922
0,28	0,1103	0,93	0,3238	1,58	0,4429	2,44	0,4927
0,29	0,1141	0,94	0,3264	1,59	0,4441	2,46	0,4931
0,30	0,1179	0,95	0,3289	1,60	0,4452	2,48	0,4934
0,31	0,1217	0,96	0,3315	1,61	0,4463	2,50	0,4938
0,32	0,1255	0,97	0,3340	1,62	0,4474	2,52	0,4941
0,33	0,1293	0,98	0,3365	1,63	0,4484	2,54	0,4945
0,34	0,1331	0,99	0,3389	1,64	0,4495	2,56	0,4948
0,35	0,1368	1,00	0,3413	1,65	0,4505	2,58	0,4951
0,36	0,1406	1,01	0,3438	1,66	0,4515	2,60	0,4953
0,37	0,1443	1,02	0,3461	1,67	0,4525	2,62	0,4956
0,38	0,1480	1,03	0,3485	1,68	0,4535	2,64	0,4959
0,39	0,1517	1,04	0,3508	1,69	0,4545	2,66	0,4961
0,40	0,1554	1,05	0,3531	1,70	0,4554	2,68	0,4963
0,41	0,1591	1,06	0,3554	1,71	0,4564	2,70	0,4965
0,42	0,1628	1,07	0,3577	1,72	0,4576	2,72	0,4967
0,43	0,1664	1,08	0,3599	1,73	0,4582	2,74	0,4969
0,44	0,1700	1,09	0,3621	1,74	0,4591	2,76	0,4971
0,45	0,1736	1,10	0,3643	1,75	0,4599	2,78	0,4973
0,46	0,1772	1,11	0,3665	1,76	0,4608	2,80	0,4974
0,47	0,1808	1,12	0,3686	1,77	0,4617	2,82	0,4976
0,48	0,1844	1,13	0,3708	1,78	0,4625	2,84	0,4977
0,49	0,1879	1,14	0,3729	1,79	0,4633	2,86	0,4979
0,50	0,1915	1,15	0,3749	1,80	0,4641	2,88	0,4980
0,51	0,1950	1,16	0,3770	1,81	0,4649	2,90	0,4981
0,52	0,1985	1,17	0,3790	1,82	0,4656	2,92	0,4982
0,53	0,2019	1,18	0,3810	1,83	0,4664	2,94	0,4984
0,54	0,2054	1,19	0,3830	1,84	0,4671	2,96	0,4985
0,55	0,2088	1,20	0,3849	1,85	0,4678	2,98	0,4986
0,56	0,2123	1,21	0,3869	1,86	0,4686	3,00	0,49865
0,57	0,2157	1,22	0,3883	1,87	0,4693	3,20	0,49931
0,58	0,2190	1,23	0,3907	1,88	0,4699	3,40	0,49966
0,59	0,2224	1,24	0,3925	1,89	0,4706	3,60	0,499841
0,60	0,2257	1,25	0,3944	1,90	0,4713	3,80	0,499928
0,61	0,2291	1,26	0,3962	1,91	0,4719	4,00	0,499968
0,62	0,2324	1,27	0,3980	1,92	0,4726	4,50	0,499997
0,63	0,2357	1,28	0,3997	1,93	0,4732	5,0	0,499997
0,64	0,2389	1,29	0,4015	1,94	0.4738		

Приклад.

Якщо скористатись прикладом, який був наведений в практичному занятті 17 або 18 (див. табл. 17.1 або 18.1), коли контролювалась деталь з номіналом Н=10 мм та полем допуску $\Delta = 1$ мм, а також зробленими раніше розрахунками величин середньоквадратичного відхилення σ та середньоарифметичного $\overline{X}$ (див. практичні заняття 17 або 18), то отримаємо такі результати.

Кількість виробів, параметри яких будуть меншими за нижню межу поля допуску, складе:

$$Q_н = \left[0{,}5 - \Phi\left(\frac{9{,}944 - (10 - \frac{1}{2})}{0{,}27}\right)\right] \cdot 100\% = [0{,}5 - \Phi(1{,}64)] \cdot 100\% =$$

$$= [0{,}5 - 0{,}4495] \cdot 100\% = 5{,}05\% .$$

Кількість виробів, параметри яких будуть більшими за верхню межу поля допуску, складе:

$$Q_в = \left[0{,}5 - \Phi\left(\frac{(10 + \frac{1}{2}) - 9{,}944}{0{,}27}\right)\right] \cdot 100\% = [0{,}5 - \Phi(3{,}91) =$$

$$= [0{,}5 - 0{,}4918] \cdot 100\% = 0{,}08\% .$$

Загальна кількість якісних виробів в партії *N*, яка приймається, складе:

$$Ф_я = (0{,}4495 + 0{,}4918) \cdot 100\% = 94{,}13\%.$$

Даний показник можна вважати за рівень якості партії виробів, яка приймається.

19.2 Завдання для самостійного виконання

На підприємстві запроваджений статистичний приймальний контроль деталей, які надходять на виробництво. Номінал параметра деталі Н=40 мм. В таблиці 19.2 наведені дані щодо 300 деталей, параметри яких вимірювались під час здійснення приймального статистичного контролю. Ці вироби об'єднані в 10 груп, які позначені літерами А, Б, В … К.

Таблиця 19.2 – Початкові дані для виконання завдання

Номер деталі	Значення параметрів деталей, які зафіксував контролер, мм									
	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К
1	42,15	41,40	41,30	40,75	41,50	41,35	41,40	41,25	41,85	41,30
2	39,50	41,75	39,00	39,50	38,25	37,00	39,75	40,10	40,25	39,00
3	39,25	39,00	37,75	39,75	39,80	39,90	40,00	41,00	39,75	42,40
4	39,40	39,75	39,00	43,00	39,75	39,75	40,00	41,00	40,25	39,00
5	40,00	39,90	41,50	39,25	39,25	39,50	39,75	39,00	39,00	38,75
6	38,75	37,75	39,00	39,00	38,60	38,60	38,75	38,75	39,00	39,00
7	41,55	38,75	38,75	38.50	38,45	38,75	38,85	38,75	38,75	40,00
8	38,75	40,70	38,75	39,00	39,00	39,25	39,25	39,25	39,25	42,00
9	39,25	39,50	37,50	39,25	39,50	39,50	39,9	39,50	39,75	39,90
10	39,75	40,00	40,00	36,75	39,75	42,00	40,00	39,75	39,75	40,50
11	40,00	42,25	41,25	40,25	42,50	40,50	40,50	42,25	42,25	42,50
12	40,25	41,25	41,50	41,50	40,50	40,75	40,50	40,75	40,50	40,50
13	42,50	41,50	41,25	41,50	41,25	42,50	40,75	40,50	40,75	40,50
14	40,50	42,75	40,75	40,75	41,00	41,00	42,45	41,30	42,75	41,40
15	40,75	40,75	43,00	41,30	40,75	40,75	41,45	41,40	41,30	41,25
16	41,00	40,00	41,25	42,25	42,25	41,50	41,25	41,25	41,45	41,45
17	41,40	41,45	42,30	41,75	41,75	42,75	41,50	42,50	41,45	42,50
18	41,60	41,25	41,25	41,25	41,00	39,00	39,00	41,25	41,30	41,40
19	41,25	41,25	41,00	41,00	40,75	40,75	40,75	40,50	40,50	40,75
20	42,50	41,00	41,00	40,75	40,75	40,50	40,50	40,75	40,50	40,25
21	40,75	40,75	40,25	40,25	40,25	40,00	42,00	39,75	39,75	40,00
22	40,25	40,25	42,00	40,00	39,75	39,75	40,00	39,50	39,50	39,50
23	40,00	39,75	39,75	42,00	39,50	39,50	39,50	38,75	38,25	37,25
24	39,75	39,75	37,50	39,50	39,50	39,25	39,40	39,50	39,25	39,50
25	39,50	38,50	39,50	39,75	39,50	39,25	39,50	39,25	39,25	39,25
26	37,35	39,25	39,40	39,25	39,00	39,00	38,20	37,75	38,00	39,75
27	39,25	37,00	39,00	38,75	39,00	38,75	38,75	38,75	39,00	37,50
28	39,00	39,00	37,75	38,75	39,00	38,75	38,50	38,50	38,50	38,65
29	38,75	38,50	38,50	37,75	38,50	38,85	38,60	38,75	38,40	38,75
30	39,90	38,75	39,00	39,25	42,00	39,25	37,25	39,25	39,50	37,90

В таблиці 19.3 наведені дані щодо величини партії деталей *N*, якість якої досліджується методом використання приймального статистичного контролю; величина *n* вибірки, яка задана в процентах від величини партії деталей; група вибірки, яку потрібно взяти для аналізу; формула, за якою розраховується допустима кількість бракованих деталей у вибірці (шт.); поле допуску основного параметра Δ (в см).

Керуючись даними таблиць 19.2 та 19.3, потрібно:

1. Розрахувати величину вибірки n (в шт.), яку потрібно проаналізувати для визначення якості партії деталей, за формулою:

$$n=\frac{N \cdot n(\%)}{100} \text{ шт.} \qquad (19.4)$$

2. Визначити групу вибірки, яку потрібно проаналізувати (наприклад, група В), та виписати всі значення параметрів деталей із цієї вибірки, які підлягають контролю. Кількість цих деталей повинна відповідати кількості n (шт.), розрахованій в пп.1.

Таблиця 19.3 –Початкові дані для виконання завдання

Варі-ант	N, шт	n(%)	Група вибірки	Формула для розрахунку допустимої кількості бракованих деталей у вибірці	Поле допуску Δ, см
1	1000	3	А	C = 0,1n + 2,7	3,0
2	1010	2.9	Б	C = 0,11n + 2,8	3,0
3	1020	2,8	В	C = 0,12n + 2,9	3,0
4	1030	2,7	Г	C = 0,13n + 3,6	3,0
5	1040	2,75	Д	C = 0,14n + 3,4	3,0
6	1050	2,7	Е	C = 0,15n + 3,5	3,0
7	1060	2,65	Ж	C = 0,16n + 3,3	3,0
8	1070	2,6	З	C = 0,17n + 2,6	3,0
9	1080	2,55	И	C = 0,18n + 2,6	3,0
10	1090	2,5	К	C = 0,2n + 1,5	3,0
11	1100	2,6	А	C = 0,21n + 1,0	2,8
12	1110	2,55	Б	C = 0,22n + 1,1	2,8
13	1120	2,5	В	C = 0,23n + 1,1	2,8
14	1130	2,5	Г	C = 0,24n + 1,1	2,8
15	1140	2,5	Д	C = 0,25n + 1,1	2,8
16	1150	2,45	Е	C = 0,26n + 1,0	2,8
17	1160	2,4	Ж	C = 0,27n + 0,5	2,8
18	1170	2,4	З	C = 0,28n + 0,5	2,8
19	1180	2,4	И	C = 0,29n + 0,4	2,8
20	1190	2,45	К	C = 0,16n + 2,2	2,8
21	1200	2,4	А	C = 0,17n + 1,7	3,2
22	1210	2,4	Б	C = 0,18n + 1,8	3,2
23	1220	2,35	В	C = 0,2n + 1,3	3,2
24	1230	2,35	Г	C = 0,21n + 1,6	3,2
25	1240	2,3	Д	C = 0,22n + 1,9	3,2
26	1250	2,3	Е	C = 0,23n + 1,7	3,2
27	1260	2,3	Ж	C = 0,24n + 1,8	3,2
28	1270	2,3	З	C = 0,25n + 2,1	3,2
29	1280	2,25	И	C = 0,24n + 2,8	3,2
30	1290	2,25	К	C = 0,25n + 3,1	3,2

3. На основі заданої величини поля допуску Δ розрахувати верхнє та нижнє допустимі значення параметра деталі.

4. За наведеною в таблиці 19.3 формулою розрахувати допустиму кількість бракованих деталей *C* у вибірці, при якій буде гарантуватись задана якість всієї партії деталей.

5. Порівнюючи параметри деталей у вибірці з параметрами заданого поля допуску, визначити кількість бракованих деталей *L*.

6. Порівнюючи величини *L* та *C*, а також керуючись методом одинарних вибірок, зробити попередній висновок щодо якості всієї партії деталей, яка підлягала приймальному контролю.

7. Керуючись рекомендаціями, які були наведені в практичному занятті 18 (див. С. 52), розрахувати середньоквадратичне відхилення параметра σ (см). Для цього спочатку вибрати величину інтервалу ΔC, в якому знаходяться параметри деталей, що підлягають контролю. Рекомендується

вибрати ΔC=0,20 см. Далі скласти таблицю за зразком таблиці 18.4, заповнити її стовпці та розрахувати проміжні показники так, як це зроблено в таблиці.

Далі, за формулою 18.5 розрахувати величину середньоквадратичного значення параметра σ.

8. Розрахувати середньоарифметичне значення $\overline{X}$ параметра деталей у вибірці, яка була вибрана для контролю. При цьому можна скористатись формулою:

$$\overline{X} = \frac{\sum_{1}^{n} x_i}{n}, \qquad (19.5)$$

де x_i – значення параметра кожної із деталей у вибірці, яка підлягала контролю, мм.;

n – кількість деталей у вибірці, шт.

9. Розрахувати можливий брак виробів $Q_н$ (в %), що мають параметри нижче нижньої межі поля допуску. При розрахунках керуватись значеннями функції Лапласа, наведеними в таблиці 19.1.

10. Розрахувати можливий брак виробів $Q_в$ (в %), що мають параметри вище верхньої межі поля допуску. При розрахунках керуватись значеннями функції Лапласа, наведеними в таблиці 19.1.

11. Розрахувати загальну кількість придатних (якісних) виробів $Ф_я$ (в %) в партії виробів N, яка приймається.

12. Зробити висновки.

19.4 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Охарактеризуйте суть та значення приймального статистичного контролю якості продукції.

2. Сформулюйте вимоги до вибірки виробів, яка використовується для проведення приймального статистичного контролю.

3. Зробіть порівняльний аналіз альтернативного та кількісного методів проведення приймального статистичного контролю.

4. Охарактеризуйте суть методу одинарних вибірок приймального статистичного контролю.

5. Охарактеризуйте суть методу подвійних вибірок приймального статистичного контролю.

6. Як розраховується можливий брак виробів у партії, що мають параметри нижче нижньої межі поля допуску.

7. Як розраховується можливий брак виробів у партії, що мають параметри вище верхньої межі поля допуску.

8. Як розраховується загальна кількість якісних виробів в партії, що приймається, при застосуванні приймального статистичного контролю якості продукції.

20

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: “Організація інструментального господарства”

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання з організації інструментального господарства на підприємстві та розвинути практичні навички визначення оптимальної кількості працівників інструментальних складів підприємства.

20.1 Теоретична частина

Інструментальне господарство – це сукупність підрозділів підприємства, які займаються проектуванням, виготовленням, ремонтом, зберіганням інструментів та технологічного оснащення. До інструментів та технологічного оснащення (в подальшому – “інструмент”) відносяться різальні та вимірювальні інструменти, штампи, пристосування, калібри, прес-форми, моделі, ливарне оснащення тощо.

Завданням інструментального господарства є своєчасне та безперебійне постачання всіх виробничих підрозділів підприємства необхідним для роботи інструментом при мінімальних витратах на його виготовлення, придбання, зберігання та експлуатацію.

Структура інструментального господарства підприємства визначається типом, характером та масштабами виробництва. Для великих підприємства характерна наявність загальних та цехових структурних підрозділів, для невеликих – тільки цехових. До загальних підрозділів відносяться інструментальний відділ (ІВ), інструментальні цехи (ІЦ), центральний інструментальний склад (ЦІС), вимірювальні лабораторії (ВЛ). До цехових – цехові бюро інструментального господарства (ЦБІГ), інструментально-роздавальні комори (ІРК), майстерні (дільниці, відділення) з ремонту, заточування та відновлення інструменту. Спрощена типова структура інструментального господарства машинобудівного (приладобудівного, радіотехнічного) підприємства може мати вигляд, наведений на рис. 20.1.

Загальне керівництво інструментальним господарством на великому підприємстві здійснює *інструментальний відділ,* який підпорядковується головному інженеру підприємства чи його заступнику або головному технологу підприємства. На малому підприємстві керівництво інструментальним господарством покладається на *бюро інструментального господарства*.

Робота інструментального відділу здійснюється за такими основними напрямками. По-перше, це планування, організація та регулювання виготовлення інструменту безпосередньо на підприємстві; організація та постачання інструменту з інших підприємств. Для реалізації цього напрямку

в інструментальному відділі створюються технологічні бюро, планово-диспетчерське бюро, бюро купленого інструменту, бюро норм і нормативів та інші.

Рисунок 20.1 – Організаційно-виробнича структура інструментального господарства

Другий напрямок роботи – це технічний нагляд за раціональною експлуатацією інструменту. Для реалізації цього напрямку створюються бюро технічного нагляду, бюро з обліку і аналізу витрат інструменту тощо, які разом з *вимірювальною лабораторією, цехом з ремонту та відновлення інструменту* здійснюють контроль за експлуатацією інструменту на підприємстві.

Інші структурні підрозділи виконують такі функції. *Інструментальні цехи* виготовляють та відновлюють інструмент. *Центральний інструментальний склад* приймає, зберігає та видає інструмент цехам та іншим підрозділам підприємства. *Інструментально-роздавальні комори* отримують і зберігають інструмент в кількості, необхідній для забезпечення нормальної роботи цеху (підрозділу), та видають його на робочі місця. *Цехові бази (майстерні, дільниці, відділення) з ремонту, заточування та відновлення інструменту* вирішують проблеми поточного ремонту інструменту, який був використаний для виконання тих чи інших технологічних операцій.

Організація на підприємстві інструментального господарства передбачає проведення низки робіт, а саме: класифікацію та індексацію інструменту; розрахунок потреби підприємства в інструменті на плановий період часу, організацію виготовлення і постачання інструменту на підприємство; організацію обслуговування інструментом робочих місць, організацію експлуатації інструменту тощо.

Під *класифікацією* інструменту розуміють групування інструменту за окремими типовими ознаками у відповідності до виробничо-технічного призначення та конструктивних особливостей.

Так, за *характером використання* весь інструмент поділяється на стандартний (або універсальний) та спеціальний. *Стандартним (універсальним)* називається інструмент загального та широкого використання, який відповідає чинним стандартам. Він виготовляється на спеціалізованих інструментальних підприємствах. *Спеціальний* інструмент слугує для виконання певних операцій і виготовляється безпосередньо на даному підприємстві. За *призначенням* інструмент поділяється на різальний, вимірювальний, пристосування, моделі, прес-форми та інші. За *видом обладнання*, де застосовується інструмент, – токарний, фрезерний, свердлильний інструмент тощо. За *місцем у виробничому процесі* інструмент поділяється на інструмент першого порядку, який використовується для виготовлення виробів основного виробництва, та інструмент другого порядку, який використовується для виготовлення інструменту першого порядку. За *термінами використання* інструмент поділяється на інструмент тимчасового (одноразового) та постійного використання й інший.

Індексація інструменту передбачає надання кожному інструменту певного умовного коду у відповідності з тим положенням, яке він займає в класифікаторі. Найширше застосовується *десяткова цифрова система індексації*, згідно з якою весь інструмент поділяється на ієрархічні рівні: групи, підгрупи, види і різновиди, кожному із яких надаються цифрові індекси від 0 до 9. Груп інструменту налічується 10, кожна із груп в свою чергу поділяється на 10 підгруп і т.д.

Код інструменту в цьому випадку зазвичай складається із 8-ми цифр. Перші чотири цифри коду характеризують експлуатаційно-конструктивні особливості інструменту (табл. 20.1), а наступні чотири цифри коду – це порядковий номер реєстрації інструмента в реєстраційному журналі (що характерно для спеціального інструменту) або порядковий номер в чинному стандарті, який характеризує розмір інструмента (що характерно для стандартного інструменту). *Наприклад, стандартний інструмент – фреза дискова тристороння регульована суцільна діаметром 60 мм та шириною 14 мм – буде мати код 2242-0002*.

Якщо є потреба позначити матеріал, із якого виготовлений інструмент, то використовують загальновживані позначення марок матеріалів, які наводяться наприкінці коду даного інструмента. *Наприклад, позначення*

вищезазначеної фрези, яка виготовлена із швидкорізальної сталі марки РФ1, буде мати вигляд: 2242-0002-РФ1.

В деяких випадках на підприємствах застосовують змішану індексацію інструменту, в якій окремі групи та підгрупи позначають буквами, а види та різновиди – цифрами. *Наприклад: АВ.17-0003*.

Таблиця 20.1 – Фрагмент індексації інструменту

Група		Підгрупа		Вид		Різновид	
Індекс	Найменування	Індекс	Найменування	Індекс	Найменування	Індекс	Найменування
2	Інструмент для обробки металів різанням	22	Інструмент фрезерний	224	Фрези дискові	2240	Фрези дискові тристоронні нерегульовані суцільні
						2241	Фрези дискові тристоронні нерегульовані збірні
						2242	Фрези дискові тристоронні регульовані суцільні

Характерним напрямком розвитку інструментального господарства є стандартизація інструменту. Під *стандартизацією* інструменту розуміють доцільне скорочення конструктивної та розмірної різноманітності інструменту при одночасному розширенні сфер його застосування. З цією метою використовують *універсально-збірні пристосування* (УЗП), *універсально-налагоджувальні пристосування* (УНП), *універсально-збірні штампи* (УЗШ) та інші. Вони являють собою набори стандартних елементів різної конфігурації та змінних формоутворюючих деталей тощо, з'єднання яких дозволяє утворювати найрізноманітніші тимчасові пристосування для виконання будь-яких технологічних операцій.

Весь інструмент, який виготовляється безпосередньо на підприємстві або купується на стороні, спочатку надходить в центральний інструментальний склад – ЦІС. Тут інструмент розкладається за видами та типорозмірами в спеціальних шафах, на стелажах тощо. На кожен типорозмір інструмента заводиться спеціальна *облікова картка* (рис. 20.2).

Найменування		Код		Розмір або профіль		Одиниця виміру	Стелаж	Полиця	Комірка
Запас				Точка замовлення		Постачальник		Отримувач	
Максимальний		Мінімальний							
Дата	№ документа	Надходження	Витрати	Залишок	Дата	№ документа	Надходження	Витрати	Залишок

Рисунок 20.2 – Типова форма облікової картки інструменту

Видача інструменту цехам здійснюється за підставі так званих *лімітних карток.* Лімітна картка видається цеху на кожен типорозмір інструмента та визначає ту кількість інструменту, яка може бути видана цеху протягом планового періоду часу і яка необхідна для виконання виробничого завдання.

Інструмент, який надходить в цех з центрального інструментального складу, зберігається в інструментально-роздавальних коморах. Одна із основних задач ІРК – це організація видачі інструменту на робочі місця та його повернення в ІРК після виконання технологічних операцій.

В залежності від типу виробництва існують 3 основні форми доставки інструменту на робочі місця: централізована, змішана та децентралізована. *Централізована форма,* яка ще називається *активною формою,* застосовується в масовому, великосерійному та автоматизованому виробництві і полягає в тому, що необхідний і повний для роботи комплект інструментів централізовано і періодично подається на робочі місця спеціальними допоміжними робітниками. Ці ж робітники здійснюють примусову заміну інструменту, що використовувався на робочих місцях раніше (згідно з нормами стійкості цього інструменту та ритмом роботи дільниці).

Централізована форма – найефективніша форма постачання інструменту, яка скорочує простоювання обладнання, знижує запаси інструменту на робочих місцях, зменшує втрати інструменту від пошкодження тощо.

В серійному виробництві застосовується *змішана форма*, яка полягає в тому, що централізовано на робочі місця подається тільки основний комплект інструменту, необхідний для обробки партії деталей, яка запускається в виробництво. Окремі види інструменту в цьому випадку робітник отримує самостійно в інструментально-роздавальній коморі.

Для дрібносерійного та одиничного виробництва характерна *децентралізована* (або *пасивна*) форма постачання інструменту, коли основні робітники самі отримують необхідний для роботи інструмент в інструментально-роздавальній коморі. Ця форма пов’язана з більшими втратами робочого часу і менш ефективним використанням інструменту.

Видача робітникам інструменту може бути здійснена за різними *системами*. Видача інструменту тривалого використання відбувається за *інструментальною книжкою* робітника або за *вимогами* майстра дільниці. В першому випадку виданий інструмент записується в інструментальну книжку робітника, яку він отримує при прийомі на роботу в даний цех. Другий примірник такої книжки знаходиться в інструментально-роздавальній коморі.

В другому випадку робітник отримує книжку з відривними бланками вимог (талонами), заносить в бланк потрібний йому інструмент, отримує його, а відривний талон залишає в ІРК. Окрім цього в ІРК ведеться відповідна картотека інструменту, в якій фіксується, кому саме був виданий даний інструмент. При поверненні інструмента робиться відповідний запис в

інструментальній книжці робітника або йому повертається його письмова вимога (талон) про видачу даного інструменту.

Видача інструменту короткотермінового використання здійснюється за *марковою* або *жетонною* системами. Маркова система поділяється в свою чергу на одномаркову та двомаркову.

При *одномарковій* системі кожен робітник отримує 5…10 марок (жетонів) зі своїм табельним номером. Робітник здає свою марку в інструментально-роздавальну комору і отримує необхідний інструмент. Марка робітника кладеться в комірку, де знаходився даний інструмент.

При *двомарковій* системі окрім марок, які має робітник, спеціальну марку (жетон) має кожен інструмент. При видачі інструмента марку робітника кладуть в комірку, де був даний інструмент, а марку цього інструменту виймають із комірки і вивішують на контрольну дошку проти прізвища робітника, який взяв даний інструмент. Це дозволяє в будь-який момент визначити, хто саме із робітників взяв даний інструмент і скільки видів інструменту знаходиться на робочому місці цього робітника.

Жетонна система характерна для масового виробництва. Суть її полягає в тому, що кожен наладчик обладнання має свої жетони. На них він отримує в інструментально-роздавальній коморі інструмент, налагоджує обладнання і передає його робітнику (разом з інструментом) в обмін на жетони робітників. Ці жетони наладчик здає в ІРК і отримує назад власні жетони. Таким чином в ІРК мають інформацію про те, хто саме із робітників отримав той чи інший інструмент. При передачі змін робітники обмінюються своїми жетонами.

Інструмент, який повертається до ІРК з робочих місць, підлягає перевірці на *контрольно-перевіряльному пункті*. Інструмент, який вимагає ремонту, спрямовується в *інструментальний цех* або *до цехових баз ремонту та відновлення інструменту.* На непридатний інструмент складаються *акти вибуття*, після чого його відправляють або на спеціалізовані бази відновлення, або в утиль.

Контролери відділу технічного контролю та робітники технічного нагляду інструментального відділу періодично здійснюють перевірку інструменту довготривалого використання, який знаходиться у робітників.

Однією із проблем організації інструментального господарства на підприємстві є *визначення оптимальної кількості комірників* інструментально-роздавальних комор, які зайняті обслуговуванням основних робітників. Суть питання ось в чому. Як відомо, в обов’язки комірників входить прийом і видача оснащення та інструменту основним робітникам. Але замовлення, які надходять в систему обслуговування, носять *випадковий характер*. Внаслідок випадкового характеру надходження замовлень в певні проміжки часу може утворюватись черга робітників, а в інші – без роботи можуть бути комірники, тобто виникає так зване простоювання комірників. В першому випадку виникають втрати робочого часу, що відбивається

на зниженні продуктивності праці, а в другому випадку мають місце непродуктивні витрати, що збільшує виробничу собівартість продукції.

Вирішення проблеми здійснюється шляхом розрахунку оптимальної кількості комірників на основі застосування так *званої теорії черг або теорії масового обслуговування.*

За цією теорією оптимальна чисельність комірників визначається *мінімальними витратами N(n)*, пов'язаними з простоюванням комірників та основних робітників, а саме:

$$N(n) = \lfloor L_k \cdot T_k(n) + L_p \cdot T_p \rfloor \to \min, \qquad (20.1)$$

де L_k – середня оплата однієї години роботи комірника, грн./годину;

L_p – середня оплата однієї години роботи основного робітника, грн./годину;

$T_k(n)$ – загальний час простоювання *n* комірників протягом зміни, годин;

T_p – загальний час простоювання основних робітників протягом зміни, годин.

Одна із методик, яка дозволяє визначити оптимальну чисельність комірників, базується на припущенні, що *вхідний потік замовлень,* які надходять до ІРК, *обумовлений Пуасонівським законом розподілу випадкових величин*, а проміжок часу між двома послідовними замовленнями *відповідає експоненційному закону розподілу*.

Примітка. Пуасон Сімеон Дені (1781-1840 рр.) – фр. математик.

Покажемо застосування цієї методики на такому прикладі.

Потрібно визначити оптимальну чисельність комірників, якщо в середньому за годину до комори надходить 60 замовлень, середній час обслуговування одного замовлення – 2 хв. Оплата години роботи комірника складає 0,8 грн., а основного робітника – 1,2 грн.

Розв'язування задачі.

1-й крок: знаходять спеціальний параметр експоненційного закону розподілу випадкової величини μ, який розраховується за формулою:

$$\mu = \frac{1}{t_{сер}}, \qquad (20.2)$$

де $t_{сер}$ – середній час обслуговування одного замовлення, хв.

Для нашого випадку: $\mu = \frac{1}{2} = 0{,}5$.

2-й крок: розраховують спеціальний параметр α за формулою:

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu}, \qquad (20.3)$$

де λ – інтенсивність потоку замовлень, тобто середнє число замовлень, які надходять до системи обслуговування за 1 хв.

Для нашого випадку: $\lambda = \frac{60}{60} = 1$, *а* $\alpha = \frac{1}{0{,}5} = 2$.

3-й крок: вибирається найменш можлива кількість комірників *n*, які потрібні для роботи. За найменшу кількість комірників береться перше ціле число, яке перевищує розрахований за формулою (20.3) показник α. В іншому випадку, тобто коли $n<\alpha$, система обслуговування працювати просто не зможе.

Для нашого випадку n=3.

4-й крок: розраховують ймовірність p_o того, що в системі не буде знаходитись на обслуговуванні жодного замовлення, тобто комірники будуть простоювати:

$$p_o = \left[\sum_{k=0}^{n-1} \frac{\alpha^k}{k!} + \frac{\alpha^n}{(n-1)!\cdot(n-\alpha)} \right]^{-1}, \qquad (20.4)$$

де k – ціле число, починаючи від 0 і закінчуючи (n - 1).

Для нашого випадку, тобто для 3-х комірників:

$$p_o = \left[\frac{2^0}{0!} + \frac{2^1}{1!} + \frac{2^2}{2!} + \frac{2^3}{(3-1)!(3-2)} \right]^{-1} = 0{,}111.$$

5-й крок: розраховують ймовірність p_n того, що всі комірники зайняті, тобто утворилась черга основних робітників:

$$p_n = \frac{p_o \cdot \alpha^n}{(n-1)!\cdot(n-\alpha)}. \qquad (20.5)$$

Для нашого випадку:

$$p_n = \frac{0{,}111 \cdot 2^3}{(3-1)!\cdot(3-2)} = 0{,}444.$$

6-й крок: розраховують середній час очікування $t_{оч}$ початку обслуговування основного робітника за формулою:

$$t_{оч} = \frac{1}{\mu} \cdot \frac{p_n}{(n - \alpha)} \text{ хв.} \qquad (20.6)$$

Для нашого випадку:

$$t_{оч} = \frac{1}{0,5} \cdot \frac{0,444}{(3 - 2)} = 0,888 \text{ хв.}$$

7-й крок: розраховують загальний час простою n комірників $T_k(n)$ протягом зміни за формулою:

$$T_k(n) = T_{зм} \cdot n - \frac{480 \cdot \lambda \cdot t_{сер}}{60} \text{ годин,} \qquad (20.7)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, годин;

480 – тривалість зміни, хвилин;

n – число комірників, осіб;

60 – коефіцієнт переведення хвилин в години;

$t_{сер}$ – середній час обслуговування одного замовлення, хв.

Для нашого випадку:

$$T_k(n) = 8 \cdot 3 - \frac{480 \cdot 1 \cdot 2}{60} = 8 \text{ годин.}$$

8-й крок: розраховують загальний час простоювання основних робітників T_p протягом зміни за формулою:

$$T_p = \frac{480 \cdot \lambda \cdot t_{оч}}{60} \text{ годин.} \qquad (20.8)$$

Для нашого випадку:

$$T_p = \frac{480 \cdot 1 \cdot 0,888}{60} = 7,1 \text{ години.}$$

9-й крок: користуючись формулою (20.1), розраховують величину витрат, пов'язану з простоюванням комірників та основних робітників при наявності 3-х комірників.

Для нашого випадку:

$$N(3) = 0,8 \cdot 8 + 1,2 \cdot 7,1 = 14,92 \text{ грн.}$$

10-й крок: приймається кількість комірників на одного більше, ніж було визначено раніше, тобто 4 комірника.

Для 4-х комірників за формулами (20.4…20.8) здійснюють розрахунки показників p_o, p_n, $t_{оч}$, $T_k(n)$ і T_p та розраховують нову величину витрат, пов'язаних з простоюванням комірників та основних робітників при наявності 4-х комірників.

Для нашого прикладу ці показники складуть: p_o*=0,1304,* p_n*=0,1738,* $t_{оч}$*=0,1738,* $T_k(n)$*=16 годин,* T_p*=1,3904 години, а величина* N(4) *буде дорівнювати 14,46 грн., що менше, ніж 14,92 грн. в розрахунку для 3-х комірників. Тобто мати 4 комірники буде краще, ніж 3 комірники.*

11-й крок: приймається кількість комірників ще на одного більше, ніж було визначено раніше, тобто 5 комірників.

Для 5-ти комірників за формулами (20.4…20.8) знову здійснюють розрахунки показників p_o, p_n, $t_{оч}$, $T_k(n)$ і T_p та розраховують нову величину витрат, пов'язаних з простоюванням комірників та основних робітників при наявності вже 5-ти комірників.

Для нашого випадку ці показники складуть: p_o*=0,134,* p_n*=0,0595,* $t_{оч}$*=0,0396,* $T_k(n)$*=24 години,* T_p*=0,3168 години, а величина* N(5) *буде дорівнювати 19,58 грн., що більше ніж 14,46 грн. в розрахунку для 4-х комірників. Тобто мати 5 комірників буде гірше, ніж 4 комірники.*

Таким чином, можна зробити висновок, що для даних умов роботи інструментально-роздавальної комори найменші витрати, пов'язані з простоюваннями комірників та основних робітників, будуть при наявності 4-х комірників. Це і буде оптимальна чисельність комірників.

20.2 Завдання для самостійного виконання

Для обслуговування інструментом робітників цеху створена інструментально-роздавальна комора. Середня кількість замовлень, які надходять до ІРК протягом години, середній час обслуговування одного замовлення, погодинна оплата праці комірників та основних робітників наведені в таблиці 20.2.

Таблиця 20.2 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	$t_{сер}$, хв.	λ, шт./ годину	L_k, грн./ годину	L_p, грн./ годину	Варіант	$t_{сер}$, хв.	λ, шт./ годину	L_k, грн./ годину	L_p, грн./ годину
1	2	62	0,9	1,24	16	1,9	120	2	2,5
2	1,9	64	0,91	1,26	17	2	110	1,9	2,55
3	1,8	66	0,92	1,28	18	2,3	100	1,95	2,6
4	1,7	68	0,94	1,3	19	2,5	95	1,9	2,4
5	1,6	70	0,95	1,1	20	2,7	90	1,88	2,43
6	1,5	72	0,96	1,26	21	2,9	85	1,86	2,8
7	1,4	74	0,98	1,28	22	3	80	1,66	2,00
8	1,3	76	1,00	1,4	23	3,1	75	1,65	1,9
9	1,2	78	1,02	1,2	24	3,3	46	1,7	2,05
10	1,1	80	0,89	1,3	25	3,5	48	1,5	1,8
11	1,2	81	0,88	1,36	26	3,7	50	1,3	1,6
12	1,4	84	1,01	1,39	27	4	52	1,7	2,00
13	1,5	86	0,85	1,45	28	4,3	54	4,0	4,3
14	1,7	88	0,99	1,47	29	4,5	56	4,1	4,2
15	1,8	90	1,1	1,5	30	5	60	3,5	3,7

Керуючись даними таблиці 20.2, потрібно:

1. Для вибраного варіанта завдання розрахувати спеціальні коефіцієнти μ та α.

2. Задатися мінімально можливою кількістю комірників n.

3. Розрахувати ймовірність p_o того, що в системі не буде знаходитись на обслуговуванні жодного замовлення, тобто комірники будуть простоювати.

4. Розрахувати ймовірність p_n того, що всі комірники зайняті, тобто утворилась черга основних робітників.

5. Розрахувати середній час очікування $t_{оч}$ початку обслуговування основного робітника.

6. Розрахувати загальний час простоювання n комірників $T_k(n)$ протягом зміни.

7. Розрахувати загальний час простоювання основних робітників T_p протягом зміни.

8. Розрахувати величину витрат, пов'язану з простоюванням комірників та основних робітників.

9. Повторити розрахунки, зазначені в пп. 3…8, для кількості комірників, що перевищує мінімальну можливу n. Розглянути 2..5 варіантів.

10. Побудувати графік залежності витрат, пов'язаних з простоюванням комірників та основних робітників (вісь ОУ), в залежності від кількості комірників (вісь ОХ).

11. Визначити оптимальну кількість комірників.

12. Зробити висновки.

20. Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Інструментальне господарство: суть, завдання, структура.

2. Охарактеризуйте функції підрозділів, що складають інструментальне господарство як малого, так і великого підприємства.

3. Наведіть класифікацію інструменту за різними ознаками: характером використання, призначенням, місцем у виробничому процесі, термінами використання тощо.

4. Дайте означення поняття "індексація" інструменту. Наведіть приклади індексації інструменту на підприємствах.

5. Як здійснюється видача інструменту цехам та підрозділам?

6. Охарактеризуйте форми доставки інструменту на робочі місця. Назвіть застосування цих форм в залежності від типу виробництва.

7. Охарактеризуйте основні системи видачі інструменту робітникам: застосування інструментальних книжок, маркової системи, жетонної системи тощо.

8. Охарактеризуйте методику, за якою здійснюється визначення оптимальної кількості комірників. Який критерій лежить в основі застосування цієї методики?

9. Як розраховується величина браку в партії виробів при застосуванні приймального статистичного контролю?

21

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: "Розрахунок потреби підприємства в інструменті"

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання та розвинути практичні навички здійснення розрахунків витрат і потреби підприємства в інструменті, необхідному для виконання виробничого завдання.

21.1 Теоретична частина

Визначення потреби підприємства в інструменті передбачає здійснення низки розрахунків. Основними із них є:

- розрахунок норм зношення кожного типорозміру (виду) інструменту;
- розрахунок норм витрат інструменту кожного виду;
- розрахунок кількості інструменту, необхідного для виконання виробничого завдання;
- визначення потреби підприємства в інструменті кожного виду на плановий відрізок часу.

Норма зношення інструменту – це час роботи інструменту до повного зношення.

Для *різального інструменту* (різці, фрези, шліфувальні круги тощо) норма зношення $T_{зн}$ розраховується за формулою:

$$T_{зн} = \left(\frac{L_р}{l_р} + 1 \right) \cdot t_{ст} \text{ годин,} \qquad (21.1)$$

де $L_р$ – допустимий шар робочої різальної частини інструменту, який може бути використаний при заточуванні цього інструменту, мм;

$l_р$ – середній шар робочої різальної частини інструменту, який знімається за одне заточування, мм.;

$\frac{L_р}{l_р}$ – кількість переточувань інструменту;

$t_{ст}$ – стійкість інструменту, тобто *машинний час* його роботи між суміжними заточуваннями, годин.

Для *вимірювального інструменту* (скоби, калібри тощо) норма зношення $T_{зн}$ розраховується за формулою:

$$T_{зн} = L_в \cdot B_{ст} \cdot \eta \cdot A_р \text{ вимірів,} \qquad (21.2)$$

де $L_в$ – допустима довжина зношення робочої частини вимірювального інструменту, мкм [1мкм – 1 мікрон = 10^{-6} м];

$B_{ст}$ – стійкість інструменту, тобто число вимірів, яке припадає на 1 мікрон зношення робочої частини інструменту;

η – коефіцієнт допустимого зношення інструменту, який в розрахунках приймається в середньому 0,7;

$A_р$ – коефіцієнт, який враховує можливі ремонти та відновлення інструменту; $A_р \approx 2$.

Для *штампів* норма зношення $T_{зн}$ розраховується за формулою:

$$T_{зн} = \left(\frac{L_м}{l_м} + 1 \right) \cdot U_{ст} \cdot (k_м + 1) \cdot \eta_м \text{, ударів,} \qquad (21.3)$$

де $L_м$ – величина допустимого шару сточування матриці штампу, мм.;

Примітка. Матриця це – інструмент із наскрізним отвором, який використовується для штампування деталей.

$l_м$ – середній шар металу матриці, який знімається за одне переточування, мм;

$U_{ст}$ – стійкість матриці, яка вимірюється кількістю виконуваних ударів між суміжними переточуваннями;

$k_м$ – число змін матриць, яке допустиме для штампу до його повного зношення;

$\eta_м$ – коефіцієнт, який враховує зниження стійкості матриці після кожного переточування.

Для *допоміжного інструменту та інструменту постійного і тривалого використання* норма зношення $T_{зн}$ визначається фізичними, механічними та іншими властивостями матеріалу, із якого зроблений інструмент, а також умовами експлуатації цього інструменту.

Норма витрат інструменту – це кількість інструменту даного виду, необхідного для виробництва одиниці продукції або виконання певного обсягу роботи. Норми витрат інструменту визначаються розрахунковими та статистичними методами.

Розрахункові методи враховують конкретні умови виробництва, наявне обладнання, особливості технологічних процесів тощо, і є найбільш об’єктивними. Розрахункові методи поділяються на точні та укрупнені.

Точні методи застосовуються в масовому та великосерійному виробництві і визначають норми витрат інструменту на 1, 10, 100 або найчастіше на 1000 детале-операцій (або деталей). *Укрупнені методи* характерні для серійного, дрібносерійного та одиничного виробництва і визначають норми витрат інструменту на 100 або 1000 машино-годин роботи обладнання певної технологічної групи.

Для допоміжного інструменту, а також інструменту постійного та тривалого використання укрупнені методи, які називаються в цьому випадку *методами середньої оснащеності робочих місць*, визначають норму витрат інструменту як його кількість, яка повинна знаходитись в серед-

ньому на одному робочому місці протягом всього планового періоду в розрахунку на 1000 виробів, які виготовляються за допомогою даного інструменту.

Статистичні методи базуються на аналізі звітних даних про витрати інструменту за певний період часу (рік, декілька років) і визначають норми витрат інструменту в розрахунку на 1000 грн. виготовленої продукції або 1000 машино-годин роботи обладнання. Ці методи дають значну похибку і застосовуються обмежено в дрібносерійному та одиничному виробництві тільки для деяких видів інструменту – слюсарного, вимірювального тощо.

Розрахунок норм витрат інструменту для найтиповіших випадків наведений нижче.

Норма витрат різального інструменту $Н_р$ в розрахунку на 1000 деталe-операцій (деталей) для масового та великосерійного виробництва розраховується за формулою:

$$Н_р = \frac{t_м \cdot n \cdot 1000}{Т_{зн} \cdot (1 - \alpha) \cdot 60} \text{ шт./деталь,} \qquad (21.4)$$

де $t_м$ – норма *машинного часу*, необхідного для обробки однієї деталі одним інструментом, хв.;

n – кількість інструменту даного виду, який одночасно працює на даному робочому місці;

$Т_{зн}$ – норма зношення інструменту, годин;

α – коефіцієнт випадкових втрат інструменту, α=0,02…0,15.

Норма витрат різального інструменту $Н_р$ в розрахунку на 1000 машино-годин роботи обладнання для серійного, дрібносерійного та одиничного виробництва розраховується за формулою:

$$Н_р = \frac{К_м \cdot К_і \cdot n \cdot 1000}{Т_{зн} \cdot (1 - \alpha)} \text{ шт./годин,} \qquad (21.5)$$

де $К_м$ – коефіцієнт, який враховує питому вагу машинного часу в роботі обладнання;

$К_і$ – коефіцієнт, який враховує питому вагу використання одного інструменту даного виду в машинному часі роботи обладнання.

Норма витрат вимірювального інструменту $Н_в$ в розрахунку на 1000 деталей визначається за формулою:

$$Н_в = \frac{1000 \cdot f \cdot d}{Т_{зн} \cdot (1 - \alpha)} \text{ шт./деталь,} \qquad (21.6)$$

де f – число вимірювань на одну деталь за допомогою даного інструменту;

d – коефіцієнт, який враховує вибірковість контролю; при суцільному контролі d=1.

Норма витрат штампів $Н_ш$ в розрахунку на 1000 деталей визначається за формулою:

$$Н_ш = \frac{1000 \cdot h}{q \cdot Т_{зн} \cdot (1 - \alpha)} \text{ шт./деталь,} \qquad (21.7)$$

де h – число ударів штампу, необхідних для виготовлення однієї деталі;

q – число деталей, які штампуються одночасно.

Норма витрат допоміжного інструменту, а також інструменту постійного та тривалого використання $Н_п$ в розрахунку на 1000 деталей (виробів) розраховується за формулою:

$$Н_д = \frac{Т \cdot n \cdot 1000}{Т_{зн} \cdot (1 - \alpha)}, \text{ шт./деталь (виріб),} \qquad (21.8)$$

де Т – час, протягом якого допоміжний інструмент використовується для виготовлення однієї деталі (виробу) на одному робочому місці, годин.

Витрати інструменту даного виду В, необхідного для виконання виробничого завдання (програми), розраховуються для всіх випадків, які були наведені нижче, за формулою:

$$В = \frac{N \cdot Н_i}{1000}, \text{ шт.,} \qquad (21.9)$$

де N – кількість деталей, що підлягають обробці (шт.), або загальний час роботи обладнання (годин);

$Н_i$ – норма витрат інструменту певного виду (різального, вимірювального тощо) в розрахунку на 1000 деталей або 1000 годин роботи обладнання.

Потреба П підприємства в кожному виді інструменту на плановий період розраховується за формулою:

$$П = В + (Н_о^к - Н_ф^н), \qquad (21.10)$$

де В – витрати інструменту даного виду, необхідного для виконання виробничого завдання, шт.;

$Н_о^к$ – норматив оборотного фонду інструменту на кінець планового періоду, шт.;

$Н_{ф}^{н}$ – фактичний запас інструменту на початок планового періоду, шт.

Розраховані за формулами 21.1…21.10 показники витрат інструменту є загальними для підприємств всіх форм власності, типів виробництва, видів діяльності тощо.

21.2 Завдання для самостійного виконання

В цеху для виготовлення деталей застосовується три види інструменту: різальний – РІ, вимірювальний – ВІ та штампи – ШТ. Технічні характеристики інструменту за видами наведені в таблиці 21.1.

Таблиця 21.1 – Технічні характеристики інструменту

Варіант	Різальний – РІ			Вимірювальний – ВІ				Штампи – ШТ				
	$L_р$, мм	$l_р$, мм	$t_{ст}$, годин	$L_в$, мкм	$B_{ст}$, вимірів	η	$A_р$	$L_м$, мм	$l_м$, мм	$U_{ст}$, ударів	$K_м$	$\eta_м$
1	5,6	0,7	2,3	10	2620	0,7	3	4,4	1,1	300	13	0,9
2	4,8	0,4	1,9	11	3254	0,71	2	4,0	0,8	89	11	0,89
3	7,7	1,1	4,0	12	1760	0,72	3	3,6	0,6	200	16	0,87
4	4,0	0,8	3,2	13	900	0,73	2	3,5	0,5	100	17	0,85
5	3,6	0,6	4,1	14	1378	0,74	3	2,8	0,4	99	14	0,83
6	3,5	0,5	2,9	15	1234	0,75	2	4,5	0,5	76	13	0,81
7	2,7	0,45	1,7	16	897	0,69	3	5,4	0,6	157	14	0,82
8	10	1,0	5,0	17	970	0,68	2	6,3	0,7	148	25	0,83
9	15	1,5	3,6	18	780	0,67	3	3,0	1,0	154	16	0,85
10	8,1	0,9	2,3	19	679	0,66	2	4,0	1,0	155	17	0,8
11	6,08	0,76	3,7	20	650	0,65	3	3,5	0,7	149	16	0,76
12	2,8	0,4	3,6	19	780	0,66	2	4,4	1,1	189	15	0,78
13	4,5	0,5	4,4	18	790	0,67	3	3,3	1,1	130	14	0,79
14	5,4	0,6	4,9	17	980	0,68	2	3,6	0,6	120	25	0,8
15	6,3	0,7	5,7	16	1000	0,69	3	2,1	0,3	110	16	0,95
16	6,4	0,8	1,8	15	1100	0,7	2	2,5	0,5	200	7	0,93
17	7,2	0,9	4,0	14	1120	0,71	3	2,7	0,9	111	16	0,93
18	8,0	1,0	3,5	13	1134	0,72	2	3,2	0,8	100	24	0,92
19	4,55	0,65	6,4	12	1200	0,73	3	4,5	0,9	120	18	0,99
20	3,85	0,55	4,5	11	1230	0,74	2	4,5	0,5	230	19	0,79
21	5,25	0,75	3,5	13	140	0,75	3	3,2	0,4	140	7	0,78
22	5,95	0,85	2,9	15	1250	0,74	2	2,7	0,3	150	16	0,88
23	6,65	0,95	5,3	16	1260	0,73	3	4,0	1,0	160	15	0,75
24	12	1,2	5,1	18	1270	0,72	2	5,2	1,3	170	16	0,79
25	11	1,1	3,6	20	1280	0,71	3	5,1	1,7	180	8	0,78
26	13	1,3	4,8	19	800	0,7	2	4,8	0,8	190	18	0,74
27	14	1,4	2,4	17	900	0,69	3	4,8	0,6	200	6	0,8
28	15	1,5	2,3	15	850	0,68	2	4,2	1,4	210	15	0,7
29	16	1,6	6,9	14	860	0,67	3	3,0	1,0	220	8	0,75
30	17	1,7	4,7	12	940	0,66	2	6,4	0,8	230	17	0,71

В таблиці 17.2. наведені дані щодо того, які деталі обробляються в цеху за плановий період часу, їх кількість N, а також дані про режими експлуатації інструментів РІ, ВІ та ШТ.

Таблиця 21.2 – Дані про режими експлуатації інструменту

Варіант	Деталі, що виго-товля-ються	N, шт.	Різальний – РІ		Вимірювальний – ВІ		Штампи – ШТ		α
			$t_м$, хв.	n	f	d	h	q	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
1	A	5000	3,6	3	2	1	1	10	0,03
	B	6000	7,2	2	3	0,1	2	1	
	C	7900	4,0	1	4	0,3	3	5	
22	A	12000	4,1	1	3	0,4	2	1	0,05
	B	11000	8,3	5	2	0,5	1	3	
	C	4800	1,2	4	4	0,1	2	4	
33	A	20000	3,7	2	5	1	3	1	0,06
	B	10000	4,8	2	3	0,5	4	1	
	C	5000	1,9	1	4	0,25	3	3	
4	A	7000	2,43	2	3	0,2	2	4	0,07
	B	8000	1,54	3	2	0,1	1	2	
	C	30000	4,32	1	4	0,3	1	1	
5	A	7800	3,11	1	5	1	2	2	00,08
	B	8500	1,27	2	3	1	3	2	
	C	3800	4,1	1	4	0,5	2	3	
6	A	14000	7,2	1	2	1	3	4	00,09
	B	13490	2,7	3	1	0,5	1	1	
	C	23000	1,9	2	2	1	2	11	
7	A	30000	1,2	1	3	1	3	2	0,1
	B	40000	4,5	1	3	0,25	1	2	
	C	12800	6,1	2	4	0,5	4	6	
8	A	5600	2,6	3	5	0,2	2	2	0,11
	B	17000	5,5	1	4	0,3	1	3	
	C	23600	4,1	1	3	0,4	3	3	
9	A	14300	7,1	2	4	0,1	1	2	0,12
	B	12460	1,2	3	2	0,2	2	1	
	C	20000	4,9	1	3	0,3	1	4	
10	A	13400	1,6	2	4	0,4	3	1	0,13
	B	50000	3,6	3	3	0,5	1	1	
	C	23000	6,1	4	2	0,6	2	6	
11	A	5000	8,6	1	3	1	1	4	0,14
	B	50000	6,1	2	1	0,6	2	2	
	C	30000	4,0	3	2	0,4	3	1	
12	A	123900	3,8	2	4	1	3	5	0,15
	B	4400	5,4	3	3	1	2	4	
	C	33990	8,1	1	2	0,4	2	3	
13	A	3270	1,2	2	1	0,4	3	5	0,14
	B	23560	1,4	1	2	0,25	2	1	
	C	12430	1,9	2	3	0,45	1	1	
14	A	15000	2,4	3	4	0,5	4	2	0,13
	B	20000	2,8	5	5	0,2	3	4	
	C	45000	2,9	3	2	1	2	4	
15	A	8000	3,4	2	1	0,3	3	3	0,12
	B	60000	3,1	3	2	0,4	4	5	
	C	9000	7,2	2	3	0,1	3	2	
16	A	5900	1,3	1	1	1	2	10	0,11
	B	45000	6,0	2	2	0,05	1	3	
	C	12000	6,6	3	2	0,4	1	4	
17	A	32000	3,3	2	3	0,25	2	5	0,1
	B	40000	5,1	1	1	1	3	6	
	C	51000	3,9	2	1	1	2	3	
18	A	70000	1,9	3	2	0,5	1	4	0,09
	B	60000	3,0	2	3	0,6	2	4	
	C	80000	3,5	1	4	0,7	2	2	

Продовження таблиці 21.2

1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*
119	A	5600	7,1	1	1	0,4	3	5	
	B	76098	2,3	2	2	0,3	4	4	0,08
	C	13200	10	3	3	0,7	2	3	
20	A	6000	1,4	2	4	0,1	3	4	
	B	54790	2,6	1	3	0,15	4	2	0,07
	C	100000	2,9	1	2	0,5	5	1	
21	A	5000	3,1	2	3	1	4	2	
	B	8000	7,4	3	4	0,3	3	1	0,06
	C	78000	3,8	4	1	0,5	2	3	
22	A	5800	4,4	3	2	0,25	1	4	
	B	34000	5,5	1	3	0,1	3	5	0,05
	C	8700	6,6	2	4	0,4	4	4	
23	A	60000	7,7	3	1	0,1	3	3	
	B	76090	8,8	2	2	1	2	2	0,04
	C	3000	1,1	3	3	0,33	1	2	
24	A	76000	4,1	3	4	0,15	1	1	
	B	54000	6,1	2	1	0,25	2	2	0,03
	C	32000	8,1	1	3	1	2	4	
25	A	12000	1,3	2	2	1	1	3	
	B	32400	1,5	3	4	0,5	2	2	0,025
	C	22330	1,9	1	5	0,9	3	10	
26	A	50000	7,1	2	2	1	2	2	
	B	43210	5,1	3	1	0,1	1	2	0,02
	C	65430	2,1	3	3	0,05	3	12	
27	A	12400	9,1	1	2	1	2	1	
	B	34210	7,1	3	3	0,5	1	5	0,015
	C	44310	1,5	5	1	0,05	1	2	
28	A	13000	7,1	1	2	0,5	2	5	
	B	67000	1,5	2	3	0,25	3	4	0,01
	C	6000	4,2	4	4	0,15	4	1	
29	A	56780	2,0	3	3	0,1	3	1	
	B	43250	8,1	2	2	0,2	2	4	0,12
	C	10000	0,9	3	3	0,35	3	5	
30	A	100000	0,8	2	4	0,4	2	1	
	B	3000	3,2	3	1	0,5	4	10	0,13
	C	56800	1,8	6	3	1	2	2	

Керуючись даними таблиць 21.1 та 21.2, потрібно:

1. Вибрати для розрахунків дані, які відповідають заданому варіанту.

2. Для різального, вимірювального інструменту та штампів розраховувати норму зношення.

3. Для деталей ”А, “В” та “С” визначити норми витрат різального, вимірювального інструменту та штампів (в розрахунку на 1000 деталей).

4. Розрахувати витрати інструменту кожного виду на виготовлення деталей “А”, “Б” та “С”, а також загальні витрати різального, вимірювального інструменту та штампів. Результати розрахунків занести в табл. 21.3.

Таблиця 21.3 – Підсумкова таблиця розрахунку витрат інструменту

Деталі	Різальний – РІ, шт.	Вимірювальний – ВІ, шт.	Штампи – ШТ, шт.
А			
В			
С			
Всього			

21.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Що означає та як розраховується норма зношення інструменту (навести приклади для інструменту різного виду)?

2. Що означає та якими методами визначається норма витрат інструменту?

3. Зробіть порівняльний аналіз розрахункових та статистичних методів визначення норм витрат інструменту.

4. Зробіть порівняльний аналіз точних та укрупнених методів визначення норм витрат інструменту.

5. Яким чином розраховуються норми витрат різних видів інструменту (різального, вимірювального, штампів, допоміжного).

6. Що означає та як розраховується потреба підприємства в інструменті певного виду?

21.4 Задачі для розв'язування

1. Норма машинного часу для обробки деталі різальним інструментом 2,3 хв. Кількість інструменту, який одночасно працює, становить 3. Довжина різальної частини інструменту – 8 мм, довжина шару, що знімається за одне переточування, складає 2 мм. Машинний час роботи інструменту між суміжними переточуваннями – 2 години. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,05.

Розрахувати норму витрат інструменту в розрахунку на 1000 деталей.

2. Загальний час роботи технологічно однорідного обладнання – 12000 годин, з них – машинний час складає 9800 годин. Час роботи одного різального інструменту складає 60% від машинного часу роботи даної групи обладнання. Кількість інструменту даного типорозміру, який одночасно працює на обладнанні, становить 3. Можлива кількість переточувань інструменту – 4. Стійкість інструменту, тобто машинний час роботи інструменту між суміжними переточуваннями 1,5 години. Випадкові втрати інструменту – 0,06.

Розрахувати норму витрат інструменту в розрахунку на 1000 машино-годин роботи обладнання.

3. Розрахувати витрати розточувальних різців на виконання виробничого завдання за такими даними: величина допустимого сточування 9 мм; величина шару, що знімається за одне переточування – 0,5 мм.; стійкість різця між суміжними переточуваннями – 3 години; коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,04; машинний час обробки однієї деталі – 20 хв.; виробниче завдання – 200 тис. деталей.

4. Розрахувати витрати різального інструменту за такими даними: виробнича програма – 3 млн. деталей; кожна деталь обробляється на 15 операціях; машинний час на кожну операцію складає в середньому 1,2 хв.; норма зношення інструменту – 30 годин; коефіцієнт випадкових втрат – 0,05.

5. Для виконання виробничого завдання на підприємстві було витрачено 10 тис. шт. різального інструменту. Норма зношення інструменту – 50 годин. Норма машинного часу, необхідного для обробки однієї деталі, дорівнює 3,5 хв. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,05. На робочому місці одночасно працює 3 різальних інструменти.

Розрахувати величину виробничого завдання.

6. Для виконання виробничого завдання в кількості 250 тис. шт. деталей на підприємстві було витрачено 12 тис. різального інструменту. Норма машинного часу обробки однієї деталі – 8,4 хв., коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,07. На робочому місці одночасно працює 5 різальних інструментів.

Розрахувати норму зношення інструменту.

7. Для виконання виробничого завдання в кількості 500 тис. шт. деталей на підприємстві було витрачено 2 тис. різального інструменту. Норма машинного часу обробки однієї деталі – 3,5 хв., коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,09. На робочому місці одночасно працює 2 різальних інструменти. Стійкість інструменту – 3,2 години.

Розрахувати можливу кількість переточувань інструменту.

8. В цеху за рік виготовляється 500 тис. деталей. Для контролю їх якості використовується спеціальний вимірювальний інструмент – скоби. Допустима довжина зношення робочої частини скоби – 5 мкм, стійкість скоби – 2000 вимірів, коефіцієнт можливого ремонту та відновлення скоби дорівнює 2; кількість промірів на одну деталь – 4, коефіцієнт випадкових втрат – 0,05, вибірковість контролю – 0,2.

Розрахувати річну витрату вимірювальних скоб.

9. Для виготовлення виробів застосовується допоміжний інструмент. Виріб складається із 50 деталей, на виготовлення кожної із яких витрачається 20 хв. Норма зношення допоміжного інструменту дорівнює 5 років. Щоденно допоміжний інструмент використовується по 16 годин. В році в середньому 220 робочих днів. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту дорівнює 0,03.

Розрахувати норму витрат допоміжного інструменту в розрахунку на 1000 виробів.

10. Розрахувати річну потребу підприємства в свердлах при таких даних: товщина шару, що знімається за одне переточування, – 3 мм; робоча частина інструменту – 36 мм; стійкість інструменту – 1 година; коефіцієнт випадкових втрат – 0; машинний час роботи свердла – 5 хв., річна виробнича програма – 120 тис. шт., нормативний запас інструменту на кінець року – 400 свердел, фактичний запас інструменту на початок року дорівнює 200 свердел. На технологічній операції одночасно використовується одне свердло.

11. Потреба підприємства в різальному інструменті на рік – 80 тис. шт. Нормативний запас інструменту на кінець року – 20 тис. шт. Норма витрат інструменту в розрахунку на 1000 деталей – 35 шт. Річна виробнича програма – 2000 тис. деталей.

Розрахувати фактичний запас інструменту на початок року.

12. Потреба підприємства в вимірювальному інструменті на рік складає 1000 шт. Фактичний запас цього інструменту на початок року складав 20 шт., нормативний запас на кінець року – 50 шт. Вимірювальний інструмент використовується для контролю якості 1 млн. деталей. Число вимірювань на одну деталь складає 3, вибірковість контролю – 0,3. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,075.

Розрахувати норму зношення вимірювального інструменту.

13. На потоковій лінії з розподільним конвеєром, яка працює протягом року 250 робочих днів в 2 зміни тривалістю по 8 годин, на одній із технологічних операцій використовується різальний інструмент. Втрати часу на переналагодження складають на потоковій лінії 5%. Такт потокової лінії – 10 хв. Машинний час виконання технологічної операції із застосуванням різального інструменту – 5 хв. Норма зношення інструменту дорівнює 50 годин. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,02.

Розрахувати витрати інструменту на потоковій лінії за рік.

14. Для групи токарних верстатів ефективний фонд часу на рік складає 40 тис. машино-годин. Середній коефіцієнт машинного часу – 0,8, коефіцієнт використання розточувальних різців в машинному часі – 0,2. Число переточувань різця – 20. Стійкість різця – 1,5 години. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,03.

Розрахувати витрати різців на рік.

15. На дільниці виготовляється 5 видів деталей: “А”, “Б”, “В”, “Г” та “Д”. Річна кількість деталей, які виготовляються на дільниці, складає, відповідно, 325 тис. шт., 100 тис. шт., 540 тис. шт., 200 тис. шт., 780 тис. шт. Для контролю деталей використовується вимірювальний інструмент. Норма зношення вимірювального інструменту – 4000 вимірів. Кількість вимі-

рів на одну деталь складає, відповідно, 3, 4, 2, 1 та 5, а вибірковість контролю – відповідно 1, 1, 0,5, 0,25 та 0,1. Коефіцієнтом випадкових втрат інструменту знехтувати.

Розрахувати витрати вимірювального інструменту за рік.

16. Норма машинного часу для обробки деталі різальним інструментом 3,42 хв. Довжина різальної частини інструменту – 12 мм, довжина шару, що знімається за одне переточування, – 3 мм. Машинний час роботи інструменту між суміжними переточуваннями – 2 години. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,05. Норма витрат інструменту в розрахунку на 1000 деталей складає 12 шт..

Розрахувати кількість інструментів, які одночасно працюють на верстаті.

17. Загальний час роботи обладнання – 12039 годин, з них – машинний час складає 9800 годин. Час роботи одного різального інструменту складає 60% від машинного часу роботи даної групи обладнання. Можлива кількість переточувань різального інструменту – 4. Стійкість інструменту, тобто машинний час роботи інструменту між суміжними переточуваннями інструменту – 1,5 години. Випадкові втрати інструменту – 0,06. Норма витрат інструменту в розрахунку на 1000 машино-годин роботи обладнання складає 416 шт.

Розрахувати кількість інструментів, які одночасно працюють на обладнанні.

18. В цеху виготовляються деталі, для контролю якості яких використовується спеціальний вимірювальний інструмент – скоби. Допустима довжина зношення робочої частини скоби – 6 мкм, стійкість скоби дорівнює 3000 вимірам, коефіцієнт можливого ремонту і відновлення скоби – 2, кількість промірів на одну деталь – 4, коефіцієнт випадкових втрат скоб складає 0,05, вибірковість контролю – 0,2. За рік в цеху для контролю витрачається 30 скоб.

Розрахувати скільки деталей виготовляється в цеху за рік.

21.5 Відповіді на задачі

1. 12 шт./тис. деталей
2. 208 шт./тис. год.
3. 1240 шт.
4. 31500 шт.
5. 2,72 млн. шт.
6. 15,68 годин
7. 9.
8. 30 шт.
9. 1 шт./тис. виробів.
10. 969 шт.
11. 10 тис. шт.
12. 1000 вимірів
13. 39 шт.
14. 209 шт.
15. 590 шт.
16. 2 шт.
17. 6 шт.
18. 898203 шт.

22

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: "Регулювання потреби підприємства в інструменті"

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання та розвинути практичні навички здійснення розрахунків оборотного та експлуатаційного фондів інструменту, а також регулювання його запасів з метою забезпечення безперервної роботи підприємства.

22.1 Теоретична частина

Розрахована за формулою (21.10) (див. практичне заняття 21) потреба підприємства в інструменті зовсім не означає, що до початку виконання виробничого завдання на підприємство потрібно завезти (або виготовити) розраховану кількість інструменту. Це буде неефективно, оскільки потребує відволікання значних коштів на придбання (виготовлення) інструменту, додаткових виробничих площ та витрат на зберігання інструменту тощо. Ефективніше завозити (виготовляти) інструмент частинами. Проблема, яка виникає при цьому, полягає в забезпеченні безперервного постачання робочих місць підприємства необхідними видами інструменту.

Для організації безперервного постачання робочих місць інструментом розраховують такі показники: експлуатаційний фонд інструменту цеху, оборотний фонд інструменту цеху, експлуатаційний фонд інструменту підприємства, оборотний фонд інструменту підприємства.

Експлуатаційний фонд інструменту цеху $E_ц$ – це кількість інструменту даного типорозміру, який знаходиться в даний час на робочих місцях цеху, а також в ремонті. Розраховується за формулою:

$$E_ц = N_р + N_{рем}, \qquad (22.1)$$

де $N_р$ – кількість інструменту даного виду, який знаходиться на робочих місцях, шт.;

$N_{рем}$ – кількість інструменту даного виду, який знаходиться в даний час в ремонті (перевірці, заточуванні тощо), шт.

Кількість інструменту даного типорозміру $N_р$, який знаходиться на робочих місцях, розраховується за формулою (при періодичній доставці інструменту на робочі місця):

$$N_р = \frac{T_д}{T_з} \cdot C \cdot n + C \cdot (1 + k), \qquad (22.2)$$

де $T_д$ – період між суміжними доставками інструменту на робочі місця,

годин; величина $T_д$ дорівнює або кратна тривалості зміни;

$T_з$ – період між суміжними замінами інструменту на обладнанні, годин;

С – кількість робочих місць, де застосовується даний інструмент, шт.;

n – кількість інструменту даного виду, який одночасно знаходиться на робочому місці, шт.;

k – коефіцієнт резервного запасу інструменту на робочому місці; для одноверстатних робочих місць k = 1, а для багатоверстатних робочих місць k = 2…4; $k_{max} = n$.

Період між суміжними замінами інструменту на обладнанні $T_з$ розраховується за формулою:

$$T_з = \frac{t_{шт}}{t_м} \cdot t_{ст}, \qquad (22.3)$$

де $t_{шт}$ – норма штучного часу на виконання технологічної операції, хв.;

$t_м$ – машинний час виконання технологічної операції, хв.;

$t_{ст}$ – стійкість інструменту, годин.

Кількість робочих місць С, де застосовується даний інструмент, розраховується за формулою:

$$C = \frac{N \cdot t_{шт}}{F_{еф} \cdot К_н} = \frac{N \cdot t_{шт}}{P \cdot m \cdot T_{зм} \cdot 60 \cdot К_н}, \qquad (22.4)$$

де N – виробнича програма виготовлення виробів протягом планового періоду, шт.;

$F_{еф}$ – ефективний (дійсний) фонд часу роботи обладнання, хвилин;

$К_н$ – коефіцієнт виконання норм виробітку, що планується; $К_н$=1,01…1,15;

P – число робочих днів в плановому періоді;

m – число змін роботи;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, годин.

Кількість інструменту, що знаходиться в ремонті $N_{рем}$, розраховується за формулою:

$$N_{рем} = \frac{T_{рем}}{T_д} \cdot C \cdot n, \qquad (22.5)$$

де $T_{рем}$ – тривалість ремонту інструменту в спеціалізованих ремонтних дільницях, годин; для простого інструменту $T_{рем}$=8 годин, а для складного – $T_{рем}$=16 годин.

Оборотний фонд інструменту цеху $Q_ц$ – це сукупність експлуатаційного фонду інструменту цеху $E_ц$ та інструменту $Z_к$, який знаходиться в інструментально-роздавальній коморі:

$$Q_ц = E_ц + Z_к . \qquad (22.6)$$

Запас інструменту $Z_к$, який знаходиться в ІРК, складається з двох складових – перехідного запасу $Z_п$ та резервного (страхового) запасу $Z_р$. Величина перехідного запасу $Z_п$ є величиною непостійною і змінюється від максимальної величини $Z_п^{max}$ до нуля, після чого відбувається чергова поставка інструменту до ІРК.

Детальніше структура оборотного фонду (запасу) інструменту цеху та його складових наведена на рис. 22.1.

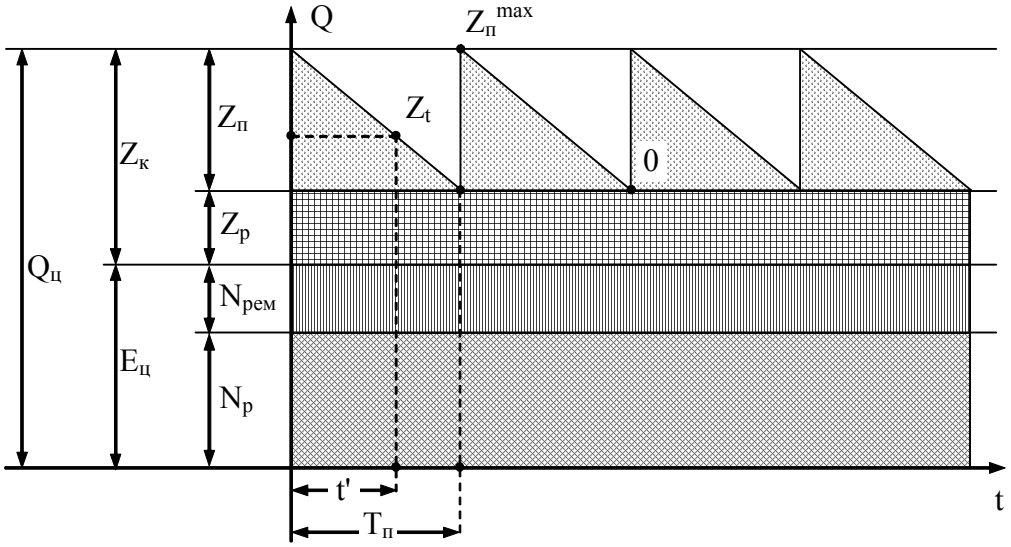


Рисунок 22.1 – Структура оборотного фонду інструменту цеху

Максимальна величина перехідного запасу $Z_п^{max}$ являє собою величину партії інструменту, яка надходить до ІРК, і розраховується за формулою:

$$Z_п^{max} = \frac{B}{T_{пл}} \cdot T_п , \qquad (22.7)$$

де B – цехові витрати інструменту, необхідні для виконання виробничого завдання; розраховуються за формулою (21.9), шт.:

$T_{пл}$ – плановий період, календарні дні; якщо плановим періодом є рік, то в розрахунках приймають $T_{пл}$=360 днів;

$B/T_{пл}$ – середньодобові витрати інструменту в цеху за період між суміжними поставками інструменту до ІРК, шт.;

$T_п$ – період між суміжними поставками інструменту із центрального інструментального складу до ІРК, календарні дні; в розрахунках приймається $T_п$=7…15 днів.

Величину перехідного запасу інструменту в ІРК в будь-який період часу Z_t можна розрахувати за формулою:

$$Z_t = \frac{B}{T_{пл}} \cdot (T_п - t'), \qquad (22.8)$$

де t' – період часу від чергової поставки інструменту в ІРК до моменту, в який ми розраховуємо величину перехідного запасу, календарні дні.

Резервний запас інструменту $Z_р$ створюється на випадок запізнення надходжень інструменту з ЦІСу до ІРК. *Величина резервного запасу* $Z_р$ розраховується за формулою:

$$Z_р = (0{,}05...0{,}1) \cdot Z_п^{max}. \qquad (22.9)$$

З урахуванням формул (22.7) та (22.9) максимальну *величину запасу інструменту в ІРК* $Z_к$ можна розрахувати за формулою:

$$Z_к = \frac{B}{T_{пл}} \cdot T_п + Z_р = \frac{B}{T_{пл}} \cdot T_п \cdot (1 + k_{ірк}), \qquad (22.10)$$

де $k_{ірк}$ – коефіцієнт резервного запасу інструменту в інструментально-роздавальній коморі, $k_{ірк}$=0,05…0,1.

Експлуатаційний фонд інструменту підприємства $E_п$ – це сума оборотних фондів інструменту всіх цехів, тобто:

$$E_п = \sum_{1}^{n} Q_ц, \qquad (22.11)$$

де n – кількість цехів.

Оборотний фонд інструменту підприємства $Q_п$ – це сукупність експлуатаційного фонду інструменту підприємства $E_п$ та запасу інструменту $Z_{с,}$ який знаходиться в центральному інструментальному складі:

$$Q_п = E_п + Z_с. \qquad (22.12)$$

Запас інструменту $Z_с$, який знаходиться в ЦІСі, складається з двох складових – перехідного запасу $Z_{с\text{-}п}$ та резервного (страхового) запасу $Z_{с\text{-}р}$. Величина перехідного запасу $Z_{с\text{-}п}$ є непостійною величиною і змінюється від максимальної величини $Z_{с\text{-}п}^{max}$ до нуля, після чого відбувається чергова поставка інструменту до ЦІСу.

Детальніше структура оборотного запасу інструменту, який знаходиться в центральному інструментальному складі, та його складові наведені на рис. 22.2.

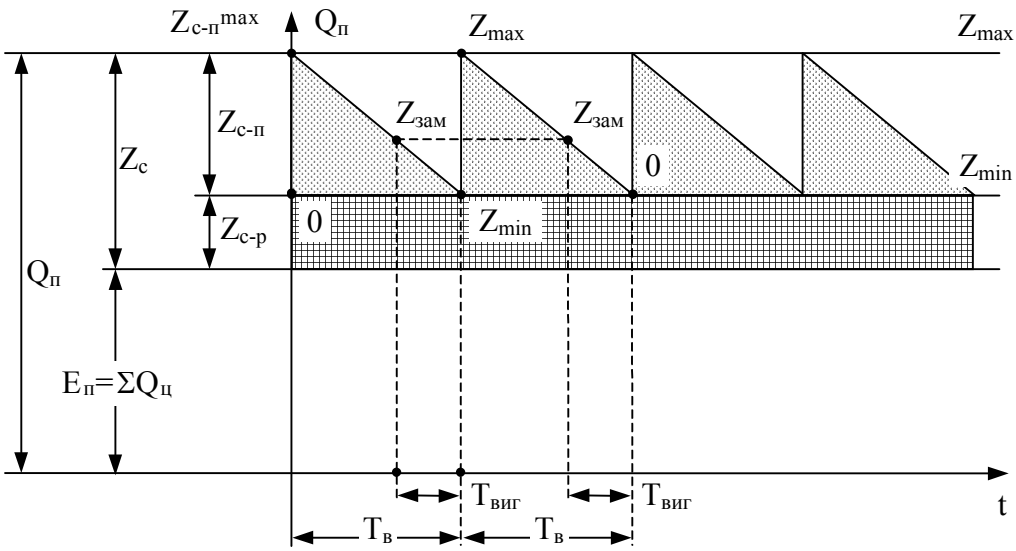


Рисунок 22.2 – Структура оборотного фонду інструменту підприємства (система управління запасами “три точки”)

Максимальна величина перехідного запасу $Z_{с\text{-}п}^{max}$ одночасно являє собою величину партії інструменту П, яка надходить до ЦІСу, і розраховується за формулою:

$$Z_{с-п}^{max} = П = \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot T_в, \qquad (22.13)$$

де $B_п$ – витрати інструменту на підприємстві, необхідні для виконання виробничого завдання; розраховуються за формулою (21.9), шт.;

$T_{пл}$ – плановий період, календарні дні; якщо плановим періодом є рік, то в розрахунках приймають $T_{пл}$=360 днів;

$B_п/T_{пл}$ – середньодобові витрати інструменту на підприємстві за період між суміжними поставками інструменту в ЦІС, шт.;

$T_в$ – період відновлення запасу інструменту в ЦІС або період між суміжними поставками інструменту в ЦІС, календарні дні.

Резервний запас інструменту $Z_{с\text{-}р}$ створюється на підприємстві на випадок запізнення надходжень інструменту в ЦІС. Величина резервного запасу $Z_{с\text{-}р}$ розраховується за формулою:

$$Z_{с-р} = k_{ціс} \cdot Z_{с-п}^{max} = (0{,}2...0{,}3) \cdot Z_{с-п}^{max} = (0{,}2...0{,}3) \cdot \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot T_в =$$

$$= \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot T_{затр}, \qquad (22.14)$$

де $k_{ціс}$ – коефіцієнт резервного запасу інструменту в центральному інструментальному складі, $k_{ціс}$=0,2…0,3;

$T_{затр}$ – кількість календарних днів можливої затримки в надходженні інструменту до ЦІСу.

З урахуванням формул (22.13) та (22.14) *максимальну величину запасу інструменту* Z_c в ЦІСі можна розрахувати за формулою:

$$Z_c = \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot (T_в + T_{затр}) = \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot T_в \cdot (1 + k_{ціс}). \qquad (22.15)$$

Слід зазначити, що центральний інструментальний склад окрім функції зберігання інструменту здійснює регулювання запасів інструменту та контроль за його використанням.

Регулювання запасів інструменту може здійснюватись за такими основними системами: а) *системою управління запасами "три точки",* яка отримала також назву *система максимум-мінімум* (рис. 22.2), та б) *системою управління запасами з фіксованими інтервалами часу між замовленнями* (рис. 22.3).

Суть системи "трьох точок" полягає у визначенні трьох рівнів запасу інструменту: мінімального, максимального та точки замовлення. *Мінімальна точка (мінімальний рівень)* Z_{min} визначає резервний запас і розраховується за модернізованою формулою (22.14), яка буде мати вигляд:

$$Z_{min} = Z_{с-р} = \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot t_{тер}, \qquad (22.16)$$

де $t_{тер}$ – час термінового виготовлення або придбання чергової партії інструменту у випадку затримки основної поставки інструменту, календарні дні.

Максимальна точка (максимальний рівень) Z_{max} визначає максимальну величину запасу інструменту в ЦІСі і розраховується за модернізованою формулою (22.13), яка буде мати вигляд:

$$Z_{max} = Z_{min} + \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot T_в = Z_{min} + П, \qquad (22.17)$$

де $T_в$ – нормальний період відновлення запасу інструменту в ЦІС або період між суміжними поставками інструменту в ЦІС, календарні дні;

П – величина партії інструменту, що надходить до ЦІСу, шт.

Точка замовлення $Z_{зам}$ – визначає таку кількість інструменту (або такий запас інструменту) в ЦІСі, при досягненні якої керівники складу повинні дати замовлення на виготовлення або придбання чергової партії інструменту П.

Точку замовлення $Z_{зам}$ можна розрахувати за формулою:

$$Z_{зам} = Z_{min} + \frac{B_п}{T_{пл}} \cdot T_{виг}, \qquad (22.18)$$

де $T_{виг}$ – час з моменту видачі замовлення на виготовлення або придбання чергової партії інструменту П до надходження замовленого інструменту в ЦІС, календарні дні.

Взаємозв'язок цих трьох точок показаний на рис. 22.2. Точка замовлення, зрозуміло, повинна випереджати момент витрачання всього перехідного запасу інструменту в ЦІСі на час $T_{виг}$, достатній для виготовлення або придбання чергової партії інструменту та завезення його в центральний інструментальний склад.

І, нарешті, *середній запас інструменту* $Z_{сер}$ в центральному інструментальному складі розраховується за формулою:

$$Z_{сер} = Z_{min} + \frac{П}{2}. \qquad (22.19)$$

Система управління запасами "три точки" (або система максимум-мінімум) забезпечує оперативне регулювання та підтримку запасу інструменту в межах, необхідних для забезпечення безперебійної роботи підприємства.

Система управління запасами інструменту з фіксованими інтервалами часу між замовленнями базується на трьох попередньо визначених параметрах: максимальному рівні запасу інструменту $Z_{макс}$, проміжному рівні запасу інструменту $Z_{пром}$ та періоді (інтервалі часу) між замовленнями t_k (рис. 22.3), які отримали назву *контрольні точки*.

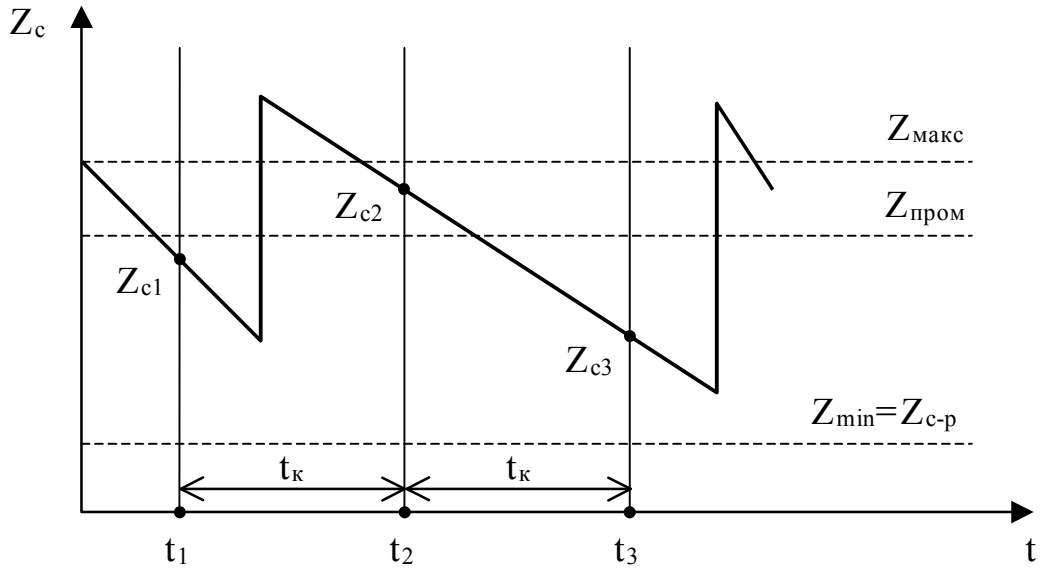


Рисунок 22.3 – Система управління запасами з фіксованими інтервалами часу між замовленнями

Суть системи полягає в тому, що через певні, однакові відрізки часу t_k величина запасу інструменту Z_c в центральному інструментальному складі порівнюється з раніше визначеними максимальним $Z_{макс}$ та проміжним $Z_{пром}$ рівнями запасу інструменту. Якщо величина запасу Z_c буде знаходитись в межах інтервалу між перехідним та максимальним запасом, то замовлення на поставку інструменту не робиться. Якщо величина запасу

буде знаходитись нижче величини перехідного запасу, то здійснюється замовлення на виготовлення та поставку чергової партії інструменту до центрального інструментального складу.

На рис. 22.3 видно, що в контрольних точках t_1 та t_3 величина запасу інструменту була, відповідно, Z_{c1} та Z_{c3}, що менше рівня проміжного запасу $Z_{пром}$. Тому були зроблені замовлення на виготовлення та поставку чергових партій інструменту. В контрольній точці t_2 величина запасу інструменту Z_{c2} знаходилась між величинами $Z_{пром}$ та $Z_{макс}$, тому замовлення на виготовлення та поставку чергової партії інструменту не робилось. Зрозуміло, що у випадку замовлення поставки чергової партії інструменту потрібно розрахувати, щоб за час виготовлення та поставки чергової партії інструменту величина запасу інструменту в ЦІСі не стала меншою за величину резервного запасу Z_{min}, розрахованої за формулою (22.16).

До переваг системи управління запасами інструменту з фіксованими інтервалами часу між замовленнями відноситься те, що контроль запасів здійснюється в чітко фіксовані, наперед визначені інтервали часу. Окрім того збільшується величина партії інструменту, яка замовляється, що зменшує додаткові витрати на виготовлення та транспортування інструменту.

22.2 Завдання для самостійного виконання

До складу підприємства входить декілька цехів, в яких послідовно здійснюється виготовлення певного виробу. В кожному із цехів використовується різальний інструмент одного типорозміру.

В таблицях 22.1–22.2 наведені такі дані для кожного із 30-ти варіантів завдань: виробнича програма виготовлення виробів за рік N; норма штучного часу виконання технологічної операції з застосуванням різального інструменту в одному із цехів підприємства – $t_{шт.}$; машинний час обробки виробу з застосуванням інструменту на цій операції в цьому цеху – $t_м$; кількість різального інструменту, що застосовується на кожному робочому місці в цьому цеху – n; стійкість різального інструменту – $t_{ст}$; кількість переточувань інструменту – КП; коефіцієнт випадкових втрат інструменту – α; число робочих днів в плановому періоді (за рік) – Р; тривалість зміни – $T_{зм}$; плановий коефіцієнт виконання норм виробітку – $К_н$; періодичність доставки інструменту на робочі місця цеху із ІРК – $T_д$; тривалість ремонту інструменту в спеціалізованих ремонтних дільницях – $T_{рем}$; період між суміжними поставками інструменту до ІРК із центрального інструментального складу – $T_п$; коефіцієнт резервного запасу інструменту на робочих місцях – k; коефіцієнт резервного запасу інструменту в ІРК – $k_{ірк}$; коефіцієнт резервного запасу інструменту в ЦІСі – $k_{ціс}$; кількість цехів – W; період відновлення запасу інструменту в ЦІС – $T_в$; час з моменту видачі завдання на придбання чергової партії інструменту до моменту його надходження – $T_{виг}$.

Таблиця 22.1 – Початкові дані для виконання завдання

Варі-ант	N, тис.шт	$t_{шт}$, хв.	$t_м$, хв.	n, шт.	$t_{ст}$, годин	КП, разів	α	Р, дні	$T_{зм}$, годин	$К_н$
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*
1	200	2,5	2,1	1	1,9	2	0,02	220	8,1	1,15
2	300	2,6	2,2	2	1,8	3	0,03	221	8	1,14
3	400	2,7	2,3	3	1,7	4	0,04	222	8,05	1,13
4	250	2,8	2,4	4	1,6	3	0,05	223	8,1	1,12
5	270	2,9	2,5	3	1,5	2	0,06	224	8	1,11
6	280	3,0	2,6	2	1,4	3	0,07	225	7,95	1,10
7	290	3,1	2,7	1	1,45	4	0,08	226	7,9	1,09
8	310	3,2	2,8	2	1,55	3	0,09	227	8	1,08
9	320	3,1	2,75	3	1,65	2	0,10	228	8,1	1,07
10	330	3	2,5	4	1,75	3	0,11	229	8	1,06
11	210	2,9	2,4	3	1,85	4	0,12	230	8,05	1,05
12	220	2.8	2,3	2	1,95	3	0,13	231	8,1	1,04
13	230	2,7	2,2	1	1,6	2	0,14	232	8	1,03
14	240	2,6	2,3	2	1,5	3	0,15	233	7,95	1,02
15	290	2,5	2,1	3	1,4	4	0,14	234	7,9	1,01
16	390	2,4	2,0	4	1,3	3	0,13	235	8,1	1,02
17	380	2,3	1,9	3	1,2	2	0,12	236	8	1,03
18	370	2,2	1,8	2	1,25	3	0,11	237	8,05	1,04
19	360	2,3	1,95	3	1,35	4	0,10	238	8,1	1,05
20	350	2,4	2,0	4	1,45	3	0,09	239	8	1,06
21	190	2,5	2,1	5	1,55	2	0,08	240	7,95	1,07
22	410	2,6	2,2	4	1,6	3	0,07	241	7,9	1,08
23	265	2,7	2,3	3	1,7	4	0,06	242	8,1	1,09
24	285	2,8	2,45	2	1,8	3	0,05	243	8	1,1
25	235	2,9	2,55	3	1,6	2	0,04	244	8,05	1,11
26	160	3,0	2,65	4	1,4	3	0,03	245	8,1	1,12
27	170	3,1	2,75	2	1,2	4	0,02	246	8	1,13
28	150	3,2	2,8	1	1,3	3	0,025	247	7,95	1,14
29	140	3,3	2,9	3	1,5	2	0,035	248	7,9	1,15
30	190	3,4	3,0	2	1,6	3	0,045	249	8	1,1

Керуючись даними таблиць 22.1–22.2, потрібно:

1. За формулою (21.1) визначити норму зношення різального інструменту в даному цеху.

2. За формулою (21.4) визначити норму витрат різального інструменту в розрахунку на 1000 детале-операцій.

3. За формулою (21.9) розрахувати витрати різального інструменту В, необхідного для виконання річного виробничого завдання, яке доведено до даного цеху.

4. За формулою (22.4) розрахувати кількість робочих місць, які необхідно створити в цеху для виконання виробничого завдання.

5. За формулою (22.3) розрахувати період між замінами інструменту на обладнанні в даному цеху.

6. За формулою (22.2) розрахувати кількість різального інструменту, який повинен знаходитись на робочих місцях цеху.

7. За формулою (22.5) розрахувати кількість інструменту, який знаходиться в ремонті на спеціалізованих ремонтних дільницях.

Таблиця 22.2 – Початкові дані для виконання завдання

Варі-ант	$T_д$, годин	$T_{рем}$, годин	$T_п$, кал. дні	k	$k_{ірк}$	$k_{ціс}$	W	$T_в$, кал. дні	$T_{виг}$, кал. дні
1	8	8	7	1	0,05	0,2	3	30	10
2	16	8	14	1	0,1	0,21	4	30	20
3	24	16	15	1	0,06	0,22	5	45	16
4	16	8	14	2	0,07	0,23	6	60	13
5	8	8	7	1	0,08	0,24	5	75	16
6	8	16	7	2	0,09	0,25	4	90	20
7	16	8	15	1	0,1	0,26	3	75	10
8	24	8	15	1	0,09	0,27	4	60	3
9	8	16	7	1	0,08	0,28	5	45	17
10	16	8	14	1	0,07	0,29	6	30	9
11	24	8	15	1	0,06	0,3	4	45	7
12	16	16	14	2	0,05	0,2	3	30	12
13	8	8	7	1	0,05	0,21	4	30	14
14	8	8	7	2	0,1	0,22	5	45	20
15	16	16	15	1	0,06	0,23	6	60	9
16	24	8	7	2	0,07	0,24	5	75	7
17	8	8	14	2	0,08	0,25	4	90	8
18	16	16	15	1	0,09	0,26	3	75	21
19	24	8	14	2	0,1	0,27	4	60	11
20	16	8	7	4	0,09	0,28	5	45	10
21	8	16	7	1	0,08	0,29	6	30	12
22	8	8	15	2	0,07	0,3	4	45	9
23	16	8	7	1	0,06	0,2	3	30	12
24	24	16	14	1	0,05	0,21	4	30	14
25	16	8	15	1	0,1	0,22	5	45	20
26	8	8	14	2	0,1	0,23	6	60	21
27	8	16	7	2	0,09	0,24	5	75	22
28	16	8	7	1	0,08	0,25	4	90	23
29	16	8	15	2	0,07	0,26	3	75	19
30	24	16	14	2	0,06	0,27	4	60	18

8. За формулою (22.1) розрахувати експлуатаційний фонд інструменту цеху.

9. За формулою (22.7) розрахувати максимальну величину перехідного запасу різального інструменту в ІРК даного цеху.

10. За формулою (22.10) розрахувати максимальну величину запасу різального інструменту в ІРК цеху.

11. За формулою (22.6) розрахувати оборотний фонд інструменту в ІРК цеху – $Q_ц$.

12. Припустивши, що підприємство складається із однакових цехів, кількість яких визначена показником W, розрахувати експлуатаційний фонд інструменту підприємства. При цьому можна скористатись формулою: $E_п = W \cdot Q_ц$.

13. Розрахувати витрати різального інструменту підприємства, необхідного для виконання виробничого завдання. Для цього скористатись формулою: $B_п = W \cdot B$.

14. За формулою (22.13) розрахувати максимальну величину перехідного запасу різального інструменту в ЦІСі підприємства.

15. За формулою (22.15) розрахувати максимальну величину запасу різального інструменту в ЦІСі підприємства.

16. За формулою (22.12) розрахувати оборотний фонд запасу інструменту підприємства.

17. Взявши до уваги, що регулювання запасу інструменту в ЦІСі підприємства здійснюється за системою "трьох точок", за формулами (22.16–22.18) розрахувати мінімальну точку, максимальну точку та точку замовлення різального інструменту.

18. Побудувати графік зміни запасу інструменту в ЦІСі, аналогічний наведеному на рис. 22.2.

19. За формулою (22.19) розрахувати середній запас інструменту в ЦІСі підприємства.

20. Зробити висновки по роботі. Звернути увагу на співвідношення витрат інструменту на виконання річного виробничого завдання та величини оборотного запасу інструменту як на рівні окремого цеху, так і на рівні підприємства.

22.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення поняття "експлуатаційний фонд інструменту цеху". Як розраховується даний показник?

2. Як розраховується кількість інструменту, який знаходиться на робочих місцях цеху? Які проміжні показники для цього потрібно знати та які проміжні розрахунки потрібно зробити?

3. Як розраховується кількість інструменту, який знаходиться в даний час в ремонті (перевірці, заточуванні тощо) в спеціалізованих ремонтних дільницях?

4. Дайте означення поняття "оборотний фонд інструменту цеху". Як розраховується даний показник?

5. Наведіть структуру оборотного фонду (запасу) інструменту цеху та поясність суть його складових.

6. Як розраховується максимальна величина перехідного запасу інструменту в цеховій інструментально-роздавальній коморі? Як розраховується величина цього запасу в будь-який момент часу?

7. Як розраховується величина резервного запасу інструменту в цеховій інструментально-роздавальній коморі?

8. Як розраховується максимальна величина запасу інструменту в інструментально-роздавальній коморі цеху?

9. Дайте означення поняття "експлуатаційний фонд інструменту підприємства". Як розраховується даний показник?

10. Дайте означення поняття "оборотний фонд інструменту підприємства". Як розраховується даний показник?

11. Наведіть структуру оборотного фонду інструменту підприємства та поясніть суть його складових.

12. Як розраховується максимальна величина перехідного запасу інструменту в центральному інструментальному складі?

13. Як розраховується величина резервного запасу інструменту в центральному інструментальному складі?

14. Як розраховується максимальна величина запасу інструменту в центральному інструментальному складі?

15. Охарактеризуйте суть системи регулювання запасу інструменту "три точки". Які рівні запасу інструменту характерні для цієї системи? Як розраховуються ці рівні? Наведіть графік зміни запасу інструменту, характерний для цієї системи.

16. Охарактеризуйте суть системи регулювання запасу інструменту з фіксованими інтервалами часу між замовленнями. На яких параметрах базується ця система? Наведіть графік зміни запасу інструменту, характерний для цієї системи.

17. Охарактеризуйте переваги системи регулювання запасу інструменту з фіксованими інтервалами часу між замовленнями над системою регулювання запасу "три точки".

22.4 Задачі для розв'язування

1. Для виконання технологічної операції використовуються різці. Норма штучного часу виконання технологічної операції – 5 хв., в тому числі з безпосереднім використанням різця – 2,5 хв. Стійкість різця дорівнює 4 години. Інструмент доставляється на робочі місця з ІРК на початку кожної зміни, яка триває 8 годин. Для виконання виробничого завдання в цеху обладнано 12 робочих місць. На кожному з цих місць одночасно знаходиться по одному різцю. Час знаходження різців в ремонті – 8 годин. Коефіцієнт резервного запасу різців на робочому місці – 1, а в ІРК – 0,1. Партія різців, яка періодично надходить до ІРК з центрального інструментального складу, складає 100 штук.

Розрахувати величину оборотного фонду різців цеху.

2. Річна програма випуску виробів – 120000 шт., машинний час обробки кожного виробу – 1,39 хв. Норма штучного часу на технологічну операцію – 2,32 хв. На робочому місці одночасно застосовується три інструменти. Стійкість інструменту – 1,8 години. Число можливих переточувань інструменту – 2. Коефіцієнт випадкових втрат інструменту – 0,05. Цех працює в 2 зміни, число робочих днів – 265, тривалість зміни – 8 годин. Час знаходження інструменту в ремонті – 8 годин. Поставки інструменту із ЦІСу до ІРК відбуваються щонеділі. Періодичність доставки інструменту з ІРК на робочі місця – 8 годин. Коефіцієнт виконання норм виробітку – 1,1. Коефіцієнт резервного запасу інструменту на робочих місцях дорівнює 1, а в ІРК – 0,095.

Розрахувати величину оборотного фонду інструменту цеху.

3. Оборотні фонди свердел в цехах мають такі значення: цех №1 – 112 шт., цех № 2 – 87 шт., цех № 3 – 56 шт., цех № 4 – 98 шт. Середньодобові витрати свердел – 5 шт., нормальний період відновлення запасу інструменту – 30 календарних днів. Час виготовлення чергової партії свердел дорівнює 8 днів. Коефіцієнт резервного запасу свердел в ЦІСі – 0,26.

Розрахувати оборотний фонд свердел підприємства, мінімальну точку, максимальну точку та точку замовлення свердел, а також побудувати графік руху запасу свердел в ЦІСі.

4. Витрати інструменту за місяць на підприємстві – 150 шт. Поповнення запасу інструменту в ЦІСі відбувається кожні 60 днів. Час з моменту видачі замовлення на виготовлення чергової партії інструменту до її надходження – 14 днів. Коефіцієнт резервного запасу інструменту в ЦІСі дорівнює 0,28.

Розрахувати мінімальну точку, максимальну точку та точку замовлення інструменту, а також середній запас інструменту в ЦІСі.

5. Число робочих місць цеху, де застосовується інструмент – 15, кількість інструменту, який одночасно знаходиться на одному робочому місці – 5. Періодичні надходження інструменту з ІРК – 8 годин. Періодичність заміни інструменту на робочому місці – 6 годин. Коефіцієнт резервного запасу інструменту на робочих місцях – 1.

Розрахувати кількість інструменту, який знаходиться на робочих місцях цеху.

6. Витрати інструменту в цеху за місяць – 174 шт., мінімальний або резервний запас інструменту в ІРК –15% від витрат інструменту за місяць. Періодичність поповнення запасу – 60 днів.

Розрахувати максимальний запас інструменту в ІРК та величину перехідного запасу інструменту в ІРК через 40 днів після надходження чергової партії інструменту.

7. Витрати інструменту на підприємстві за місяць – 120 шт., проміжок часу між видачею замовлення і надходженням інструменту в ЦІС дорівнює 30 днів. Мінімальний запас інструменту в ЦІСі – 50 шт. Період поповнення запасу інструменту – 90 днів.

Розрахувати точку замовлення інструменту та максимальну величину запасу інструменту в ЦІСі.

22.4 Відповіді на задачі

1. 158 шт.
2. 165 шт.
3. 542 шт., 39 шт.,189 шт., 79 шт.
4. 84 шт., 384 шт., 154 шт., 234 шт.
5. 130 шт.
6. 374 шт., 116 шт.
7. 170 шт., 410 шт.

23

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: “Організація ремонтного господарства підприємства”

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання з організації ремонтного господарства на підприємствах та розвинути практичні навички проведення розрахунків обсягу ремонтних робіт, необхідних для забезпечення постійної експлуатаційної готовності виробничого обладнання, будівель, споруд тощо, які є на підприємстві.

23.1 Теоретична частина

23.1.1 Загальні відомості про ремонтне господарство

Ремонтне господарство підприємства – це сукупність підрозділів, які здійснюють технічне обслуговування та ремонти всіх видів обладнання, будівель, споруд тощо, які є на підприємстві.

Головне завдання ремонтного господарства підприємства – забезпечити постійну експлуатаційну готовність виробничого обладнання та всіх інших засобів виробництва. До *задач* ремонтного господарства відноситься також мінімізація витрат на проведення ремонтних робіт, попередження прогресуючого зношення обладнання, недопущення виробничих аварій тощо.

Організаційно-виробнича структура ремонтного господарства підприємства визначається масштабами, типом та характером виробництва. На великих підприємствах створюються загальнозаводські та цехові ремонтні служби (рис. 23.1).

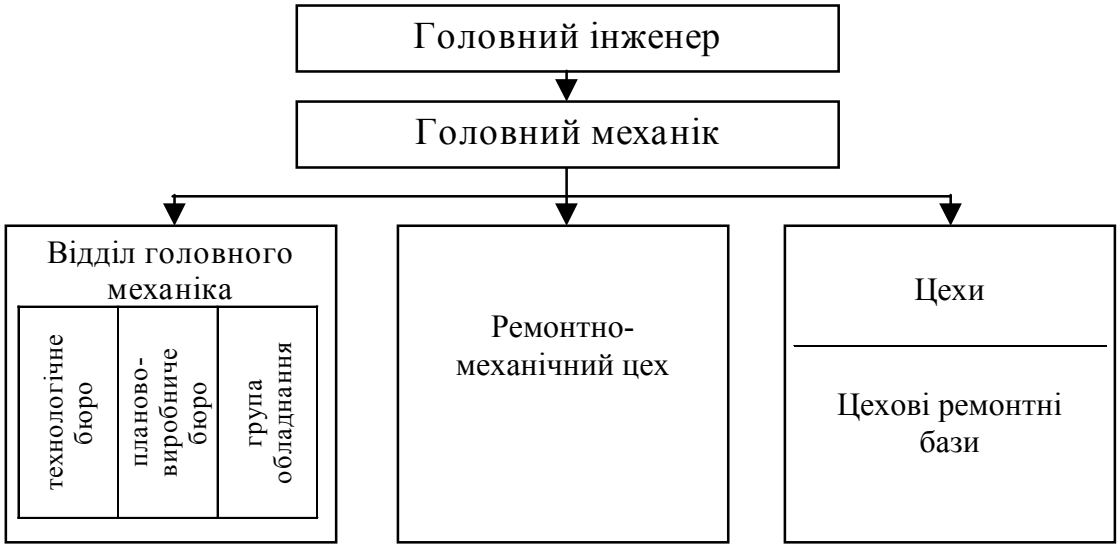


Рисунок 23.1 – Організаційно-виробнича структура ремонтного господарства великого підприємства

На невеликих підприємствах ремонтне господарство централізовано в масштабах підприємства. При значній енергомісткості виробництва до складу ремонтного господарства можуть входити підрозділи служби головного енергетика підприємства.

Керівництво ремонтним господарством здійснює *головний механік,* якому безпосередньо підпорядковується відділ головного механіка та ремонтно-механічні цехи підприємства. До *складу відділу головного механіка* може входити декілька бюро. Це – *технологічне бюро,* де здійснюється *конструкторська* (створення альбомів креслень кожного виду обладнання, змінних вузлів та деталей), *технологічна* (проектування технологічних процесів виготовлення змінних частин та проведення ремонтних робіт) та *оперативна* (комплектування ремонтних робіт змінними деталями, матеріалами, інструментом тощо) підготовка всіх видів ремонтних робіт, включаючи його модернізацію. *Планово-виробниче бюро* планує і контролює роботу ремонтних цехів та цехових ремонтних баз, складає звіти про виконання планів ремонтних робіт, здійснює аналіз техніко-економічних показників ремонтного господарства підприємства. *Група обладнання* веде облік обладнання та слідкує за його переміщенням, контролює стан зберігання обладнання та здійснює його щорічну інвентаризацію, складає замовлення на придбання нового обладнання тощо.

Безпосередньо ремонтні роботи здійснюють ремонтно-механічні цехи та цехові ремонтні бази. *Ремонтно-механічні цехи* можуть мати в своєму складі спеціалізовані дільниці: демонтажну, заготовчу, механічну, слюсарно-складальну, ковальську, зварювальну, термічну, відновлення деталей та інші. До складу *цехових ремонтних баз* входять механічні майстерні, слюсарні дільниці, комплексні ремонтні бригади, комори запасних частин тощо. Ремонтно-механічні цехи та цехові ремонтні бази повинні мати таке обладнання і засоби механізації, такий рівень кваліфікації ремонтних робітників, щоб в повному обсязі забезпечити виконання всіх видів ремонтних робіт, виготовлення необхідних запасних частин та нестандартного оснащення тощо.

Ремонтні роботи виконуються на підприємствах за *централізованою, децентралізованою* або *змішаною* схемами. *Централізована* схема передбачає, що всі види ремонтних робіт здійснюються силами ремонтно-механічного цеху підприємства. Така система застосовується на невеликих підприємствах, коли є декілька цехів, кожен із яких має не більше 500 одиниць обладнання. *Децентралізована* схема передбачає, що практично всі види ремонтних робіт здійснюються силами цехових ремонтних баз кожного з цехів. В ремонтно-механічному цеху здійснюється лише виготовлення найскладніших запасних частин та виконується капітальний ремонт деяких видів складного універсального обладнання. Така схема доцільна для великих підприємств, для підприємств масового та великосерійного типу виробництва за умови, що кожен цех має кількість обладнання, яка значно перевищує 500 одиниць. *Змішана схема* характеризується тим, що

всі види ремонтних робіт та технічного обслуговування, окрім капітальних ремонтів, здійснюють цехові ремонтні бази, а капітальні ремонти здійснюються силами ремонтно-механічного цеху.

В наш час, коли кількість застарілого обладнання на підприємствах постійно зростає (за деякими розрахунками вона сягає 60…80%), перед менеджерами та інженерами постає питання або його термінової заміни, що вимагає значних коштів, або пошуку шляхів проведення високоефективних якісних ремонтних робіт, які б гарантували надійне відновлення технічних та експлуатаційних характеристик обладнання.

23.1.2 Загальні відомості про системи планово-попереджувальних ремонтів

Для того, щоб забезпечити стабільну роботу обладнання, унеможливити прогресуюче його зношення та запобігти виникненню виробничих аварій, на підприємствах можуть застосовуватись різні системи проведення ремонтів та технічного обслуговування машин і обладнання. В основі цих систем лежить *єдина система планово-попереджувальних ремонтів* – так звана *система ППР*. Розробка цієї системи вперше була розпочата в колишньому СРСР в 1923 році, а пізніше знайшла своє поширення в США, ФРН, Англії, Франції та інших країнах світу.

Система ППР – це сукупність планових профілактичних та різних організаційно-технічних заходів з догляду та нагляду за станом обладнання, здійсненню його обслуговування і ремонту. Суть системи ППР полягає в проведенні через певні відрізки часу профілактичних оглядів та різних видів ремонтів, черговість і періодичність яких визначається видом обладнання, його розмірами, умовами експлуатації тощо. Система ППР складається з технічного обслуговування та планових ремонтів.

Технічне обслуговування – це комплекс заходів, спрямованих на підтримку робочого стану обладнання при його експлуатації, очікуванні початку експлуатації, зберіганні та транспортуванні. Всі роботи з технічного обслуговування регламентуються за змістом, структурою, та періодичністю виконання. *За змістом та періодичністю* виконання роботи з технічного обслуговування поділяються на комплекси Е, ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4 та ТО-5.

В комплекс Е входять роботи, які виробничі робітники повинні виконувати *постійно і самостійно*. Це – постійний нагляд за станом обладнання, дотримання правил його експлуатації, своєчасне регулювання механізмів, усунення незначних несправностей. Останні дві роботи здійснюються під час перерв у роботі обладнання, неробочих змін без порушення процесу виробництва. В окремих випадках роботи за комплексом Е можуть виконувати чергові слюсарі, електрики, змащувальники.

Комплекси ТО-1…ТО-5, на відміну від комплексу Е, виконуються робітниками спеціалізованих ремонтних бригад *за заздалегідь складеними*

графіками. Це – перевірка механізмів (комплекс ТО-1), відмова яких може призвести до аварій; перевірка органів управління, кріплень і т.п. (комплекс ТО-2). Комплекси ТО-3…ТО-5 передбачають поповнення та заміну мастил, перевірку обладнання на точність, проведення *оглядів*. В результаті проведення оглядів визначається поточний стан обладнання, виявляються та усуваються незначні несправності, з'ясовуються обсяги підготовчих робіт, які потрібно виконати до проведення чергового ремонту. Для окремих груп обладнання, наприклад, для електрообладнання та електромереж, огляди передбачають проведення профілактичних *випробувань*.

Комплекс ТО-1 виконується щотижня, комплекс ТО-2 – щомісяця, комплекси ТО-3, ТО-4 та ТО-5 – відповідно кожні 3, 6 та 12 місяців. Кожен наступний комплекс робіт з технічного обслуговування містить в собі всі попередні комплекси. Останній комплекс ТО-5 передбачає проведення повного спектру робіт, визначених системою технічного обслуговуванням. Роботи за комплексами ТО-1…ТО5 здійснюються під час неробочих змін та в вихідні дні.

Структура робіт з технічного обслуговування – це перелік видів робіт з технічного обслуговування, що їх потрібно здійснити протягом певного часу, та *їх кількість*. Структура робіт з технічного обслуговування обладнання повинна складатись заводом-виробником та фіксуватись в картах регламентованого технічного обслуговування. Наприклад, для металорізальних верстатів структура технічного обслуговування за час між суміжними ремонтами може мати вигляд: *щозмінний огляд робітником, чотири поповнення мастилами, одна заміна мастила, один огляд спеціалізованою бригадою, два профілактичні регулювання*.

Ремонт – це комплекс заходів з відновлення робочого стану обладнання або його складових частин шляхом заміни або відновлення зношених частин та регулювання механізмів. За обсягами робіт ремонти поділяються на поточні, середні та капітальні. *Поточні* ремонти виконується з метою забезпечення гарантованого робочого стану обладнання та інших основних фондів і передбачають заміну та відновлення окремих деталей, регулювання механізмів тощо. Всі роботи здійснюються без розбирання обладнання та механізмів. *Середні* ремонти виконуються з частковим розбиранням механізмів, заміною окремих зношених деталей та вузлів. Ці ремонти передбачають регулювання механізмів та випробування їх під навантаженням. Середні ремонти повинні відновити точність, потужність та продуктивність обладнання відповідно до чинних стандартів. *Капітальні* ремонти – передбачають повне розбирання агрегата, заміну та відновлення всіх зношених частин, регулювання та випробування механізмів під навантаженням. В ході здійснення капітального ремонту у повній мірі повинні бути відновлені всі технічні показники, які регламентуються чинними стандартами.

В останній час, у зв'язку з прискоренням темпів науково-технічного прогресу, все більшого поширення набуває схема проведення ремонтів, яка

передбачає здійснення тільки поточних та капітальних ремонтів. При цьому поточні ремонти здійснюються без виведення обладнання із експлуатації (тобто, під час неробочих змін), а капітальні ремонти супроводжуються модернізацією обладнання, що дозволяє покращити його експлуатаційні характеристики.

За термінами виконання всі ремонти поділяються на *планові* та *позапланові*. *Плановими* є ремонти, які здійснюються за прийнятою на підприємстві системою ППР. *Позапланові ремонти* викликаються аваріями обладнання та іншими непередбачуваними причинами. При належній організації системи ремонтів та технічного обслуговування позапланові ремонти не повинні мати права на існування.

Системи ППР в залежності від характеру і умов експлуатації обладнання можуть бути різних видів. Основними з них є *післяоглядова система, система періодичних ремонтів* та *система стандартних ремонтів*.

Система післяоглядових ремонтів передбачає періодичний огляд обладнання та інших засобів за заздалегідь складеними графіками. На основі цих оглядів визначається стан об'єктів, складаються відомості дефектів та приймаються рішення щодо термінів та обсягів майбутніх ремонтів. Прикладами таких систем можуть бути система ремонту транспортних засобів і система технічного обслуговування та ремонтів приладів. *Так, система ремонту транспортних засобів* передбачає щоденний технічний огляд транспорту при виїзді на лінію та при поверненні в парк. Окрім цього за графіками проводяться технічні огляди, за результатами яких виявляється технічний стан транспортних засобів та визначаються терміни, види та обсяги наступних ремонтів. *Система технічного обслуговування та ремонтів приладів* передбачає проведення періодичних перевірок технічних параметрів приладів, що використовуються на виробництві, в наукових дослідженнях тощо. Ці перевірки здійснюються метрологічними службами підприємства або спеціалізованими підрозділами Держстандарту. Справна апаратура після перевірки повертається в експлуатацію, а апаратура, яка має відхилення параметрів від еталону, відправляється в ремонт.

Система періодичних ремонтів знайшла своє поширення в машинобудуванні, електронній промисловості та інших галузях. Має декілька різновидів. Найпоширеніша – так звана *„Типова система технічного обслуговування та ремонту метало- та деревообробного обладнання"*. Суть системи полягає в проведенні через певні відрізки часу роботи обладнання *профілактичних оглядів та різних видів ремонтів*, черговість та періодичність яких визначається чинними нормативами в залежності від призначення обладнання, його конструктивних і ремонтних особливостей, умов експлуатації та інших факторів.

При використанні спеціального технологічного обладнання, яке має високу насиченість електронними пристроями і працює в особливих умовах навколишнього середовища (наприклад, в вакуумі), застосовується *система планово-попереджувального обслуговування ППО*. Особливістю си-

стеми ППО є те, що терміни проведення поточних та середніх ремонтів визначаються на не основі нормативів, а індивідуально на основі аналізу статистичних даних про відмови в роботі обладнання або на підставі спеціальних обстежень. Тому система ППО передбачає проведення щомісячних оглядів обладнання, здійснення інспекційних оцінок технічного стану обладнання за визначеною групою параметрів, позапланові ремонти обладнання за результатами інспекційних перевірок тощо. Окрім цього система ППО детально визначає зміст самих ремонтів, який фіксується в картах ремонтів.

Система стандартних ремонтів передбачає обов'язкову зупинку обладнання та заміну певних деталей та вузлів в чітко визначені графіком терміни незалежно від стану обладнання. Така система застосовується до обладнання, позапланова зупинка якого неприпустима і може призвести до великих матеріальних втрат.

В умовах ринкової економіки кожне підприємство самостійно вирішує, яку систему технічного обслуговування та ремонтів застосовувати і чи застосовувати її взагалі. В одних випадках система ремонтів впроваджується для найбільш відповідального, дорогого обладнання, в інших випадках доцільність її впровадження визначається величиною витрат на проведення ремонтних робіт у порівнянні з вартістю нового обладнання, в третіх – ураховуються якісні зміни в технології, які взагалі можуть виключати проведення капітальних ремонтів техніки і т.ін.

Тривають пошуки більш ефективних та прогресивних форм і методів здійснення ремонтних робіт. В наш час до них відносяться: спеціалізація та централізація ремонту обладнання, впровадження передових методів ремонту, удосконалення організації праці ремонтного персоналу тощо.

Централізація ремонтних робіт передбачає створення спеціалізованих підрозділів, які б здійснювали ці роботи. Тут створюються умови для ефективного використання високопродуктивного обладнання та оснащення, застосування прогресивних технологічних процесів тощо. Централізація ремонтних робіт привела до появи так званого *фірмового ремонту*, який здійснюється спеціалізованими підприємствами. Це дозволяє значно підвищити якість ремонту та скоротити витрати на його проведення.

До *прогресивних методів* здійснення ремонтних робіт відносяться: вузловий та послідовно-вузловий методи, стендовий метод, метод "проти потоку" тощо.

Вузловий метод полягає в тому, що певні вузли обладнання замінюються запасними, які були раніше відремонтовані або виготовлені. Час простоювання обладнання скорочується, оскільки значна частина ремонтних робіт виконується під час неробочих змін або в вихідні дні. Цей метод доцільно застосовувати для ремонту однотипного обладнання, яке є на підприємстві у великій кількості.

Послідовно-вузловий метод полягає в тому, що зношені деталі та вузли обладнання замінюються не одночасно, а послідовно, під час перерв в

роботі обладнання. Цей метод застосовують для ремонту обладнання, яке має декілька конструктивно подібних вузлів тощо.

Стендовий метод передбачає заміну обладнання іншим, яке знаходиться в робочому стані, а організація ремонту знятого з експлуатації обладнання здійснюється на спеціально облаштованих стендах. Цей метод застосовується на підприємствах, де є велика кількість переносного обладнання однакових моделей.

Метод *"проти потоку"* використовується для ремонту потокових автоматизованих ліній. Цей метод передбачає проведення ремонту окремих вузлів лінії під час її зупинки за методикою "вузлового методу". Необхідною передумовою застосування даного методу є скорочення кількості типорозмірів та базових моделей машин і агрегатів.

23.1.3 Основні нормативи системи технічного обслуговування та ремонтів і їх розрахунок

Основними нормативами системи ППР є: ремонтний цикл, структура ремонтного циклу, тривалість міжремонтного періоду, тривалість міжоглядового періоду, категорія складності ремонту, трудомісткість ремонтних робіт та інші.

Ремонтний цикл $T_ц$ (або тривалість ремонтного циклу) – це число годин операційної (тобто, безпосередньої) роботи обладнання між двома суміжними капітальними ремонтами або між введенням в експлуатацію обладнання та першим капітальним ремонтом. Ремонтний цикл $T_ц$ розраховується за формулою:

$$T_ц = A \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot ... \cdot \beta_n, \qquad (23.1)$$

де А – нормативний ремонтний цикл, годин;

β_i – коефіцієнти, які ураховують умови експлуатації обладнання та інші чинники, що впливають на інтенсивність його зношення.

Зокрема, для *металорізальних верстатів тривалість ремонтного циклу* $T_ц$ розраховується за формулою:

$$T_ц = A \cdot \beta_п \cdot \beta_м \cdot \beta_у \cdot \beta_т \text{ годин}, \qquad (23.2)$$

де А = 20000 годин (для верстатів та обладнання віком понад 20 років;

А = 23000 годин (для верстатів віком від 10 до 20 років);

А = 24000 годин (для верстатів віком менше 10 років);

$\beta_п$ – коефіцієнт, який враховує тип виробництва: для масового та великосерійного виробництва $\beta_п$=1,0, для серійного – $\beta_п$=1,3, для дрібносерійного та одиничного – $\beta_п$=1,5;

$\beta_м$ – коефіцієнт, який враховує вид матеріалу, що підлягає обробці: для конструкційної сталі $\beta_м$=1,0, для чавуну та бронзи $\beta_м$=0,8, для надміцних сталей $\beta_м$=0,7, для легких металів $\beta_м$=1,3;

$\beta_у$ – коефіцієнт, який враховує умови експлуатації обладнання: для нормальних умов $\beta_у$=1,0; при підвищеній запиленості та вологості $\beta_у$=0,7;

$\beta_т$ – коефіцієнт, який враховує масу верстата: для легких та середніх верстатів (до 10 т) $\beta_т$=1,0, для великих та тяжких (11…100 т) $\beta_т$=1,35, для особливо тяжких та унікальних (понад 100 т) $\beta_т$=1,7.

Тривалість ремонтного циклу $T_{ц(р)}$ (в роках) розраховується за формулою:

$$T_{ц(р)} = \frac{T_ц}{Д_р \cdot р \cdot T_{зм}} \text{ років}, \qquad (23.3)$$

де $Д_р$ – кількість робочих днів в році; $Д_р \approx 250$ днів;

р – число змін роботи обладнання;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, годин.

Примітка. При $Д_р$=250 днів, двозмінній роботі і тривалості зміни у 8 годин величина знаменника, тобто $(Д_р \cdot р \cdot T_{зм})$ складає приблизно 4000 годин.

Структура ремонтного циклу – це перелік та черговість проведення планових ремонтів обладнання в період між черговими капітальними ремонтами (або протягом ремонтного циклу). Наприклад, для металорізальних верстатів масою до 10 т структура ремонтного циклу передбачає проведення 6 поточних і 2 середніх ремонтів та має вигляд:

$$К – П_1 – П_2 – С_1 – П_3 – П_4 – С_2 – П_5 – П_6 – К, \qquad (23.4)$$

де К – капітальний ремонт, $П_i$ – поточні ремонти, $С_i$ – середні ремонти.

Тривалість міжремонтного періоду $T_п$ – це час операційної роботи обладнання між будь-якими суміжними плановими ремонтами. Розраховується за формулою:

$$T_п = \frac{T_ц}{n_с + n_п + 1}, \qquad (23.5)$$

де $n_с$ – кількість планових середніх ремонтів, визначених структурою ремонтного циклу;

$n_п$ – кількість планових поточних ремонтів, визначених структурою ремонтного циклу.

Тривалість міжремонтного періоду $T_п$ дорівнює *тривалості циклу технічного обслуговування* $T_{обс}$, тобто $T_п = T_{обс}$ тому, що саме під час міжремонтного періоду і відбуваються заходи з технічного обслуговування обладнання.

Як вже було зазначено вище, технічне обслуговування також має свою структуру. Оскільки основним заходом технічного обслуговування є *огляд* обладнання, то введення оглядів у структуру ремонтного циклу дає нам більш розгорнуту картину ремонтного циклу. Так, для попереднього прикладу (формула 23.4) за умови, що в кожному циклі технічного обслуговування повинен бути передбачений один огляд, структура ремонтного циклу буде мати вигляд:

$$К\text{-}О_1\text{-}П_1\text{-}О_2\text{-}П_2\text{-}О_3\text{-}С_1\text{-}О_4\text{-}П_3\text{-}О_5\text{-}П_4\text{-}О_6\text{-}С_2\text{-}О_7\text{-}П_5\text{-}О_8\text{-}П_6\text{-}О_9\text{-}К, \quad (23.6)$$

де O_i – огляди обладнання.

Тривалість міжоглядового періоду $T_{огл}$ – це тривалість між суміжними оглядами або між оглядом та найближчим ремонтом. Тривалість міжоглядового періоду розраховується за формулою:

$$T_{огл} = \frac{T_ц}{n_с + n_п + n_о + 1}, \quad (23.7)$$

де $n_о$ – число планових оглядів обладнання, визначених структурою ремонтного циклу.

Тривалість міжопераційного періоду $T_{оп}$ – це тривалість між двома суміжними операціями (заходами), які входять до складу технічного обслуговування. Тривалість міжопераційного періоду розраховується за формулою:

$$T_{оп} = \frac{T_{обс}}{n_{оп} + 1} = \frac{T_п}{n_{оп} + 1}, \quad (23.8)$$

де $T_{обс}$ – тривалість циклу технічного обслуговування, годин;

$n_{оп}$ – кількість операцій (заходів), які входять до складу технічного обслуговування для даного виду обладнання.

Категорія складності ремонту R – це ступінь складності ремонту певного виду обладнання. Категорія складності ремонту окремо визначається для механічного та електротехнічного обладнання.

Для оцінювання складності ремонту механічного обладнання один із видів обладнання приймають за еталон. Тривалий час в *машинобудуванні* еталоном вважався токарно-гвинторізний верстат 1К62 з висотою центрів 200 мм та відстанню між центрами 1000 мм. Для цього верстата була встановлена категорія складності ремонту механічної частини $11R_м$. Звідси за одиницю виміру обсягу ремонтних робіт була прийнята умовна ремонтна

одиниця, яка дорівнювала 1/11 витрат робочого часу на проведення капітального ремонту саме цього верстата.

Еталоном для *електротехнічного обладнання* був взятий асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором в захищеному виконанні потужністю 0,6 кВт. Категорія складності ремонту цього двигуна була визначена в одну ремонтну одиницю, тобто в $1R_e$.

В наш час за *одиницю ремонтної складності* $R_м$ *механічної частини* обладнання прийнята ремонтна складність умовного обладнання, трудомісткість капітального ремонту якого складає (за певних умов) 50 годин. За *одиницю ремонтної складності* R_e *електричної частини* обладнання прийнята ремонтна складність умовного обладнання, трудомісткість капітального ремонту якого складає 12,5 години.

В результаті, *категорія складності ремонту* механічної та електричної частини будь-якого обладнання визначається кількістю одиниць ремонтної складності, яка присвоєна кожному виду обладнання. Наприклад, це можуть бути значення: $12R_м$ та $8R_e$, $7R_м$ та $2R_e$ тощо.

Трудомісткість ремонтних робіт $ТР_ц$ (в нормо-годинах), які потрібно виконати для одиниці обладнання *протягом його ремонтного циклу*, розраховується за формулою:

$$ТР_ц = (t_к + n_с \cdot t_с + n_п \cdot t_п + n_о \cdot t_о) \cdot R_{м(е)}, \qquad (23.9)$$

де $t_к$, $t_с$, $t_п$, $t_о$, – загальна норма ремонтних робіт для виконання відповідно капітальних, середніх, поточних ремонтів та оглядів в розрахунку на одну одиницю ремонтної складності, нормо-годин;

$n_с$, $n_п$, $n_о$, – кількість відповідно середніх, поточних ремонтів та оглядів, які здійснюються протягом ремонтного циклу;

$R_{м(е)}$ – кількість одиниць ремонтної складності механічної (або електричної) частини даного обладнання.

Примітка. Для підприємств машинобудування $t_с=(0{,}56…0{,}6)t_к$, а $t_п=(0{,}18…0{,}2)t_к$ [1, С. 386].

Середньорічна трудомісткість ремонтних робіт $ТР_р$ (в нормо-годинах), які потрібно виконати ремонту для одиниці обладнання, розраховується за формулою:

$$ТР_р = \frac{ТР_ц}{Т_{ц(р)}}, \qquad (23.10)$$

де $Т_{ц(р)}$ – тривалість ремонтного циклу (в роках).

Загальна трудомісткість ремонтних робіт $ТР_ц^{заг}$ (в нормо-годинах), які потрібно виконати *протягом ремонтного циклу для всього обладнання*, яке є на підприємстві, розраховується за формулою:

$$ТР_ц^{заг} = \sum_{i=1}^{m} (t_к + n_с \cdot t_с + n_п \cdot t_п + n_о \cdot t_о) \cdot R_{м(е)i}, \qquad (23.11)$$

де m – кількість одиниць обладнання;

$R_{м(е)i}$ – кількість одиниць ремонтної складності механічної (або електричної) частини *і*-ої одиниці обладнання.

Загальна середньорічна трудомісткість ремонтних робіт $ТР_р^{заг}$ (в нормо-годинах), які потрібно виконати *для всього обладнання*, яке є на підприємстві, розраховується за формулою:

$$ТР_р^{заг} = \sum_{i=1}^{m} ТР_{р(i)}, \qquad (23.12)$$

де $ТР_{р(i)}$ – середньорічна трудомісткість ремонтних робіт, які потрібно виконати для обладнання *і*-го виду, нормо-годин.

Примітка. Якщо трудомісткість ремонтних робіт потрібно визначити за їх видами, наприклад, *визначити трудомісткість слюсарних, верстатних робіт* тощо, то для розрахунку використовують формули (23.9…23.12) за тим винятком, що замість загальних норм ремонтних робіт $t_к$, $t_с$, $t_п$, $t_о$ в розрахунку на одну одиницю ремонтної складності *підставляють норми* виконання тих видів робіт, які нас цікавлять. Приблизні загальні норми часу виконання ремонтних робіт та технічного обслуговування та норми часу за видами робіт в розрахунку на одну одиницю ремонтної складності наведені в таблиці 23.1.

Таблиця 23.1 – Норми часу на виконання ремонтних робіт та технічного обслуговування на одну одиницю ремонтної складності, н.-годин

Види ремонту	Слюсарні роботи	Верстатні роботи	Інші роботи	Всього
Промивання як самостійна операція	0,35	-	-	0,35
Перевірка на точність як самостійна операція	0,4	-	-	0,4
Огляд	0,75	0,1	-	0,85
Поточний	4,0	2,0	0.1	6,1
Середній	16,0	7,0	0,5	23,5
Капітальний	23,0	10,0	2,0	35,0

Трудомісткість робіт певного виду з технічного обслуговування $ТР_{обсл(i)}$ (окрім витрат часу на огляди), які потрібно виконати на підприємстві *протягом року для одиниці обладнання*, розраховується за формулою:

$$ТР_{обсл(i)} = \frac{Ф_е \cdot р}{Н_{обсл(i)}} \cdot R_{м(е)}, \qquad (23.13)$$

де $Ф_е$ – ефективний фонд часу роботи одного робітника протягом року, годин; $Ф_е$ = 1750…1850 годин;

р – кількість змін;

$R_{м(е)}$ – кількість одиниць ремонтної складності механічної (або електричної) частини даного обладнання;

$Н_{обсл(і)}$ – норма обслуговування ремонтних одиниць при виконанні певного виду робіт.

Норма обслуговування визначається для верстатних $Н_{обсл(в)}$, слюсарних $Н_{обсл(сл)}$, змащувальних $Н_{обсл(з)}$ і шорних $Н_{обсл(ш)}$ робіт в ремонтних одиницях (р.о.). За нормативними документами системи ППР $Н_{обсл(в)}$=1650 р.о., $Н_{обсл(сл)}$=500 р.о., $Н_{обсл(з)}$=1000 р.о., $Н_{обсл(ш)}$ = 3390 р.о. [8, С. 106].

Трудомісткість всіх робіт з технічного обслуговування $ТР_{обсл}$ (окрім витрат часу на огляди), які потрібно виконати на підприємстві *протягом року для одиниці обладнання*, розраховується за формулою:

$$ТР_{обсл} = ТР_{обсл(сл)}+ТР_{обсл(в)}+ТР_{обсл(з)}+ТР_{обсл(ш)}, \qquad (23.14)$$

де $ТР_{обсл(сл)}$ – трудомісткість слюсарних робіт, які виконуються протягом року для одиниці обладнання, н.-годин;

$ТР_{обсл(в)}$ – трудомісткість верстатних робіт, які виконуються протягом року для одиниці обладнання, н.-годин;

$ТР_{обсл(з)}$ – трудомісткість змащувальних робіт, які виконуються протягом року для одиниці обладнання, н.-годин;

$ТР_{обсл(ш)}$ – трудомісткість шорних робіт, які виконуються протягом року для одиниці обладнання, н.-годин.

Загальна трудомісткість певного виду робіт з технічного обслуговування $ТР^{заг}_{обсл(і)}$ (окрім витрат часу на огляди), які потрібно виконати на підприємстві *протягом року для всього обладнання*, розраховується за формулою:

$$ТР^{заг}_{обсл(і)} = \sum_{i=1}^{m} \frac{Ф_е \cdot р}{Н_{обсл(і)}} \cdot R_{м(е)і}, \qquad (23.15)$$

де m – кількість одиниць обладнання;

$R_{м(е)і}$ – кількість одиниць ремонтної складності механічної (або електричної) частини *і*-ої одиниці обладнання.

Загальна трудомісткість всіх робіт з технічного обслуговування $ТР^{заг}_{обсл}$ (окрім витрат часу на огляди), які потрібно виконати на підприємстві *протягом року для всього обладнання*, розраховується за формулою:

$$ТР^{заг}_{обсл} = ТР^{заг}_{обсл(сл)} + ТР^{заг}_{обсл(в)} + ТР^{заг}_{обсл(з)} + ТР^{заг}_{обсл(ш)}, \qquad (23.16)$$

де $ТР^{заг}_{обсл(сл)}$ – трудомісткість слюсарних робіт з технічного обслуговування, які виконуються протягом року для всього обладнання, нормо-годин;

$ТР^{заг}_{обсл(в)}$ – трудомісткість верстатних робіт з технічного обслуговування, які виконуються протягом року для всього обладнання, нормо-годин;

$ТР^{заг}_{обсл(з)}$ – трудомісткість змащувальних робіт з технічного обслуговування, які виконуються протягом року для всього обладнання, нормо-годин;

$ТР^{заг}_{обсл(ш)}$ – трудомісткість шорних робіт з технічного обслуговування, які виконуються протягом року для всього обладнання, нормо-годин.

Кількість слюсарів $К_{сл}$, потрібних для виконання протягом року слюсарних ремонтних робіт та проведення відповідного технічного обслуговування всього обладнання, яке є на підприємстві, розраховується за формулою:

$$К_{сл} = \frac{ТР^{заг}_{р(сл)} + ТР^{заг}_{обсл(сл)}}{Ф_{е} \cdot К_{н}}, \qquad (23.17)$$

де $ТР^{заг}_{р(сл)}$ – загальна середньорічна трудомісткість слюсарних ремонтних робіт, які потрібно виконати *для всього обладнання*, яке є на підприємстві, нормо-годин;

$ТР^{заг}_{обсл(сл)}$ – загальна трудомісткість слюсарних робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати на підприємстві *протягом року для всього обладнання*, нормо-годин;

$К_{н}$ – коефіцієнт виконання норм часу, $К_{н} = 1{,}02…1{,}1$.

Примітка. Аналогічним способом розраховується кількість верстатників, змащувальників тощо, потрібних протягом року для виконання ремонтних робіт та технічного обслуговування всього обладнання.

Кількість верстатів $С_{в}$, потрібних для виконання протягом року робіт з ремонту та технічного обслуговування всього обладнання, яке є на підприємстві, розраховується за формулою:

$$С_{в} = \frac{ТР^{заг}_{р(в)} + ТР^{заг}_{обсл(в)}}{F_{е} \cdot р \cdot К_{н}}, \qquad (23.18)$$

де $ТР^{заг}_{р(в)}$ – загальна середньорічна трудомісткість верстатних ремонтних робіт, які потрібно виконати *для всього обладнання*, яке є на підприємстві, нормо-годин;

$ТР^{заг}_{обсл(в)}$ – загальна трудомісткість верстатних робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати на підприємстві *протягом року для всього обладнання*, нормо-годин;

$F_{е}$ – ефективний фонд часу роботи одиниці обладнання протягом року, годин; $F_{е} = 1750…1850$ годин.

Щорічна потреба підприємства в певному виді матеріалу $Q_{м(і)}$, який необхідний для здійснення ремонтів та технічного обслуговування всього обладнання, яке є на підприємстві, розраховується за формулою:

$$Q_{м(і)} = \lambda \cdot Н_{м(і)} \cdot [\sum R_к + \alpha \sum R_с + \beta \sum R_п], \qquad (23.19)$$

де λ – коефіцієнт, який враховує витрати даного матеріалу на огляди та технічне обслуговування, λ=1,12…1,15;

$Н_{м(і)}$ – норма витрат даного матеріалу на здійснення капітального ремонту обладнання, яке має одну ремонтну одиницю, кг/р.о.;

α – коефіцієнт, який характеризує співвідношення витрат даного матеріалу на середній ремонт відносно капітального; α=0,6;

β – коефіцієнт, який характеризує співвідношення витрат даного матеріалу на поточний ремонт відносно капітального; β=0,2;

$\sum R_к$ – кількість ремонтних одиниць всього обладнання, яке підлягає капітальному ремонту протягом року; р.о.;

$\sum R_с$ – кількість ремонтних одиниць всього обладнання, яке підлягає середньому ремонту протягом року; р.о.;

$\sum R_п$ – кількість ремонтних одиниць всього обладнання, яке підлягає поточному ремонту протягом року; р.о.

Загальна щорічна потреба підприємства в усіх видах матеріалів $Q_м$, які необхідні для здійснення ремонтів та технічного обслуговування всього обладнання, яке є на підприємстві, розраховується за формулою:

$$Q_м = \sum_{1}^{n} Q_{м(і)}, \qquad (23.20)$$

де $Q_{м(і)}$ – щорічна потреба підприємства в *і*-му виді матеріалу, кг;

n – кількість видів матеріалу.

Загальна щорічна потреба підприємства в усіх видах матеріалів $Q_м$, які необхідні для здійснення ремонтів та технічного обслуговування всього обладнання, яке є на підприємстві, може бути розрахована *за спрощеною методикою*. Ця методика передбачає, що річні витрати матеріалів на 1 верстат, зайнятий на ремонтних роботах, складають в середньому 10 тонн.

Тоді:

$$Q_м = 10 \cdot С_в, \qquad (23.21)$$

де $С_в$ – кількість верстатів, які щорічно зайняті в ремонтних роботах та технічному обслуговуванні.

23.2 Завдання для самостійного виконання

В таблиці 23.2 наведені дані щодо 44 моделей (видів) верстатів, які встановлені в цеху. Ці дані охоплюють модель верстата; категорію ремонтної складності механічної частини $R_м$; структуру ремонтного циклу, тобто визначену кількість капітальних $n_к$, середніх $n_с$, поточних $n_п$ ремонтів та оглядів $n_о$, які потрібно зробити протягом ремонтного циклу згідно з при-

йнятою системою ППР, а також величину нормативного ремонтного циклу А (в годинах).

Таблиця 23.2 – Дані моделей (видів) верстатів, які встановлені в цеху

Номер верс-тата	Модель (вид) верстата	Категорія ремонтної складності $R_м$	Кількість ремонтів та оглядів протягом ремонтного циклу				А, годин
			$n_к$	$n_с$	$n_п$	$n_о$	
1	1К62	11,0	1	2	6	9	24000
2	1К62Б	12,5	1	2	9	12	23000
3	1К62Д	14,5	1	2	12	15	22000
4	1М63М	13,0	1	3	8	12	23500
5	1М63Б	14,0	1	3	12	16	22500
6	1М65	16,5	1	3	16	20	21500
7	1М42Б	17,5	1	2	6	9	22000
8	1А124М	14,5	1	2	9	12	20000
9	1А136МЦ	14,0	1	2	12	15	19500
10	1Г140П	17,5	1	3	8	12	24000
11	1Д112	18,0	1	3	12	16	23000
12	1Е125	15,5	1	3	16	20	22000
13	1Б265НП-8К	50,0	1	4	10	15	23500
14	1Б290НП-6К	41,0	1	4	15	20	22500
15	692Р-1	12,5	1	2	6	9	21500
16	ГФ2380	13,0	1	2	9	12	22000
17	6Н13Ц	14,0	1	2	12	15	20000
18	6Т82Г-1	12,5	1	3	8	12	19500
19	6Р83Г	11,0	1	3	12	16	18000
20	6Т83Г-1	11,5	1	3	16	20	17500
21	2С132	9,5	1	2	6	9	17000
22	2Г125	4,5	1	2	9	12	24000
23	2Н135-1	6,0	1	2	12	15	23000
24	КД-26	5,5	1	3	8	12	22000
25	2К52	7,0	1	3	12	16	23500
26	2М55	20,0	1	3	16	20	22500
27	2А576	17,5	1	4	10	15	21500
28	3У10В	15,5	1	4	15	20	22000
29	3У10А	19,5	1	2	6	9	20000
30	3М195	38,5	1	2	9	12	19500
31	3Е711В-1	15,0	1	2	12	15	18000
32	3Е711ВФ-1	17,5	1	3	8	12	18500
33	3К225В	17,5	1	3	12	16	24000
34	3К225А	16,5	1	3	16	20	23000
35	3К227В	12,5	1	2	6	9	22000
36	3Е642	10,0	1	2	9	12	23500
37	3Е642Е	12,5	1	2	12	15	22500
38	2620В	28,0	1	3	8	12	21500
39	2620Г	18,0	1	3	12	16	22000
40	7Б64	17,5	1	3	16	20	20000
41	7Б67	24,5	1	4	10	15	19500
42	8Г662	16,0	1	4	15	20	19000
43	8Г681	17,5	1	2	12	15	18000
44	8Б66	8,0	1	3	8	12	17000

В таблиці 23.3 наведені дані щодо того, які саме моделі (види) верстатів знаходяться на виробничій дільниці цеху і які потрібно взяти для аналізу. *При цьому врахувати, що верстатів кожної моделі на дільниці установлено по 30 одиниць*. Окрім того наведені інші дані, що відповідають нормативам системи ППР.

Таблиця 23.3 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Номери верстатів, які утворюють дільницю	$\beta_п$	$\beta_м$	$\beta_у$	$\beta_т$	$Д_р$, дні	р	$Т_{зм}$ годин	$Ф_е$, годин	$F_е$, годин	$К_н$	$Н_м$ кг
1	1,2,3,4,5	1	1	1	1	250	1	8	1750	1760	1,1	14
2	3,4,5,6,7	1,3	0,8	1	1,4	251	2	8,1	1751	1765	1,01	13
3	5,6,7,8,9	1,5	0,7	0,7	1,7	253	3	8,12	1752	1770	1,03	12
4	7,8,9,10,11	1	1,3	1	1,2	253	2	8,05	1754	1775	1,05	11
5	9,10,11,12,13	1,3	1	1	1,1	254	1	8,06	1755	1780	1,07	10
6	11,12,13,14,15	1,5	0,8	0,7	1	255	2	8,07	1756	1785	1,09	9
7	13,14,15,16,17	1	0,7	1	1,4	256	3	8,08	1758	1790	1,08	8
8	15,16,17,18,19	1,3	1,3	1	1,7	257	2	8,09	1760	1795	1,06	9
9	17,18,19,20,21	1,5	1	0,7	1,2	258	1	8,1	1765	1750	1,04	10
10	19,20,21,22,23	1	0,8	1	1,1	259	1	8	1770	1751	1,02	11
11	21,22,23,24,25	1,3	0,7	1	1	260	2	8,1	1775	1752	1,1	12
12	23,24,25,26,27	1,5	1,3	0,7	1,4	250	3	8,12	1780	1754	1,01	13
13	25,26,27,28,29	1	1	1	1,7	251	3	8,05	1785	1755	1,03	14
14	27,28,29,30,31	1,3	0,8	1	1,2	253	2	8,06	1790	1756	1,05	15
15	29,30,31,32,33	1,5	0,7	0,7	1,1	253	1	8,07	1795	1758	1,07	16
16	31,32,33,34,35	1	1,3	1	1	254	1	8,08	1750	1760	1,09	14
17	33,34,35,36,37	1,3	1	1	1,4	255	2	8,09	1751	1765	1,08	13
18	35,36,37,38,39	1,5	0,8	0,7	1,7	256	2	8,1	1752	1770	1,06	12
19	37,38,39,40,41	1	0,7	1	1,2	257	3	8	1754	1775	1,04	11
20	39,40,41,42,43	1,3	1,3	1	1,1	258	2	8,1	1755	1780	1,02	10
21	41,42,43,44,1	1,5	1	0,7	1	259	2	8,12	1756	1785	1,1	9
22	1,4,8,12,18	1	0,8	1	1,4	260	1	8,05	1758	1790	1,01	8
23	2,10,20,30,40	1,3	0,7	1	1,7	250	2	8,06	1760	1795	1,03	9
24	3,6,13,17,21	1,5	1,3	0,7	1,2	251	2	8,07	1765	1750	1,05	10
25	5,12,19,31,41	1	1	1	1,1	253	2	8,08	1770	1751	1,07	11
26	6,14,18,25,29	1,3	0,8	1	1	253	3	8,09	1775	1752	1,09	12
27	7,16,31,35,39	1,5	0,7	0,7	1,4	254	2	8,1	1780	1754	1,08	13
28	9,14,27,36,44	1	1,3	1	1,7	255	3	8,15	1785	1755	1,06	14
29	10,14,22, 28,37	1,3	1	1	1,2	256	2	8	1790	1756	1,04	15
30	11,21,31,41,7	1,5	0,8	0,7	1,1	257	3	8,1	1795	1758	1,02	16

Керуючись даними таблиць 23.2 та 23.3, потрібно:

1. Виписати дані верстатів, які утворюють виробничу дільницю.

2. За формулою (23.2) розрахувати ремонтний цикл (в годинах) для кожного виду обладнання, що встановлено на дільниці.

3. За формулою (23.3) розрахувати ремонтний цикл (в роках) для кожного виду обладнання, що встановлено на дільниці.

4. За формулами (23.5) та (23.7) розрахувати (в годинах та в роках) тривалість міжремонтного періоду та тривалість міжоглядового періоду для кожного виду обладнання, що встановлено на дільниці.

5. За формулою (23.9) розрахувати трудомісткість ремонтних робіт (в нормо-годинах) для одиниці кожного виду обладнання, яке встановлено на дільниці. Норми витрат часу взяти з таблиці 23.1.

6. За формулою (23.10) розрахувати середньорічну трудомісткість ремонтних робіт (в нормо-годинах), які потрібно виконати для одиниці кожного виду обладнання, що встановлено на дільниці.

7. За формулою (23.11) розрахувати загальну трудомісткість ремонтних робіт (в нормо-годинах), які потрібно виконати протягом ремонтного циклу для всього обладнання, що встановлено на дільниці.

При виконанні пп. 7, 8, 9, 12 та 13 враховувати, що на дільниці установлено по 30 одиниць кожного виду обладнання.

8. За формулою (23.12) розрахувати загальну середньорічну трудомісткість ремонтних робіт (в нормо-годинах), які потрібно виконати для всього обладнання, що встановлено на дільниці.

9. Керуючись формулами (23.9…23.12), розрахувати загальну середньорічну трудомісткість *слюсарних* та *верстатних* робіт (в нормо-годинах), які потрібно виконати для всього обладнання, що встановлено на дільниці.

10. Керуючись формулою (23.13), розрахувати трудомісткість (в нормо-годинах) верстатних, слюсарних, змащувальних і шорних робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати протягом року для одиниці кожного виду обладнання. Норми обслуговування наведені в табл. 23.1.

11. Керуючись формулою (23.14), розрахувати трудомісткість (в нормо-годинах) всіх робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати протягом року для одиниці кожного виду обладнання.

12. Керуючись формулою (23.15), розрахувати загальну трудомісткість (в нормо-годинах) верстатних, слюсарних, змащувальних та шорних робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати протягом року для всього обладнання, що встановлено на дільниці.

13. Керуючись формулою (23.16), розрахувати загальну трудомісткість (в нормо-годинах) всіх робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати протягом року для всього обладнання, що встановлено на дільниці.

14. Керуючись формулою (23.17), розрахувати загальну кількість слюсарів, верстатників, змащувальників та шорників, потрібних протягом року для виконання ремонтних робіт та технічного обслуговування всього обладнання, що встановлено на дільниці.

Примітка. При розрахунку кількості змащувальників та шорників врахувати, що вони виконують роботи тільки з технічного обслуговування всього обладнання, а ремонтні роботи – не виконують.

15. Керуючись формулою (23.18), розрахувати кількість верстатів, які потрібні протягом року для виконання робіт з ремонту та технічного обслуговування всього обладнання, що встановлено на дільниці.

16. Розрахувати кількість ремонтних одиниць всього обладнання, яке встановлено на дільниці і яке підлягає капітальному, середньому та поточному ремонтам протягом року. Для цього:

а) керуючись заданими в таблиці 23.2 структурою ремонтного циклу та категорією ремонтної складності обладнання, визначити для одиниці кожного виду обладнання, яке встановлено на дільниці, кількість ремонтних одиниць, які відповідають капітальному, середньому та поточному ремонтам, що здійснюються *протягом всього ремонтного циклу*, визначеного для цього виду обладнання;

б) для одиниці кожного виду обладнання, яке встановлено на дільниці, визначити *середньорічну* кількість ремонтних одиниць, які відповідають капітальному, середньому та поточному ремонтам, що здійснюються *протягом року*. Для цього значення ремонтних одиниць, отримані в п. 16.а, розділити на тривалість ремонтного циклу (в роках) цього виду обладнання, розрахованого в п. 3;

в) визначити кількість ремонтних одиниць, які відповідають капітальному, середньому та поточному ремонтам, що здійснюються *протягом року над всім обладнанням, яке встановлено на дільниці,* тобто отримати значення: $\sum R_к$, $\sum R_с$ та $\sum R_п$.

При виконанні п. 16.в враховувати, що на дільниці встановлено по 30 одиниць кожного виду обладнання.

17. Керуючись формулою (23.19), розрахувати щорічну потребу підприємства в матеріалі, який потрібний для здійснення ремонтів та технічного обслуговування всього обладнання, що встановлено на дільниці.

18. Зробити висновки.

23.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Суть та завдання ремонтного господарства підприємства.
2. Дайте характеристику основним підрозділам організаційно-виробничої структури ремонтного господарства підприємства.
3. Назвіть основні схеми організації та проведення на підприємствах ремонтних робіт та дайте їм характеристику.
4. Охарактеризуйте суть та значення систем планово-попереджувальних ремонтів, які запроваджуються на підприємствах. З який складових складається системи ППР?
5. Дайте означення поняття “технічне обслуговування”. Назвіть основні комплекси технічного обслуговування та дайте їм характеристику.
6. Дайте означення поняття “ремонт обладнання”. Назвіть основні види ремонтів та дайте їм характеристику.
7. Зробіть порівняльний аналіз існуючих систем ППР. За яких умов застосовується кожна з цих систем?
8. Дайте характеристику прогресивних форм і методів здійснення ремонтних робіт, що існують на підприємствах.

9. Дайте характеристику понять “ремонтний цикл”, “міжремонтний період”, “міжоглядовий період”. Як розраховуються ці показники?

10. Дайте означення поняття “структура ремонтного циклу”.

11. Охарактеризуйте поняття “категорія ремонтної складності обладнання”. Як визначається ремонтна складність механічного та електричного обладнання?

12. Як розраховується трудомісткість ремонтних робіт за видами та загальна для одиниці обладнання? Які дані для розрахунку трудомісткості ремонтних робіт потрібно знати?

13. Як розраховується щорічна потреба матеріалів, необхідних для виконання ремонтних робіт та технічного обслуговування обладнання, яке встановлено на підприємстві?

23.4 Задачі для розв’язування

1. На підприємстві встановлено 50 однотипних верстатів, які мають загальну категорію (кількість) ремонтної складності механічної частини 800. Нормативний ремонтний цикл роботи кожного із верстатів визначений в 24000 годин. Коефіцієнти, які враховують умови експлуатації та інші чинники, дорівнюють 1. Структура ремонтного циклу кожного з верстатів передбачає проведення 2-х середніх і 6-ти поточних ремонтів, а також 9-ти оглядів. Протягом року цех працює 250 днів по 3 зміни. Тривалість зміни 8 годин.

Розрахувати для кожного із верстатів тривалість ремонтного циклу (в годинах та роках), тривалість міжремонтного та міжоглядового періоду (в годинах та роках).

2. На підприємстві встановлено 50 однотипних верстатів, які мають загальну категорію (кількість) ремонтної складності механічної частини 800. Структура ремонтного циклу кожного з верстатів передбачає проведення 2-х середніх ремонтів, 6-ти поточних ремонтів та 9-ти оглядів. Тривалість ремонтного циклу для кожного із верстатів дорівнює 24000 годин, що складає 4 роки.

Розрахувати трудомісткість слюсарних та верстатних ремонтних робіт для кожного із верстатів, а також загальну трудомісткість ремонтних робіт, які потрібно виконати протягом ремонтного циклу для одного верстата та для всіх верстатів. Норми ремонтних робіт в розрахунку на одну ремонтну одиницю наведені в таблиці 23.1.

3. На підприємстві встановлено 50 однотипних верстатів, які мають загальну категорію (кількість) ремонтної складності механічної частини 800. Структура ремонтного циклу кожного з верстатів передбачає проведення 2-х середніх ремонтів, 6-ти поточних ремонтів та 9-ти оглядів. Три-

валість ремонтного циклу для кожного із верстатів дорівнює 24000 годин або 6 років.

Розрахувати середньорічну трудомісткість слюсарних та верстатних ремонтних робіт для кожного із верстатів, середньорічну трудомісткість всіх ремонтних робіт для кожного із верстатів, середньорічну трудомісткість слюсарних і верстатних ремонтних робіт для всіх верстатів та середньорічну трудомісткість всіх ремонтних робіт для всіх верстатів. Норми ремонтних робіт в розрахунку на одну ремонтну одиницю наведені в таблиці 23.1.

4. На підприємстві встановлено 50 однотипних верстатів, які мають загальну категорію (кількість) ремонтної складності механічної частини 800. Структура ремонтного циклу кожного з верстатів передбачає проведення 2-х середніх ремонтів, 6-ти поточних ремонтів та 9-ти оглядів. Норма обслуговування ремонтних одиниць при здійсненні технічного обслуговування складає: для слюсарних робіт – 500 р.о., верстатних – 1650 р.о., змащувальних – 1000 р.о., шорних – 3390 р.о. Цех працює в дві зміни, ефективний фонд часу роботи одного ремонтного робітника 1800 годин на рік.

Розрахувати загальну трудомісткість слюсарних, верстатних, змащувальних та шорних робіт, які потрібно виконати на підприємстві протягом року для всіх верстатів, а також загальну трудомісткість всіх робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати на підприємстві протягом року для всіх верстатів.

5. На підприємстві установлено 100 однотипних верстатів, які мають загальну категорію (кількість) ремонтної складності механічної частини 1500. Структура ремонтного циклу кожного з верстатів передбачає проведення 2-х середніх ремонтів, 6-ти поточних ремонтів та 9-ти оглядів. Тривалість ремонтного циклу дорівнює 24000 годин, що складає 4 роки. Норма часу на виконання ремонтних робіт в розрахунку на одну ремонтну одиницю наведені в таблиці 23.1. Норма обслуговування ремонтних одиниць при здійсненні робіт з технічного обслуговування складає: для слюсарних робіт – 500 р.о., верстатних робіт – 1650 р.о. Цех працює в дві зміни, ефективний фонд часу роботи одного ремонтного робітника 1750 годин на рік. Коефіцієнт виконання норм виробітку, що планується, дорівнює 1,1.

Розрахувати кількість слюсарів та верстатників, які потрібні для здійснення протягом року слюсарних і верстатних ремонтних робіт та слюсарних і верстатних робіт з технічного обслуговування всіх верстатів, які є на підприємстві.

6. На підприємстві встановлено 100 одиниць однотипного обладнання, яке має загальну категорію (кількість) ремонтної складності механічної частини 2000. Структура ремонтного циклу кожної одиниці обладнання передбачає проведення 3-х середніх, 8-ти поточних ремонтів та 12-ти огля-

дів. Тривалість ремонтного циклу дорівнює 24000 годин або 4 роки. Норми часу на виконання ремонтних робіт в розрахунку на одну ремонтну одиницю наведені в таблиці 23.1. Норма обслуговування ремонтних одиниць при здійсненні робіт з технічного обслуговування складає для верстатних робіт 1650 р.о. Цех працює в дві зміни. Ефективний фонд часу роботи одного ремонтного робітника 1750 годин на рік. Ефективний фонд часу роботи одиниці обладнання дорівнює 1800 годин на рік. Коефіцієнт виконання норм виробітку, що планується, дорівнює 1,05.

Розрахувати кількість верстатників, які потрібні для здійснення протягом року верстатних ремонтних робіт та верстатних робіт з технічного обслуговування всього обладнання, яке є на підприємстві, а також кількість верстатів, які потрібно задіяти на підприємстві для виконання завдань з ремонту та технічного обслуговування всього наявного обладнання.

7. На підприємстві встановлено 100 одиниць однотипного обладнання, яке має загальну категорію (кількість) ремонтної складності механічної частини 2000. Протягом року на підприємстві в середньому здійснюється 20 капітальних, 70 середніх та 200 поточних ремонтів. Норма витрат матеріалу на здійснення капітального ремонту обладнання, яке має одну ремонтну одиницю, складає 12 кг.

Розрахувати щорічну потребу підприємства в матеріалі (в кг) даного виду, необхідного для проведення ремонтів та технічного обслуговування всього обладнання.

8. Середньорічна трудомісткість верстатних ремонтних робіт на підприємстві складає 500 000 нормо-годин, а загальна трудомісткість верстатних робіт з технічного обслуговування, які потрібно виконати протягом року, дорівнює 100 000 нормо-годин. Ефективний фонд часу роботи одиниці ремонтного обладнання – 1800 годин. Число змін роботи на підприємстві – 3. Коефіцієнт виконання норм часу – 1,1.

Розрахувати кількість верстатів, які потрібно мати на підприємстві для здійснення ремонтних робіт, а також щорічну потребу в матеріалах всіх видів. Розрахунок зробити спрощеним способом.

23.5 Відповіді на задачі

1. 24000 годин або 4 роки; 2667 годин або 0,44 року; 1333 годин або 0,22 року.
2. 1372; 590,4; 2020; 68600; 29520 та 101000 н.-годин.
3. 228,7; 98,4; 336,7; 11434; 4920 та 16834 н.-годин.
4. 5760; 1745,5; 2880; 849,5 та 11235 н.-годин.
5. 22 слюсарі та 9 верстатників.
6. 16 верстатників та 8 верстатів.
7. 27417,6 кг.
8. 101 верстат та 1010 тонн.

24

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: "Організація транспортного господарства підприємства"

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання з організації транспортного господарства на підприємствах та розвинути практичні навички з проведення розрахунків його основних показників.

24.1 Теоретична частина

Транспортне господарство підприємства – це сукупність підрозділів та транспортних засобів, які здійснюють перевезення сировини, напівфабрикатів, матеріалів, обладнання, інструментів тощо як всередині підприємства, так і за його межами, а також відвантаження готової продукції споживачам. *Значення* транспортного господарства на сучасному підприємстві не обмежується простим переміщенням вантажів, а має важливе організуюче значення. Транспортні операції часто переплітаються з технологічними, забезпечуючи ритмічний хід виробничого процесу. Окрім того, рівень організації транспортного господарства суттєво впливає на ефективність функціонування підприємств, оскільки витрати на утримання транспортного господарства добігають 5…8% собівартості продукції, що випускається.

До *основних задач* транспортного господарства відносяться:

- швидке переміщення предметів праці, палива і готової продукції у відповідності з вимогами виробничого процесу;
- ефективне використання транспортних засобів та праці транспортних робітників;
- механізація вантажно-розвантажувальних робіт;
- зниження собівартості транспортних операцій;
- забезпечення узгодженості технологічних та транспортних операцій;
- постійна підтримка транспортних засобів в робочому стані тощо.

Загальне керівництво транспортним господарством підприємства здійснює *транспортний відділ*. Він планує обсяг перевезень і навантажувально-розвантажувальних робіт, керує експлуатацією транспортних засобів, організує їх ремонт тощо.

Транспортні засоби, які є на підприємствах, можуть бути класифіковані за такими ознаками.

1. *За територіальною ознакою, тобто за місцем виконання* транспортних операції, транспорт поділяється на зовнішній, міжцеховий та внутрішньоцеховий. *Зовнішній* транспорт забезпечує зв'язок підприємства із залізничними станціями, з іншими підприємствами, зі складами постачальників тощо. Це – електровози, вагони, цистерни, контейнери, автомобілі,

тягачі, крани тощо. *Міжцеховий* транспорт слугує для переміщення вантажів територією підприємства між його окремими цехами, цехами і складами тощо. Це – автомобілі, контейнери, електрокари, автокари, автонавантажувачі, штабелери, міжетажні ліфти, конвеєри, монорельси тощо. *Внутрішньоцеховий транспорт* призначений для виконання транспортних операцій в межах окремих цехів, дільниць, складів тощо, забезпечує переміщення предметів праці між робочими місцями, агрегатами, обладнанням відповідно до ходу технологічного процесу. Це – візки різних видів, електрокари, автокари, автонавантажувачі, штабелери, мостові крани, лебідки, пневматичні підйомники, конвеєри різних видів, скати, спуски тощо.

2. *За видом* – транспорт буває залізничний, річковий, автомобільний, авіаційний, нафтогінний, пневматичний, механічний тощо.

3. *За характером дії* – транспорт поділяється на транспорт періодичної та безперервної дії.

4. *За напрямком переміщення вантажів* та транспортних засобів – транспорт поділяється на стаціонарний та пересувний. До *стаціонарних* відносяться транспортні засоби, за допомогою яких вантажі переміщуються в певному горизонтальному, вертикальному або похилому напрямках, а самі транспортні засоби займають стаціонарне положення. Це – конвеєри, транспортери різних видів тощо. До *пересувних* відносяться транспортні засоби, за допомогою яких вантажі переміщуються в горизонтальному або вертикальному напрямках за умови, що самі транспортні засоби також можуть переміщуватись територією підприємства, цеху тощо.

5. *За участю робітників в управлінні* – транспортні засоби поділяються на такі, що: а) безпосередньо управляються робітниками, б) з дистанційним управлінням, в) безлюдні. Транспортні засоби, які *безпосередньо управляються робітниками*, це – автомобілі, автокари тощо. Транспортні засоби з *дистанційним управлінням* – це такі засоби, якими можна керувати на відстані за допомогою сучасних комунікаційних засобів (радіозв'язок, телебачення тощо). *Безлюдні* – це такі транспортні засоби, які діють автономно на основі застосування відповідного програмного забезпечення та комп'ютерної техніки. Це – роботи різних видів, автоматизовані конвеєри тощо.

В основі організації перевезень вантажів на підприємстві та його окремих цехів, дільниць, складів тощо лежать поняття *вантажооборот* та *вантажопотік*.

Вантажооборот – це загальна кількість вантажів, які переміщуються територією підприємства та поза його межами за певну одиницю часу, наприклад, протягом року, місяця, доби тощо. Вантажооборот є сумою окремих вантажопотоків. *Вантажопотік* – це кількість вантажів, які переміщуються між двома суміжними пунктами в одному напрямку за одиницю часу, наприклад, протягом року, місяця, доби тощо. Вантажопотоки визначаються ходом технологічного процесу, виробничими планами підрозділів та підприємства тощо.

Найкраще транспортне обслуговування виробництва та раціональне завантаження транспортних засобів досягаються при рівномірному вантажообороті. На практиці цього досягти дуже складно, а часом і неможливо. Врахування цієї обставини здійснюється за допомогою *коефіцієнта нерівномірності* $К_н$, який характеризує певну нерівномірність надходження вантажів або їх відправлення. Підприємство повинно мати таку кількість транспортних засобів, щоб забезпечити безперебійне перевезення вантажів навіть у тому випадку, коли їх надійшло в більшій кількості, ніж це було заплановано. Тому розрахунки кількості транспортних засобів ведуть, відштовхуючись від показника "добовий вантажооборот" $Q_д$.

Величина *добового вантажообороту* $Q_д$ розраховується за формулою:

$$Q_д = \frac{Q \cdot К_н}{Д_р}, \qquad (24.1)$$

де Q – вантажооборот за рік (річний вантажооборот), тонн;

$К_н$ – коефіцієнт нерівномірності. Для вантажів, що прибувають на підприємство (цех тощо), $К_н$=1,25…2,5; для вантажів, що відправляються, $К_н$ = 1,1…1,75 [4, С. 404];

$Д_р$ – кількість робочих днів в році.

Величина річного вантажообороту Q, в свою чергу, розраховується на основі складання так званих *шахових таблиць вантажопотоків*, в яких відображаються всі планові переміщення вантажів на підприємстві між відповідними пунктами протягом певного періоду часу. Приклад шахової таблиці переміщення вантажів підприємства наведений на рис. 24.1.

Шахова відомість вантажообороту підприємства (тонн)

Відправники вантажів	Отримувачі вантажів					Всього відправлено вантажів
	Склад матеріалів	Заготівельний цех	Механічний цех	Складальний цех	Склад готових виробів	
Склад матеріалів		400	100	50	-	550
Заготівельний цех	50		350	-	-	400
Механічний цех	50	-		400	-	450
Складальний цех	-	-	-		450	450
Склад готових виробів	-	-	-	-		-
Всього отримано вантажів	100	400	450	450	450	Q=1850

Рисунок 24.1 – Шахова таблиця вантажообороту підприємства

Шахові таблиці вантажообороту разом з генеральним планом підприємства та плануваннями розміщення цехів, дільниць тощо слугують для побудови *діаграми вантажопотоків* підприємства. Діаграми вантажопотоків показують у вигляді стрілок різної товщини переміщення вантажів від одного пункту до іншого. Товщина стрілки показує обсяг перевезень, сама стрілка – напрям перевезень, а колір стрілки – вид матеріалу, який перевозиться. З прикладом діаграми вантажопотоків можна ознайомитись в [4, С. 406].

Шахова таблиця вантажообороту та діаграма вантажопотоків є основою для планування та організації транспортної роботи на підприємстві. За їх допомогою виявляються нераціональні (наприклад, зустрічні) перевезення, перевезення надто великих обсягів вантажів тощо, після чого приймаються рішення щодо усунення виявлених нераціональностей.

На підприємствах застосовують дві основні схеми маршрутних перевезень – *маятникову* та *кільцеву*. *Маятникова* схема полягає у взаємному транспортному зв'язку двох пунктів, між якими постійно обертаються закріплені транспортні засоби. Маятникова схема перевезень має декілька різновидів (одностороння, двостороння та віялова), різновиди якої наведені на рис. 24.2.

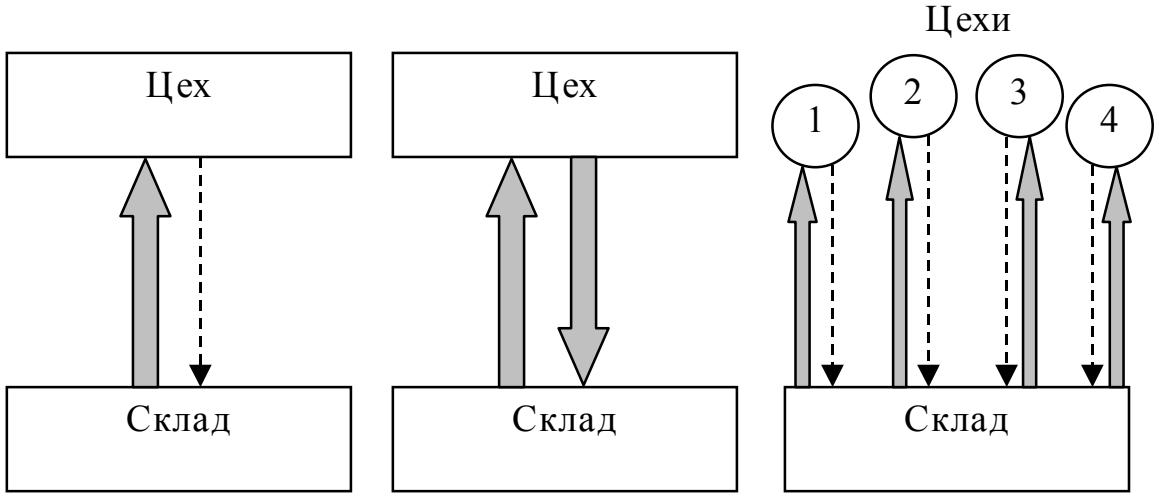


Рисунок 24.2 – Основні різновиди маятникової схеми перевезень

Кільцева схема перевезень характеризується постійним транспортним зв'язком низки цехів та інших пунктів з послідовною передачею вантажів від одного іншому. Розрізняють кільцеву схему з *вантажопотоком, який зменшується (згасає)*, та з *вантажопотоком, який збільшується (зростає)*. Приклад кільцевої схеми вантажопотоку, який згасає, наведений на рис. 24.3.

При виборі схеми маршрутних перевезень потрібно забезпечити:

а) найкоротший шлях руху транспортних засобів;

б) максимальний коефіцієнт пробігу кожного транспортного засобу;

в) раціональне використання вантажності транспортних засобів тощо.

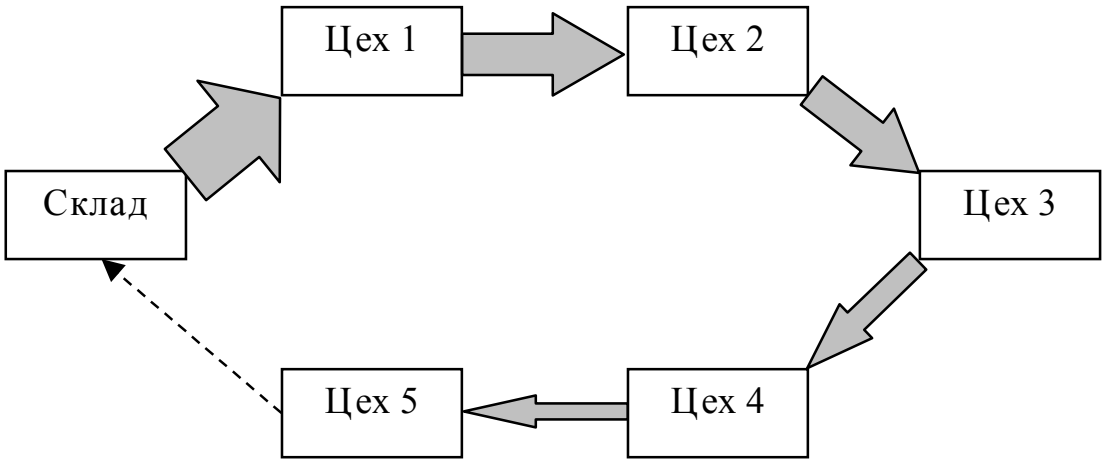


Рисунок 24.3 – Кільцева схема вантажопотоку, який згасає

До найважливіших задач транспортного господарства підприємства відносяться *правильний вибір транспортних засобів* та *розрахунок їх кількості*, що б забезпечило безперебійне переміщення всіх вантажів.

Вибір транспортних засобів базується на виконанні певних вимог. Так, *транспортні засоби повинні*:

а) відповідати сукупності показників, які характеризують вантажооборот та вантажопотоки, які є на підприємстві. Тобто, транспортні засоби повинні мати відповідну вантажність, габарити, потужність, забезпечувати переміщення вантажів на певну відстань тощо;

б) відповідати технологічним та організаційним особливостям виробничого процесу, який вони обслуговують. Так, в умовах потокового виробництва доцільно застосовувати конвеєри, в ливарному виробництві – мостові крани тощо;

в) забезпечувати максимальну продуктивність праці транспортних робітників та сприятливі умови їх праці;

г) давати можливість здійснювати комплексну механізацію та автоматизацію транспортних та вантажно-розвантажувальних робіт тощо.

Розрахунок кількості транспортних засобів здійснюється в залежності від їх *виду, характеру дії та визначеної схеми перевезень*.

Кількість транспортних засобів N_1 періодичної дії (автомобілів, автокарів тощо) при односторонній маятниковій схемі перевезень розраховується за формулою:

$$N_1 = \frac{Q_д \cdot \left(\frac{2L}{v_c} + t_н + t_р \right)}{g \cdot К_в \cdot К_ч \cdot Т_{зм} \cdot р}, \qquad (24.2)$$

де $Q_д$ – добовий вантажооборот, тонн;

L – відстань між суміжними пунктами, км (м);

$v_с$ – середня швидкість руху транспортного засобу, км/год. або м/хв.;

$t_н$ – час навантажування транспортного засобу в пункті навантаження годин або хвилин;

$t_р$ – час розвантажування транспортного засобу в пункті розвантаження, годин або хвилин;

g – вантажність транспортного засобу, тонн;

$К_в$ – коефіцієнт використання вантажності транспортного засобу, $К_в$=0,7…0,9;

$К_ч$ – коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу; який характеризує втрати часу на заправлення транспортного засобу пальним, заряджання акумуляторів тощо; $К_ч$=0,85…0,9;

$Т_{зм}$ – тривалість зміни, годин або хвилин;

р – кількість змін.

Примітка. При отриманні в процесі розрахунку кількості транспортних засобів (формули 24.2…24.10, 24.14) чисел, які мають дробову частину, за *прийняту кількість транспортних засобів вибирають найближче більше ціле число*.

Кількість транспортних засобів N_2 періодичної дії (автомобілів, автокарів тощо) при двосторонній маятниковій схемі перевезень розраховується за формулою:

$$N_2 = \frac{Q_д \cdot \left(\frac{L}{v_с} + t_н + t_р \right)}{g \cdot К_в \cdot К_ч \cdot Т_{зм} \cdot р}. \qquad (24.3)$$

Кількість транспортних засобів N_3 періодичної дії (автомобілів, автокарів тощо) при односторонній віяловій схемі перевезень розраховується за формулою:

$$N_3 = \sum_1^n \frac{Q_д \cdot \left(\frac{2L}{v_с} + t_н + t_р \right)}{g \cdot К_в \cdot К_ч \cdot Т_{зм} \cdot р}, \qquad (24.4)$$

де n – кількість промінів, які складають схему віялових перевезень.

Кількість транспортних засобів N_4 періодичної дії (автомобілів, автокарів тощо) при кільцевій схемі перевезень, що згасає, розраховується за формулою:

$$N_4 = \frac{Q_д \cdot \left(\frac{L_к}{v_с} + t_н + n_{в-р} \cdot t_р^1 \right)}{g \cdot К_в \cdot К_ч \cdot Т_{зм} \cdot р}, \qquad (24.5)$$

де $L_к$ – довжина всього кільцевого маршруту, км (м);

$n_{в\text{-}р}$ – кількість вантажно-розвантажувальних пунктів;

$t^1_р$ – час розвантаження в кожному із пунктів розвантажування, годин або хвилин.

Кількість транспортних засобів N_5 періодичної дії (автомобілів, автокарів тощо) при кільцевій схемі перевезень, що зростає, розраховується за формулою:

$$N_5 = \frac{Q_д \cdot \left(\frac{L_к}{v_с} + n_{в-р} \cdot t^1_н + t_р \right)}{g \cdot К_в \cdot К_ч \cdot Т_{зм} \cdot р}, \qquad (24.6)$$

де $t^1_н$ – час навантаження в кожному із пунктів навантажування, годин або хвилин.

Кількість транспортних засобів N_6 періодичної дії (автомобілів, автокарів тощо) при кільцевій схемі перевезень з рівномірним вантажопотоком розраховується за формулою:

$$N_6 = \frac{Q_д \cdot \left(\frac{L_к}{v_с} + n_{в-р} \cdot (t^1_н + t^1_р) \right)}{g \cdot К_в \cdot К_ч \cdot Т_{зм} \cdot р \cdot n_{в-р}}. \qquad (24.7)$$

Кількість транспортних засобів N_7 періодичної дії для забезпечення *внутрішньоцехових* перевезень предметів праці між технологічними операціями при використанні односторонніх маятникових схем *укрупнено* розраховується за формулою:

$$N_7 = \frac{Q_д \left(\frac{2L_с}{v_с} + t_{нс} + t_{рс} \right)}{g \cdot К_в \cdot К_ч \cdot Т_{зм} \cdot р} \cdot К_с, \qquad (24.8)$$

де $L_с$ – середня відстань між пунктами перевезень, км (м);

$t_{нс}$ – середній час навантажування транспортного засобу в пункті навантаження, годин або хвилин;

$t_{рс}$ – середній час розвантажування транспортного засобу в пункті розвантаження, годин або хвилин;

$К_с$ – кількість передач партій предметів праці між технологічними операціями, між складом та технологічними операціями та між технологічними операціями і складом протягом зміни.

Кількість мостових кранів N_8, необхідних для забезпечення безперебійної роботи підприємства (цеху, дільниці), розраховується за формулою:

$$N_8 = \frac{N_{дет} \cdot К_{оп} \cdot Т_ц}{Т_{зм} \cdot р \cdot К_ч}, \quad (24.9)$$

де $N_{дет}$ – кількість деталей (виробів), які підлягають транспортуванню протягом року, шт.;

$К_{оп}$ – середня кількість кранових операцій на одну деталь (виріб), шт.;

$Т_ц$ – тривалість одного кранового циклу, годин або хвилин;

$К_ч$ – коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу; який характеризує втрати часу на заправлення транспортного засобу пальним, заряджання акумуляторів тощо; $К_ч$=0,85…0,9;

$Т_{зм}$ – тривалість зміни, годин або хвилин;

р – кількість змін.

Кількість транспортних засобів N_9 безперервної дії (конвеєрів) розраховується за формулою:

$$N_9 = \frac{Q_{год}}{ПР_{год}}, \quad (24.10)$$

де $Q_{год}$ – вантажооборот конвеєра за годину, тонн/годину;

$ПР_{год}$ – продуктивність конвеєра за годину, тонн/годину.

При цьому *продуктивність конвеєра* $ПР_{год}$ *за годину* розраховується за однією із формул, наведених нижче:

а) при переміщенні сипких вантажів:

$$ПР_{год} = 0{,}06 \cdot g_к \cdot v_к, \quad (24.11)$$

де $g_к$ – навантаження на 1 м довжини конвеєра, кг/м;

$v_к$ – швидкість руху конвеєра, м/хв.;

0,06 – перевідний коефіцієнт, який переводить кг/хв. в тонни/години;

б) при переміщенні штучних вантажів (деталей, виробів) на підвісному конвеєрі:

$$ПР_{год} = \frac{0{,}06 \cdot М \cdot v_к}{L_к}, \quad (24.12)$$

де М – середня маса одного штучного виробу, кг;

$L_к$ – відстань між суміжними штучними виробами (або крок конвеєра), м.

в) при переміщенні штучних вантажів (деталей, виробів) в спеціальній тарі по n штук на потоковій лінії:

$$ПР_{год} = \frac{0{,}06 \cdot М \cdot v_к}{L_к} \cdot n, \quad (24.13)$$

де n – кількість штучних виробів, які одночасно знаходяться в спеціальній тарі (або величина транспортної партії), шт.

Кількість вантажних крюків на підвісному конвеєрі N_{10} розраховується за формулою:

$$N_{10} = \frac{N_д \cdot L_р}{T_{зм} \cdot р \cdot К_ч \cdot v_к \cdot N_1}, \qquad (24.14)$$

де $N_д$ – кількість деталей (виробів), які підлягають транспортуванню на конвеєрі протягом добу, шт.;

$L_р$ – довжина робочої частини конвеєра, м;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, хвилин;

р – кількість змін;

$К_ч$ – коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу; $К_ч$=0,85…0,9;

$v_к$ – швидкість руху конвеєра, м/хв.;

N_1 – кількість виробів, які навішуються на один крюк, шт.

При розрахунку кількості транспортних засобів часто є потреба розраховувати й інші супутні показники, які характеризують різні сторони транспортного господарства підприємства.

Так, *час пробігу транспортного засобу* $T_{проб}$ в одну сторону між двома пунктами розраховується за формулою:

$$T_{проб} = \frac{L}{v_с} \text{ годин або хвилин}, \qquad (24.15)$$

де L – відстань між суміжними пунктами, км (м);

$v_с$ – середня швидкість руху транспортного засобу, км/год. або м/хв.

Тривалість одного рейсу $T_р$ для маятникової односторонньої схеми перевезень розраховується за формулою:

$$T_р = \frac{2T_{проб} + t_н + t_р}{К_ч} \text{ годин або хвилин}, \qquad (24.16)$$

де $t_н$ – час навантажування транспортного засобу в пункті навантаження, годин або хвилин;

$t_р$ – час розвантажування транспортного засобу в пункті розвантаження, годин або хвилин.

Примітка. Під поняттям *рейс* розуміється час між виходом та поверненням транспортного засобу в пункт приписки.

Тривалість одного рейсу $T_р$ для маятникової двосторонньої схеми перевезень розраховується за формулою:

$$T_р = \frac{2(T_{проб} + t_н + t_р)}{К_ч} \text{ годин або хвилин}. \qquad (24.17)$$

Кількість рейсів $К_р$, що їх здійснює один транспортний засіб протягом доби, розраховується за формулою:

$$К_р = \frac{Т_{зм} \cdot р}{Т_р}. \quad (24.18)$$

Примітка. При отриманні в процесі розрахунку чисел, які мають дробову частину, за *прийняту кількість рейсів вибирають найближче більше ціле число*.

Коефіцієнт використання часу роботи $К_ч$ транспортного засобу розраховується за формулою:

$$К_в = \frac{Т_к}{Т_{кал}}, \quad (24.19)$$

де $Т_к$ – корисний (або фактичний) час використання транспортного засобу, годин або хвилин;

$Т_{кал}$ – календарний час використання транспортного засобу, годин або хвилин.

Коефіцієнт використання вантажності $К_в$ транспортного засобу розраховується за формулою:

$$К_в = \frac{Q_в}{g}, \quad (24.20)$$

де $Q_в$ – маса вантажу, який перевозиться транспортним засобом, тонн;

g – вантажність транспортного засобу, тонн.

Коефіцієнт пробігу $К_{пр}$ транспортного засобу розраховується за формулою:

$$К_{пр} = \frac{L_в}{L}, \quad (24.21)$$

де $L_в$ – довжина переміщення (пробігу) транспортного засобу з вантажем, км (м);

L – загальна довжина переміщення (пробігу) транспортного засобу, км (м).

Продуктивність роботи транспортного засобу $ПР_{рейс}$ протягом одного рейсу (тонн/рейс) розраховується за формулою:

$$ПР_{рейс} = \frac{Q_д}{N_i \cdot К_р}, \quad (24.22)$$

де $Q_д$ – добовий вантажооборот, тонн;

N_i – прийнята кількість транспортних засобів, шт.;

$К_р$ – прийнята кількість рейсів, що їх здійснює один транспортний засіб протягом доби.

Продуктивність роботи одного транспортного засобу ПР *протягом години* (в тонн/годину) розраховується за формулою:

$$ПР_{год} = \frac{ПР_{рейс} \cdot 60}{T_р} \text{ тонн/годину,} \qquad (24.23)$$

де $T_р$ – тривалість одного рейсу транспортного засобу, хв.

Собівартість перевезення 1 тонни вантажу S (в грн./тонну) розраховується за формулою:

$$S = \frac{B}{ПР_{год}}, \qquad (24.24)$$

де В – витрати на обслуговування (роботу) транспортного засобу протягом однієї години, грн./годину;

$ПР_{год}$ – продуктивність транспортного засобу, тонн/годину.

Основними напрямками підвищення ефективності функціонування транспортного господарства сучасного підприємства є:

- механізація та автоматизація вантажно-розвантажувальних та транспортних операцій;
- удосконалення планування й управління транспортними засобами на основі математичних методів і комп'ютерної техніки;
- впровадження сучасного підйомно-транспортного обладнання, систем з автоматичним адресуванням вантажів, автоматичних складів, які сортують та відпускають вантажі за спеціальною програмою;
- запровадження спеціальної тари та контейнерів;
- організація централізованої доставки вантажів всередині підприємства тощо.

24.2 Завдання для самостійного виконання

В таблиці 24.1 наведена шахова відомість річного вантажообороту підприємства (в тоннах). Перевезення вантажів здійснюється за допомогою автокарів.

Таблиця 24.1 – Шахова відомість вантажообороту підприємства (тонн)

Відправники вантажів	Отримувачі вантажів									
	Цех 1	Цех 2	Цех 3	Цех 4	Цех 5	Цех 6	Цех 7	Цех 8	Цех 9	Цех 10
Цех 1		9000	6000	-	6900	5600	9000	-	8100	12000
Цех 2	9050		-	6000	5000	-	9870	9100	1000	11000
Цех 3	-	4000		3000	4000	9500	8600	7000	8000	-
Цех 4	1300	2400	7100		-	2100	3200	-	4000	12500
Цех 5	2000	-	6000	7000		8000	3000	2500	-	17000
Цех 6	6800	1200	3200	1400	1540		-	1450	1400	19000
Цех 7	-	2000	3000	5000	-	3200		1600	1980	20000
Цех 8	7000	1700	-	3100	5400	3700	1300		2100	-
Цех 9	6500	-	1900	2000	4000	-	9900	4900		23000
Цех 10	1800	1900	1700	-	2900	2600	-	1430	2600	

В таблиці 24.2 наведені дані щодо цехів, які потрібно взяти для розрахунків; показники роботи автокарів, режим роботи підприємства та інші дані, необхідні для розрахунку кількості автокарів. Тривалість зміни для всіх варіантів завдань прийняти в 480 хвилин.

Таблиця 24.2 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Цехи, які потрібно взяти для аналізу	$К_н$	$Д_р$, дні	L, м	$v_с$, м/хв	$t_н$, хв.	$t_р$, хв.	g, т	$К_в$	$К_ч$	p	B, грн./тонн
1	1,2,3,4,5	1,1	250	146	20	10	11	1,0	0,7	0,9	1	9
2	2,3,4,5,6	1,01	251	145	19	12	13	1,1	0,71	0,89	2	10
3	3,4,5,6,7	1,02	252	220	21	14	9	1,2	0,72	0,88	3	11
4	4,5,6,7,8	1,03	253	230	18	4	8	1,3	0,73	0,87	2	10
5	5,6,7,8,9	1,04	256	125	21	7	5	1,4	0,74	0,86	1	13
6	6,7,8,9,10	1,05	255	240	23	2	8	1,3	0,75	0,85	2	14
7	7,8,9,10,1,2	1,06	257	130	22	9	11	1,2	0,76	0,9	3	15
8	8,9,10,1,2	1,07	258	229	24	10	13	1,1	0,77	0,89	2	16
9	9,10,1,2,3	1,08	259	345	25	14	15	1,0	0,78	0,88	1	17
10	10,1,2,3,4	1,09	260	230	21	15	17	0,9	0,79	0,87	2	18
11	1,3,5,7,9	1,1	261	321	20	16	21	1	0,8	0,86	3	19
12	2,4,6,8,10	1,11	260	327	19	17	18	1,1	0,81	0,85	2	20
13	3,5,7,9,10	1,12	259	220	18	20	19	1,2	0,82	0,9	2	21
14	1,2,5,6,8	1,13	258	156	17	21	20	1,3	0,83	0,89	1	22
15	1,3,4,8,9	1,14	257	139	16	5	10	1,4	0,84	0,88	2	23
16	1,5,6,7,8	1,15	256	240	15	8	12	1,3	0,85	0,87	2	24
17	1,3,5,6,7	1,16	255	145	14	11	14	1,2	0,86	0,86	3	25
18	1,2,3,6,9	1,17	254	320	13	13	4	1,1	0,87	0,85	2	26
19	1,2,7,9,10	1,18	253	330	18	15	7	1,0	0,88	0,9	2	27
20	2,3,6,8,9	1,19	252	225	21	17	2	0,9	0,89	0,89	1	28
21	2,3,4,5,9	1,05	251	140	23	21	9	1	0,9	0,88	2	29
22	2,4,5,7,8	1,06	250	330	22	18	10	1,1	0,75	0,87	2	30
23	3,4,6,8,9	1,07	261	290	24	19	14	1,2	0,76	0,86	3	31
24	3,5,6,8,10	1,08	260	250	25	20	15	1,3	0,77	0,85	2	32
25	3,5,6,9,10	1,09	259	300	21	5	16	1,4	0,78	0,9	2	33
26	4,5,7,8,9	1,1	258	210	20	7	17	1,3	0,79	0,89	1	34
27	4,6,7,8,9	1,11	257	270	19	6	11	1,2	0,8	0,88	2	35
28	4,7,8,9,10	1,12	256	200	18	8	8	1,1	0,81	0,87	2	36
29	4,6,7,8,10	1,13	255	256	17	3	6	1,0	0,82	0,86	3	37
30	4,5,6,9,10	1,14	254	239	16	10	9	0,9	0,83	0,85	2	38

Керуючись даними таблиць 24.1 та 24.2, потрібно:

1. Скласти шахову відомість вантажообороту за рік для тих цехів, які задані в завданні (в тоннах).

2. Розрахувати величину добового вантажообороту (в тоннах).

3. Враховуючи, що перевезення вантажів здійснюються за допомогою односторонньої маятникової схеми:

- за формулою (24.2) розрахувати кількість автокарів, потрібних для забезпечення безперебійної роботи транспортного господарства підприємства;

- розрахувати середній час пробігу одного автокара в одну сторону між суміжними пунктами;

- розрахувати час, який в середньому витрачає один автокар на один рейс;

- розрахувати кількість рейсів, які здійснює один автокар протягом доби;

- розрахувати продуктивність роботи одного автокара протягом рейсу;

- розрахувати продуктивність роботи одного автокара протягом години (тонн/годину);

- розрахувати собівартість перевезення одної тонни вантажу одним автокаром.

4. Враховуючи, що перевезення вантажів здійснюються за допомогою двосторонньої маятникової схеми:

- за формулою (24.3) розрахувати кількість автокарів, потрібних для забезпечення безперебійної роботи транспортного господарства підприємства;

- розрахувати середній час пробігу одного автокара в одну сторону між суміжними пунктами;

- розрахувати час, який в середньому витрачає один автокар на один рейс;

- розрахувати кількість рейсів, які здійснює один автокар протягом доби;

- розрахувати продуктивність роботи одного автокара протягом рейсу;

- розрахувати продуктивність роботи одного автокара протягом години (тонн/годину);

- розрахувати собівартість перевезення одної тонни вантажу одним автокаром.

5. Порівняти ефективність використання одно- та двосторонньої схеми маятникових перевезень.

6. Зробити висновки.

24.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення поняття “транспортне господарство підприємства”, назвіть його основні задачі.

2. Наведіть класифікацію транспортних засобів та дайте їм характеристику.

3. Охарактеризуйте поняття “вантажооборот” та “вантажопотік”. Як і для чого складається шахова відомість вантажообороту підприємства?

4. Дайте характеристику основних схем перевезень вантажів.

5. Яким вимогам повинні відповідати транспортні засоби, які вибираються для організації перевезень вантажів?

6. Як розраховується кількість транспортних засобів, необхідних для організації перевезень вантажів?

7. Назвіть та охарактеризуйте основні показники, які використовуються для аналізу транспортного господарства підприємства.

8. Як розраховується тривалість одного рейсу для маятникової односторонньої та маятникової двосторонньої схем перевезень вантажів?

9. Охарактеризуйте основні напрямки підвищення ефективності функціонування транспортного господарства підприємства.

24.4 Задачі для розв'язування

1. Річний вантажооборот між двома цехами складає 52000 тонн. В році 250 робочих днів. Коефіцієнт нерівномірності надходження вантажів дорівнює 1,12. Відстань між цехами – 2000 м. Вантажі перевозяться автомобілями вантажністю 2 тонни. Середня швидкість руху автомобіля дорівнює 200 м/хв. Час навантаження – 20 хв., час розвантаження – 30 хв. Коефіцієнт використання вантажності автомобіля – 0,8, коефіцієнт використання часу роботи – 0,9. Режим роботи цехів – 2 зміни по 8 годин. Для перевезень вантажів використовується одностороння маятникова схема перевезень.

Розрахувати необхідну кількість автомобілів, що їх потрібно взяти для перевезення вантажів, кількість рейсів, які робить один автомобіль, та продуктивність роботи одного автомобіля (тонн/годину).

2. Добовий вантажооборот між двома цехами 232,96 тонн. Відстань між цехами – 2000 м. Вантажі перевозяться автомобілями вантажністю 2 тонни. Середня швидкість руху автомобіля 200 м/хв. Час навантаження вантажу – 20 хв., час розвантаження – 30 хв. Коефіцієнт використання вантажності автомобіля – 0,8, коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу – 0,9. Режим роботи цехів – 2 зміни по 8 годин. Для перевезень вантажів використовується двостороння маятникова схема перевезень.

Розрахувати необхідну кількість автомобілів, які потрібно взяти для перевезення вантажів, кількість рейсів, які робить один автомобіль, та продуктивність роботи одного автомобіля (тонн/годину).

3. Доставка матеріалів зі складу здійснюється автокарами у 5 цехів за кільцевою схемою зі згасаючим вантажопотоком. Відстань між цехами та між складом та першим і останнім цехами – по 200 м. Середня швидкість руху автокари – 30 м/хв. Час навантаження автокари складає 20 хв., а час розвантаження – 10 хв. в кожному із пунктів. Режим роботи цеху – 2 зміни по 8 годин. Коефіцієнт використання вантажності автокари – 0,8, коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу – 0,9. Вантажність автокари – 0,5 тонни. Добовий вантажооборот – 100 тонн.

Розрахувати необхідну кількість автокарів, які потрібно взяти для перевезення вантажів, кількість рейсів, які робить одна автокара, та продуктивність роботи одного автокара (тонн/годину).

4. Перевезення деталей здійснюється автокарами за кільцевою схемою з вантажопотоком, що зростає. Автокар виходить зі складу порожнім, потім забирає деталі в цеху № 1, далі – в цеху № 2 і т.д. Цехів всього п’ять. Відстань між цехами та між складом та першим і останнім цехами складає по 200 м. Середня швидкість руху автокара – 30 м/хв. Час навантаження автокара в кожному із пунктів складає 20 хв., а час розвантаження – 10 хв.. Режим роботи цеху – 2 зміни по 8 годин. Коефіцієнт використання вантажності автокара – 0,8, коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу – 0,9. Вантажність автокара – 0,5 тонни. Добовий вантажооборот дорівнює 100 тонн.

Розрахувати необхідну кількість автокарів, які потрібно взяти для перевезення вантажів, кількість рейсів, які робить один автокар, та продуктивність роботи одного автокара (тонн/годину).

5. Перевезення деталей здійснюється автокарами за кільцевою схемою з рівномірним вантажопотоком. Автокар виходить зі складу з певними деталями, завозить їх в цех № 1. Там ці деталі розвантажують та навантажують нові, виготовлені в даному цеху. Далі ці деталі перевозяться в цех № 2, розвантажують, навантажують нові і т.д. Цехів всього п’ять. Завантажені в цеху № 5 деталі автокаром завозять на склад. Відстань між цехами та між складом та першим і останнім цехами – по 200 м. Середня швидкість руху автокара – 30 м/хв. Час навантаження автокара в кожному із пунктів складає 20 хв., а час розвантаження – 10 хв.. Режим роботи цеху – 2 зміни по 8 годин. Коефіцієнт використання вантажності автокара – 0,8, коефіцієнт використання часу роботи транспортного засобу – 0,9. Вантажність автокара – 0,5 тонни. Добовий вантажооборот – 100 тонн.

Розрахувати необхідну кількість автокарів, які потрібно взяти для перевезення вантажів, кількість рейсів, які робить один автокар, та продуктивність роботи одного автокара (тонн/годину).

6. Для перевезення сипких вантажів можна використати конвеєр, який рухається зі швидкістю 10 м/хв. Допустиме навантаження на 1 м довжини конвеєра складає 100 кг. За годину потрібно перевозити 120 тонн вантажів. Розрахувати кількість потрібних конвеєрів.

24.5 Відповіді на задачі

1. 12 шт., 13 рейсів, 1,15 т/год.
2. 11 шт., 8 рейсів, 1,19 т/год.
3. 32 шт., 8 рейсів, 0,19 т/год.
4. 44 шт., 6 рейсів, 0,136 т/год.
5. 11 шт., 4 рейси, 0,56 т/год.
6. 2 конвеєри.

25

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: “Організація складського господарства підприємства”

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання з організації складського господарства на підприємствах та розвинути практичні навички з проведення розрахунків площ складських приміщень, обсягу матеріальних ресурсів та інших показників, які характеризують складське господарство підприємства.

25.1 Теоретична частина

Складське господарство підприємства – це мережа приміщень, ділянок, комор, обладнаних спеціальними пристосуваннями, транспортом, контрольними і вимірювальними пристроями, обчислювальною технікою, протипожежними засобами, засобами автоматизації тощо, які дають можливість здійснювати *приймання, зважування, перерахунок, сортування, переміщення, штабелювання, облік, комплектування, зберігання та видачу* різноманітних матеріальних цінностей.

До *основних задач* складського господарства також відносяться:

- забезпечення схоронності та своєчасне і безперебійне постачання виробництва сировиною, матеріалами, обладнанням, запасними частинами, комплектуючими та іншими матеріальними цінностями відповідно до затверджених виробничих програм, графіків поставок, укладених угод тощо;
- зниження витрат, пов’язаних із здійсненням складських операцій та з утриманням самих складів;
- підвищення продуктивності та покращення умов праці працівників складів тощо.

На складське господарство підприємства покладається виконання таких *функцій*:

- накопичення матеріальних ресурсів в обсягах і номенклатурі, достатніх для забезпечення стійкої роботи підприємства;
- належне зберігання та облік предметів праці і готової продукції;
- планомірне, безперебійне та комплексне постачання підрозділів, цехів і дільниць матеріальними ресурсами;
- відвантаження готової продукції споживачам;
- *вирівнювання запасів сировини, матеріалів, готової продукції* тощо з метою вирішення певних задач, які стоять перед підприємством.

Так, *вирівнювання у часі* необхідно робити для тих підприємств, для яких час виготовлення продукції не відповідає періоду збільшення (зменшення) попиту на цю продукцію. Така ситуація характерна для сезонних виробництв.

Вирівнювання за кількістю характерно для підприємств, де переважає серійний тип виробництва і які випускають продукцію партіями. З метою економії витрат вони вимушені виготовляти більшу кількість продукції, ніж це потрібно для поточного відвантаження споживачам.

Вирівнювання за місцезнаходженням виникає в тому випадку, коли місцезнаходження виробництва не збігається з місцезнаходженням споживача. Це викликає необхідність переміщень продукції територією регіону, облаштування проміжних складів тощо.

Вирівнювання за асортиментом необхідно для підприємств, які виробляють найрізноманітніший асортимент однотипної продукції (наприклад, цукерки), потреба в якій може виникнути в будь-який момент часу. Тоді задоволення цієї потреби здійснюється або через виробництво цієї продукції, або через склад, де вона зберігається.

Складська система підприємства може бути побудована за централізованою та децентралізованою схемами. *Централізована схема* – передбачає наявність одного основного (центрального) складу, де знаходиться більшість матеріалів, напівфабрикатів тощо, які використовуються на підприємстві. *Децентралізована схема* – складається із окремих складів, орієнтованих на певний вид сировини, матеріалів, продукції, певного споживача тощо.

Найважливішим елементом складської системи є склади. *Склади* – це будинки, споруди, приміщення тощо з різними пристроями і обладнанням, які пристосовані для приймання, розміщення, зберігання, підготовки до виробництва (експлуатації) та відпуску споживачам сировини, матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції тощо.

На підприємствах створюються найрізноманітніші склади, які можна класифікувати за такими ознаками.

1. *За призначенням* – склади напівфабрикатів, матеріалів, сировини, готової продукції, обладнання, інструментів, відходів тощо.

2. *За місцем у виробничому процесі – постачальницькі* (склади сировини, матеріалів, палива тощо); *виробничі* (склади напівфабрикатів, комплектуючих тощо); *обслуговуючі* (інструментальні; обладнання та запасних частин); *господарські* (склади для зберігання спецодягу, господарських товарів); *збутові* (склади готової продукції, відходів). Постачальницькі склади зазвичай підпорядковуються службі матеріально-технічного постачання підприємства, виробничі – виробничо-диспетчерському відділу, обслуговуючі – відповідним службам та відділам підприємства, збутові – службі маркетингу та збуту підприємства тощо.

3. *За кількістю видів матеріалів, продукції тощо, які зберігаються на складі,* – склади поділяються на *універсальні* (де зберігаються найрізноманітніші матеріали, напівфабрикати тощо) та *спеціалізовані* (де зберігаються окремі види матеріалів, продукції тощо, наприклад, склад чавуну, склад металів тощо).

4. *За масштабом діяльності* – склади поділяються на *загальнозаводські, цехові,* склади *підрозділів* тощо.

5. *За розміром* – склади поділяються на *невеликі, середні, великі, склади-гіганти* тощо. Площа складів може коливатись від декількох десятків до сотень тисяч квадратних метрів.

6. *За способом зберігання матеріальних цінностей* – склади, де матеріали зберігаються *навалом*; склади із застосуванням *стелажів* (*стелажний спосіб* зберігання); склади, де здійснюється *штабелювання* матеріалів на підлозі (на піддонах); склади, де матеріальні цінності зберігаються в резервуарах (так званий *резервуарний спосіб*), тощо.

Для багатьох видів матеріалів, які використовуються в приладобудуванні, радіоелектроніці, електронній промисловості, машинобудуванні, переважним є *стелажний спосіб* зберігання матеріалів, комплектуючих та готової продукції. У цьому випадку кожному стелажу та комірці, яка знаходиться на цьому стелажі, присвоюються відповідні умовні позначення (шифри), які заносяться до картотеки. У випадку застосування зберігання матеріальних цінностей навалом на складах облаштовуються так звані *закроми*. Резервуарний спосіб характерний для зберігання рідких речовин.

7. *За висотою штабелювання вантажу* – склади поділяються на такі, в яких вантажі зберігаються на рівні не вище зросту людини, а також на такі, де використовуються спеціальні пристрої, здатні піднімати та точно укладати вантажі в комірки на висоті до 24 м і вище.

8. *За конструкцією* – склади бувають *закриті, напівзакриті* (наприклад, якщо вони мають тільки кришу, дві чи три стіни тощо), *відкриті* (або спеціальні майданчики) тощо.

9. *За формою власності та користування* – склади поділяються на такі, які належать одному або декільком підприємствам (власникам); на склади індивідуального або колективного користування; на орендні або лізингові склади тощо.

10. *За рівнем механізації складських операцій* – склади поділяються на *немеханізовані, механізовані, комплексно-механізовані, автоматизовані* тощо. Особливо широко в сучасних складах застосовується механізоване підйомно-транспортне обладнання та засоби автоматизації: автонавантажувачі; електрокари; крани-штабелери; підлогові та підвісні штабелери; монорельси, які працюють з піддонами та різною стандартною тарою; спеціальні стелажні конструкції; автоматичні штабелеукладальні машини; швидкодійні автоматичні стропи та захоплювачі; спеціальна тара (наприклад, тара, яку можна зручно обхопити та транспортувати пакетом, зберігати в декілька ярусів без використання стелажів тощо); пристрої для навантаження, перевантаження і розвантаження вантажів; технічні й програмні засоби систем автоматизованого управління тощо.

Примітка. Облаштування складів засобами механізації та автоматизації залежить від виду вантажу, його розмірів, маси, властивостей тощо. Так, для малогабаритних та середніх за розміром вантажів масою біля

500 кг використовують крани-штабелери. В цьому випадку на стелажах, які мають стандартний розмір комірок, установлюються уніфіковані ящики (шухляди) або піддони з вантажами. При необхідності зняти один з них оператор за допомогою ручного управління спрямовує до відповідної комірки кран-штабелер, який за командою виделковим способом бере (захоплює) відповідний об'єкт, виводить його в простір між стелажами та транспортує в зону перевантаження.

Для дрібних та легких вантажів, які повинні вийматись поштучно, використовують кабінний підйомник, який пересувається по висоті та фронту стелажа. Оператор входить в кабіну та переміщується в ній за допомогою автономного управління. Послідовно проїжджаючи уздовж потрібних комірок, оператор виймає та складає в тару потрібні йому деталі, комплектуючі, вироби.

Для зберігання великогабаритних та важких вантажів – обладнання, контейнерів тощо – використовують складські приміщення без стелажів. Переміщення вантажів на таких складах здійснюється за допомогою мостових кранів або електронавантажувачами різних модифікацій.

11. *За категорією пожежної* безпеки – склади поділяються на склади категорій "А", "Б", "В", "Г", "Д". На складах категорії "А" зберігаються балони горючих газів, бензин; категорії "Б" – мазут; категорії "В" – паливно-мастильні матеріали, вугілля, торф тощо; категорії "Г" – вогнетривкі матеріали, які знаходяться в розпеченому або розплавленому стані; категорії "Д" – вогнетривкі матеріали та сировина.

12. *Інші ознаки*, наприклад, наявність виходу до морського порту, наявність залізничної колії, підземне розташування складу тощо.

Для будь-якого складу характерним є виконання певних *складських операцій*. Склад та зміст цих складських операцій визначається параметрами складської системи, типом виробництва, особливостями продукції, що випускається, тощо. Складські операції умовно можна розділити на *власне складські* операції та *допоміжні операції виробничого характеру*.

Власне складські операції складаються із розвантаження та приймання вантажу, обліку, розміщення та зберігання матеріальних цінностей, відвантаження продукції споживачам тощо.

Допоміжні операції виробничого характеру – це розпакування, сортування, комплектування, збирання матеріалів і виробів, пакування готової продукції, попередня підготовка матеріалів та комплектуючих до виробництва тощо. Власне складські операції та допоміжні операції виробничого характеру за етапами виконання можна об'єднати в три основні групи: *приймання, зберігання та видача.*

Характерний склад, зміст і послідовність виконання складських операцій наведені на рисунку 25.1.

Надходження вантажів, матеріалів, сировини тощо	⇒	Зберігання	⇒	Видача готової продукції
Перевірка, приймання, шифрування, маркування, реєстрація		Визначення місця складування отриманих матеріальних цінностей		Виписування накладних
Визначення способу зберігання матеріалів, сировини, комплектуючих тощо		Ідентифікація і транспортування		Транспортування
		Управління запасами		Перевірка
Розвантаження		Попередня підготовка до виробництва: наприклад, розкроювання металу, нарізання заготовок, комплектування матеріалів та напівфабрикатів тощо		Видача замовникам та споживачам
Транспортування, переміщення				Навантаження

Рисунок 25.1 – Склад, зміст і послідовність складських операцій

Всі вантажі, що надходять на склад, підлягають кількісній та якісній перевірці. *Кількісна перевірка* передбачає перевірку відповідності кількості, комплектності, маси та об'єму матеріальних цінностей, що надходять на склад, записам у супроводжувальних документах. *Якісна перевірка* має за мету визначити відповідність цінностей, що надходять, вимогам стандартів, технічним умовам, зразкам тощо, визначеним в укладених угодах.

Результати приймання реєструються в журналі надходження вантажів (або в книзі реєстрації) та оформляються відповідними *актами приймання*. У випадку отримання в ході приймання вантажів незадовільних результатів, оформляються *рекламаційні акти* з наступним пред'явленням їх постачальникам або транспортним організаціям.

Складський облік матеріалів, сировини та інших цінностей тощо ведуть за допомогою спеціальних карток (рис. 25.2).

Зведення про надходження матеріалів на склад

Дата	Шифр документа	Шифр складу	Номенклатурний номер матеріалу	Одиниця виміру	Кількість

Зведення про видачу матеріалів зі складу

Дата	Номер лімітної картки або вимоги	Шифр складу	Шифр підрозділу	Номенклатурний номер матеріалу	Одиниця виміру	Кількість

Рисунок 25.2 – Форми складських карток для обліку матеріалів

До *операцій обліку* відноситься визначення кількості, маси, об'єму вантажів як при надходженні, так і при їх видачі. В окремих випадках в облікових картках може відмічатися максимальний та резервний (страховий) запас кожного виду матеріальних цінностей, визначатися їх наявність з урахуванням всіх надходжень та видач. На підставі цих даних робітники складів повинні своєчасно повідомляти відповідні підрозділи підприємства про відхилення від встановлених норм запасу кожного виду матеріальних цінностей.

Для унеможливлення розходжень між обліковими даними та фактичною наявністю матеріальних цінностей необхідно регулярно проводити *інвентаризацію* складів. Інвентаризація полягає в підрахунку, обмірі та зважуванні всіх матеріальних цінностей з наступним зіставленням отриманих даних з обліковими. Нестача тих чи інших цінностей фіксується в спеціальних актах із зазначенням причин та винуватців.

В певних випадках матеріали, сировина, напівфабрикати тощо, які відпускаються зі складів, повинні бути попередньо підготовлені до відпуску або виробництва, наприклад, розрізані, роздрібнені, розфасовані тощо. З цією метою на складах можуть бути створені спеціальні відділення, облаштовані відповідним обладнанням і пристроями (наприклад, гільйотинними ножицями, фасувальним обладнанням тощо).

Всі матеріальні цінності відпускаються зі складів в межах наявних *запасів* і *лімітів*, які були заздалегідь встановлені та зафіксовані в лімітно-контрольних картках (лімітних відомостях) або за *разовими вимогами*. В залежності від типу виробництва матеріали можуть відпускатись зі складів за активною або пасивною системою.

Пасивна система характерна для підприємств одиничного та дрібносерійного типів виробництва і передбачає відпуск матеріалів зі складу на основі лімітних відомостей та разових вимог. Отримання матеріальних цінностей підрозділи здійснюють власними силами. Працівники складу відмічають в лімітно-контрольних картках дату та величину матеріальних цінностей, які були відпущені зі складу. Для отримання матеріальних цінностей разового використання та матеріалів, комплектуючих тощо понад установлених лімітів виписуються відповідні разові вимоги. Кожний випадок перевитрачання матеріальних цінностей повинен аналізуватись з визначенням причин такого перевитрачання.

Активна система характерна для підприємств серійного та масового типів виробництва і передбачає постачання матеріалів зі складу на основі графіків (планів-карток), в яких зазначені види, кількість (в межах лімітів) та графіки відпуску матеріалів. В цьому випадку постачання підрозділів матеріалами покладається на працівників складу.

Видача матеріальних цінностей зі складу оформляється (в залежності від прийнятої системи обліку) за допомогою *вимог*, *накладних* та інших документів.

Кожен склад повинен мати постійний контингент комірників, які повинні бути матеріально відповідальними особами та персонально відповідати за організацію зберігання, облік та видачу матеріальних цінностей.

Основним показником будь-якого складу є *величина площі*, яка необхідна для зберігання матеріальних цінностей. Розрізняють такі види площ:

- загальна площа складу S;
- корисна площа складу $S_{кор}$ – це площа, на якій безпосередньо знаходяться матеріальні цінності або пристосування для їх зберігання;
- оперативна площа $S_{оп}$ – це площа, зайнята приймальними (сортувальними, комплектувальними) та відпускними майданчиками, а також проходами та проїздами між стелажами, штабелями тощо;
- конструктивна площа $S_к$ – це площа, зайнята перегородками, колонами, драбинами, тамбурами, підйомниками тощо;
- службова площа $S_{сл}$ – це площа, зайнята під побутові приміщення, робочі місця комірників (наприклад, під столи) тощо.

Зрозуміло, що:

$$S = S_{кор} + S_{оп} + S_к + S_{сл}. \qquad (25.1)$$

Організація будь-якого складу *передбачає розрахунок* загальної площі складу S, корисної площі складу $S_{кор}$, площі приймального майданчика $S_{пр}$, площі відпускного майданчика $S_{від}$, довжини вантажно-розвантажувального майданчика $L_{в\text{-}р}$, кількості необхідних контейнерів К, рівня насиченості складу засобами механізації $k_{мех}$ та інших показників.

Загальна площа складу S може бути розрахована двома основними методами: *розрахунком за укрупненими нормативами* та розрахунком *на основі врахування детальних характеристик матеріалів, які зберігаються на складі.*

Метод розрахунку за укрупненими нормативами, який ще має назву *метод допустимих корисних навантажень*, вимагає мінімальних витрат часу. В цьому випадку *загальна площа складу S* розраховується за формулою:

$$S = \frac{S_{кор}}{К_в}, \qquad (25.2)$$

де $S_{кор}$ – корисна площа складу, кв.м;

$К_в$ – коефіцієнт використання площі складу, який враховує допоміжну площу для проходів, проїздів, приймання та видачі матеріалів, розміщення терезів, шаф, столів комірника тощо. При зберіганні об’єктів в штабелях $К_в$ = 0,6…0,7; при зберіганні об’єктів на стелажах $К_в$ = 0,3…0,4.

Корисна площа складу $S_{кор}$ розраховується в залежності від способу зберігання у ньому матеріальних цінностей.

У випадку зберігання певного виду матеріальних цінностей в закромах, штабелях, резервуарах корисна площа складу розраховується за формулою:

$$S_{кор} = \frac{Z^{т}_{max} \cdot k_{н}}{g_{д}}, \qquad (25.3)$$

де $Z^{т}_{max}$ – максимальна величина складського запасу матеріалу, який зберігається на складі протягом року, тонн;

$k_{н}$ – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалу (вантажу);

$k_{н} = 1{,}1 \ldots 1{,}5$;

$g_{д}$ – допустиме корисне навантаження на 1 м^2 площі складу, т/м^2.

В свою чергу, максимальна величина складського запасу матеріалу $Z^{т}_{max}$ (в тоннах), яка зберігається протягом року, розраховується за формулою:

$$Z^{т}_{max} = \frac{Q \cdot (T_{в} + T_{стр})}{360}, \qquad (25.4)$$

де Q – надходження матеріалу на склад за рік (вантажооборот), тонн;

$T_{в}$ – нормальний період відновлення запасу матеріалу на складі або період між суміжними поставками партії матеріалу на склад, календарні дні;

$T_{стр}$ – страховий запас (або час термінового виготовлення чергової партії матеріалу у випадку затримки надходження основної поставки матеріалу), календарні дні;

360 – кількість днів в році, яка приймається для розрахунків. Якщо розрахунки робляться за півроку, то підставляється число 180 днів, якщо за квартал – то 90 днів, якщо за місяць – то 30 днів.

Примітка. Якщо величини $T_{в}$ та $T_{стр}$ задані в робочих днях, то формула 25.4 буде мати вигляд:

$$Z^{т}_{max} = \frac{Q \cdot (T_{в} + T_{стр}) \cdot К_{пер}}{360}, \qquad (25.6)$$

де $К_{пер}$ – коефіцієнт перерахунку робочих днів в календарні:

$$К_{пер} = \frac{Д_{к}}{Д_{р}} = \frac{360}{Д_{р}}, \qquad (25.7)$$

де $Д_{к}$ – число календарних днів в році, $Д_{к} = 360$;

$Д_{р}$ – число робочих днів в році.

У випадку зберігання певного виду матеріальних цінностей на стелажах корисна площа складу розраховується за формулою:

$$S_{кор} = S_{ст} \cdot N_{ст}, \qquad (25.8)$$

де $S_{ст}$ – площа, що її займає один стелаж, кв.м; $S_{ст} = a \cdot b$;

a – довжина стелажу, м; b – ширина стелажу, м;

$N_{ст}$ – кількість стелажів, шт.

Розрахункова кількість стелажів $N_{ст(р)}$ визначається за формулою:

$$N_{ст(р)} = \frac{Z^{т}_{max} \cdot k_{н}}{V_{ст} \cdot k_{з} \cdot g_{м}}, \qquad (25.9)$$

де $Z^{т}_{max}$ – максимальна величина складського запасу матеріалу, який зберігається на складі протягом року, тонн;

$k_{н}$ – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалу (вантажу) на склад; $k_{н}$ = 1,1…1,5;

$V_{ст}$ – об'єм стелажу, $м^3$;

$k_{з}$ – коефіцієнт заповнення об'єму стелажу;

$g_{м}$ – тугість матеріалу, $т/м^3$.

Об'єм стелажу $V_{ст}$ розраховується за формулою:

$$V_{ст} = a \cdot b \cdot h, \qquad (25.10)$$

де h – висота стелажу, м.

Розрахункову кількість стелажів $N_{ст(р)}$, визначену за формулою (25.9), порівнюють з кількістю стелажів $N_{ст(доп)}$, розраховану, з урахуванням допустимих корисних навантажень, за формулою:

$$N_{ст(доп)} = \frac{Z^{т}_{max} \cdot k_{н}}{S_{ст} \cdot g_{д}}, \qquad (25.11)$$

де $g_{д}$ – допустиме навантаження на 1 $м^2$ площі складу, $т/м^2$.

За *прийняту кількість стелажів* $N_{ст}$ приймається *найбільше число* (ціле) із величин $N_{ст(р)}$ та $N_{ст(доп)}$.

Площа приймального майданчика $S_{пр}$ розраховується за формулою:

$$S_{пр} = \frac{Q \cdot k_{н} \cdot Д_{пр}}{360 \cdot g_{д}} + S_{зв}, \qquad (25.12)$$

де Q – надходження матеріалу на склад за рік, тонн;

$k_{н}$ – коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалу (вантажу);

$k_{н}$ = 1,1…1,5;

$g_{д}$ – допустиме корисне навантаження на 1 $м^2$ площі складу, $т/м^2$.

$Д_{пр}$ – кількість днів, протягом яких вантаж знаходиться на приймальному майданчику, $Д_{пр}$ = 1…3 дні;

$S_{зв}$ – площа, необхідна для зважування, перерахунку, сортування матеріалу, кв.м. Для дрібних вантажів $S_{зв}$ = 5…6 кв.м, для великих вантажів – $S_{зв}$ = 30…50 кв.м.

Площа відпускного майданчика $S_{від}$ розраховується за формулою:

$$S_{пр} = \frac{Q \cdot k_н \cdot Д_{від}}{Д_р \cdot g_д} + S_{зв}, \qquad (25.13)$$

де $Д_{від}$ – кількість днів, протягом яких вантаж знаходиться на відпускному майданчику, $Д_{від} = 1…2$ дні;

$Д_р$ – число робочих днів в році.

Довжина вантажно-розвантажувального майданчика $L_{в-р}$ розраховується за формулою:

$$L_{в-р} = \frac{Q \cdot k_н}{n \cdot 360 \cdot g_{тр}} \cdot L_{тр} + \left(\frac{Q \cdot k_н}{n \cdot 360 \cdot g_{тр}} - 1 \right) \cdot L_{пр}, \qquad (25.14)$$

де n – число подач транспортних засобів за добу;

$g_{тр}$ – середня вантажопідйомність транспортного засобу, тонн;

$L_{тр}$ – довжина транспортного засобу, м;

$L_{тр}$ – довжина проміжку між транспортними засобами, $L_{тр}$=1,5 м.

Кількість контейнерів К, необхідних для забезпечення безперервної роботи складу, розраховується за формулою:

$$К = \frac{Q \cdot k_н \cdot k_р}{g_к}, \qquad (25.15)$$

де $k_р$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність надходження контейрів з ремонту, $k_р$ =1,05…1,2;

$g_к$ – виробіток на один контейнер за розрахунковий період, тонн:

$$g_к = \frac{g_с \cdot (Д_к - Д_{нер})}{T_{обор}}, \qquad (25.16)$$

де $g_с$ – статичне навантаження на контейнер, тонн;

$Д_к$ – число календарних днів в розрахунковому періоді;

$Д_{нер}$ – число днів знаходження контейнерів в неробочому стані;

$T_{обор}$ – середній час обороту контейнера, дні.

Рівень насиченості $k_{мех}$ складу засобами механізації використовується для оцінювання оснащення складів засобами механізації та автоматизації і розраховується за формулою:

$$k_{мех} = \frac{ВП}{Q}, \qquad (25.17)$$

де ВП – сумарна вантажопідйомність всіх засобів механізації та автоматизації, які є на складі, тонн;

Q – надходження матеріалу на склад за рік (вантажооборот), тонн.

Метод розрахунку площі складу на основі врахування детальних характеристик матеріалів, які зберігаються на складі, вимагає знання марок матеріалів, розмірів заготовок та об'єктів зберігання (діаметр, довжина, ширина, товщина), характеристик комірок (місткість, довжина, ширина, висота), які використовуються для зберігання матеріалів, способу складування (вертикально, горизонтально тощо) об'єктів зберігання тощо. На підставі аналізу цих даних визначаються оптимальні способи розміщення об'єктів зберігання на складі, розраховується величина площі складу та інші показники. Даний метод розрахунку вимагає значних витрат часу, але забезпечує більш високі економічні показники роботи складу. Детальніше дивися [8, С.139-141].

25.2 Завдання для самостійного виконання

На складі зберігаються матеріали "А" та "Б". Матеріал "А" зберігається шляхом штабелювання на підлозі, а матеріал "Б" – на стелажах. Характеристики матеріалів наведені в таблицях 25.1 та 25.2.

Таблиця 25.1 – Характеристика матеріалу "А"

Варіант	$К_в$	$k_н$	Q, тонн	$Т_в$, кален. дні	$Т_{стр}$, кален. дні	$g_д$, т/м^2	$Д_р$, дні	$Д_{пр}$, дні	$Д_{від}$, дні	$S_{зв}$, м^2
1	0,6	1,1	2000	90	10	1,2	250	1	3	25
2	0,61	1,15	2100	120	12	1,25	251	2	1	30
3	0,62	1,2	2200	60	15	1,27	252	3	2	35
4	0,63	1,23	2300	30	5	1,3	253	1	3	40
5	0,64	1,26	2400	90	10	1,33	254	2	1	45
6	0,65	1,3	2500	120	20	1,36	255	3	2	50
7	0,66	1,33	2600	60	6	1,39	254	1	3	45
8	0,67	1,37	2700	30	3	1,4	253	2	1	40
9	0,68	1,4	2800	90	9	1,46	252	3	2	35
10	0,69	1,35	2900	120	12	1,5	251	1	3	30
11	0,70	1,3	3000	60	6	1,53	250	2	1	25
12	0,71	1,25	2050	30	4	1,56	250	3	2	25
13	0,6	1,2	2150	90	9	1,6	251	1	3	30
14	0,61	1,15	2250	120	12	1,63	252	2	1	35
15	0,62	1,1	2350	60	6	1,67	253	3	2	40
16	0,63	1,11	2450	30	3	1,7	254	1	3	45
17	0,64	1,16	2550	90	9	1,2	255	2	1	50
18	0,65	1,21	2650	120	15	1,25	254	3	2	45
19	0,66	1,24	2750	60	5	1,27	253	1	3	40
20	0,67	1,26	2850	30	3	1,3	252	2	1	35
21	0,68	1,31	2950	90	10	1,33	251	3	2	30
22	0,69	1,32	3050	120	16	1,36	250	1	3	25
23	0,70	1,37	3100	60	6	1,39	252	2	1	30
24	0,71	1,41	3150	30	3	1,4	253	3	2	35
25	0,65	1,35	3200	90	9	1,46	254	1	3	40
26	0,66	1,31	3250	120	12	1,5	255	2	1	45
27	0,67	1,25	3300	60	7	1,53	254	3	2	50
28	0,68	1,22	3350	30	4	1,56	253	1	3	45
29	0,69	1,18	3400	60	8	1,6	252	2	1	40
30	0,7	1,2	3460	90	10	1,4	260	2	3	48

Таблиця 25.2 – Характеристика матеріалу “Б”

Варі-ант	$К_в$	$k_н$	Q, т	$Т_в$, кален. дні	$Т_{стр}$, кален. дні	$g_д$, т/м^2	$Д_р$, дні	a, м	b, м	h, м	$k_з$	$g_м$, т/м^3	$Д_{пр}$, дні	$Д_{від}$ дні	$S_{зв}$, м^2
1	0,3	1,2	3000	30	3	1,36	250	4	1,2	2	0,3	2,0	1	2	20
2	0,31	1,15	3100	90	9	1,39	250	4,2	1,3	2,1	0,31	1,95	2	3	21
3	0,32	1,1	3200	120	15	1,4	251	4,4	1,15	2,2	0,32	1,9	3	1	22
4	0,33	1,11	3300	60	5	1,46	252	4,3	1,05	2,3	0,33	1,92	1	2	23
5	0,34	1,16	3400	30	3	1,5	253	4,5	1,3	2,35	0,34	1,94	2	3	24
6	0,35	1,21	2600	90	10	1,53	254	4,6	1,0	2,4	0,35	1,96	3	1	25
7	0,36	1,24	2500	120	16	1,56	255	4,7	1,12	2,45	0,36	1,98	1	2	26
8	0,37	1,26	2400	60	6	1,6	254	4,8	1,14	2,5	0,37	2,0	2	3	27
9	0,38	1,31	2300	30	3	1,63	253	5	1,21	2,2	0,38	2,02	3	1	28
10	0,39	1,32	2200	90	9	1,67	252	4,9	1,2	2,16	0,39	2,04	1	2	29
11	0,40	1,37	2900	120	12	1,7	251	4,8	1,16	2,14	0,4	2,1	2	3	30
12	0,41	1,41	2150	60	7	1,2	250	4,7	1,18	2,1	0,39	2,2	3	1	31
13	0,3	1,35	2250	30	4	1,25	252	4,0	1,2	2,0	0,38	2,3	1	2	32
14	0,41	1,31	2350	60	8	1,27	253	4	1,23	2,1	0,37	2,4	2	3	33
15	0,32	1,25	2450	90	10	1,3	254	4,2	1,31	2,12	0,36	2,5	3	1	34
16	0,33	1,22	2550	90	10	1,33	255	4,4	1,17	2,12	0,35	2,46	1	2	50
17	0,34	1,18	2650	120	12	1,36	254	4,3	1,15	2,13	0,34	2,64	2	3	36
18	0,35	1,2	2750	60	15	1,39	253	4,5	1,32	2,32	0,33	2,4	3	1	37
19	0,36	1,21	2750	30	5	1,4	252	4,6	1,03	2,41	0,33	1,93	1	2	38
20	0,37	1,24	2850	90	10	1,46	260	4,7	1,14	2,45	0,34	1,94	2	3	39
21	0,38	1,26	2450	120	20	1,5	240	4,8	1,15	2,5	0,35	1,95	3	1	40
22	0,39	1,31	3000	60	6	1,53	248	5	1,27	2,2	0,36	1,96	1	2	41
23	0,40	1,32	2100	30	3	1,56	249	4,9	1,21	2,16	0,37	2,08	2	3	42
24	0,41	1,37	2150	90	9	1,6	239	4,8	1,16	2,12	0,38	2,09	3	1	42
25	0,35	1,31	2200	120	12	1,4	253	4,7	1,18	2,11	0,39	2,14	1	2	44
26	0,36	1,25	2250	60	6	1,2	260	4,0	1,2	2,06	0,4	2,13	2	3	45
27	0,37	1,22	2300	30	4	1,25	255	5,0	1,1	2,0	0,39	2,24	3	1	46
28	0,38	1,18	2350	90	9	1,27	248	4,8	1,3	2,1	0,38	2,35	1	2	47
29	0,39	1,2	2400	120	12	1,3	258	4,6	1,2	2,3	0,37	2,48	2	3	48
30	0,4	1,21	2460	60	6	1,33	261	4,4	1,15	2,4	0,36	2,52	3	1	49

Керуючись даними таблиць 25.1 та 25.2, потрібно:

1. Розрахувати максимальну величину складського запасу для матеріалу “А”.

2. Розрахувати величину корисної площі складу для зберігання матеріалу “А”.

3. Розрахувати величину приймального та відпускного майданчиків для матеріалу “А”.

4. Розрахувати загальну площу складу, яка необхідна для зберігання матеріалу “А”.

5. Розрахувати максимальну величину складського запасу для матеріалу “Б”.

6. Розрахувати розрахункову кількість стелажів для зберігання матеріалу “Б”.

7. Розрахувати кількість стелажів для зберігання матеріалу “Б” з урахуванням коефіцієнта допустимих корисних навантажень.

8. Визначити прийняту кількість стелажів для зберігання матеріалу “Б”.

9. Розрахувати величину корисної площі складу для зберігання матеріалу “Б”.

10. Розрахувати величину приймального та відпускного майданчиків для матеріалу “Б”.

11. Розрахувати загальну площу складу, яка необхідна для зберігання матеріалу “Б”.

12. Розрахувати загальну площу складу для зберігання матеріалів “А” і “Б”.

13. Зробити висновки.

25.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Дайте означення поняття “складське господарство” та визначіть його задачі.

2. Охарактеризуйте функції складського господарства.

3. Назвіть основні види вирівнювання запасів на складах та дайте їм характеристику.

4. За якими схемами може бути побудоване складське господарство? Охарактеризуйте ці схеми.

5. За якими ознаками можуть бути класифіковані склади підприємства?

6. Зробіть характеристику складів за їх місцем у виробничому процесі.

7. Зробіть характеристику складів за способом зберігання матеріальних цінностей.

8. Дайте означення поняття “складські операції”, визначіть їх складові та послідовність виконання.

9. Яким видам перевірки підлягають матеріальні цінності, що надходять на склад? Як здійснюється приймання цих цінностей?

10. Мета та порядок здійснення інвентаризації складів?

11. Охарактеризуйте суть активної та пасивної систем відпуску матеріалів зі складів. Поясніть, коли застосовуються ці системи.

12. Назвіть та визначіть основні показники, які використовуються для характеристики складського господарства.

13. Дайте характеристику суті методу розрахунку загальної площі складу за укрупненими нормативами (метод допустимих корисних навантажень).

14. Як розраховується величина площі приймального та відпускного майданчиків складу?

15. Що означає і як розраховується рівень насиченості складу засобами механізації?

16. В чому полягає суть точних методів розрахунку загальної площі складу?

25.4 Задачі для розв'язування

1. Вироби зберігаються на складі на стелажах. Розміри стелажу: довжина – 4 м, ширина – 1,2 м, висота – 4 м. За рік на складі зберігається 100 тис. виробів, маса виробу – 2 кг, тугість матеріалу, яз якого зроблені вироби, – 2,5 т/м^3. Період між суміжними поставками виробів на склад дорівнює 90 календарних днів, період страхового запасу визначений в 20 календарних днів. Коефіцієнт нерівномірності надходження виробів на склад дорівнює 1,4. Коефіцієнт заповнення об'єму стелажу складає 0,3. Допустиме корисне навантаження на 1 м^2 площі – 2 т/м^2. Коефіцієнт використання площі складу – 0,45.

Розрахувати загальну площу складу.

2. Вироби зберігаються на складі на стелажах. Розміри стелажу: довжина – 4 м, ширина – 1,2 м, висота – 4 м. За рік на складі зберігається 100 тис. виробів, маса виробу – 2 кг, тугість матеріалу, яз якого зроблені вироби, – 2,5 т/м^3. Період між суміжними поставками виробів на склад дорівнює 90 календарних днів, період страхового запасу визначений в 20 *робочих* днів. Коефіцієнт нерівномірності надходження виробів на склад дорівнює 1,4. Коефіцієнт заповнення об'єму стелажу складає 0,3. Допустиме корисне навантаження на 1 м^2 площі – 2 т/м^2. Склад працює протягом року 250 днів. Коефіцієнт використання площі складу – 0,45.

Розрахувати загальну площу складу.

3. Річна програма випуску виробів складає 50 тис. шт. На виготовлення одного виробу потрібно 800 г міді, яка надходить на склад щоквартально. Страховий запас міді – 20 календарних днів. Мідь зберігається на складі в штабелях. Допустиме корисне навантаження на 1 м^2 підлоги – 2 тонни. Коефіцієнт нерівномірності надходження міді – 1,1. Коефіцієнт використання площі складу – 0,65.

Розрахувати загальну площу складу.

4. Річна програма випуску виробів складає 50 тис. шт. На виготовлення одного виробу потрібно 800 г міді, яка надходить на склад щоквартально. Страховий запас міді – 20 *робочих* днів. Склад працює протягом року 255 днів. Мідь зберігається на складі в штабелях. Допустиме корисне навантаження на 1 м^2 підлоги – 2 тонни. Коефіцієнт нерівномірності надходження міді – 1,1. Коефіцієнт використання площі складу – 0,65.

Розрахувати загальну площу складу.

5. Підприємство споживає за рік 600 тонн листового свинцю. Тугість свинцю – 11,4 т/м^3. Свинець надходить на завод через кожних 60 календарних днів. Страховий запас свинцю – 20 календарних днів. Листи свинцю зберігаються на стелажах. Розмір стелажу: довжина 1,8 м, ширина – 1,5 м, висота – 2 м. Коефіцієнт заповнення об'єму стелажу складає 0,5. Коефіцієнт нерівномірності надходження свинцю – 1,2. Допустиме корисне наван-

таження на 1 $м^2$ підлоги – 2,2 тонни. Коефіцієнт використання площі складу складає 0,7.

Розрахувати загальну площу складу.

6. Підприємство споживає за рік 600 тонн листового свинцю. Тугість свинцю – 11,4 $т/м^3$. Свинець надходить на завод через кожних 60 календарних днів. Страховий запас свинцю – 20 *робочих* днів. Листи свинцю зберігаються на стелажах. Розмір стелажу: довжина 1,8 м, ширина – 1,5 м, висота – 2 м. Коефіцієнт заповнення об'єму стелажу складає 0,5. Коефіцієнт нерівномірності надходження свинцю – 1,2. Допустиме корисне навантаження на 1 $м^2$ підлоги – 2,2 тонни. Коефіцієнт використання площі складу дорівнює 0,7. Склад працює протягом року 260 днів.

Розрахувати загальну площу складу.

7. Підприємство споживає за рік 12000 тонн певного матеріалу. Коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалу – 1,2. Допустиме корисне навантаження на 1 $м^2$ підлоги – 3,0 тонни. Склад працює протягом року 250 днів. Середня кількість днів знаходження матеріалу при прийманні на приймальному майданчику – 3 дні. Середня кількість днів знаходження матеріалу при відпуску на відпускному майданчику – 1 день. Площа, необхідна для зважування матеріалу при його прийманні, – 30 кв.м. Площа, необхідна для підготовки матеріалу для відпуску, – 40 кв.м.

Розрахувати величину площі приймального та відпускного майданчиків.

8. Підприємство споживає за рік 10000 тонн певного матеріалу. Коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалу – 1,05. Для зберігання матеріалу використовуються контейнери. Статичне навантаження на контейнер – 2,5 тонни. Середній час обороту контейнера – 12 днів. Протягом року контейнер знаходиться в неробочому стані в середньому 30 днів. Коефіцієнт нерівномірності надходження контейнера з ремонту – 1,1.

Розрахувати необхідну кількість контейнерів.

9. Підприємство споживає за рік 1000 тонн певного матеріалу. Коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалу – 1,1. Матеріал завозиться та склад автомобілями вантажопідйомністю 3 тонни. Довжина автомобіля 5 м. Автомобілі подаються на розвантаження протягом доби 2 рази. Розрахувати довжину вантажно-розвантажувального майданчика.

25.5 Відповіді на задачі

1. 96 кв.м.
2. 106,7 кв.м.
3. 10,3 кв.м.
4. 11,1 кв.м.
5. 104,1 кв.м.
6. 115,7 кв.м.
7. 70 кв.м та 59,2 кв.м.
8. 168 шт.
9. 31,6 м.

26

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

Тема: “Організація енергетичного господарства підприємства”

Мета заняття: дати студентам теоретичні знання з організації енергетичного господарства на підприємствах та розвинути практичні навички з проведення розрахунків показників, які характеризують енергетичне господарство.

26.1 Теоретична частина

Сучасне виробниче підприємство є великим споживачем енергетичних ресурсів: електроенергії, палива, пару, стиснутого повітря, гарячої води тощо. Тому важливе місце в системі виробничого менеджменту будь-якого підприємства займає безперебійне забезпечення виробництва всіма видами енергії, зв’язком, ремонтом енергомереж і енергетичного обладнання тощо. Виконання цих функцій покладається на *енергетичне господарство підприємства*.

Енергетичне господарство підприємства має *специфічні особливості*, які потрібно враховувати у виробничому менеджменті.

По-перше, це збіг у часі виробництва і споживання енергії. Це обумовлено тим, що енергію, з одного боку, не можна “складувати”, нагромаджувати, а з іншого боку, режим виробництва енергії в кожний момент часу безпосередньо залежить від режиму споживання енергії. Це вимагає відповідного вибору генеруючих установок та пропускної спроможності розподільчих мереж, створення оперативно-диспетчерської системи енергопостачання та резерву генеруючих потужностей тощо.

По-друге, характерним є широка взаємозамінність окремих установок, видів енергоресурсів та технологічних процесів при виробництві продукції. Це ускладнює розрахунки оптимальних варіантів організації енергопостачання промислових об’єктів.

По-третє, це тісний взаємний зв’язок енергетичного господарства з усіма без винятку підрозділами підприємства і значний взаємний вплив цих зв’язків на результати діяльності як цих підрозділів, так і самого енергетичного господарства. З одного боку, енергетичне господарство впливає на діяльність підрозділів якістю та вартістю наданих послуг (так, питома вага енергетичних витрат в собівартості продукції в даний час складає від 5% до 10%), а з іншого боку, підприємство накладає на енергетичне господарство певні обмеження щодо чисельності персоналу, обсягу капітальних вкладень та матеріальних ресурсів тощо.

Вчетверте, це загострення проблеми комплексного використання паливних ресурсів, залучення та переробки вторинних енергоресурсів, захисту довкілля тощо.

Все це вимагає від енергетичного господарства якісно нових підходів до організації й управління.

Виробничий процес в енергетичному господарстві підприємства складається з виробництва, передачі, розподілу та споживання енергії різних видів. *Сукупність генеруючих, перетворюючих, споживаючих установок та мереж, які пов'язують ці установки як між собою, так і з енергетичними мережами району, де розташоване підприємство, утворюють систему енергетичного постачання підприємства або енергетичне господарство підприємства*.

Основними *задачами енергетичного господарства* сучасного підприємства є:

- безперебійне постачання підприємства всіма видами енергії при найменших витратах;
- найекономніше витрачання енергії;
- впровадження новітньої енергетичної техніки;
- найповніше використання потужності енергетичних установок;
- підвищення продуктивності праці та зниження собівартості енергетичної продукції;
- нагляд та контроль за дотриманням правил експлуатації енергетичного обладнання;
- організація технічних оглядів та ремонтів енергетичного обладнання та інші.

Склад та структура енергетичного господарства базуються на виробничій структурі підприємства і повинні бути такими, щоб забезпечити виконання виробничих завдань, які стоять перед підприємством. Ця структура повинна відображати характер технологічних процесів, засоби та предмети праці, які використовуються у виробництві, передачі, розподілі та споживанні різних видів енергії.

В залежності від поставлених задач та технологічних процесів, які використовуються на підприємстві, енергетичне господарство може включати в собі електричні, теплосилові та електроремонтні цехи.

Електросилові цехи можуть мати у своєму складі силові підстанції, електричні мережі, трансформаторно-мастильні та акумуляторні дільниці, дільниці релейного захисту, зв'язку та сигналізації тощо.

Теплосилові цехи можуть мати у своєму складі котельні, дільниці теплопостачання, газопостачання та повітропостачання, дільниці водопостачання та каналізації, дільниці постачання палива, вентиляційні дільниці, газові, утилізаційні дільниці та очисні споруди тощо.

Електроремонтні цехи можуть мати у своєму складі слюсарні, механічні, обмотувальні, просочувальні, мастильні, електромонтажні, комплектувальні та інші дільниці.

У *виробничому відношенні* енергетичне господарство підприємства складається з двох частин: *загальнозаводського* енергетичного господарства та *цехових* господарств. До *загальнозаводського* енергетичного госпо-

дарства відносяться генеруючі та перетворювальні установки, загальнозаводські електричні мережі, енергоприймальники, розподільчі мережі будівель та приміщень загальнозаводського значення (склади, заводоуправління, їдальні тощо). До *цехового* господарств відносяться енергоприймальники виробничих цехів, перетворювальні установки, внутрішньоцехові розподільчі мережі, опалювально-вентиляційні прилади тощо.

Виробнича структура енергетичного господарства є основою для формування його *організаційної структури*. Приклад організаційної структури енергетичного господарства наведений на рис. 26.1.

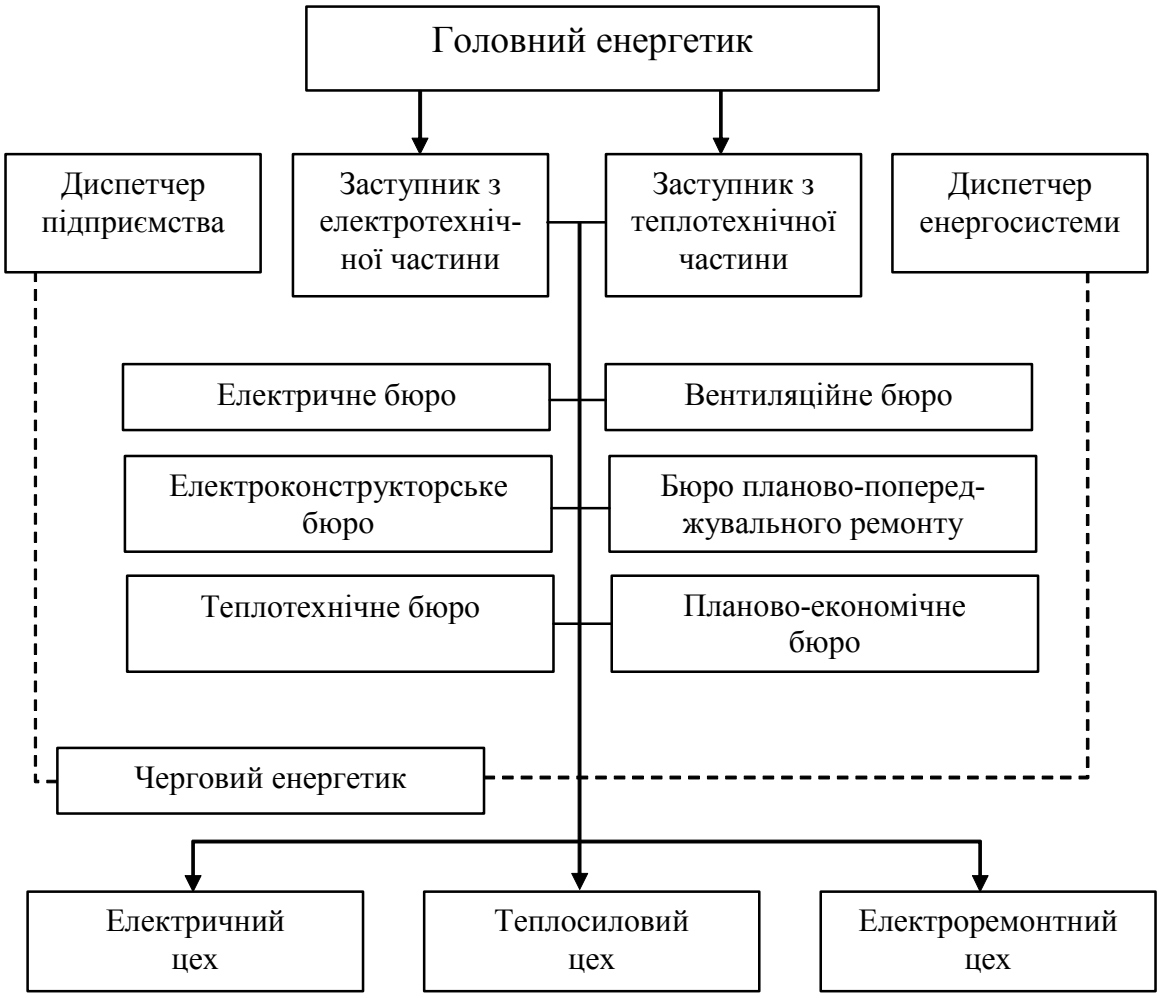


Рисунок 26.1 – Організаційна структура управління енергетичним господарством великого промислового підприємства

Очолює енергетичне господарство підприємства *головний енергетик.* Головний енергетик здійснює адміністративно-технічне керівництво *відділом головного енергетика* та енергоцехами, нагляд за експлуатацією енер-

гообладнання, електроустановок, використанням енергоресурсів на підприємстві тощо. *Заступники головного енергетика* здійснюють безпосереднє технічне та оперативне керівництво відповідними енергоцехами, бюро (групами) відділу головного енергетика, персоналом енергослужб тощо.

В сучасних умовах на розвиток енергетичного господарства підприємства впливає багато об'єктивних та випадкових факторів. Серед них:

- постійне зростання енергоозброєності праці;
- необхідність забезпечення взаємозамінності ресурсів;
- досягнення науково-технічного прогресу як в енергетичних, так і суміжних галузях;
- можливість аварійних відключень енергетичних мереж через аварії, незаплановані поломки енергетичних установок;
- робота енергетичних систем в умовах лімітування різних видів ресурсів, зміни метеорологічних умов тощо.

З урахуванням цих факторів до основних напрямків удосконалення енергетичного господарства підприємства можна віднести:

- зниження енергомісткості продукції;
- впровадження енергозбережних технологій;
- удосконалення структури енергоспоживання;
- скорочення термінів ремонту енергообладнання;
- зменшення (повне усунення) непродуктивних витрат енергії;
- вибір найекономніших постачальників палива та енергії;
- удосконалення обліку витрат енергоресурсів тощо.

Організація енергетичного господарства підприємства базується на плануванні потреби виробництва в різних видах енергії та визначенні джерел їх покриття. Такий метод організації енергетичного господарства отримав назву *балансового методу*. Баланси бувають *зведені* та за *окремими видами енергоносіїв*. У *витратній* частині балансу зазначається розрахункова потреба в енергії на виробничо-господарську діяльність підприємства та напрямки її використання, а в *дохідній (прибутковій)* частині – раціональні джерела отримання енергії та палива від районних систем, виробіток енергії на власних генеруючих установках, використання вторинних ресурсів тощо.

Для оцінювання техніко-економічного рівня та результатів діяльності енергетичного господарства підприємства використовуються такі *показники*:

- величина виробітку та споживання енергії на підприємстві: загальна та за видами (в кг, калоріях, $м^3$, кВт тощо);
- питома вага енергії та палива в собівартості продукції підприємства;
- собівартість виробництва 1 вКт-години електроенергії; 1000 $м^3$ стиснутого повітря тощо;
- енерго- та електроозброєність виробництва, тобто величина витрат енергії (електроенергії), які припадають на одну особу, та інші.

Основним питанням будь-якого енергетичного господарства є *визначення потреби в енергоресурсах всіх видів*. Загальна потреба в енергоресурсах включає розрахунок потреби в електроенергії на технологічні цілі (тобто на виробництво продукції); потреби підприємства в енергії як рушійної сили; потреби в електроенергії на освітлення, опалення, вентиляцію, інші побутові потреби; потребу в електроенергії, яка відпускається на сторону; потреби в паливі, стиснутому повітрі тощо.

Розрахунок потреби підприємства в енергоресурсах базується на відповідних *технічних нормах витрат енергії різних видів та планового обсягу випуску продукції* в натуральних або інших одиницях.

Норма витрат енергоресурсів – це максимально-допустимі витрати енергоресурсів конкретного виду на одиницю продукції (операцію, деталь, виріб, вузол, одиницю часу роботи устаткування, освітлення 1 $м^2$ площі тощо). Норми витрат енергоресурсів класифікуються за такими ознаками:

- *за обсягом охоплення продукції* – укрупнені (зведені) та диференційовані. *Укрупнені норми* встановлюються в розрахунку на одиницю продукції (або умовну одиницю) в межах дільниці, цеху, підприємства. Наприклад, це витрати енергії на виготовлення 1 тонни заготовок, 1000 $м^3$ стиснутого повітря, 1000 грн. виготовленої продукції тощо. *Диференційовані норми* визначають витрати енергії на окремі деталі, технологічні операції, агрегати тощо;

- *за видами* – норми витрат електроенергії, палива, стиснутого повітря тощо;

- за назвою підрозділу – цехові норми, заводські норми тощо;

- за рівнем обгрунтованості – *статистичні, дослідні, науково-обгрунтовані норми*. Найбільшого значення набуває використання науково-обгрунтованих технічних норм витрат енергоресурсів, що відповідає вимогам часу.

Загальні витрати енергії на підприємстві умовно поділяються на дві частини – *залежну* (змінну) та *незалежну* (постійну) від обсягів виробництва. Залежну (змінну) частину складають витрати всіх видів енергії на виконання технологічних операцій, незалежну (постійну) – витрати на освітлення, опалення тощо.

Витрати енергії, що відносяться до змінної частини, розраховуються укрупнено, на основі часу роботи обладнання або за зведеними нормами (більш точний метод).

За першим методом обладнання групується за умовами роботи, а саме: за часом експлуатації, рівнем завантаження потужності тощо. В цьому випадку *потреба в енергії* $Q_{з(1)}$ розраховується за формулою:

$$Q_{з(1)} = \frac{П_у \cdot F_д \cdot К_п \cdot К_ч}{\eta_1 \cdot \eta_2}, \qquad (26.1)$$

де $П_у$ – установлена потужність обладнання та інших енергоспоживачів, кВт;

$F_д$ – ефективний (дійсний) фонд часу роботи обладнання протягом певного періоду (наприклад, року), годин;

$К_п$ – коефіцієнт, який враховує рівень завантаження обладнання за потужністю;

$К_ч$ – коефіцієнт, який враховує нерівномірність використання обладнання у часі;

η_1 – коефіцієнт корисної дії обладнання;

η_2 – коефіцієнт, який враховує втрати енергії в мережах.

За другим методом *потреба в енергії* $Q_{з(2)}$ розраховується за формулою:

$$Q_{з(2)} = Н_{зв} \cdot В, \qquad (26.2)$$

де $Н_{зв}$ – зведена норма витрат енергії на одиницю продукції (в розрахунку на один виріб, на 1000 грн. продукції тощо);

В – плановий випуск продукції за певний період (шт., тис.грн. тощо).

Витрати енергії, що відносяться до постійної частини, розраховуються за чинними нормативами освітлення приміщень, їх опалення тощо.

Більш детально розрахунок потреби підприємства в різних видах енергії можна здійснювати за такими формулами:

1. Потреба в електроенергії на технологічні цілі $Q_{т(е)}$:

$$Q_{т(е)} = \sum_{i=1}^{m} \frac{П_у \cdot F_д \cdot К_п \cdot К_ч}{\eta_1 \cdot \eta_2} \text{ кВт-годин}, \qquad (26.3)$$

де $П_у$ – установлена потужність електрообладнання, згрупованого за певною ознакою, кВт;

$F_д$ – ефективний (дійсний) фонд часу роботи обладнання протягом визначеного періоду (наприклад, року), годин;

m – кількість згрупованих видів обладнання.

Або інакше:

$$Q_{т(е)} = \sum_{i=1}^{m} Н_е \cdot F_д \cdot F_п \cdot F_ч \text{ кВт-годин}, \qquad (26.4)$$

де $Н_е$ – норма витрат електроенергії на годину роботи обладнання даного виду, кВт-год.:

$$Н_е = \frac{П_у}{\eta_1 \cdot \eta_2} \text{ кВт-годин}. \qquad (26.5)$$

2. Потреба в електроенергії на технологічні цілі $Q_{т(е)}$:

$$Q_{т(е)} = \sum_{1}^{n} Н_{зв(е)} \cdot N_i, \qquad (26.6)$$

де $Н_{зв(е)}$ – зведена норма витрат електроенергії на виготовлення одиниці *і*-го виду продукції, кВт-год./одиницю прод.;

N_i – кількість продукції *і*-го виду, яка повинна бути виготовлена на підприємстві протягом певного періоду, в штуках або інших натуральних чи вартісних одиницях;

n – кількість видів продукції.

3. Потреба в енергоносіях (інертних газах, пару і т.п.) на технологічні цілі $Q_{т(ен)}$:

$$Q_{т(ен)} = \sum_{1}^{m} Н_{ен} \cdot F_{д} \cdot К_{п} \cdot К_{ч} \ м^3 \ (кг), \qquad (26.7)$$

де $Н_{ен}$ – норма витрат енергоносіїв за одну годину роботи даного виду обладнання, $м^3$/год. (кг/год. та інші);

m – кількість видів обладнання.

4. Потреба в стиснутому повітрі на технологічні цілі $Q_{т(с)}$:

$$Q_{т(с)} = 1{,}5 \sum_{1}^{m} Н_{с} \cdot F_{д} \cdot К_{п} \cdot К_{ч} \ м^3, \qquad (26.8)$$

де 1,5 – коефіцієнт, який враховує втрати стиснутого повітря в трубопроводах;

$Н_{с}$ – норма витрат стиснутого повітря за годину при безперервній роботі одиниці обладнання даного виду, $м^3$/год.;

m – кількість видів повітроприймальників.

5. Потреба в паливі даного виду на технологічні цілі $Q_{т(п)}$:

$$Q_{т(п)} = \sum_{1}^{n} \frac{Н_{зв(п)} \cdot N_i}{К_g} \text{ кг (тонн)}, \qquad (26.9)$$

де $Н_{зп(п)}$ – зведена норма витрат палива певного виду на виготовлення одиниці продукції (1000 грн. продукції тощо), калорій;

N_i – кількість продукції *і*-го виду, яка повинна бути виготовлена на підприємстві протягом певного періоду, в штуках або інших натуральних чи вартісних одиницях;

n – кількість видів продукції;

$К_g$ – калорійний еквівалент палива, яке використовується в технологіях, або коефіцієнт переведення калорій в кг або тонни.

6. Потреба у воді на технологічні цілі $Q_{т(в)}$:

$$Q_{т(в)} = \sum_{1}^{n} Н_{в} \cdot F_{д} \cdot К_{п} \cdot К_{ч} \text{ літрів}, \qquad (26.10)$$

де $Н_{в}$ – норма витрат води за одну годину роботи даного виду обладнання, літрів/год.;

n – кількість видів обладнання.

Примітка. Формули (26.3, 26.7, 26.8 та 26.10) наведені для випадку, коли розрахунок потреби в енергії здійснюється на основі витрат цих ресурсів за годину роботи обладнання, згрупованого за певними ознаками. Формули (26.6 та 26.9) наведені для випадку коли розрахунок потреби в енергії здійснюється на основі зведених норм.

7. Потреба в електроенергії на освітлення приміщень $Q_{осв}$:

$$Q_{осв} = \frac{Л \cdot Р_{л} \cdot Т_{о}}{1000}, \text{ кВт-годин}, \qquad (26.11)$$

де Л – кількість ламп освітлення, шт.;

$Р_{л}$ – середня потужність однієї лампи, Вт;

$Т_{о}$ – тривалість періоду освітлення, годин.

Або:

$$Q_{осв} = \frac{Н_{осв} \cdot S \cdot Т_{о}}{1000}, \text{ кВт-годин}, \qquad (26.12)$$

де $Н_{осв}$ – норма освітлення площі (за ДЕСТ), Вт/м^2;

S – площа приміщень, м^2.

8. Потреба палива на опалення виробничих, адміністративних та інших будинків $Q_{опал}$:

$$Q_{опал} = \frac{Н_{опал} \cdot \Delta t^{o} \cdot Т_{опал} \cdot V_{б}}{1000 \cdot К_{ум} \eta_{к}}, \text{ тонн}, \qquad (26.13)$$

де $Н_{опал}$ – норма витрат тепла на опалення 1 м^3 будинку при різниці між зовнішньою та внутрішньою температурами повітря в один градус (1^{o} С), ккал/год.$\cdot$м^3 (1 ккал = 4, $1868 \cdot 10^3$ Дж);

Δt^{o} – різниця між зовнішньою та внутрішньою температурами повітря, градусів;

$Т_{опал}$ – період опалення приміщень, годин;

$V_{б}$ – об'єм будинку (при зовнішньому обмірі), м^3;

$К_{ум}$ – теплота згорання умовного палива ($\approx$7000 ккал/кг);

$\eta_{к}$ – коефіцієнт корисної дії котельних установок, $\eta_{к}$=0,75.

9. Витрати пару на опалення будинків $Q_{пар}$;

$$Q_{пар} = \frac{Н_{пар} \cdot \Delta t^{o} \cdot Т_{опал} \cdot V_{б}}{1000 \cdot К_{пар}}, \text{ тонн}, \qquad (26.14)$$

де $Н_{пар}$ – норма витрат пару на опалення 1 м^3 будинку при різниці між зовнішньою та внутрішньою температурами повітря в один градус (1^{o} С), ккал/год.$\cdot$м^3 (1 ккал = 4, $1868 \cdot 10^3$ Дж);

$К_{пар}$ – теплозбереження пару ($\approx$540 ккал/кг).

26.2 Завдання для самостійного виконання

Підприємство виготовляє певні види продукції, для чого йому потрібна відповідна кількість енергоресурсів.

В таблиці 26.1 наведені дані щодо того, яку продукцію може виготовляти підприємство за рік, та зведена норма витрат електроенергії на виготовлення кожного виду продукції.

Таблиця 26.1 – Можливий випуск продукції підприємством за рік

Вироби	Можливий випуск N_i, шт.	Зведена норма витрат електроенергії на одиницю продукції, $Н_{зв(е)}$, кВт-год./одиниця прод.
А	10 000	120
Б	12 000	100
В	11 000	90
Г	9 000	95
Д	13 000	80
Е	14 000	97
Є	15 000	142
Ж	9 500	127
К	10 500	132
Л	11 500	111

На підприємстві є також ремонтні та інструментальні цехи, що виробляють продукцію, яка споживається безпосередньо на підприємстві. В цих цехах установлено обладнання, згруповане за певними ознаками.

Інформація про це обладнання та показники його роботи наведені в таблиці 26.2.

Таблиця 26.2 – Інформація про роботу обладнання

Ознаки, за якими згруповано обладнання	Установлена потужність $П_у$, кВт	$F_д$, годин	$К_п$	$К_ч$	η_1	η_2
X	500	2000	0,89	0,95	0,7	0,9
Y	450	4000	0,87	0,94	0,71	0,91
Z	600	1800	0,84	0,94	0,72	0,92
V	700	3600	0,86	0,93	0,73	0,93
W	800	1900	0,91	0,92	0,74	0,94
G	900	3800	0,9	0,91	0,75	0,95
D	850	3850	0,78	0,9	0,76	0,96
F	750	1970	0,79	0,92	0,77	0,97
S	730	1890	0,81	0,94	0,78	0,95
U	580	3780	0,82	0,05	0,79	0,93

Для забезпечення можливості здійснення виробничого процесу на підприємстві використовується пар, стиснуте повітря та вода. Для їх виробництва використовується відповідне обладнання. В свою чергу, для виробництва пару, стиснутого повітря та води використовується електрична енергія. Інформація про норми витрат для цих енергоносіїв та інші необхідні дані наведені в таблиці 26.3.

Таблиця 26.3 – Інформація про норми витрат енергоносіїв

Енергоносії	Норма витрат за годину роботи обладнання	$F_д$, годин	$К_п$	$К_ч$	Норма витрат електроенергії на виробництво одиниці енергоносія
Пар	$Н_{ен}$ – 100 кг/год.	2000	0,94	0,97	$Н_е$ – 10,5 кВт/тонну
Стиснуте повітря	$Н_с$ – 180 м^3/год.	1900	0,92	0,94	$Н_е$ – 72 кВт/1000 м^3
Вода	$Н_в$ – 20 л/год.	2100	0,9	0,95	$Н_е$ – 12 кВт/1000 л

В таблиці 26.4 наведені дані щодо того, які види продукції випускає підприємство для визначеного варіанта завдання; яке саме обладнання установлено в ремонтному та інструментальному цеху; скільки одиниць обладнання використовує пар $N_п$, стиснуте повітря $N_{сп}$ та воду $N_в$; витрати електроенергії на освітлення і опалення (в % від витрат електроенергії, яка була використана на технологічні цілі – β), а також вартість 1 кВт-години електроенергії – Ц.

Таблиця 26.4 – Початкові дані для виконання завдання

Варіант	Види продукції, які випускаються	Види обладнання, яке встановлено	$N_п$, шт.	$N_{сп}$, шт.	$N_в$, шт.	β, %	Ц, грн./кВт
1	А,Б,В,Г,Д	X,Y,Z,V,W	30	32	35	10	0,156
2	Б,В,Г,Д,Е	Y,Z,V,W,G	37	26	40	11	0,160
3	В,Г,Д,Е,Є	Z,V,W,G,D	26	28	29	12	0,154
4	Г,Д,Е,Є,Ж	V,W,G,D,F	31	34	20	13	0,63
5	Д,Е,Є,Ж,К	W,G,D,F,S	43	23	41	14	0,156
6	Е,Є,Ж,К,Л	G,D,F,S,U	45	13	18	13,5	0,16
7	Є,Ж,К,Л,А	D,F,S,U,X	14	14	23	12,5	0,17
8	Ж,К,Л,А,Б	F,S,U,X,Y	32	32	13	11,5	0,18
9	К,Л,А,Б,В	S,U,X,Y,Z	43	26	14	14	0,19
10	Л,А,Б,В,Г	U,X,Y,Z,V	35	27	32	15	0,20
11	А,Б,Л,Г,К	S,Y,Z,V,W	39	29	26	16	0,156
12	А,В,Г,Д,Л	S,Z,V,W,G	13	40	27	10,1	0,160
13	А,Г,Д,Е,К	S,V,W,G,D	14	31	29	11,1	0,154
14	А,Д,Е,Є,Л	S,W,G,D,F	32	43	40	12,4	0,63
15	Б,Е,Є,Ж,К	X,G,D,F,S	26	53	31	13,3	0,156
16	Б,Є,Ж,К,Л	X,D,F,S,U	27	24	43	14,2	0,16
17	Б,Ж,К,Л,А	Y,F,S,U,X	29	25	53	13,5	0,17
18	В,К,Л,А,Е	V,S,U,X,Y	40	35	24	12,5	0,18
19	В,Л,А,Б,Є	V,U,X,Y,Z	31	45	25	11,5	0,19
20	В,А,Б,Є,Л	S,X,Y,Z,V	43	44	35	14,6	0,20
21	Д,Б,Л,Г,К	S,Y,Z,V,F	53	43	45	15,2	0,156
22	Д,В,Г,Є,Л	S,Z,V,W,F	24	42	44	16,1	0,160
23	Д,Г,А,Е,Л	S,V,W,G,F	25	41	43	14	0,154
24	Д,К,Е,Є,Л	S,W,G,D,V	35	40	42	13,5	0,63
25	В,Е,Є,Ж,К	X,G,D,F,V	45	31	41	12,5	0,156
26	В,Є,Ж,К,Л	X,D,F,S,V	44	32	40	11,5	0,16
27	В,Ж,К,Л,А	Y,F,S,U,V	43	19	13	14	0,17
28	Г,К,Л,А,Е	V,S,U,X,W	42	18	12	15	0,18
29	Г,Л,А,Б,Є	V,U,X,Y,W	41	17	15	16	0,19
30	Г,А,Б,Є,Л	S,X,Y,Z,W	40	50	20	10,1	0,20

Керуючись даними таблиць 26.1…26.4, потрібно:

1. За формулою (26.6) розрахувати потребу підприємства в електроенергії на виготовлення кожного із 5-ти видів продукції та на виготовлення всіх видів продукції, які випускає підприємство.

2. За формулою (26.3) розрахувати потребу підприємства в електроенергії для тих видів обладнання, яке установлено в ремонтному та інструментальному цехах, а також загальну потребу в електроенергії в цих цехах.

3. За формулами (26.7, 26.8 та 26.10) розрахувати потребу підприємства в парі (в тоннах), стиснутому повітрі (в $м^3$) та воді (в літрах), потрібних для роботи обладнання.

Примітка. При використанні даних формул врахувати кількість одиниць кожного виду обладнання ($N_п$, $N_{сп}$, $N_в$); які використовують пар, стиснуте повітря та воду.

4. За формулою (26.6(розрахувати потребу в електроенергії, яка використовується на виробництво пару, стиснутого повітря та води.

Примітка. При використанні формули (26.6) правильно врахувати розмірність показників, які підставляються в дану формулу.

5. Розрахувати загальну річну потребу підприємства в електроенергії на технологічні цілі як суму значень, отриманих в пп. 1, 2 та 4.

6. Розрахувати потребу підприємства в електроенергії на освітлення та опалення протягом року.

7. Розрахувати загальні річні витрати підприємства на електроенергію.

8. Розрахувати річні витрати підприємства на електроенергію в грошовій формі.

9. Зробити висновки.

26.3 Питання для самоконтролю та перевірки знань

1. Енергетичне господарство підприємства: суть, основні задачі.

2. Особливості енергетичного господарства підприємства.

3. Виробнича структура енергетичного господарства підприємства: суть, склад, структура, функції.

4. Характеристика організаційної структури енергетичного господарства підприємства.

5. Як можна оцінити техніко-технологічний рівень та результати діяльності енергетичного господарства підприємства?

6. Дайте означення поняття “норма витрат енергоресурсів”. Назвіть та охарактеризуйте основні види норм витрат енергоресурсів.

7. Охарактеризуйте основні методи розрахунку потреб підприємства в енергоресурсах.

8. Як розраховується потреба підприємства в енергії на технологічні цілі?

9. Як розраховується потреба підприємства в енергії на опалення, освітлення тощо?

26.4 Задачі для розв'язування

1.Потужність обладнання, яке встановлено в цеху, складає 450 кВт. Середній плановий коефіцієнт завантаження обладнання за потужністю складає 0,8. Середній плановий коефіцієнт використання обладнання у часі дорівнює 0,95. Кількість робочих днів в році – 250. Режим роботи цеху: 2 зміни по 8 годин. Середній коефіцієнт корисної дії кожної одиниці обладнання – 0,9; середній коефіцієнт, який враховує втрати електроенергії в електромережах – 0,96. Вартість 1 кВт-год. електроенергії в 2005 році дорівнює 0,156 грн-год.

Розрахувати потребу цеху в електроенергії та її вартість.

2. В цеху встановлено 50 ламп для освітлення, середня потужність кожної 100 Вт. Час роботи кожної лампи – 15 годин. Число робочих днів в місяці – 22. В кожний момент часу працює тільки 75% ламп.

Розрахувати потребу цеху в електроенергії для освітлення приміщень.

3. Приміщення цеху має об'єм 8000 $м^3$. Для опалення цього приміщення використовується пар. Норма витрат пару 0,5 ккал/годину на 1 $м^3$ об'єму приміщення. Середня температура повітря за межами приміщення протягом періоду опалення складає -5^oC. Рекомендована температура в приміщенні цеху протягом опалювального періоду повинна дорівнювати $+18^oC$. Період опалення триває 200 днів. Для виробництва пару використовується електроенергія, норма витрат якої на виробництво 1 тонни пару складає 12,23 кВт-год.

Розрахувати потребу цеху в пару для опалення приміщення протягом опалювального сезону та необхідні витрати електроенергії для виробництва даної кількості пару.

4. На 50-ти верстатах цеху використовується стиснуте повітря. Середні витрати стиснутого повітря на одному верстаті – 10 $м^3$ за годину. Середній плановий коефіцієнт завантаження обладнання за потужністю – 0,8. Середній плановий коефіцієнт використання обладнання у часі – 0,95. Кількість робочих днів в році 246. Режим роботи цеху: 2 зміни по 8 годин. Для виробництва пару використовується електроенергія, норма витрат якої на виробництво 1000 $м^3$ стиснутого повітря складає 90 кВт-год.

Розрахувати річну потребу цеху в стиснутому повітрі та необхідні витрати електроенергії для його виробництва.

5. На 80-ти верстатах цеху для охолодження використовується вода. Середні витрати води на одному верстаті – 12 л за годину. Середній плановий коефіцієнт завантаження обладнання за потужністю – 0,85. Середній

плановий коефіцієнт використання обладнання у часі – 0,94. Кількість робочих днів в році 252. Режим роботи цеху: 2 зміни по 8 годин. Для подачі води використовується електроенергія, норма витрат якої в розрахунку на 1000 л води складає 5,4 кВт-год.

Розрахувати річну потребу цеху в воді та необхідні витрати електроенергії на її подачу.

6. Цех має площу 550 $м^2$. Норма витрат освітлювальної електричної енергії на 1 $м^2$ площі – 15 Вт-год. Цех працює 251 день в році, 2 зміни по 8 годин. В середньому за зміну цех освітлюється протягом 70% робочого часу.

Розрахувати потребу цеху в електричній енергії, яка потрібна для його освітлення.

7. Скласти витратну частину енергобалансу підприємства, виходячи із таких даних:

а) річний випуск продукції основним виробництвом складає: вироби "А" – 500 шт., вироби "Б" – 400 шт. Норма витрат електроенергії на виробництво одного виробу "А" – 4 тис. кВт-год., а на виробництво одного виробу "Б" – 9 тис. кВт-год.;

б) допоміжне виробництво виробляє 2000 тис.$м^3$ води та 1000 тонн пару. Норма витрат електроенергії на виробництво 1000 $м^3$ води дорівнює 240 кВт-год., а на виробництво 1 тонни пару – 130 кВт-год.;

в) річні витрати електроенергії на освітлення – 300 тис. кВт-год., на опалення – 240 тис. кВт-год., на власні потреби різних енергетичних установок – 40 тис. кВт-год.;

г) відпуск електроенергії на сторону згідно з укладеними на підприємстві угодами – 25 тис. кВт-год.;

д) втрати електроенергії в мережах – 100 тис. кВт-год., а в трансформаторних підстанціях – 200 тис. кВт-год.

Розрахувати загальні річні витрати підприємства на електричну енергію за умови, що вартість 1 кВт-год. електроенергії дорівнює 0,156 грн.

26.5 Відповіді на задачі

1. 1583333 кВт-год.; 2470 тис. грн.
2. 1237,5 кВт-год.
3. 817,8 тонн; 10 тис. кВт-год.
4. 2243,5 тис. $м^3$; 201,9 тис. кВт-год.
5. 3092,7 $м^3$; 16,7 тис. кВт-год.
6. 23192 кВт-год.
7. 5135 тис. кВт-год.; 801600 грн.

ЛІТЕРАТУРА

1. Климов А.Н., Оленев И.Д., Соколицын С.А. Организация и планирование производства на машиностроительном заводе: Учебник для маш. вузов. – 3-е изд., перераб и доп. /Под ред С.А.Соколицына. – Л.: Машиностроение, 1977. – 463 с.

2. Козловський В.О., Білоконний П.Г. Основи організації виробничого процесу: Навч. посібник – Київ, НМК ВО, 1991. –171 с.

3. Методические указания к выполнению практических работ по организации, планированию и управлению предприятием /Т.С.Школьникова, Н.С.Белинская, В.С.Сапун. – Винница: ВПИ, 1990.– 40 с.

4. Организация и планирование машиностроительного производства. Уч. для вузов. Изд. 3-е, перераб. и доп. Под ред проф. И.М.Разумова, Л.Я.Шухгальтера, Л.А.Глаголевой.– М.: «Машиностроение», 1974. – 592 с.

5. Организация и планирование машиностроительного производства: Учебник для маш. спец. вузов /М.И.Ипатов, М.К.Захарова, К.А.Грачева и др. – М.: Высш. шк., 1988. – 367 с.

6. Плоткін Я.Д., Пащенко І.Н. Виробничий менеджмент: Навч. посібник; Збірник вправ. – Львів, Державний університет «Львівська політехніка», 1999. – 258 с.

7. Практикум по организации и планированию машиностроительного производства: Учебн. пособие для машиностр. спец. вузов /К.А.Грачева, Л.А.Некрасов, М.И.Ипатов и др.; Под ред. Ю.В.Скворцова и Л.А.Некрасова. – М.: Высш. шк., 1990. – 224 с.

8. Сборник задач по курсу «Организация, планирование и управление машиностроительным предприятием». Учебн. пособие для вузов /Под ред. В.А.Летенко, Б.Н.Родионова.– М.: Высш. школа, 1980.– 264 с.

9. Смирницкий Е.К. Экономические показатели промышленности. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Экономика. 1980. – 432 с.

10. Тихомирова Б.И. Экономика и организация производства в радиоэлектронной промышленности. – М.: Изд-во «Сов. радио», 1971, – 416 с.

11. Хопчан М.І., Харів П.С., Бойчик І.М., Лотиш О.Я. Організація і планування виробництва: теорія і практика. Навч. посібник для студ. економ. спец. – Тернопіль, 1996. – 193 с.

12. Организация производства на предприятии: Учебник для технических и экономических специальностей: Под ред. О.Г.Туровца и Б.Ю.Сербиновського. Серия «Экономика и управление». – Ростов-на-Дону: Издательский центр МарТ, 2002. – 464 с.

13. Козловський В.О. Організація виробництва. Практикум. Навчальний посібник. Частина 1. – Вінниця: ВДТУ, 2002. – 133 с.

14. Макаренко М.В., Махалина О.М. Производственный менедмент: Учебн. пособие для вузов. – М.: «Издательство ПРИОР», 1998. – 384 с.

Навчальне видання

Володимир Олександрович Козловський
Сергій Володимирович Козловський

Організація виробництва

Практикум

Частина 2

Оригінал-макет підготовлено В.О.Козловським

Редактор В.О.Дружиніна

Навчально-методичний відділ ВНТУ
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001 р.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95, ВНТУ

Підписано до друку 04.05.2005 р. Гарнітура Times New Roman
Формат 29,7 х 42 $^{1}/_{4}$ Папір офсетний
Друк. різографічний Ум. друк. арк. 9,35
Тираж 100 прим.
Зам. № 2005-071

Віддруковано в комп'ютерному інформаційно-видавничому центрі
Вінницького національного технічного університету
Свідоцтво Держкомінформу України
серія ДК № 746 від 25.12.2001 р.
21021, м. Вінниця, Хмельницьке шосе, 95.