



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

ТЕХНОЛОГІЯ
МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Підручник

Харків – 2020

**УДК 338.512 (075)
Т 381**

*Рекомендовано вченою радою Українського державного університету
залізничного транспорту як підручник
(витяг з протоколу № 5 від 26 червня 2020 р.)*

Рецензенти:

д-р екон. наук, професор Л. Л. Калініченко (ХНУБА),
д-р екон. наук, професор В. В. Прохорова (Українська інженерно-педагогічна
академія),
д-р техн. наук, професор О. В. Устенко (УкрДУЗТ),
д-р екон. наук, професор В. Г. Шинкаренко (ХНАДУ)

Авторський колектив:

В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева, В. О. Маслова

За загальною редакцією професора, доктора економічних наук, академіка
Транспортної академії України В. Л. Диканя

Т 381 Технологія машинобудівних підприємств: підручник /
В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред.
В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с., рис. 38,
табл. 10.

ISBN

В умовах необхідності структурної перебудови економіки України провідну роль виконуватимуть галузі обробної промисловості, й особливо галузь машинобудування. У формуванні та підтримці середнього і малого бізнесу, відродженні науково-дослідних і конструкторських робіт та підвищенні конкуренто-спроможності вітчизняної продукції в цілому важлива роль належить фахівцям з економіки, одне з основних завдань яких полягає в економічному обґрунтуванні реалізації інноваційних проектів.

Тому головною метою авторів при укладанні підручника було надання відомостей з основ технології машинобудування, навчання закономірностей послідовності технологічних процесів виготовлення машин, виявлення параметрів, впливаючи на які можна виготовляти машини заданої якості у встановленій програмі випуску кількості при найменших витратах матеріалів, мінімальній собівартості і високій продуктивності праці, полегшеної в максимальному ступені і безпечної.

Цей підручник призначено для студентів економічних спеціальностей, а також усіх охочих опанувати основи економічних знань у сфері технології створення продукції машинобудівної галузі.

УДК 338.512 (075)

ISBN

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2020.

ЗМІСТ

Передмова	7
РОЗДІЛ 1. Вступ до технології	9
1.1. Основні поняття і визначення технології	9
1.2. Сировина, паливо, енергія - основні поняття і визначення	10
Питання для самоконтролю	15
РОЗДІЛ 2. Основні поняття і положення технології машинобудування	16
2.1. Виріб і його елементи	16
2.2. Виробничий і технологічний процеси	21
2.3. Структура технологічного процесу	24
2.4. Виробнича структура машинобудівного підприємства	28
2.5. Виробничий склад машинобудівного заводу	33
2.6. Виробнича програма	35
2.7. Типи машинобудівних виробництв і характеристика їхніх технологічних процесів	36
2.8. Технологічність конструкції виробів і деталей	48
Питання для самоконтролю	52
РОЗДІЛ 3. Машина як об'єкт виробництва	53
3.1. Службове призначення машини	53
3.2. Показники якості машини	55
3.3. Існуючі види обробки деталей машин	79
3.4. Поверхні і бази оброблюваної деталі	82
3.5. Якість поверхонь деталей після обробки	85
Питання для самоконтролю	88
РОЗДІЛ 4. Характеристика технологічних методів отримання та обробки заготовок	89
4.1. Види заготовок для деталей машин. Припуски на обробку деталей	89
4.2. Методи отримання заготовок	93
4.3. Методи обробки заготовок	125
4.4. Методи покриття деталей	144
4.5. Технологічні методи складання	151
4.6. Технологічний контроль і випробування складених вузлів і машин	171

Питання для самоконтролю	172
РОЗДІЛ 5. Основні положення розробки технологічного процесу виготовлення машини	174
5.1. Вихідна база і послідовність розробки технологічного процесу виготовлення машини	174
5.2. Ознайомлення зі службовим призначенням машини	178
5.3. Вивчення запланованого обсягу випуску машин	178
5.4. Вивчення робочих креслень машини	179
5.5. Основні положення розробки технологічного процесу виготовлення деталей машин	182
5.6. Основні положення розробки технологічного процесу складання машини	195
5.7. Оформлення (документація) технологічних процесів механічної обробки	197
5.8. Приклад розробки технологічного процесу складання машини	199
Питання для самоконтролю	211
РОЗДІЛ 6. Організаційна і виробнича структури підприємства	212
6.1. Класифікація структур	212
6.2. Принципи організації структур і процесів	219
6.3. Принципи раціоналізації структур	222
6.4. Організаційне проектування	230
6.5. Види організаційних структур	232
6.6. Види виробничих структур	234
6.7. Шляхи вдосконалення виробничої структури підприємства	237
6.8. Виробничі потужності підприємства	240
6.9. Ефективність використання виробничої потужності підприємства та шляхи її підвищення	245
Питання для самоконтролю	248
РОЗДІЛ 7. Організація основних виробничих процесів	250
7.1. Сутність і принципи організації виробничих процесів	250
7.2. Значення вдосконалення організації основного виробництва	257
7.3. Форми організації виробництва	259
7.4. Організація технічної підготовки виробництва	265

Питання для самоконтролю	268
РОЗДІЛ 8. Техніко-економічні показники технологічних процесів виготовлення машини	269
8.1. Собівартість машини	269
8.2. Трудомісткість одиниці продукції і виробіток	270
8.3. Технічне нормування	271
8.4. Структура норми часу на обробку	273
8.5. Визначення кваліфікації роботи	276
8.6. Верстатомісткість одиниці продукції	277
8.7. Скорочення циклу виробничого процесу	277
Питання для самоконтролю	279
РОЗДІЛ 9. Основи управління собівартістю виробництва машини	280
9.1. Вибір найбільш економічного варіанта технологічного процесу	280
9.2. Зниження собівартості за рахунок скорочення витрат на матеріали	287
9.3. Зниження витрат на заробітну плату, що припадають на одиницю продукції	289
9.4. Збільшення продуктивності праці	290
9.5. Автоматизація виробничих процесів	294
9.6. Поліпшення умов праці та скорочення стомлюваності	299
9.7. Зниження накладних витрат	300
9.8. Обсяги виробництва машин	301
Питання для самоконтролю	302
РОЗДІЛ 10. Економічна і соціальна ефективність виробництва	303
10.1. Сутність, критерії і показники економічної ефективності виробництва	303
10.2. Загальна і порівняльна економічна ефективність витрат	305
10.3. Основні напрямки підвищення ефективності виробництва	313
Питання для самоконтролю	317
РОЗДІЛ 11. Науково-технічний потенціал і підвищення його ефективності	318
11.1. Науково-технічний потенціал і його складові	318

11.2. Діяльність науково-технічних організацій	322
11.3. Показники науково-технічного потенціалу та економічна оцінка його ефективності	324
11.4. Технологічний уклад та особливості етапів його розвитку	329
Питання для самоконтролю	335
РОЗДІЛ 12. Перспективи розвитку технології машинобудування	336
12.1. Організаційно-технічні завдання розвитку машинобудування	336
12.2. Технологічні завдання	342
Питання для самоконтролю	346
РОЗДІЛ 13. Промислове підприємство і навколишнє середовище	347
13.1. Екологічний фактор у розміщенні виробництва	347
13.2. Вплив промислових підприємств на навколишнє середовище, здоров'я людини	348
13.3. Екологічний паспорт підприємства	361
Питання для самоконтролю	376
Бібліографічний список	377
Термінологія, що застосовується при вивченні курсу	380

ПЕРЕДМОВА

Машинобудування є найважливішою галуззю промисловості. Його продукція – машини різного призначення – поставляються всім галузям народного господарства. Перед технологами-машинобудівниками стоять завдання подальшого підвищення якості машин, зниження трудомісткості, собівартості, матеріаломісткості їх виготовлення, механізації та автоматизації виробництва, а також скорочення термінів підготовки виробництва нових об'єктів.

Технічний прогрес у машинобудуванні характеризується не тільки поліпшенням конструкцій машин, але і безперервним вдосконаленням технології їх виробництва. Важливо якісно, дешево і в задані планові терміни з мінімальними витратами живої і матеріалізованої праці виготовити машину, застосувавши високопродуктивне обладнання, технологічне оснащення, засоби механізації та автоматизації виробництва. Від прийнятої технології виробництва багато в чому залежить надійність роботи машин, що випускаються, а також економіка їх експлуатації. Удосконалення технології машинобудування визначається потребами виробництва необхідних суспільству машин. Розвиток нових прогресивних технологічних методів сприяє конструюванню більш досконалих машин, зниженню їх собівартості та зменшенню витрат праці на їх виготовлення.

Досконалість конструкції машини характеризується її відповідністю сучасному рівню техніки, економічністю в експлуатації, а також тим, якою мірою враховані можливості використання найбільш економічних і продуктивних технологічних методів її виготовлення стосовно до заданого випуску і умов виробництва. Конструкцію машини, в якій ці вимоги враховані, називають технологічною. Покращуючи технологічність конструкції, можна збільшити випуск продукції при тих самих засобах виробництва і скоротити собівартість її виготовлення. Недооцінка технологічності конструкції часто призводить до корегування робочих креслень виробів після їх складання, до подовження термінів підготовки та додаткових витрат виробництва. Недостатня технологічність конструкції

виробів – найбільша перешкода на шляху автоматизації їх виробництва.

Предметом технології машинобудування є набуття знань щодо виготовлення машин заданої якості в установленій програмі випуску кількості при найменших витратах матеріалів, мінімальній собівартості і високій продуктивності праці, полегшеній в максимальному ступені і безпечної.

Одним з головних завдань технології машинобудування є вивчення закономірностей послідовності технологічних процесів і виявлення параметрів, впливаючи на які можна інтенсифікувати виробництво і підвищити його точність. Знання цих закономірностей є основною умовою раціонального проектування технологічних процесів і застосування електронних обчислювальних машин, що забезпечують скорочення термінів проектування, полегшення праці технологів і отримання оптимальних варіантів проєктованих технологічних процесів. Лише на базі цих закономірностей може вирішуватися завдання автоматизації виробництва. У кожному конкретному випадку прийнятий варіант автоматизації має підтверджуватися точними технологічними та економічними розрахунками.

У період науково-технічної революції і при високих темпах технічного прогресу важливе значення має всебічне прискорення технологічної підготовки виробництва нових об'єктів. Це завдання може бути вирішене шляхом розробки і широкого використання типових технологічних процесів, застосування гнучких швидкопереналагоджуваних засобів виробництва, нормалізованої і зворотної оснастки.

РОЗДІЛ 1

Вступ до технології

1.1. Основні поняття і визначення технології

Термін «технологія» походить від грец. «техно...», що означає майстерність, ремесло, уміння, і «... лого» – слово, вчення.

Технологія (від грец.) – це *знання ремесла*. Колись людину, яка вміла щось робити, називали *ремісником*.

Тепер кажуть – «*вчення або знання технології*». А того, хто знає, як виготовити ту чи іншу річ, надати ті чи інші послуги тощо, називають *технологом*.

Технологія – це наука про способи впливу на сировину, матеріали і напівфабрикати відповідними знаряддями виробництва для одержання готової продукції [1].

Переробляти сировину на продукцію можна різними способами, адже кожен спосіб – це окрема технологія, за якою виготовляють певний вид продукції.

У сучасних технологіях широко використовують наукові досягнення механіки, фізики, теплотехніки, електротехніки та інших наук.

У наш час технологія стала великою галуззю знань: вона вивчає і розробляє промислові способи отримання різних видів продукції. Маємо, наприклад, технології, за якими виготовляють автомобілі, верстати, локомотиви, вагони тощо.

Розробка технології здійснюється за галузями виробництва. Тому можна говорити про технології машинобудування, технології приладобудування, технології будівельного виробництва, технології виробництва взуття і т. д.

Кожне підприємство випускає продукцію за певною технологією. Так, технологія обробки металів, сплавів та інших конструкційних матеріалів різанням вивчає і розробляє способи обробки їх на різальних верстатах.

Вибір технології залежить не тільки від виду сировини і продукції, яку виготовляють на підприємстві, а й від її кількості. Наприклад, комбайн, автомобіль або іншу машину можна скласти з окремих деталей на невеликій площі складального цеху. Якщо мова йде про сотні тисяч комбайнів, автомобілів та інших машин

на рік, то необхідно створити потужні конвеєрні лінії, до яких з усіх цехів у певній послідовності будуть надходити деталі і вузли.

На підприємстві, яку б продукцію не виготовляли, все підвладне технології. Отже, *технологія є основою виробництва*. Вибір технології та дотримання її вимог є запорукою низької собівартості виготовленої продукції та її високої якості.

1.2. Сировина, паливо, енергія – основні поняття і визначення

Сировиною називають предмет праці, на здобування або виробництво якого було витрачено працю і з якого в подальшому виготовляють продукцію.

Наприклад, із залізної руди виготовляють чавун. Отже, залізна руда – це *сировина*, а чавун – *продукція*.

Сировину класифікують за такими ознаками, як: походження, агрегатний стан, важливість у технологічному процесі тощо [1, 2, 29].

I За походженням. За цією ознакою сировину поділяють на первинну, штучну і вторинну.

1. *Первинною* сировиною називають речовини природного походження, з якими не здійснюють переробки.

Первинну сировину поділяють на мінеральну, рослинну і тваринну:

а) *мінеральною сировиною* називають корисні копалини, які добувають у надрах Землі або на її поверхні.

Залежно від мети використання мінеральну сировину поділяють на паливно-енергетичну, рудну, хімічну, будівельну і дорогоцінні камені, гідромінеральну.

Паливно-енергетична сировина – це вугілля, нафта, торф, природний газ, горючі сланці, уран та ін. Вона є не тільки джерелом теплової енергії, а й сировиною для хімічної, металургійної та інших галузей промисловості.

Рудна сировина – це залізні, мідні, хромові, молібденові, нікелеві та інші руди. Промислові руди містять один або кілька металів. Вміст металів у цих рудах різний, але економічно вигідний для вилучення з них металів на даному етапі розвитку технології.

Хімічна сировина – це мінерали з невеликим вмістом металів. Тому її часто називають мінерально-хімічною сировиною. Це калійні солі, сірка, апатити, фосфорити тощо.

Будівельна сировина і дорогоцінний камінь. До будівельної сировини належать граніт, вапняк, пісок, глина тощо. З цієї сировини виготовляють продукцію, необхідну для будівельного виробництва. Дорогоцінний камінь (алмаз, бурштин, кришталевий кварц, аметист тощо) в основному є сировиною для ювелірної промисловості.

Гідромінеральна сировина – це підземні мінеральні і прісні води, а також розсоли;

б) *рослинною сировиною* називають наземну і підземну частини рослин (листя, стовбур, квіти, насіння, плоди, коріння тощо).

До рослинної сировині належать льон, коноплі, цукрові буряки, бавовна, деревина, зерно тощо. З них виготовляють продукти харчування, а також продукцію промислового і побутового призначення. Так, з насіння льону отримують масло, з його стебел – волокна, а потім пряжу, з якої ткуть тканини; з цукрових буряків виготовляють цукор;

в) *тваринна сировина* – це вовна, шкіра, шовк, молоко, хутро тощо.

Переробляючи сировину тваринного походження, виготовляють продукти харчування і продукцію побутового та промислового призначення.

Рослинна і тваринна сировина, на відміну від мінеральної, ротребує швидкої переробки, оскільки з плином часу її склад і якість змінюються. Для збереження рослинної і тваринної сировини на тривалий час її висушують, заморожують, консервують, стерилізують, зберігають в атмосфері захисних газів тощо.

Сировина рослинного і тваринного походження відновлюється людською працею, в той час як мінеральна – ні.

Сировина мінерального походження має певні райони покладів і обмежену кількість. Сировина рослинного і тваринного походження залежить від природних умов. Проте і мінеральну, і рослинну, і тваринну сировину треба використовувати ощадно.

2. *Штучною сировиною* називають продукцію або напівфабрикат, виготовлені на іншому підприємстві або в підрозділах цього або інших підприємств.

Наприклад, готова продукція доменного цеху – чавун, є сировиною для отримання сталі; готова продукція ткацького цеху – тканина, є сировиною для пошиву одягу тощо.

3. *Вторинною сировиною* називають промислові і споживчі відходи і побічну продукцію.

Промисловими відходами називають залишки сировини і напівфабрикатів, які утворилися в процесі виготовлення основної продукції, частково або повністю втратили свої властивості і не відповідають встановленим стандартам.

Промислові відходи після переробки, а іноді і без неї, можуть бути використані у виробництві або споживанні.

Споживчими відходами називають вироби і речовини, які в процесі користування ними втратили свої властивості.

Наприклад, вироби з металів (праска, каструля і т. д.) втратили придатність до використання і стали *металобрухтом*; вироби з паперу (книжки, газети, журнали і т. д.) внаслідок застарілої інформації і пошкодження стали *макулатурою*; бавовняні і вовняні вироби – *дрантям*.

Побічною продукцією називають таку продукцію, яка утворилася поряд з основною в процесі переробки сировини, але не була метою виробництва.

На побічну продукцію встановлюють стандарти, технічні умови, ціни. Побічну продукцію часто використовують як готову продукцію або вона є сировиною для виготовлення іншої. Наприклад, у процесі виробництва чавуну (основна продукція) отримують шлак (побічна продукція), який є сировиною для виготовлення будівельних матеріалів (шлакоцементу, шлаковати тощо).

Вторинна сировина повністю або частково замінює первинну сировину при виготовленні продукції. Це економічно і екологічно вигідно: продукція стає більш дешевою і менше забруднюється навколишнє середовище.

Штучну і вторинну сировину називають *матеріалами*.

II За агрегатним станом. За цією ознакою сировину поділяють на тверду, рідку та газову.

Прикладом *твердої сировини* є металеві руди, вугілля, пісок; *рідкої* – нафта, вода; *газової* – повітря, природні і промислові гази.

III За важливістю в технологічному процесі. За цією ознакою сировину поділяють на основну і допоміжну.

Основною сировиною називають сировину, яка служить основою продукції, що виготовляється.

Наприклад, залізна руда є основою для отримання чавуну.

Допоміжною сировиною називають такі складові сировини, які надають продукції певних властивостей або гарантують нормальний хід технологічного процесу.

Наприклад, мастила забезпечують надійну роботу вузлів оснащення.

Особливе місце в системі класифікації сировини належить паливу. **Паливом** називають речовини, в процесі згоряння (або поділу, або з'єднання ядер) яких виділяється значна кількість теплоти.

Основною складовою частиною палива є вуглець. У різних видах палива вміст вуглецю різний – від 30 до 95 %. До складу палива входять також водень, кисень, азот, сірка, попіл або шлак і інші речовини.

З давніх-давен паливом були дрова, солома, деревне вугілля та ін. Пізніше до них долучили кам'яне вугілля, природний газ, мазут, горючі сланці та ін. Тепер слово «паливо» вживають і якщо мова йде про речовини, які використовуються в ядерних реакторах, на атомних електростанціях і в ракетних двигунах. Відповідно говорять про *ядерне і ракетне паливо*.

1. *За походженням* паливо поділяють на природне і штучне.

До *природного палива* відносять, наприклад, дрова, торф, вугілля, горючі сланці тощо.

Штучне паливо отримують переробкою природного палива. Так, в процесі нагрівання кам'яного вугілля до високої температури без доступу повітря отримують кокс, з нафти вилучають мазут і т.п.

2. *За агрегатним станом* паливо поділяють на *тверде* (викопне вугілля, торф, горючі сланці, дрова), *рідке* (бензин, мазут, дизельне паливо і т. д.) і *газове* (природний газ, водень тощо).

Цінність палива визначається кількістю теплоти, що виділяється в разі повного його згоряння. Так, у процесі спалювання 1 кг дров виділяється 10,2 МДж/кг теплоти, кам'яного вугілля – 22 МДж/кг, бензину – 44 МДж/кг. Чим більше вуглецю і водню міститься в паливі, тим більше теплоти виділяється в процесі його згоряння.

Під час спалювання палива виходять тверді і газові речовини. Тверді – це попіл, шлак, сажа. Газові – оксиди вуглецю, азоту і сірки тощо. Газові і частково тверді продукти згоряння палива через димові труби викидаються в атмосферу. Щорічно в атмосферу викидаються сотні мільйонів тонн різних шкідливих речовин. Для захисту навколишнього середовища від забруднення речовинами, які утворюються в процесі згоряння палива, використовують різні фільтри і пристрої, які очищують або знешкоджують шкідливі викиди. Охорона навколишнього середовища від забруднення стала одним з найважливіших завдань людства. Перспективним видом палива, яке не забруднює довкілля, добре зберігається і транспортується, є водень. У процесі згоряння водню виділяється водяна пара.

Усі технологічні процеси пов'язані з витратами або виділенням *енергії*. Енергія потрібна для транспортування сировини та готової продукції, для підготовки сировини до переробки (подрібнення, висушування, фільтрування тощо), для виготовлення продукції.

Різні підприємства потребують різних видів енергії.

При виготовленні продукції використовують енергію сонячну, світлову, теплову, хімічну, електричну, механічну, ядерну і т. д.

1. *Сонячна енергія*. Від Сонця на Землю йде тепловий потік, енергія якого становить $1,57 \cdot 10^{18}$ кВт·год на рік. Цю енергію можна використовувати для нагрівання повітря, води, приміщення, висушування сировини, напівфабрикатів і готової продукції тощо. Її можна перетворити в електричну енергію.

2. *Енергія світла*. Цей вид енергії набуває все більшого значення в життєдіяльності людини, її використовують для створення фотоелементів, фотоелектричних датчиків, автоматів і т. д. За допомогою цього виду енергії здійснюється велика кількість фотохімічних процесів у хімічній технології.

3. *Теплову енергію* отримують у ході спалювання палива. Вона здавна використовується для обігрівання приміщень, отримання металів і сплавів, висушування сировини та продукції тощо. Теплову енергію перетворюють в електричну. Роль теплоносіїв виконують пічні гази, водяна пара, вода та інші речовини.

4. *Хімічна енергія*. Вона виділяється в процесі екзотермічних реакцій. Хімічна енергія є джерелом теплоти для нагрівання сировини. Її використовують для проведення ендотермічних процесів. Хімічна енергія в гальванічних елементах і акумуляторах перетворюється в електричну.

5. *Електричну енергію* виробляють на електростанціях. Цей вид енергії використовують для проведення електрохімічних (електроліз розчинів і розплавів) і електротермічних (нагрівання, плавлення тощо) процесів. У промисловості електричну енергію використовують в електричних фільтрах для очищення газів від пилу, туману тощо. Електричну енергію використовують для освітлення і отримання механічної і теплової енергії.

6. *Механічна енергія*. Вона потрібна, головним чином, для подрібнення, розмелювання і перемішування сировини, роботи компресорів, вентиляторів, а також для транспортування сировини, продукції тощо.

7. *Ядерна енергія*. Цей вид енергії виділяється при поділі або з'єднанні ядер. Ядерну енергію використовують на атомних електростанціях для отримання електричної енергії.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття «технологія».
2. Дайте визначення поняття «сировина».
3. За якими ознаками класифікують сировину?
4. Яка сировина належить до штучної?
5. Яка сировина належить до вторинної?
6. Дайте визначення поняття «паливо». За якими ознаками його класифікують?
7. Які види енергії використовуються в машинобудуванні?

РОЗДІЛ 2

Основні поняття і положення технології машинобудування

2.1. Виріб і його елементи

У природі існує мізерно мала кількість предметів, які може використовувати людина безпосередньо без перетворення. Тому людині доводиться пристосовувати предмети природи для задоволення своїх потреб.

Сучасна людина прагне виконувати перетворення предметів природи за допомогою машин.

Людське суспільство постійно відчуває потреби в нових видах продукції або в скороченні витрат праці при виготовленні освоєної продукції. Ці потреби можуть бути задоволені за допомогою нових технологічних процесів і нових машин. Таким чином, стимулом до створення *нової машини* завжди є *новий технологічний процес*.

Машина корисна лише тоді, якщо вона має необхідну якість і, таким чином, здатна задовольняти потребу людей.

Ресурси праці в житті людського суспільства становлять собою найвищу цінність.

Створюючи машину, людина ставить перед собою два завдання:

- створити машину якісною;
- затратити меншу кількість праці при створенні машини.

Задум нової машини виникає при розробленні технологічного процесу виготовлення продукції, у виробництві якої виникла потреба. Цей задум виражається у формулюванні службового призначення, яке є вихідним документом для проектованої машини.

Процес створення машини складається з двох етапів:

- проектування;
- виготовлення.

Результатом проектування є креслення машини. В результаті виготовлення за допомогою виробничого процесу створюється машина.

Другий етап і становить основне завдання технології машинобудування. Створення машини можна подати у вигляді схеми (рис. 2.1, [2]).

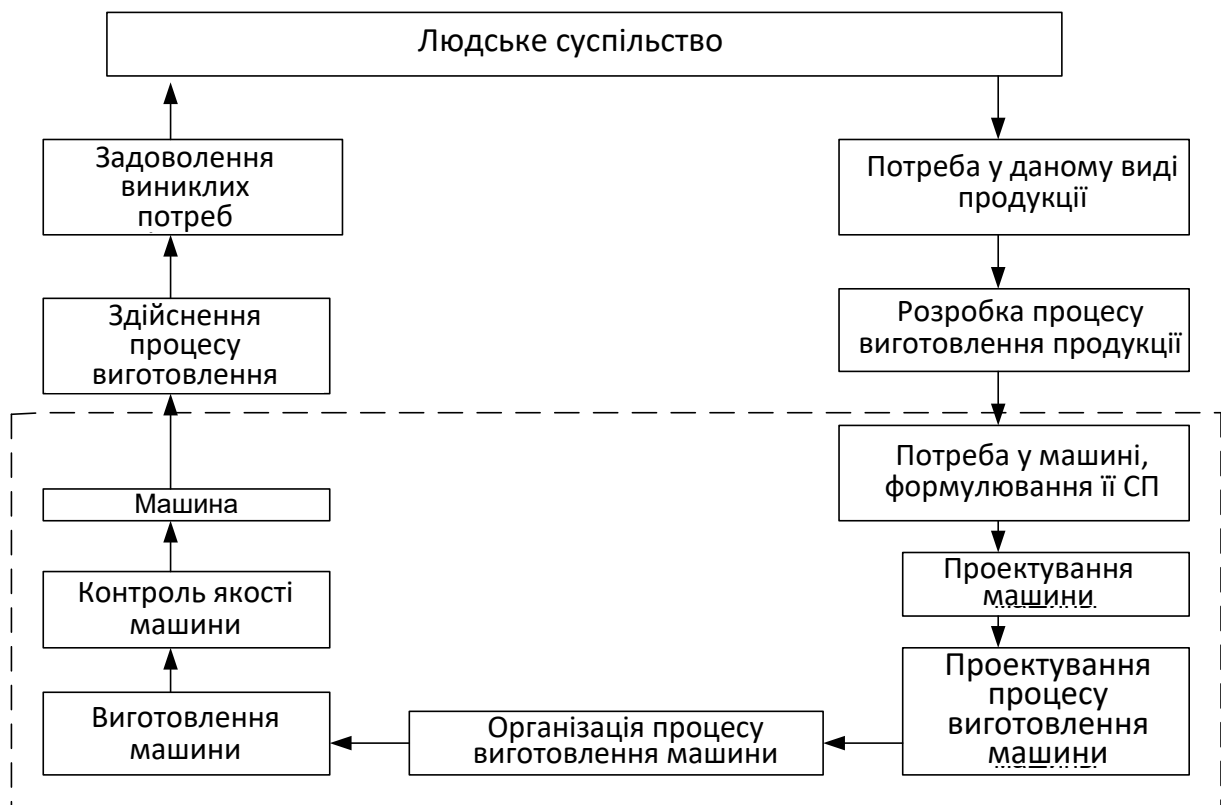


Рис. 2.1. Процес створення машини

Виробом у машинобудуванні називається будь-який предмет виробництва, який підлягає виготовленню на підприємстві. Виробом може бути машина, її складові елементи і навіть окрема деталь залежно від того, що є продуктом кінцевої стадії цього виробництва. Наприклад, для автомобільного заводу виробом є автомобіль, для карбюраторного заводу - карбюратор, для заводу поршнів – поршень.

Деталь – це виріб (складова частина виробу), виготовлений з однорідного за найменуванням і маркою матеріалу без застосування складальних операцій. Характерна ознака деталі – відсутність у ній роз'ємних та нероз'ємних з'єднань. Деталь – це первинний складальний елемент кожної машини.

Складальна одиниця – це виріб, складові частини якого підлягають з'єднанню. Характерною ознакою складової частини з технологічної точки зору є можливість її складання відокремлено від інших елементів виробу. Складова частина залежно від конструкції може складатися або з окремих деталей, або зі складових частин вищих порядків і деталей. Розрізняють складові частини першого, другого і більш високих порядків. Складова

частина першого порядку входить безпосередньо в складову частину виробу. Вона складається або з окремих деталей, або з однієї або декількох складових частин другого порядку і деталей. Складова частина другого порядку входить у складову частину першого порядку. Вона розчленовується на деталі або на складові частини третього порядку і деталі і т. д., складова частина найвищого порядку розчленовується тільки на деталі. Розглянутий розподіл виробу на складові частини здійснюється за технологічною ознакою.

Комплексом називається два і більше специфікованих виробів, не поєднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями, але призначених для виконання взаємозалежних експлуатаційних функцій.

У комплекс, крім виробів, що виконують основні функції, можуть входити деталі, складальні одиниці і комплекти, призначені для виконання допоміжних функцій, наприклад деталі і складальні одиниці, призначені для монтажу комплексу на місці його експлуатації.

Комплект являє собою два і більше виробів, не поєднаних на підприємстві-виробнику складальними операціями; є набором виробів, що мають загальне експлуатаційне призначення допоміжного характеру (наприклад комплект запасних частин, комплект інструменту тощо).

Існує інший поділ, коли виріб розчленовується на складові частини за функціональною ознакою. До них можна, наприклад, віднести механізм газорозподілу двигуна, систему його змащення або охолодження. Ці складові частини виробу не є складальними з технологічної точки зору, оскільки їх у більшості випадків не можна відокремлено і повністю скласти окремо від інших елементів виробу.

У сучасному машинобудуванні процес складання розчленовується на загальне і вузлове складання. Об'єктом загального складання є виріб, об'єктом вузлового складання є його складові частини. Побудову процесів загального і вузлового складання можна зобразити за допомогою технологічних схем. Ці схеми відображають структуру і послідовність комплектування виробів та його складових частин. Як приклад на рис. 2.2 показане складальне креслення черв'ячного редуктора.

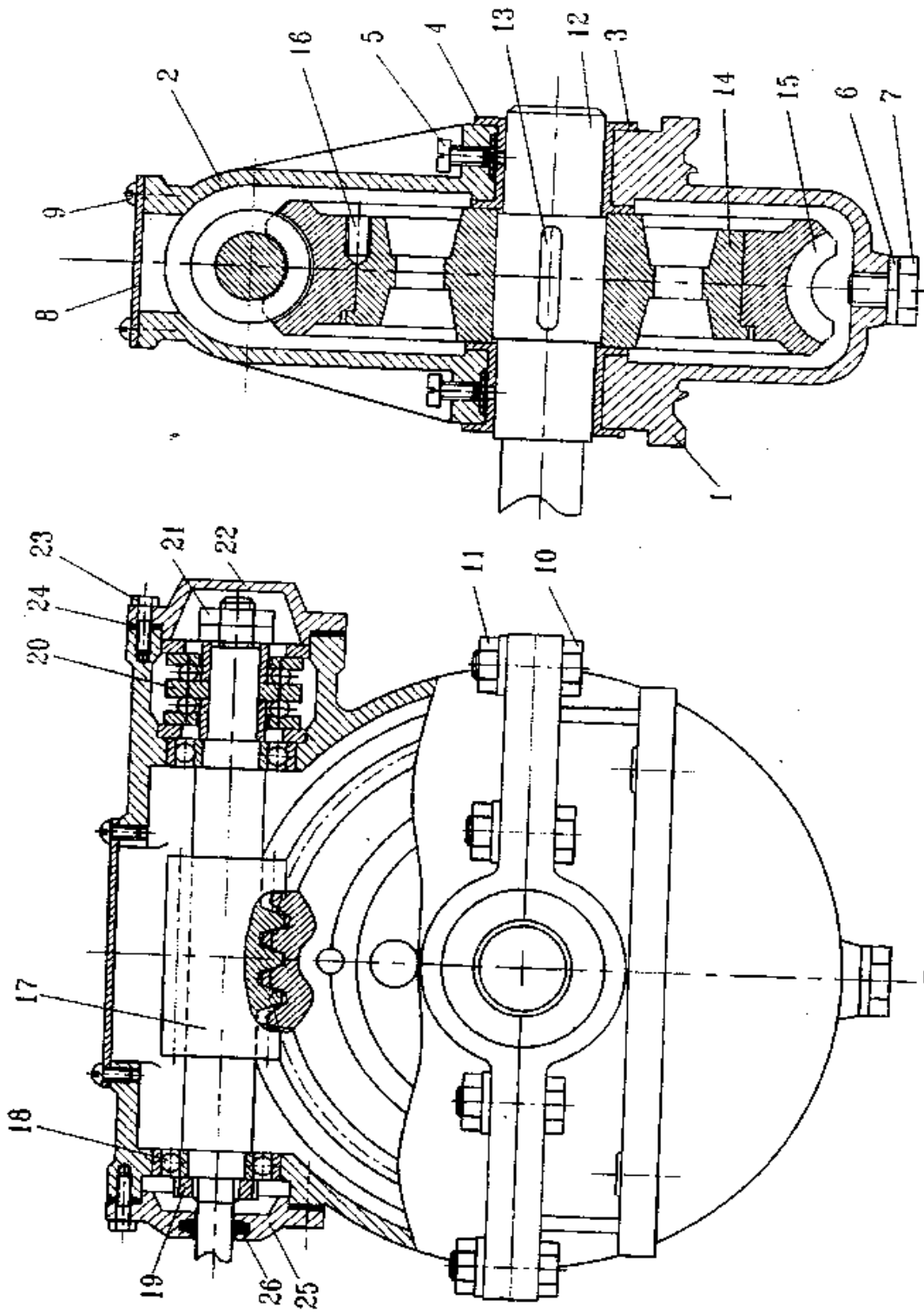


Рис. 2.2. Складальне креслення черв'ячного редуктора [27]

Індексацію елементів машини здійснюють відповідно до номерів, проставлених на складальних кресленнях і у специфікаціях. Перед числовим індексом складової частини виробу ставлять букви ск. (складання), перед індексом складової частини першого порядку – 1 ск., Перед індексом складової частини другого порядку – 2 ск. і т. д.

Елемент, з якого починається складання виробу (його складової частини), називається *базовим*. За його номером ставиться числовий індекс складової частини, в яку він входить.

Процес загального складання зображують на схемі горизонтальною лінією. Її проводять у напрямку від базового елемента виробу до зібраного об'єкта. Зверху розташовують у порядку послідовності складання умовні позначення всіх деталей, які безпосередньо входять у виріб, а знизу – всіх складових частин, які безпосередньо входять у виріб.

На технологічних схемах вузлового складання ці складові частини розчленовуються на складові частини вищих порядків, а в окремих випадках тільки на деталі.

Технологічні схеми складання забезпечують написами-виносками, що пояснюють характер складальних з'єднань і виконуваний контроль при складанні (запресовування, клепання, паяння, регулювання, вивірення, перевірка зазорів і ін.), коли вони не ясні зі схеми. Окремі з'єднання піддаються за умовами загального складання частковому або повному розбиранню при їх остаточному установленні в машину, яку збирають. Наприклад, поршень із шатуном у складанні попередньо збирають і перевіряють на контрольному устаткуванні, а при складанні машини (в даному випадку компресора) кришку шатуна знімають для з'єднання його з шатунною шийкою колінчастого вала. Цей вид додаткових робіт також відображається пояснювальним написом на технологічній схемі загального складання.

Технологічні схеми спрощують проектування процесів складання і дають змогу оцінити конструкцію виробу, з точки зору технолога. Краща та конструкція виробу, при якій можливе його складання з попередньо зібраних взаємозамінних складових частин; у цьому випадку вони встановлюються на складений виріб після технічного контролю якості їх складання. Це дає змогу швидше виявити дефекти загального складання, які в цьому випадку слід шукати в з'єднаннях складових частин, а не

всередині їх. Крім того, конструкція виробу, складання якого можна виробляти з попередньо зібраних складових частин, дає змогу виконувати складальні роботи шляхом паралельного складання складових частин і виробів, що скорочує тривалість циклу складання. Технологічні схеми складання відображають ступінь дотримання перелічених умов вузлового складання; при побудові технологічних схем можна виявити також можливі конструктивні непогодженості виробу, що складають [29].

Можливі варіанти технологічних схем загального і вузлового складання одного і того самого виробу, які відрізняються структурою і послідовністю комплектування складальних інструментів. Варіант схеми вибирають з урахуванням зручностей виконання процесів складання і контролю. Обраний варіант технологічного процесу складання, зафіксований складеною схемою, має забезпечувати задану кількість виробів і бути найбільш рентабельним і продуктивним для певних умов виробництва (одиничного, серійного, масового).

При створенні нових машин потрібно передбачити їх загальне складання з попередньо зібраних і перевірених складових частин (принцип вузлового складання), що забезпечує переваги не тільки при їх виробництві, але також при обслуговуванні, експлуатації та ремонті.

2.2. Виробничий і технологічний процеси

Процес (у широкому розумінні слова) – послідовні зміни будь-якого предмета (явища) або сукупність послідовних дій, спрямованих на досягнення певного результату [11].

Реальний хід процесу, що виконується машиною, відрізняється від ідеального через безупинно мінливі умови. Не залишаються постійними в часі якість вихідного продукту, кількість наданої енергії, змінюється стан навколишнього середовища і самої машини, що призводить до нестабільності якості, кількості продукції, виробленої в одиницю часу, і її вартості.

Для перетворення предметів природи в корисний для людини виріб використовується виробничий процес. Виробничий процес містить усі етапи, які проходить предмет природи на шляху перетворення у виріб.

Виробничий процес, здійснюваний на машинобудівному заводі, є частиною всього виробничого процесу перетворення предметів природи в машину.

Таким чином, *виробничим процесом* у машинобудуванні називають сукупність усіх етапів, які проходять напівфабрикати на шляху їх перетворення в готову машину. Виконання різних етапів виробничого процесу на машинобудівному заводі зазвичай організовується в окремих цехах або в одному цеху. У першому випадку виробничий процес ділять на частини і говорять про виробничі процеси, наприклад ливарного цеху, механічного, складального, у другому випадку говорять про комплексний виробничий процес [11].

У виробничий процес входять не тільки основні, тобто безпосередньо пов'язані з виготовленням деталей і складанням з них машини, процеси, але і всі допоміжні процеси, що забезпечують можливість виготовлення продукції (наприклад транспортування матеріалів і деталей, контроль деталей, виготовлення пристроїв та інструменту, заточування його і т. д.).

Виробничий процес поділяється на такі етапи:

1) виготовлення заготовок деталей – лиття, кування, штампування або первинна обробка з прокатного матеріалу;

2) обробка заготовок на металорізальних верстатах для отримання деталей з остаточними розмірами і формами;

3) складання вузлів і агрегатів (або механізмів), тобто з'єднання окремих деталей у складальні одиниці і агрегати (механізми); в одиничному (індивідуальному) виробництві застосовуються слюсарна обробка і припасування деталей до місця встановлення при складанні; в серійному виробництві ці роботи виконуються в незначному обсязі, а в масовому і великосерійному не застосовуються, оскільки завдяки застосуванню граничних калібрів при обробці на металорізальних верстатах досягається взаємозв'язок деталей;

4) остаточне складання всієї машини;

5) регулювання і випробування машини;

6) фарбування і обробка машини (виробу). Фарбування складається з декількох операцій, які виконуються на різних етапах технологічного процесу, наприклад шпаклювання, ґрунтування і перше фарбування виливків, фарбування оброблених деталей, остаточне фарбування всієї машини.

Технологічним процесом називають послідовну зміну форми, розмірів, властивостей матеріалу або напівфабрикату з метою отримання деталі або виробу відповідно до заданих технічних вимог [11].

Технологічний процес обробки деталей є частиною загального виробничого процесу виготовлення всієї машини.

Будь-який технологічний процес складається з найдрібніших технологічних процесів або є частиною більш складного. Наприклад, технологічний процес складання автомобільного двигуна, з одного боку, можна розділити на дрібні, які відрізняються один від одного: технологічні процеси складання шатунно-поршневої групи, блока циліндрів або коробки зміни швидкостей; з іншого боку, технологічний процес складання двигуна є частиною технологічного процесу складання автомобіля в цілому.

Технологічні процеси постійно вдосконалюють. Це обумовлено тим, що продукцію, яку виготовляють на підприємстві, періодично поліпшують. Крім того, наука, техніка і технологія пропонують нові, більш ефективні способи обробки і переробки сировини, нове більш продуктивне обладнання та інструменти.

Для виконання технологічного процесу потрібно обладнати місце роботи.

Робоче місце зазвичай являє собою частину цеху, яка призначена для виконання робіт одним робітником або групою робітників і в якій розміщено технологічне обладнання, інструмент, пристрої, підйомно-транспортне обладнання, стелажі для зберігання заготовок, деталей або складальних одиниць.

Інформаційний процес є найважливішою складовою частиною виробничого процесу виготовлення машини. Інформація у виробничому процесі – це засіб, що приводить, підтримує і спрямовує його дію.

Технологічна інформація являє собою вказівку про те, що, як, коли, за допомогою чого треба зробити, або повідомлення про результати виконаної дії, зміни початкових умов, повідомлення якихось даних тощо.

Здійснення виробничого процесу включає виконання низки технологічних процесів виготовлення деталей і складання машини, доставку до робочих місць технологічної документації,

заготовок, складальних одиниць, інструментів, технологічного оснащення, складування заготовок і продукції, контроль ходу виробничого процесу і управління ним та інші дії, що забезпечують функціонування виробничого процесу і виготовлення якісної продукції.

Кожен етап процесу виготовлення машини супроводжується своїми інформаційними процесами, цілі і зміст яких обумовлені специфікою вирішуваних завдань. Однак на будь-якому етапі при вирішенні конкретних технологічних і виробничих завдань ведуть збір, запит, пошук, зберігання, переробку, перетворення, передачу і використання інформації.

Технологічна інформація, яка надходить на робоче місце, є вихідною в інформаційному процесі, що здійснюється під час виконання операції. Як виконання будь-якої операції, пов'язане з вирішенням безлічі технологічних завдань (установлення заготовки, налагодження верстата, спостереження за ходом процесу обробки та управління ним), так і аналіз отриманих результатів потребує отримання, перетворення, передачі та інших дій з інформацією.

Таким чином, постановку завдання, його вирішення, повідомлення про те, що завдання виконане, і оцінку правильності прийнятого рішення пов'язує замкнутий інформаційний контур, який може бути названий інформаційним зв'язком.

Інформаційний зв'язок – це замкнутий контур, утворений прямим і зворотним потоками інформації, що охоплює всі дії з інформацією, необхідні для вирішення виробничого або технологічного завдання [6].

Входом в інформаційний контур є постановка завдання, виходом – результат його вирішення. Замикає інформаційний контур зіставлення результату вирішення з умовами технологічного завдання.

2.3. Структура технологічного процесу

Технологічний процес має складну структуру. Його складовими є операції, кожен з яких розглядають як окремий технологічний процес.

Закінчену частину технологічного процесу, виконувану на одному робочому місці одним або кількома робітниками, називають *операцією*.

Наприклад, обточування вала, що виконується послідовно спочатку на одному кінці, а потім після повороту, тобто перестановки вала в центрах, без зняття його з верстата, – на іншому кінці, є однією операцією.

Якщо ж усі заготовки (вали) даної партії обточуються спочатку на одному кінці, а потім на іншому, то це складатиме дві операції.

Під час обробки заготовки на токарному верстаті операція точіння охоплює всі дії робітника (токаря) і руху вузлів верстата, які виконуються в процесі обробки поверхні заготовки до моменту зняття її з верстата і переходу до обробки іншої заготовки.

Деякі трудомісткі операції виконує група працівників (робітників).

Назви операцій походять від способу обробки об'єкта. Наприклад, під час механічної обробки заготовок різанням операції називають так: точіння, свердління, нарізування різьби тощо.

За операціями визначають трудомісткість технологічного процесу, потребу у виконавцях, інструментах, оснащенні тощо.

Технологічні операції поділяють на окремі складові. Найповніший набір складових мають технологічні операції різання, до яких належить точіння. Під час виготовлення деталі різанням на токарному верстаті складовими операції точіння є встановлення, технологічний і допоміжний переходи тощо. Розглянемо їх більш докладно.

1. *Встановленням* називають частину технологічної операції, яку виконують під час одного закріплення заготовки.

Операцію можна виконати за одне або кілька встановлень. Наприклад, вал має два торці. Відцентрувати обидва торці вала можна на одно- і двосторонньому центрувальному верстаті: на першому верстаті центрування виконують за два встановлення, а на другому – за одне. Встановлення поділяють на позиції.

Позицією називають певне положення заготовки на верстаті відносно різального інструменту.

Наприклад, заготовку обробляють на багатошпindelному токарному верстаті-автоматі. При кожному повороті шпindelного барабана заготовка займає нову позицію.

2. *Технологічний перехід* – закінчена частина технологічної операції, яка характеризується постійністю використовуваного інструменту, поверхонь, утворених обробкою, або режиму роботи верстата.

При виконанні технологічного переходу на верстатах з програмним керуванням режим роботи іноді змінюється без втручання робітника, тобто автоматично.

Технологічний перехід складається з проходу (робочого ходу) і холостого ходу.

Прохodom називають закінчену частину технологічного переходу, в процесі виконання якого інструмент один раз переміщується відносно заготовки і служить причиною зміни його форми, розмірів і шорсткості поверхні.

Наприклад, у процесі точіння інструментом є різець, який переміщується відносно заготовки справа наліво і зрізає з неї пласт металу, тим самим надає їй нової форми, розміру і шорсткості поверхні. Один перехід може складатися з декількох проходів.

Холостим ходом називають закінчену частину технологічного переходу, в процесі виконання якого інструмент переміщується відносно заготовки, але не спричиняє зміни її форми, розмірів, шорсткості поверхні, але тим не менш є необхідним для виконання проходу.

Так, при точінні різець після зрізання пласта металу знову повертається до початкового стану з метою виконання наступного проходу.

3. *Допоміжний перехід* – закінчена частина технологічної операції, що складається з дії людини і (або) обладнання, які не супроводжуються зміною форми, розмірів і шорсткості поверхні, але необхідні для виконання технологічного переходу. Прикладами допоміжних переходів є встановлення заготовки, заміна інструменту тощо.

Допоміжні переходи дуже різні. Вони пов'язані зі встановленням заготовки, заміною інструменту, налагодженням верстата на необхідний режим роботи, зняттям обробленої

заготовки тощо. Наприклад, свердління отвору у валі складається з таких допоміжних переходів: взяти вал і встановити його у пристрій; закріпити вал; включити верстат; підвести свердло до вала; включити подачу; виключити подачу; відвести шпиндель у початкове положення; зупинити верстат; звільнити вал від пристрою; взяти вал і покласти його на полицю.

Кожен технологічний процес складається з окремих операцій. Проте слід пам'ятати, що технологічні операції не завжди матимуть повний набір поданих вище складових.

Складові технологічної операції можна об'єднати у дві групи.

До *першої групи* належить *прохід*. Ця складова операції служить причиною зміни форми, розмірів, шорсткості поверхні або властивості оброблюваного об'єкта.

До *другої групи* належать ті складові, які таких змін не виконують. Це встановлення, холостий хід, допоміжний перехід тощо [26].

Чим меншим є час виконання складових операцій, тим краще результат виробництва, тобто кращими будуть техніко-економічні показники: велика продуктивність оснащення і менша собівартість продукції.

Скоротити витрати часу на виконання складових операцій можна двома шляхами: впровадженням механізації та автоматизації; зміною технології виготовлення продукції.

1. *Впровадження механізації та автоматизації*. Скоротити витрати часу на виконання всіх складових технологічної операції можна введенням додаткових механізмів, які прискорюють рух елементів оснащення, або заміною механізмів на більш потужні. Ці заходи в більшості випадків ще й вивільняють або полегшують роботу робітника, який бере участь у виконанні технологічного процесу. Наприклад, упровадження в токарно-револьверному верстаті механізмів автоматичного управління складовими технологічної операції, а також введення допоміжних силових механізмів для прискорення рухів елементів зумовили переведення верстата на автоматичний режим роботи, внаслідок чого вивільнився робітник (токар).

Впровадження додаткових механізмів в оснащення зумовило збільшення маси оснащення в технологічному процесі,

а відповідно підвищилась частка упредметненої роботи в одиниці продукції. Частка витраченої живої праці в продукції зменшилася. Збільшилася продуктивність живої праці за рахунок вивільнення працівника з технологічного процесу і скорочення проміжків часу між проходами.

2. *Зміна технології виготовлення продукції.* Для цього необхідно вивчити властивості досліджуваного об'єкта і використовувати ті, що раніше не бралися до уваги або були невідомі. Цей шлях потребує грошових витрат на науково-дослідні роботи і впровадження отриманих результатів у виробництво. Крім того, він потребує зміни технологічного оснащення, але при цьому не обов'язково збільшиться кількість механізмів, їхня маса або зростуть витрати енергії і, як наслідок, збільшиться вартість продукції. Наприклад, перехід від обробки заготовок різанням до виготовлення їх литтям, де використовуються ливарні властивості сплавів, потребує принципово нового обладнання.

Використовуючи відповідні фізико-механічні властивості металів і сплавів, порошкова металургія дає можливість за короткий час виготовляти деталі точної форми і розмірів і значно зменшити відходи.

Економічний ефект, отриманий від упровадження у виробництво результатів науково-дослідних робіт, що стали причиною зміни технології виготовлення продукції, може перевищувати або дорівнювати ефекту, отриманому при впровадженні механізації та автоматизації [28].

2.4. Виробнича структура машинобудівного підприємства

Кожне промислове підприємство складається з виробничих (основних), допоміжних і обслуговуючих ланок, технічних підрозділів, органів управління і охорони, а також з невиробничих організацій і установ культурно-побутового призначення.

Розрізняють поняття – виробнича структура і організаційна структура.

Виробнича структура – це склад і взаємозв'язки основних і допоміжних виробничих підрозділів (заводів, корпусів, цехів, дільниць).

Організаційна структура – це структура управління, тобто склад і взаємозв'язки органів управління виробництвом і заводоуправління (відділи, лабораторії та ін.).

Цех – це адміністративно відокремлений підрозділ заводу, який виконує певні функції, обумовлені характером поділу та кооперації праці. Він випускає певну продукцію (заготовки, деталі, складальні одиниці і т. д.) або виконує певні роботи (транспортні, ремонтні і т. д.). Цехи поділяються на основні та допоміжні.

Основні цехи – це цехи, зайняті різними стадіями виготовлення виробів основного виробництва, тобто виробів, що йдуть на поставку і реалізацію. До основних належать цехи заготівельні, механообробні, складальні та ін.

Допоміжні цехи – це цехи, що випускають вироби допоміжного призначення, які використовуються всередині заводу і не йдуть на поставку. До допоміжних належать цехи інструментальні, штампувальні, модельні, ремонтно-механічні.

Загальнозаводські обслуговуючі господарства організовуються для обслуговування основних і допоміжних цехів. До них належать складське і енергетичне господарства, цехи транспортні: залізничні, автотранспортні та ін. [11].

У виробничій структурі багатьох підприємств масового виробництва передбачені ще так звані побічні цехи і дільниці, зайняті переробкою відходів основного виробництва.

Основа виробничої структури заводів масового виробництва складають механообробні і механоскладальні цехи.

Головними чинниками, що визначають виробничу структуру підприємства (об'єднання), є організаційно-технічний рівень виробництва, рівень і форми спеціалізації і кооперування.

На склад цехів заводу впливає ступінь промислово-економічного розвитку країни і окремих районів, в яких розташовані ці заводи, що виражається в рівні накопичених виробничих потужностей і фондів, наявності трудових, матеріальних, енергетичних і природних ресурсів.

Види виробничих структур можна класифікувати за двома ознаками: складом наявних стадій основного виробничого процесу і характером спеціалізації.

Залежно від стадій виробничого процесу розрізняють структури (підприємства):

- з повним технологічним циклом, тобто мають заготівельні, обробні і складальні цехи;

- механоскладального типу, які мають тільки обробні і складальні цехи. Всі заготовки ці підприємства отримують по кооперації;

- підприємства з виробництва окремих деталей, споживаних у великих кількостях, наприклад зубчастих коліс, колінчастих валів і т. д. У їхньому складі є заготівельні і обробні цехи;

- складальні підприємства, що мають тільки складальні цехи, наприклад автоскладальні підприємства;

- підприємства з виробництва заготовок, що мають тільки заготівельні цехи.

У складі перелічених вище видів підприємств є також певна кількість допоміжних і обслуговуючих цехів і служб.

Залежно від характеру спеціалізації розрізняють такі виробничі структури (підприємства) [11].

Предметно спеціалізовані підприємства, які здійснюють при виготовленні машин майже всі технологічні процеси і мають усі основні, допоміжні та обслуговуючі цехи. Їх правильніше називати універсальними підприємствами, оскільки вони випускають найрізноманітнішу продукцію в невеликій кількості і на багатьох робочих місцях поперемінно виконуються різні роботи.

Подетально (поагрегатно) спеціалізовані підприємства з двома технологічними стадіями основного виробництва, наприклад заготівельною і обробною або обробною і складальною. Причому, ці роботи в ряді випадків можуть здійснюватися в одній і тій самій потоковій лінії, наприклад потокові лінії, що включають лиття кольорових металів під тиском, штампування, термічну і механічну обробку невеликих деталей на заводах поршнів, карбюраторів. Такі підприємства випускають обмежену номенклатуру продукції, але мають своє невелике допоміжне і обслуговуюче господарство.

Технологічно спеціалізовані підприємства з одним перерозподілом основного виробництва і своїм допоміжним господарством, наприклад ливарний завод, складальний завод. Тут номенклатура продукції також невелика, за кожним робочим

місцем закріплюється невелика кількість операцій або видів робіт. Окремі підприємства цієї групи, як і інших, можуть не мати підсобного виробництва, користуючись послугами спеціалізованих заводів з виробництва моделей, штампів, послугами автотранспортних баз і ін.

Функціонально спеціалізовані підприємства, які виникають у результаті виділення функцій обслуговування і їх відокремлення. Основним виробництвом тут стає виконання робіт із забезпечення інших підприємств енергією, транспортом, ремонтом, обліково-обчислювальними роботами, інструментами тощо.

Комплексно спеціалізовані підприємства предметної, подетальної, технологічної спеціалізації, які взаємодіють одне з одним щодо основного виробництва і з функціонально спеціалізованими – з обслуговування. Вони випускають обмежену номенклатуру однотипної продукції при мінімальній кількості деталеоперацій на кожному робочому місці. Цю структуру можна вважати найбільш прогресивною.

Під *типізацією технологічних процесів* розуміють розробку технологічних процесів на виготовлення типових деталей, складальних одиниць (СО) і машин у цілому, що відображають передовий досвід і досягнення промисловості, науки і техніки.

Машини або деталі ділять на класи. *Класом* називають сукупність виробів (машин, СО або деталей), що мають близькість службового призначення.

Подібність службового призначення виробів породжує схожість вимог, які має задовольняти машина, СО або деталь, близькість конструктивних форм, розмірів та інших якісних показників.

У кожному класі машин, СО та деталей вибирають типову машину, СО або деталь. *Типовою* називають деталь (машину, СО), яка найбільш повно відображає службове призначення даного класу. Типова деталь (машина, СО) має охоплювати всі конструктивні елементи, властиві цьому класу деталей, відрізнятися найбільш високими вимогами до точності розмірів, виготовлятися з матеріалу, відповідного службовому призначенню деталей даного класу. У разі, якщо жодна деталь цього класу не відповідає повною мірою зазначеним вимогам, то розробляють конструкцію *деталі-представника*, що враховує особливості всіх деталей, що складають клас.

При розробленні технології виготовлення конкретної деталі з технологічного процесу типової деталі вибирають операції і переходи, що стосуються її конструкції, вказують чисельні значення її розмірів і вимог до точності. Порядок обробки заготовок залишається загальним для всіх деталей, включених до класу.

Розробку *типових технологічних процесів* ведуть з урахуванням типу виробництва. Для різних обсягів випуску виробів будуть свої типові технологічні процеси, орієнтовані на застосування найбільш продуктивного устаткування і технологічного оснащення, економічних для цього типу виробництва.

Типові технологічні процеси сприяють:

- полегшенню праці технологів і скороченню витрат часу на розробку технології виготовлення нових виробів;
- скороченню циклів підготовки виробництва нових виробів;
- впровадженню у виробництво передового досвіду і досягнень науки і техніки;
- виявленню потреб у нових видах обладнання та технологічного оснащення;
- відпрацюванню технологічності конструкції машини, СО та деталей.

Під *економічними зв'язками* у виробничому процесі виготовлення машини слід розуміти відношення між витратами живої і матеріалізованої праці, що визначають собівартість одиниці продукції.

Кількісний бік економічних зв'язків найбільш повно відображає формула собівартості одиниці продукції. Складові собівартості набувають початкових значень при розробці конструкції машини і побудові технологічного і виробничого процесів її виготовлення.

Вибір матеріалу деталей і розробка їхніх конструктивних форм; вибір методів досягнення необхідної точності машини і розрахунок конструкторських розмірних ланцюгів; вибір виду та форми організації виробничих процесів складання машини і виготовлення деталей; вибір способів отримання заготовок і їх обробки; вибір технологічного, транспортного та інших видів обладнання; їх планування і т. д. супроводжуються економічною оцінкою прийнятих рішень.

У процесі виробництва машини економічні зв'язки проявляються в діях і підпорядковані імовірнісним законам. Наприклад, витрати на заробітну плату робітників пов'язані з витратами на матеріал через величини припусків у заготовках, тому що більший припуск потребує великих витрат часу на його видалення. Великі витрати часу на виконання операції збільшують частку амортизаційних відрахувань на обладнання, пристрої, інструмент, що припадають на виготовлену деталь при одночасному збільшенні витрат електроенергії і використуваних при цьому матеріалів.

Хід виробничого і технологічного процесів перебуває під впливом багатьох факторів, що викликають відхилення витрат часу на виконання операції, доставку заготовок та інструментів до робочих місць, вимушені простої устаткування, труднощі з налагодженням обладнання, збої в інформаційному процесі і т. д. У кінцевому підсумку, всі ці відхилення відображаються на собівартості виробів.

Якщо виготовлення кожної деталі на окремій операції супроводжувати підрахунком собівартості, то може виявитися розсіювання її значень. Розсіюватися будуть і значення собівартості деталей, які пройшли весь технологічний процес виготовлення. Звідси випливає, що *процес формування собівартості* одиниці продукції є *випадковим процесом*, тому характеристиками собівартості партії виробів мають служити її середнє значення і поле розсіювання.

Для того щоб створювані машини були економічні та конкурентоспроможні, необхідне проникнення в галузь економічних зв'язків з тим, щоб свідомо формувати їх при проектуванні машини, технології, виробничого процесу і управляти ними в процесі виготовлення машини. Особливої гостроти ці положення набувають в умовах ринкової економіки, де якість і економічність виробів визначають саму можливість фінансового існування їх виробника [10].

2.5. Виробничий склад машинобудівного заводу

Склад цехів, обладнання і споруд заводу визначається обсягом випуску продукції, характером технологічних процесів,

вимог до якості виробів і іншими виробничими факторами, а також, у значній мірі, ступенем спеціалізації виробництва і кооперування заводу з іншими підприємствами і суміжними виробництвами.

Спеціалізація передбачає зосередження великого обсягу випуску строго певних видів продукції на кожному підприємстві.

Кооперування передбачає забезпечення заготовками (виливками, поковками, штампівками), комплектувальними агрегатами, різними приладами та пристроями, виготовленими на інших спеціалізованих підприємствах.

Якщо проєктований завод буде отримувати виливки в порядку кооперування, то в його складі не буде ливарних цехів. Наприклад, деякі верстатобудівні заводи отримують виливки з спеціалізованого ливарного заводу, що постачає споживачам литво в централізованому порядку.

Склад енергетичного і санітарно-технічного обладнання заводу також може бути різним залежно від можливості кооперування з іншими промисловими і комунальними підприємствами з постачання електроенергії, газу, пари, стисненого повітря, в частині облаштування транспорту, водопроводу, каналізації і т. д.

Подальший розвиток спеціалізації і у зв'язку з цим широке кооперування підприємств значно відіб'ється на виробничій структурі заводів. У багатьох випадках у складі машинобудівних заводів не передбачаються ливарні й ковальсько-штапмувальні цехи, цехи з виготовлення кріпильних деталей тощо, оскільки заготовки, металовироби та інші деталі поставляються спеціалізованими заводами. Багато заводів масового виробництва в порядку кооперування зі спеціалізованими заводами також можуть забезпечуватися готовими вузлами і агрегатами (механізмами) для машин, що випускаються; наприклад, автомобільні та тракторні заводи - готовими двигунами і ін.

Склад машинобудівного заводу можна поділити на такі виробничі групи [11]:

1) заготівельні цехи (чавуноливарні, сталеливарні, ливарні кольорових металів, ковальські, ковальсько-пресові, пресові, ковальсько-штапмувальні та ін.);

2) обробні цехи (механічні, термічні, холодного штампування, деревообробні, металопокриття, складальні, фарбувальні та ін.);

3) допоміжні цехи (інструментальні, ремонтно-механічні, електроремонтні, модельні, експериментальні, випробувальні та ін.);

4) складське господарство (для металу, інструменту, формувальних та шихтових матеріалів, приладдя та різних матеріалів, для готових виробів, палива, моделей та ін.);

5) енергетичне господарство (електростанція, теплоелектроцентрально, компресорні і газогенераторні установки тощо);

6) транспортне господарство;

7) санітарно-технічне господарство (опалення, вентиляція, водопостачання, каналізація);

8) загальнозаводські відділи (центральна лабораторія, технологічна лабораторія, центральна вимірювальна лабораторія, головна контора, прохідна контора, медичний пункт, амбулаторія, пристрої зв'язку, їдальня та ін.).

2.6. Виробнича програма

Виробнича програма машинобудівного заводу містить номенклатуру виготовлених деталей (із зазначенням їх типів і розмірів), кількість виробів кожного найменування, що підлягають випуску протягом року, перелік і кількість запасних деталей до виробів, які випускаються [11].

На підставі загальної виробничої програми заводу складається подетальна виробнича програма за цехами, що вказує найменування, кількість, чорнову і чисту вагу (масу) деталей, які потребують подальшого виготовлення та обробки в кожному даному цеху (ливарному, ковальському, механічному та ін.) та проходять обробку в декількох цехах; складається програма за кожним цехом і одна зведена, що вказує, які деталі і в якій кількості проходять через кожен цех. При складанні подетальних програм за цехами до загальної кількості деталей, що визначається виробничою програмою, додаються запасні деталі для машин, які випускаються, а також подаються як запасні частини для забезпечення безперебійної роботи машин, що перебувають в експлуатації. Кількість запасних частин приймають у процентному відношенні до кількості основних деталей.

До виробничої програми також додаються креслення загальних видів машин, креслення складальних і окремих деталей, специфікації деталей, а також опис конструкцій машин і технічні умови на їх виготовлення і здачу.

2.7. Типи машинобудівних виробництв і характеристика їхніх технологічних процесів

Залежно від розміру виробничої програми, характеру продукції, а також технічних і економічних умов здійснення виробничого процесу всі різноманітні виробництва умовно діляться на три основних види (або типи): одиничне (індивідуальне), серійне і масове. У кожного з цих видів виробничий і технологічний процеси мають свої характерні особливості, і кожному з них властива певна форма організації роботи.

Необхідно зазначити, що на одному і тому самому підприємстві і навіть в одному і тому самому цеху можуть існувати різні види виробництва, тобто окремі вироби або деталі можуть виготовлятися на заводі або в цеху за різними технологічними принципами: технологія виготовлення одних деталей відповідає одиничному виробництву, а інших – масовому, або одних – масовому, а інших – серійному і т. д. Так, наприклад, у важкому машинобудуванні, що має характер одиничного виробництва, дрібні деталі, необхідні у великій кількості, можуть виготовлятися за принципом серійного і навіть масового виробництва.

Таким чином, характеризувати виробництво всього заводу або цеху в цілому можна тільки за ознакою переважного характеру виробничих і технологічних процесів.

Як зазначалося вище, *виробництвом* називають процес, у ході якого людина діє на речовини природного або штучного походження за допомогою власних сил і оснащення з метою виготовлення продукції, необхідної для забезпечення своїх потреб.

Однак *виробництвом* називають і місце виготовлення продукції, це, наприклад, фабрика, завод, цех, дільниця тощо.

У машинобудуванні розрізняють три типи виробництва (масове, серійне і одиничне) і два методи роботи (потоківий і непотоковий) [5, 29].

У *масовому виробництві* вироби виготовляють безперервно у відносно великих кількостях і протягом тривалого (кілька років) часу. Характерною ознакою масового виробництва є, однак, не кількість виробів, що випускаються, а виконання на більшості робочих місць тільки однієї закріпленої за ними постійно повторюваної операції. Продукція масового виробництва – це вироби вузької номенклатури і стандартного типу, що випускаються для широкого збуту споживачам. Такою продукцією є автомобілі, трактори, велосипеди, електродвигуни, швейні машини тощо.

Масове виробництво буває таких видів:

а) *потоково-масове виробництво*, при якому здійснюється безперервність руху деталей по робочих місцях, розташованих у порядку послідовності технологічних операцій, закріплених за певними робочими місцями і виконуваних приблизно в однаковий (або кратний) проміжок часу, відповідний такту випуску деталей;

б) *масове виробництво прямим потоком*. Тут технологічні операції також виконуються на певних робочих місцях, розташованих у порядку виконання операцій, але час на виконання окремих операцій не завжди однаковий (або кратний такту випуску), внаслідок чого у деяких верстатів утворюються заділи (нагромадження або нестача) і рух деталей відбувається з перервами.

Масове виробництво можливе і економічно вигідне при випуску досить великої кількості виробів, коли всі витрати на організацію масового виробництва окупаються і собівартість одиниці продукції, що випускається, виходить меншою, ніж при серійному виробництві.

До умов, що визначають ефективність масового виробництва, належать насамперед обсяг виробничої програми і спеціалізація заводу на певних типах виробів, причому найбільш сприятливою умовою масового виробництва є така спеціалізація, коли виробляється один тип, одна конструкція виробу.

При масовому і великосерійному виробництві технологічний процес будується за *принципом диференціації* або за *принципом концентрації операцій*.

За *першим принципом* технологічний процес диференціюється (розчленовується) на елементарні операції з приблизно однаковим часом виконання (тактом) або кратним такту; кожен верстат виконує одну певну операцію. У зв'язку з цим верстати тут застосовуються спеціальні і вузькоспеціалізовані; пристрої для обробки мають бути також спеціальними, призначеними для виконання тільки однієї операції. Часто таке спеціальне устаткування є невід'ємною частиною верстата.

За *другим принципом* технологічний процес передбачає концентрацію операцій, що виконуються на багатошпindelних автоматах (рис. 2.3), напівавтоматах, агрегатних, багатопозиційних, багаторізцевих верстатах, окремо на кожному верстаті або на автоматизованих верстатах, зв'язаних в одну лінію (автоматичні лінії), які виробляють одночасно кілька операцій при малій витраті основного (технологічного) часу. Подібні верстати все ширше впроваджуються у виробництво; особливо широкого застосування вони набули в автомобільному і тракторному виробництві.

Технічна організація масового виробництва має бути досить досконалою. Як уже зазначалося, технологічний процес треба розробляти докладно і точно як щодо методів обробки, так і щодо розрахунків основного (технологічного) і допоміжного часу.

Обладнання слід точно визначати і розміщувати таким чином, щоб його кількість, типи, комплектність і продуктивність відповідали заданому випуску продукції.

Особливо важливе значення в масовому виробництві має організація технологічного контролю, оскільки недостатньо ретельна перевірка деталей і несвоєчасне відбраковування непридатних деталей можуть призвести до затримки і розладнання всього виробничого процесу. Найкращі результати досягаються при використанні (де можливо) автоматичного контролю в процесі обробки.

Організація постачання робочого місця основними і допоміжними матеріалами, напівфабрикатами, різальним, вимірювальним та допоміжним інструментом, пристроями тощо має забезпечувати безперебійність роботи.

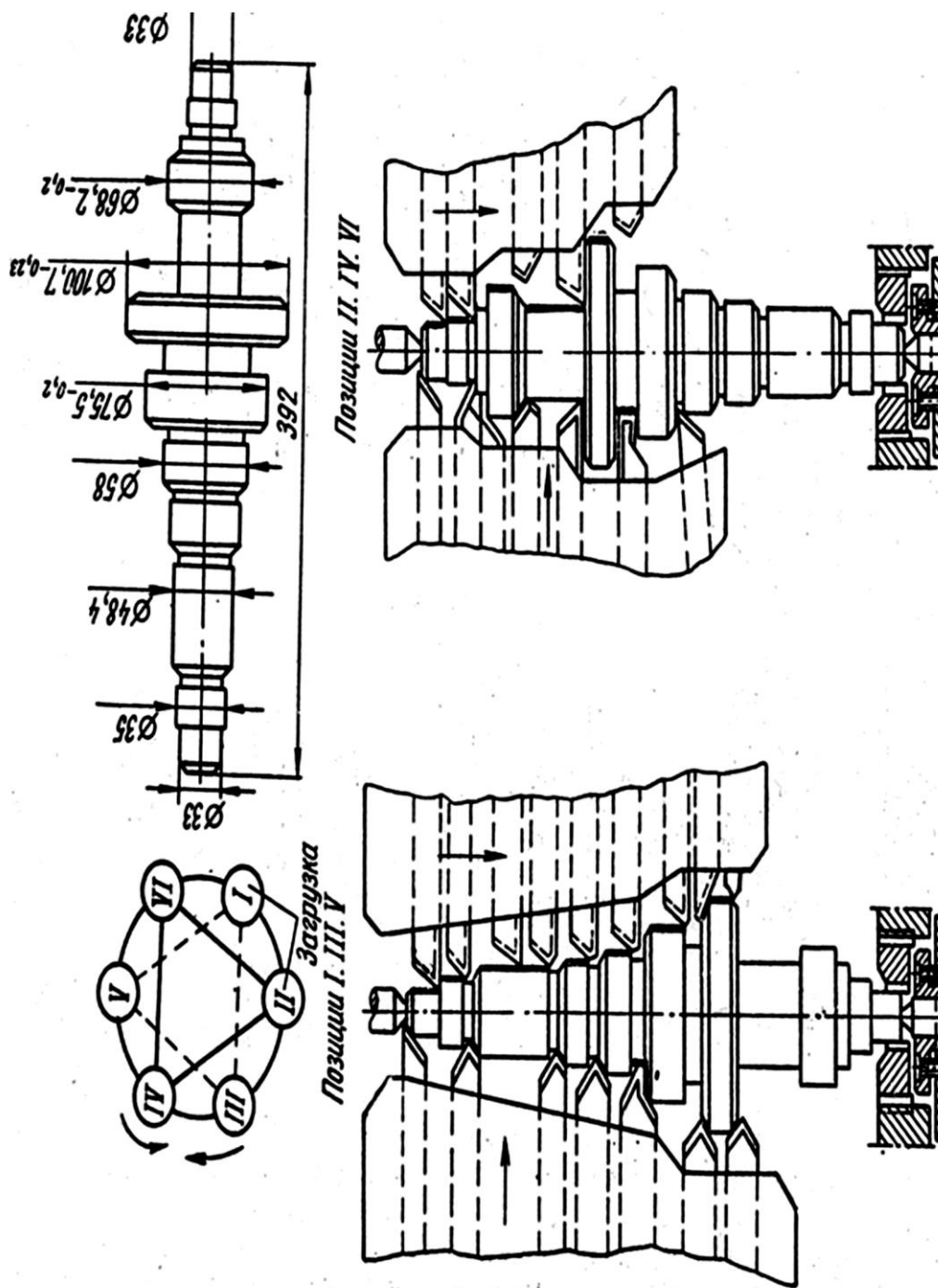


Рис 2.3. Ескізи технологічного налагодження для обробки ступеневого вала на шестишпиндельному вертикальному токарному напівавтоматі безперервної дії [27]

У *серійному виробництві* виготовляють партії деталей і серії виробів, регулярно повторювані через певні проміжки часу. Серійне виробництво є багатомоделювальним; його характерна ознака – виконання на більшості робочих місць по кілька періодично повторюваних операцій.

При серійному виробництві вироби виготовляють *партіями* та (або) *серіями*, що складаються з однойменних, однотипних за конструкцією і однакових за розмірами виробів, які запускаються у виробництво одночасно. Основним принципом цього виду виробництва є виготовлення всієї партії (серії) цілком як в обробці деталей, так і у складанні.

Поняттям «*партія*» називається кількість деталей, а поняттям «*серія*» – кількість машин, що запускаються у виробництво одночасно. Кількість деталей у партії і кількість машин у серії можуть бути різними.

Одна з найважливіших переваг серійного виробництва над одиничним полягає в тому, що в серійному виробництві вся партія деталей запускається у виробництво одночасно, що забезпечує повторюваність операцій, при якій вигідно широко застосовувати спеціальні пристрої і спеціальні різальні та вимірювальні інструменти. Крім того, витрати на підготовку і налагодження верстатів розподіляються на всю кількість деталей у даній партії.

Величина партії деталей встановлюється залежно від різноманітності номенклатури виробів і річної кількості виробів кожного типу і розміру; кількості необхідного періодичного випуску виробів (від терміну замовлення); комплектності продукції, що випускається; тривалості обробки деталей і складання машини; складності, тривалості і собівартості налагодження верстатів; наявності запасу матеріалів.

При виборі величини партії деталей виникає питання, наскільки доцільно і рентабельно брати її в розмірі, що перевищує потребу в деталях на певний проміжок часу, оскільки матеріал, витрачений на виготовлення деталей, і вкладені в них кошти тривалий час перебувають без руху, тобто без обороту. З іншого боку, відомо, що чим більше кількість деталей у партії, тим менше підготовчо-завершальний період і собівартість налагодження верстатів, що припадають на одну деталь; звідси величина партії має бути такою, щоб поєднання цих факторів

було найбільш сприятливим, тобто щоб необхідний матеріал і кошти, витрачені на деталі, використовувалися якомога швидше і щоб витрати на налагодження, що припадають на одну деталь, були мінімальними. Партія деталей, що задовольняє ці умови, називається *оптимальною*.

У серійному виробництві залежно від кількості виробів у серії, їхнього характеру і трудомісткості, частоти повторюваності серій протягом року розрізняють виробництво *дрібносерійне*, *середньосерійне* і *великосерійне*. Такий розподіл є умовним для різних галузей машинобудування: при одній і тій самій кількості машин у серії, але різних розмірів, складності і трудомісткості виробництво може бути віднесено до різних видів.

Дрібносерійне виробництво наближається за своїми технологічними особливостями до одиничного. У ньому застосовують переважно універсальне обладнання (з розташуванням його в цехах за типами верстатів), універсальний робочий і вимірювальний інструмент.

У *великосерійному виробництві* поряд з універсальним обладнанням досить широко застосовують обладнання спеціального призначення і агрегатні верстати. Устаткування в цехах розташовують не за типами верстатів, а за виготовленими предметами і в ряді випадків відповідно до виконуваних технологічних процесів. Поряд з універсальним застосовують спеціальний робочий інструмент, граничні калібри і контрольні прилади. Обробку заготовок виконують на попередньо налаштованих верстатах.

Середньосерійне виробництво посідає проміжне місце між велико- і дрібносерійним. На розмір партії в середньосерійному виробництві, під яким розуміють кількість заготовок, що одночасно запускаються у виробництво, впливають річний випуск виробів, календарні терміни їх випуску, тривалість процесів обробки (складання) і налагодження технологічного устаткування. У дрібносерійному виробництві розмір партії зазвичай становить кілька одиниць, у середньосерійному – кілька десятків і у великосерійному – кілька сотень деталей.

У серійному виробництві технологічний процес переважно диференційований, тобто розчленований на окремі операції, які закріплені за певними верстатами.

Верстати тут застосовуються різноманітних видів: універсальні, спеціалізовані, спеціальні, автоматизовані, агрегатні. Верстатний парк має бути спеціалізованим у такій мірі, щоб був можливий перехід від виробництва однієї серії машин до виробництва іншої, яка відрізняється від першої в конструктивному відношенні.

При використанні універсальних верстатів мають широко застосовуватися спеціалізовані і спеціальні пристрої, спеціалізований і спеціальний різальний інструмент і, нарешті, вимірвальний інструмент у вигляді граничних (стандартних і спеціальних) калібрів і шаблонів, які забезпечують взаємозамінність оброблених деталей. Все це обладнання і оснащення в серійному виробництві можна застосовувати досить широко, оскільки при повторюваності процесів виготовлення одних і тих самих деталей зазначені засоби виробництва дають техніко-економічний ефект, який з великою вигодою окупає витрати на них. Однак у кожному окремому випадку при виборі спеціального або спеціалізованого верстата, виготовленні дорогого обладнання або інструменту необхідно підраховувати витрати і очікуваний техніко-економічний ефект.

Серійне виробництво значно економічніше, ніж одиничне, оскільки повне використання устаткування, спеціалізація робітників, збільшення продуктивності праці забезпечують зменшення собівартості продукції.

Серійне виробництво є найбільш поширеним видом виробництва в загальному і середньому машинобудуванні. До цього виду виробництва належать: верстатобудування, виробництво пресів, компресорів, насосів, вентиляторів, текстильних машин, деревообробних верстатів, устаткування для харчової і лісової промисловості, для комунального господарства, транспорту і т. д.

В *одиничному виробництві* випускають вироби широкої номенклатури у відносно малих кількостях і часто індивідуально, тому воно має бути універсальним і гнучким для виконання різних завдань. Виготовлення виробів або зовсім не повторюється, або повторюється через невизначені проміжки часу. Характерною ознакою одиничного виробництва є виконання на робочих місцях різноманітних операцій. Продукція одиничного виробництва – машини, які не мають широкого

застосування і виготовлені за індивідуальними замовленнями, що передбачають виконання спеціальних вимог. До них належать також дослідні зразки машин у різних галузях машинобудування. Одиначне виробництво характерне для важкого машинобудування, продукцією якого є великі гідротурбіни, унікальні металорізальні верстати, прокатні стани та інше обладнання.

Порівняння різних типів виробництва наведено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Показники, що характеризують основні типи виробництва, [29]

Показник	Виробництво		
	одиначне	серійне	масове
Кількість продукції одного найменування на рік	Одиниці	Від декількох десятків до декількох тисяч штук	Від декількох тисяч до декількох сотен тисяч штук
Повторюваність випуску	Випадкова	Регулярна	Безперервна
Номенклатура продукції	Широка	Обмежена	Дуже невелика
Характер продукції	Дослідна або спеціальна	Встановлена або стандартна	Стандартна
Побудова виробничих цехів	Технологічна	Предметно-технологічна або технологічна	Предметна або предметно-технологічна
Метод організації виробництва	Одиначний з використанням партійного на окремих дільницях	Партійний з використанням потоку	Широке застосування потоку
Спеціалізація робітників	Відсутня	На виконанні декількох операцій	На виконанні однієї операції
Спеціалізація обладнання	Універсальне або спеціалізоване	Спеціалізоване, на окремих дільницях універсальне	Спеціальне
Розташування обладнання	За групами	Змішане	За ходом технологічного процесу

Кожному з описаних вище видів виробництва (одиночному, серійному, масовому) властиві відповідні методи організації роботи і способи розташування обладнання, які визначаються характером виробів та виробничого процесу, обсягом випуску і рядом інших факторів.

Існують такі основні методи організації роботи:

1. *За видами обладнання.* Властива, головним чином, одиночному виробництву, а також для окремих деталей застосовується в серійному виробництві.

Верстати розташовують за ознакою однорідності обробки, тобто створюють дільниці верстатів, призначених для одного виду обробки, токарних, стругальних, фрезерних та ін.

2. *Предметна.* Властива, головним чином, серійному виробництву; для окремих деталей застосовується в масовому виробництві.

Верстати розташовують у послідовності технологічних операцій для однієї або декількох деталей, що потребують однакового порядку обробки. У тій самій послідовності, очевидно, утворюється і рух деталей. Деталі обробляють на верстатах партіями; при цьому час виконання операції на окремих верстатах може бути не погоджений з іншими верстатами. Виготовлені деталі під час роботи зберігають біля верстатів і потім транспортують цілою партією. Деталі, які очікують надходження на наступний верстат для виконання чергової операції, зберігають або біля верстатів, або на спеціальних майданчиках між верстатами, на яких проводиться контроль деталей.

3. *Потоково-серійна* або *змінно-потокова.* Властива серійному виробництву; верстати розташовують також у послідовності технологічних операцій, встановлених для деталей, що обробляються на даній верстатній лінії. Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть дещо відрізнятися одна від одної розмірами або конструкцією, допускають, однак, обробку їх на одному і тому самому обладнанні. Виробничий процес ведеться таким чином, що час виконання операції на одному верстаті погоджено з часом роботи на наступному верстаті; деталі даної партії переміщують з верстата на верстат у послідовності технологічних операцій, створюючи безперервність руху. Переналагодження верстатів, пристроїв і інструментів, а

також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньою технічною підготовкою.

4. *Прямим потоком.* Властива масовому і в меншій мірі великосерійному виробництву; верстати розташовують у послідовності технологічних операцій, закріплених за певними верстатами; деталі з верстата на верстат передають поштучно, але синхронізація часу операцій витримується не на всіх ділянках ліній, тобто час виконання окремих операцій не завжди однаковий (або кратний такту); внаслідок цього близько верстатів, у яких час виконання операції більше такту, створюються заділи необроблених деталей. Така форма роботи називається іноді *пульсуючим потоком*.

Транспортування деталей від одного робочого місця до іншого здійснюється рольгангами, похилими лотоками та іншими немеханізованими транспортними пристроями; іноді застосовують і конвеєри, які служать тут тільки транспортерами.

5. *Безперервним потоком.* Властива тільки масовому виробництву. При цьому методі організації роботи верстати розташовують у послідовності операцій технологічного процесу, закріплених за певними верстатами, час виконання окремих операцій на всіх робочих місцях приблизно однаковий або кратний такту, завдяки чому досягається синхронізація операцій і створюється певний такт роботи для всієї потокової лінії.

Розрізняють декілька різновидів роботи безперервним потоком:

а) з передачею деталей (виробів) простими транспортними пристроями – без тягового елемента (рольганги, сковзала, схили, похилі жолоби тощо);

б) з періодичною подачею деталей (виробів) транспортними пристроями з тяговим елементом.

Пересування деталей від одного робочого місця до іншого проводиться за допомогою механічних конвеєрів, які рухаються періодично – поштовхами. Конвеєр переміщує деталь через проміжок часу, який відповідає величині такту роботи, протягом якого конвеєр стоїть і виконується робоча операція; тривалість виконання операції приблизно дорівнює (або кратна) величині такту роботи, який підтримується конвеєром механічно;

в) з безперервною подачею деталей (виробів) транспортними пристроями з тяговим елементом; у цьому випадку механічний конвеєр рухається безперервно, переміщуючи розташовані на ньому деталі від одного робочого місця до іншого. Операція виконується під час руху конвеєра; при цьому деталь або знімається з конвеєра для виконання операції, або залишається на конвеєрі і в цьому випадку операція виконується під час руху деталі разом із конвеєром. Швидкість руху конвеєра має відповідати часу, необхідному на виконання операції. Як і в попередньому випадку, такт роботи механічно підтримується конвеєром.

Для всіх розглянутих випадків роботи безперервним потоком можна встановити, що вирішальним фактором, що обумовлює дотримання принципу безперервного потоку, є не механічне транспортування деталей (виробів), а такт випуску.

Такт випуску – інтервал часу, через який періодично проводиться випуск виробів певного найменування, типорозміру і виконання.

При проектуванні технологічного процесу механічної обробки деталей *потокового виробництва* – потоково-масового і потоково-серійного – має бути визначений такт випуску деталей з потокової лінії, тобто проміжок часу, що відокремлює випуск з потокової лінії двох наступних одна за одною деталей.

При *потоково-серійному* виробництві для досягнення достатнього завантаження верстатів до кожної змінно-потокової лінії прикріплюються для обробки кілька деталей різних найменувань, схожих за розмірами і конфігурацією, для яких переналагодження верстатів нескладні і не потребують багато часу або для яких зовсім не потрібно переналагодження. Обробка таких деталей на лінії проводиться поперемінно партіями деталей одного найменування. Таким чином, на потоковій лінії обробляються протягом року деталі різних найменувань в різній або однаковій кількості.

При потоково-масовому і потоково-серійному (змінно-потоковому) виробництві має бути досягнуто *синхронізації операцій*, тобто упорядкування операційного часу відповідно до прийнятої величини такту, що необхідно для створення безперервного потоку. Для цього весь процес обробки

розчленовується на окремі операції, по змозі однакові (але не більше величини такту) або кратні за часом їх виконання (при значному перевищенні величини такту).

Необхідно мати на увазі, що можливостей досягти синхронізації технологічних операцій завжди більше, якщо оброблювані деталі технологічні і не викликають труднощів при обробці окремих поверхонь, що потребують значної витрати часу.

Синхронізація операцій досягається різними технічними і організаційними заходами, до складу яких належать [11]:

1) розчленування операцій, що потребують витрати часу, яка значно перевищує величину такту, або об'єднання (укрупнення) операцій при витраті часу, значно меншій, ніж величина такту;

2) застосування оптимальних режимів різання, що дають можливість вирівняти машинний час за операціями і наблизити його до величини такту;

3) застосування спеціального, багатолезового і набірною різального інструменту, що забезпечує меншу витрату часу на обробку;

4) застосування декількох інструментів для одночасної обробки декількох поверхонь деталі, що також дає значне скорочення часу на обробку;

5) максимальне скорочення допоміжного часу шляхом застосування спеціальних, пневматичних, гідравлічних, пневмогідравлічних і багатомісних пристроїв, поворотних столів тощо;

б) одночасна обробка декількох деталей, що сприяє зменшенню штучного часу;

7) максимально можливе застосування автоматизації та механізації верстатів, автоматизації контролю деталей (у процесі обробки), що забезпечують значне скорочення машинного і допоміжного часу;

8) застосування спеціальних і спеціалізованих агрегатних верстатів, які також забезпечують значне скорочення машинного і допоміжного часу;

9) застосування паралельно працюючих однотипних верстатів (дублерів) для операції, час на виконання якої значно перевищує величину такту потокової лінії; верстати-дублери забезпечують упорядкування операційного часу відповідно до величини такту;

10) механізація міжверстатного транспорту шляхом створення спеціальних транспортних пристроїв, які дають можливість підтримувати такт роботи лінії;

11) включення в потік механічної обробки деталей агрегатів і устаткування інших видів обробки (для термічної обробки, зварювання, пресового устаткування, для покриттів та ін.), чим досягається безперервність потоку і дотримання такту роботи лінії.

При потоково-серійному (змінно-потоковому) виробництві для досягнення синхронізації операцій, крім вищевказаних заходів, необхідно попередньо:

а) розподілити деталі на групи за однорідністю конструктивних і технологічних ознак;

б) розробити типові технологічні маршрути для груп однорідних деталей;

в) розробити типову технологічну оснастку для певних операцій, чим досягається зменшення кількості переналагоджень.

Розподіл машинобудівних заводів за типами виробництва є умовним. Можна назвати виробництво масовим, якщо на більшості робочих місць виконується одна постійно повторювана операція. Якщо на більшості робочих місць виконується кілька періодично повторюваних операцій, то таке виробництво слід вважати серійним. Відсутність періодичності повторення операцій на робочих місцях характеризує одиничне виробництво.

2.8. Технологічність конструкції виробів і деталей

Одним із факторів, що впливає на характер технологічних процесів, є технологічність конструкції виробу і відповідних його деталей.

При конструюванні окремих деталей необхідно досягти відповідності не тільки експлуатаційним вимогам, а й вимогам найбільш раціонального і економічного виготовлення виробу. В цьому і полягає *принцип технологічності конструкції* [21].

Чим менші трудомісткість і собівартість виготовлення виробу, тим більше він технологічний. Таким чином, основними критеріями оцінки технологічності конструкції є трудомісткість і собівартість виготовлення.

Технологічна конструкція виробу і деталей має передбачати [2]:

1) максимально широке використання уніфікованих складальних одиниць, стандартизованих і нормалізованих деталей і елементів деталей;

2) якомога меншу кількість деталей оригінальної, складної конструкції і різних найменувань і якомога більшу повторюваність однойменних деталей;

3) створення деталей найбільш раціональної форми з легкодоступними для обробки поверхнями і достатньої жорсткості з метою зменшення трудомісткості і собівартості механічної обробки деталей і виготовлення всього виробу (необхідна жорсткість деталей дає змогу обробляти їх на верстатах з найбільш продуктивними режимами різання);

4) наявність на деталях зручних поверхонь – баз або можливість створення допоміжних (технологічних) баз у вигляді бобишок, пасків і т. д.;

5) найбільш раціональний спосіб отримання заготовок для деталей (виливків, штамповок, з прокату) з розмірами і формами, якомога більш близькими до готових деталей, тобто забезпечити найбільш високий коефіцієнт використання матеріалу і найменшу трудомісткість механічної обробки;

6) повне усунення або якомога менше застосування слюсарно-підгонних робіт при складанні шляхом виготовлення взаємозамінних деталей, застосування деталей-компенсаторів і механізації складальних робіт;

7) спрощення складання і можливість виконання паралельного в часі і просторі складання окремих складальних одиниць і виробу в цілому.

Технологічність конструкції виробу має відповідати також і вимогам складання та експлуатації. Основними вимогами складання є: забезпечення можливості складання без підгінних робіт (або при мінімальній їх кількості); створення можливості незалежного складання вузлів виробу; найменша кількість деталей як за найменуваннями, так і в штуках; найбільш високий рівень взаємозамінності, стандартизації, уніфікації і нормалізації складальних одиниць і виробів; наявність зручних складальних баз; виключення необхідності розбирань при регулюванні та ін.

Технологічність конструкції заготовок деталей передбачає не тільки максимальну раціоналізацію механічної обробки, а й спрощення процесів виготовлення самих заготовок.

Литі заготовки з чавуну і сталі в цьому відношенні мають відповідати таким основним вимогам:

1) товщина стінок виливка має бути по змозі однаковою без різких переходів тонкостінних частин у товстостінні; виконання цієї вимоги необхідне для отримання однорідної структури виливка і зменшення внутрішньої напруги в ньому;

2) у формі будь-якої заготовки має бути простий, без утруднень роз'єм моделі;

3) поверхні виливків, розташовані перпендикулярно площині роз'єму моделі, мають бути з конструктивними ливарними ухилами, для того щоб виготовлення ливарних форм, стрижнів і видалення моделей з форм відбувалося без ускладнень.

На кресленнях заготовок, отриманих методами штампування і кування, має бути зазначено:

1) відсутність різких переходів у поперечних перерізах і посилення перерізів у вигинах;

2) виконання переходів від одного перерізу до другого за дугами великих радіусів;

3) закруглення гострих ребер у штамповках.

Загальна технологічність конструкції виробу може бути оцінена такими показниками [20]:

1) трудомісткість конструкції, тобто час, що витрачається на виготовлення деталі, складальної одиниці, цілого виробу (повністю на який-небудь вид обробки);

2) коефіцієнт використання металу при виготовленні деталі;

3) ступінь використання стандартних і нормалізованих деталей та складальних одиниць;

4) процентне відношення кількості деталей оригінальної і складної конструкції до загальної кількості деталей у виробі;

5) ступінь використання деталей у складальних одиницях існуючих і раніше застосовуваних різновидів конструкцій виробів і, аналогічно, машин;

6) коефіцієнт повторюваності однойменних деталей;

7) собівартість виготовлення деталей, складальних одиниць, цілого виробу.

Основні показники ремонтпридатності виробу:

- 1) характеристика умов експлуатації і ремонту;
- 2) умови виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту, в тому числі кваліфікація і склад персоналу, який експлуатує і ремонтує вироби;
- 3) система матеріально-технічного забезпечення експлуатації та ремонту;
- 4) середня трудомісткість ремонту і технічного обслуговування;
- 5) обмеження номенклатури спеціального інструменту і пристроїв при технічному обслуговуванні та ремонті;
- 6) обмеження типорозмірів кріпильних деталей;
- 7) широке використання стандартизованих і уніфікованих частин виробу;
- 8) вимоги до раціональних методів і засобів контролю технічного стану виробу в процесі експлуатації і ремонту;
- 9) вимоги щодо допустимості, легкознімання і взаємозамінності деталей, складальних одиниць і комплектів при технічному обслуговуванні та ремонті;
- 10) вимоги до виконання регульовально-довідних робіт у процесі технічного обслуговування і ремонту;
- 11) вимоги до конструкції деталей, що зношуються, в частині пристосованості до відновлення до первинних або ремонтних розмірів із застосуванням прогресивної технології відновлювальних робіт.

Під *уніфікацією машин* розуміють використання в різних машинах одних і тих самих складальних одиниць і деталей. Уніфікація дає змогу збільшити обсяг випуску уніфікованих виробів та організувати для їх виготовлення спеціальні цехи і заводи із застосуванням передової технології та організації виробництва. Випуск у великих обсягах однакових виробів на спеціалізованих заводах відкриває можливість використання більш дорогого, але більш продуктивного обладнання, інструменту і технологічної оснастки, що сприяє зниженню трудомісткості виготовлення виробів. Широко відомими уніфікованими виробами є підшипники кочення, електродвигуни, деталі і вузли автомобілів і т. д.

Уніфікація виробів приносить суттєві економічні вигоди, одержувані у результаті збільшення обсягів їх випуску. Встановлено, що зниження собівартості виробів при переході від дрібносерійного їх виробництва до масового досягає 75 % і більше.

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття «виріб».
2. Дайте визначення поняття «деталь».
3. Що таке виробничий процес? Назвіть етапи виробничого процесу.
4. Що таке технологічний процес? Що входить до структури технологічного процесу?
5. Що таке автоматизація та механізація виробництва?
6. Що Ви розумієте під виробничою структурою підприємства?
7. Що Ви розумієте під організаційною структурою підприємства?
8. Які типи виробництв Вам відомі? Дайте характеристику кожного з них.
9. Що Ви розумієте під принципом технологічності конструкції?
10. Що таке уніфікація машин?

РОЗДІЛ 3

Машина як об'єкт виробництва

3.1. Службове призначення машини

Машина – пристрій, призначений для дії в ньому сил природи відповідно до потреб людини.

На сьогодні поняття «машина» має кілька значень:

- машина – механізм або поєднання механізмів, що виконують рух для перетворення енергії, матеріалів або виробництва - з точки зору механіки;

- машина – доменна піч (за Менделєєвим Д. І.);

- машина (з появою ЕОМ) – механізм або поєднання механізмів, які здійснюють певні доцільні рухи для перетворення енергії, виконання роботи або ж для збирання, передачі, зберігання, обробки та використання інформації.

І, нарешті, з точки зору технології машинобудування: машина є або об'єктом, або засобом виробництва.

Тому *машина* – система, створена працею людини, для якісного перетворення вихідного продукту в корисну для людини продукцію (рис. 3.1).

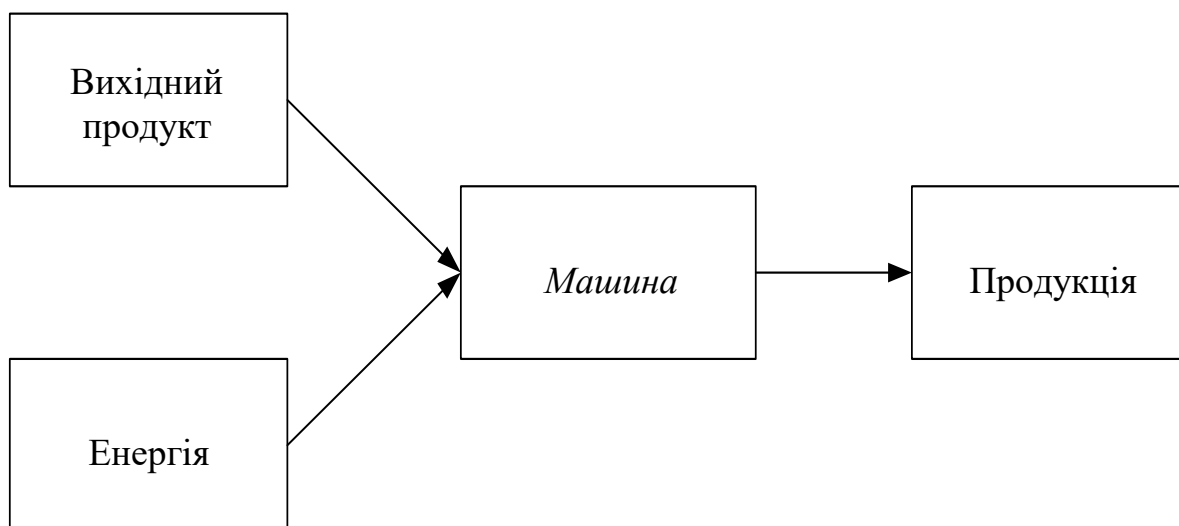


Рис. 3.1. Машина як засіб виробництва

Під *службовим призначенням* машини розуміють чітко сформульоване завдання, для вирішення якого створено машину [1].

Формулювання службового призначення машини має містити докладні відомості, що конкретизують загальне завдання і уточнювальні умови, за яких це завдання може бути вирішено.

Службове призначення машини описують не тільки словесно, а й системою кількісних показників, що визначають її конкретні функції, умови роботи і т. д. Формулювання службового призначення машини є найважливішим документом у завданні на її проектування.

Кожна машина створюється для виконання певного технологічного процесу, в результаті здійснення якого має бути отримана продукція необхідної якості. У зв'язку з цим зміст службового призначення машини має передусім відбивати вичерпні дані про продукцію, яку їй належить виробляти: вид, якість, кількість.

Умови роботи машини беруть з опису технологічного процесу виготовлення продукції, вони містять комплекс показників з допустимими відхиленнями, що характеризують якість вихідного продукту (матеріалу), споживану енергію, режими роботи машини і стан навколишнього середовища.

Складовою частиною опису службового призначення машини можуть бути вимоги до економічної ефективності, надійності і продуктивності машини. Необхідна продуктивність машини визначається в результаті розроблення технологічного процесу виготовлення продукції та проведення техніко-економічних розрахунків.

Крім того, в опис службового призначення машини можуть входити додаткові вимоги, які необхідно врахувати при проектуванні і виготовленні машини: до зовнішнього вигляду, безпеки роботи, зручності і простоти обслуговування і управління, рівня шуму, коефіцієнта корисної дії тощо.

Спочатку службове призначення машини формується замовником в результаті розробки технологічного процесу виготовлення продукції і уточнюється при оформленні замовлення на проектування машини. Для конструктора формулювання службового призначення машини є вихідним документом, який згодом додається ним до креслень машини. Технолог, що розпочинає проектування технології виготовлення машини і є особою, відповідальною за здачу готової машини

замовнику, повинен критично оцінити формулювання службового призначення машини. Це необхідно для того, щоб завдання, які будуть вирішуватися за допомогою створеної машини, були визначені правильно. Якщо помилку або неточності, допущені при конструюванні і виготовленні машини, ще якось можна усунути, то помилки у визначенні службового призначення машини – її задуму – не піддаються виправленню і часто призводять до неповноцінності або непридатності конструкції. На практиці нерідкі випадки, коли уточнення службового призначення машини на стадії проектування технологічного процесу потребують значних конструктивних доопрацювань і сприяють підвищенню якості машини.

3.2. Показники якості машини

Сучасна ринкова економіка висуває принципово інші вимоги до якості продукції, що випускається. У сучасному світі виживання будь-якої фірми, її стійке становище на ринку товарів і послуг визначаються рівнем конкурентоспроможності. У свою чергу конкурентоспроможність пов'язана з двома показниками – рівнем ціни і рівнем якості продукції. Причому другий фактор поступово виходить на перше місце. Продуктивність праці, економія всіх видів ресурсів поступаються місцем якості продукції.

Якість – це авторитет фірми, запорука її процвітання та збільшення прибутку, тому робота з управління якістю на фірмі – «альфа і омега» для всього персоналу – від керівника до конкретного виконавця.

Якість продукції – найважливіший показник діяльності підприємства. Підвищення якості продукції значною мірою визначає виживання підприємства в умовах ринку, темпи науково-технічного прогресу, зростання ефективності виробництва, економію всіх видів ресурсів, що використовуються на підприємстві. Зростання якості продукції – характерна тенденція роботи всіх провідних фірм світу. Вона охопила європейські, американські і азіатські підприємства. І якість продукції, що випускається, – основний фактор конкуренції між фірмами.

Якість – це сукупність властивостей продукції, що обумовлюють її придатність задовольняти певні потреби відповідно до її призначення.

Якість як фактор конкурентоспроможності поширюється на всю національну економіку. Вона сприяє раціональному використанню ресурсів [10]

Наслідки недостатнього рівня якості продукції такі [20]:

1. Економічні.

1.1. Втрати матеріальних і трудових ресурсів, витрачених на виготовлення, транспортування і зберігання продукції, що вийшла з ладу раніше планових термінів фізичного зносу.

1.2. Втрати у виробничій інфраструктурі (поганий бітум – погані дороги, поганий цемент – погані засоби зберігання (елеватори), погані комунікації, поганий зв'язок і т. д.).

1.3. Додаткові витрати на ремонт техніки.

1.4. Додаткові витрати часу у населення на ремонт побутової техніки.

1.5. Втрати природних ресурсів у результаті використання низькоякісних машин, призначених для видобутку цих ресурсів.

1.6. Недоотримана валютна виручка через низьку частку експорту готової продукції.

1.7. Додаткова втрата валютних коштів для імпорту техніки і товарів народного споживання.

1.8. Додаткові витрати матеріальних і трудових ресурсів на здійснення багатоланкової і багатоступінчастої системи органів технічного контролю якості.

2. Соціальні.

2.1. Дефіцитність вітчизняної продукції.

2.2. Падіння престижу продукції, виготовленої на національних підприємствах.

2.3. Недостатнє задоволення потреб виробничо-технічного та особистого плану.

2.4. Зниження темпів зростання добробуту населення.

2.5. Нераціональна втрата вільного часу населення на усунення дефектів виготовлення товарів народного споживання.

2.6. Погіршення морального клімату в колективі.

2.7. Зменшення прибутку підприємства.

3. Екологічні.

3.1. Додаткові витрати на очищення: повітряного басейну, водного басейну, земельних ресурсів.

3.2. Додаткові витрати на заходи з оздоровлення населення.

3.3. Втрата продуктивності виробництва сільського господарства через недостатню якість повітря, води і ґрунту.

3.4. Прискорена амортизація і додаткові витрати на ремонт цивільних будівель і транспорту через погану якість повітряного середовища.

З поняттям якості тісно пов'язане і поняття *технічного рівня продукції* – відносної характеристики якості продукції, побудованої на зіставленні значень показників, що визначають технічну досконалість оцінюваної продукції, з відповідними базовими показниками, їх значеннями.

Якість продукції не обмежується тільки однією властивістю, це сукупність властивостей. Властивості продукції кількісно виражаються в показниках якості.

Загально визнана класифікація на десять груп властивостей і відповідно показників:

Показники призначення характеризують корисний ефект від використання продукції за призначенням і обумовлюють галузь застосування продукції. Для продукції виробничо-технічного призначення основним показником може служити продуктивність, що показує, який обсяг продукції може бути випущено за допомогою оцінюваної продукції чи який обсяг виробничих послуг може бути виконано за період часу.

Показники надійності – безвідмовність, збережність, ремонтпридатність, а також довговічність виробу. Залежно від особливостей оцінюваної продукції для характеристики надійності можуть використовуватися як усі чотири, так і частина із зазначених показників. Для деяких виробів, пов'язаних із забезпеченням безпеки людей, безвідмовність може бути основним, а іноді і єдиним показником надійності. Надзвичайно важливою є безвідмовність побутових електроприладів, деяких механізмів автомобілів (гальмівна система, кермове керування). Для повітряних суден безвідмовність – єдиний і основний показник якості. Для характеристики зберігання – властивості виробу зберігати свої показники протягом терміну зберігання та

транспортування – застосовуються такі показники, як середній термін зберігання, гамма-процентний термін зберігання. Збереженість відіграє важливу роль для харчової продукції. Ремонтпридатність визначають такі показники, як середня вартість технічного обслуговування, ймовірність виконання ремонту в заданий час. Довговічність визначається величиною витрат на підтримання виробу в працездатному стані.

Показники технологічності характеризують ефективність конструкторсько-технологічних рішень для забезпечення високої продуктивності праці при виготовленні і ремонті продукції. Саме за допомогою технологічності досягаються масовість випуску продукції, раціональний розподіл витрат матеріалів, коштів, праці і часу при технологічній підготовці виробництва, виготовленні та експлуатації продукції.

Показники стандартизації та уніфікації – це насиченість продукції стандартними, уніфікованими і оригінальними складовими частинами, а також рівень уніфікації порівняно з іншими виробами. Всі деталі виробу поділяються на стандартні, уніфіковані та оригінальні. Чим менше оригінальних виробів, тим краще як для виробника продукції, так і для споживача.

Ергономічні показники відображають взаємодію людини з виробом і комплекс гігієнічних, антропометричних, фізіологічних і психологічних властивостей людини, що виявляються при користуванні виробом. Це можуть бути зусилля, необхідні для керування трактором, розташування ручки у холодильника, кондиціонер в кабіні баштового крана або розташування керма у велосипеда, освітленість, температура, вологість, запиленість, шум, вібрація, випромінювання, концентрація чадного газу і водяної пари в продуктах згоряння і т. д.

Естетичні показники характеризують інформаційну виразність, раціональність форми, цілісність композиції, досконалість виконання і стабільність товарного вигляду виробу.

Показники транспортабельності виражають пристосованість продукції для транспортування.

Патентно-правові показники характеризують патентний захист і патентну чистоту продукції і є істотним фактором при визначенні конкурентоспроможності. При визначенні патентно-правових показників слід враховувати наявність у виробі нових

технічних рішень, а також рішень, захищених патентами в країні, наявність реєстрації промислового зразка і товарного знака як у країні-виробнику, так і в країнах передбачуваного експорту.

Екологічні показники – це рівень шкідливих впливів на навколишнє середовище, які виникають при експлуатації або споживанні продукції, наприклад вміст шкідливих домішок, ймовірність викидів шкідливих часток, газів, випромінювань при зберіганні, транспортуванні та експлуатації продукції.

Показники безпеки характеризують особливості продукції для безпеки покупця та обслуговуючого персоналу, тобто забезпечують безпеку під час монтажу, при обслуговуванні, ремонті, зберіганні, транспортуванні, споживанні продукції.

Сукупність перелічених показників формує якість продукції. Виріб має бути надійним, естетичним, добре виконувати свої функції, тобто задовольняти ті потреби, для яких він призначений. Але крім усіх цих показників, важливою є і *ціна виробу*. Саме з ціною пов'язане питання *економічно оптимальної якості*, або економічно раціональної якості. Людина, купуючи виріб, завжди зіставляє, чи компенсує ціна виробу набір його властивостей. Крім ціни, важливі і *експлуатаційні характеристики* виробу, оскільки вони тягнуть за собою витрати з експлуатації та ремонту, а якщо виріб характеризується тривалим терміном служби, ці витрати цілком порівнянні з ціною виробу, а щодо деяких виробів і істотно перевершують продажну ціну виробу.

Під економічно оптимальною якістю розуміється співвідношення якості і витрат, або *ціна одиниці якості*, що можна виразити формулою:

$$K_{\text{опт}} = \frac{Q}{C_{\Sigma}}, \quad (3.1)$$

де $K_{\text{опт}}$ — економічно оптимальна якість;

Q — якість виробу;

C_{Σ} — сумарні витрати на придбання та експлуатацію виробу, грн.

Визначити знаменник формули нескладно, оскільки він містить продажну ціну виробу, витрати з експлуатації, ремонту та утилізації виробу. Складніше визначити чисельник, тобто якість, що містить найрізноманітніші показники. Цим займається ціла наука – *кваліметрія*, якою розроблено досить прийнятні методи з кількісної оцінки якості продукції.

Отже, якість продукції в умовах сучасного виробництва – найважливіша складова ефективності, рентабельності підприємства, тому їй необхідно приділяти постійну увагу.

Управління якістю – дії, здійснювані при створенні, експлуатації або споживанні продукції з метою встановлення, забезпечення і підтримки необхідного рівня її якості.

Універсальну схему управління якістю продукції, запропоновану проф. А. В. Глічевим [20], подано на рис. 3.2.

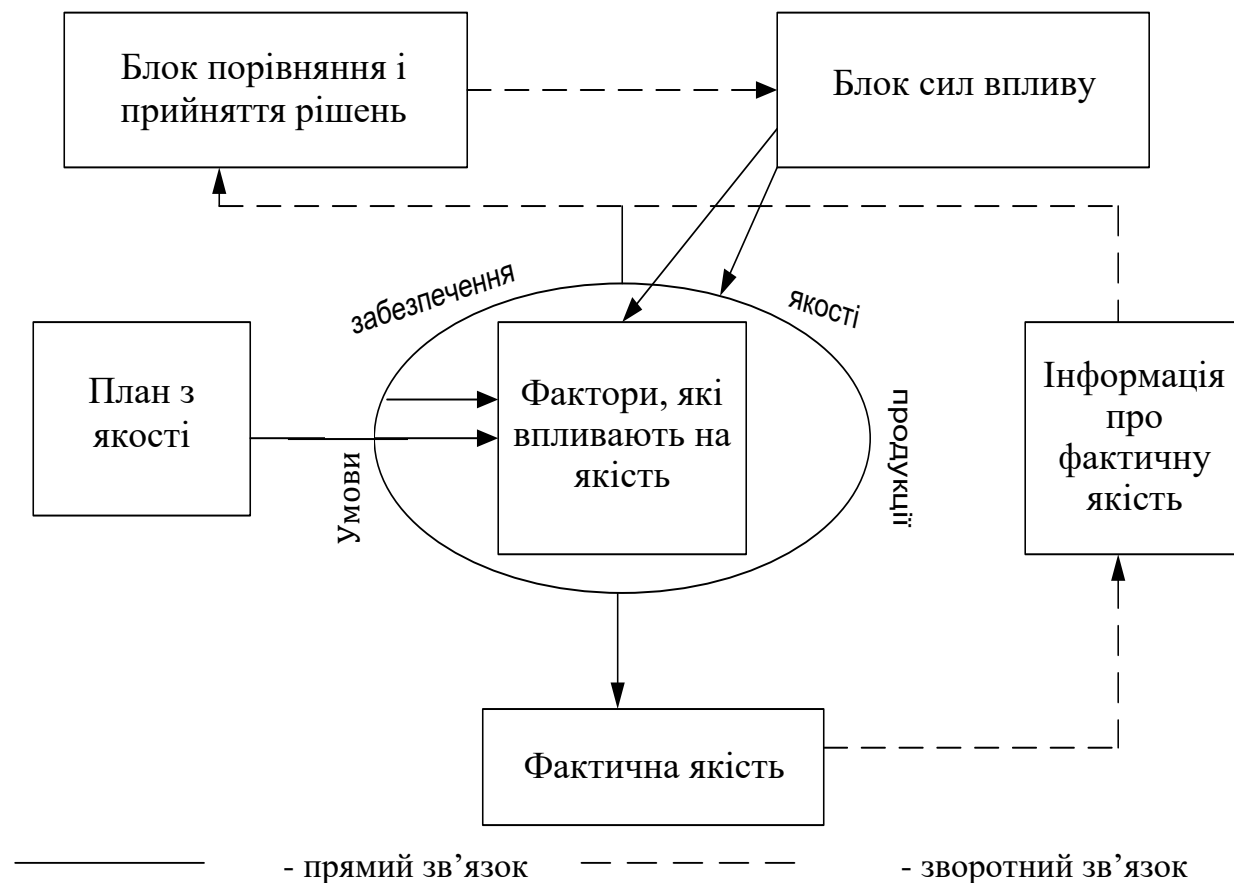


Рис. 3.2 Схема управління якістю

Схема складається з шести блоків. До числа факторів, що впливають на якість (прямокутник у центральній частині схеми), належать:

- верстати, машини, інше виробниче обладнання;
- професійна майстерність, знання, навички, психофізичне здоров'я працівників;

- якість матеріалів на вході у виробництво тощо.

Умови забезпечення якості, що обрамляють прямокутник факторів, є більш численними. До них належать:

- характер виробничого процесу, його інтенсивність, ритмічність, тривалість;

- кліматичний стан навколишнього середовища та виробничих приміщень;

- інтер'єр та виробничий дизайн;

- характер матеріальних та моральних стимулів;

- морально-психологічний клімат у виробничому колективі;

- форми організації інформаційного обслуговування та рівень оснащення робочих місць;

- стан соціально-матеріального середовища працівників.

Сутність кожного управління полягає в розробленні управлінських рішень і подальшій реалізації передбаченого цими рішеннями управлінського впливу на певний об'єкт управління. При управлінні якістю продукції безпосередніми об'єктами управління, як правило, є процеси, від яких залежить якість продукції. Вони організовуються і проходять як на довиробничій стадії, так і на виробничій та післявиробничій стадії життєвого циклу продукції.

Управлінські рішення розробляються на основі зіставлення інформації про фактичний стан процесу з його характеристиками, заданими програмою управління. Нормативну документацію, що регулює значення параметрів або показники якості продукції (технічні завдання на розроблення продукції, стандарти, технічні умови, креслення тощо), слід розглядати як важливу частину програми управління якістю продукції.

Основним завданням кожного підприємства (організації) є якість виробленої продукції та наданих послуг. Успішна діяльність підприємства має забезпечуватися виробництвом продукції або послуг, які [9, 10]:

- відповідають чітко визначеним потребам, сфері застосування або призначення;

- задовольняють вимоги споживача;

- відповідають прийнятим стандартам і технічним умовам;
- відповідають чинному законодавству та іншим вимогам суспільства;

- пропонуються споживачам за конкурентними цінами;
- спрямовані на отримання прибутку.

Управління якістю продукції треба здійснювати системно, тобто на підприємстві має функціонувати *система управління якістю продукції*, що являє собою організаційну структуру, чітко розподіляє відповідальність, процедури, процеси та ресурси, необхідні для управління якістю.

Останніми роками значного поширення набули стандарти ІСО серії 9000, в яких відображено міжнародний досвід управління якістю продукції на підприємстві. Відповідно до цих документів виробляється політика у сфері якості – безпосередньо система якості, що включає забезпечення, поліпшення та управління якістю продукції.

Політика у сфері якості може бути сформульована у вигляді принципу діяльності підприємства або довгострокової цілі і мати такі напрямки [20]:

- поліпшення економічної ситуації підприємства;
- розширення або завоювання нових ринків збуту;
- досягнення технічного рівня продукції, що перевищує рівень провідних підприємств та фірм;
- орієнтацію на задоволення потреб споживачів певних галузей або регіонів;
- освоєння виробів, функціональні можливості яких реалізуються на нових принципах;
- поліпшення найважливіших показників якості продукції;
- зниження рівня дефектності продукції, що виготовляється;
- збільшення термінів гарантії на продукцію;
- розвиток сервісу.

Відповідно до стандартів ІСО життєвий цикл продукції, який у зарубіжній літературі позначається як *петля якості*, містить 11 етапів [14].

За допомогою петлі якості здійснюється взаємозв'язок виробника продукції зі споживачем, з усією системою, що забезпечує вирішення завдання управління якістю продукції.

Поряд із системами управління якістю продукції важлива роль у вивченні і реалізації програм якості належить і *гурткам якості* (або *групам якості*). Як показує зарубіжний досвід, гуртки якості – це форма демократизації капіталу, вона створює зацікавленість працівників в якості, змінює психологічний клімат на підприємстві.

Принципи організації гуртків якості:

- добровільність участі;
- прагнення до колективних форм пошуку правильних рішень, їх оперативний розгляд, упровадження у виробництво прийнятих пропозицій;
- моральне і матеріальне задоволення досягнутими успіхами;
- стимулювання результатів творчої діяльності;
- підтримка ініціативи керівництвом і громадськими організаціями на всіх рівнях управління підприємством;
- забезпечення гласності та пропаганди їх діяльності всіма формами і засобами масової інформації;
- узагальнення та поширення досвіду роботи.

Гуртки якості поширені в усьому світі. Вони являють собою важливий елемент громадської участі в управлінні якістю поряд з товариствами споживачів.

Управлінню якістю продукції в усіх країнах приділяється досить багато уваги. Останніми роками сформувався новий підхід, *нова стратегія* в управлінні якістю. Вона характеризується низкою моментів [6]:

- забезпечення якості розуміється не як технічна функція, що реалізується якимось одним підрозділом, а як систематичний процес, що пронизує всю організаційну структуру фірми;
- новому поняттю якості має відповідати організаційна структура підприємства;
- питання якості актуальні не тільки в рамках виробничого циклу, але і в процесі розроблення, конструювання, маркетингу і післяпродажного обслуговування;
- якість має бути орієнтована на задоволення вимог споживача, а не виробника;
- підвищення якості продукції потребує застосування нової технології виробництва, починаючи з автоматизації проектування і закінчуючи автоматизованим виміром у процесі контролю якості;

- всеосяжне підвищення якості досягається тільки зацікавленою участю всіх працівників.

Усе це стає можливим тільки тоді, коли діє чітко організована система управління якістю, спрямована на інтереси споживачів, яка зачіпає всі підрозділи і прийнятна для всього персоналу.

Загальний контроль якості, здійснюваний фірмами США, Японії і країн Західної Європи, передбачає три обов'язкові умови [28].

1. Якість як основна стратегічна мета діяльності визнається вищим керівництвом фірм. При цьому встановлюються конкретні завдання і виділяються кошти для їх вирішення. Оскільки вимоги до якості визначає споживач, не може існувати такого поняття, як постійний рівень якості. Підвищення якості має відбуватися по зростаючій, бо якість – це мета, яка постійно змінюється.

2. Заходи щодо підвищення якості мають зачіпати всі підрозділи без винятку. Досвід показує, що 80-90 % заходів не контролюється відділами якості та надійності. Особлива увага приділяється підвищенню якості на таких етапах, як науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи (НДДКР), що обумовлено різким скороченням терміну створення нових виробів.

3. Має постійно тривати процес навчання (орієнтований на певне робоче місце) і підвищення мотивації персоналу.

В умовах гострої конкурентної боротьби фірми зможуть успішно розвиватися лише впроваджуючи системне управління якістю продукції. Дедалі більша вимогливість до підвищення якості виробів у наш час є однією з характерних рис світового ринку.

Системи розробки нових виробів мають містити три основні положення:

- якість розглядається нарівні з усіма технічними нововведеннями із самого початку розробки виробу;

- планування науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт організовується таким чином, щоб не обмежувати проектування варіантів виробу з найкращими характеристиками;

- прискорення розробки виробу має стати основним критерієм ефективності системи розробки.

Важливим елементом в системах управління якістю виробів є **стандартизація** – нормотворча діяльність, яка знаходить найбільш раціональні норми, а потім закріплює їх у нормативних документах типу стандарту, інструкції, методики, вимог до розробки продукції [20].

Головне завдання **стандартизації** – створення системи нормативно-технічної документації, яка визначає прогресивні вимоги до продукції, що виготовляється для потреб народного господарства, населення, оборони країни, експорту, а також контроль за правильністю використання цієї документації.

Чинна система стандартизації дає змогу розробляти і підтримувати в актуальному стані:

- єдину технічну мову;
- уніфіковані ряди найважливіших технічних характеристик продукції (допуски і посадки, напруги, частоти і ін.);
- типорозмірні ряди і типові конструкції виробів загальномашинобудівного застосування (підшипники, кріплення, різальний інструмент і ін.);
- систему класифікаторів техніко-економічної інформації;
- достовірні довідкові дані про властивості матеріалів і речовин.

Стандартизація будується на таких принципах:

- **повторюваність** – визначає коло об'єктів, до яких можуть застосовуватися речі, процеси, відносини, що мають одну загальну властивість – повторюваність або в часі, або в просторі;
- **варіантність** – створення раціонального різноманіття – забезпечує мінімум раціональних різновидів стандартних елементів, що входять у стандартизований об'єкт;
- **системність** – визначає стандарт як елемент системи і призводить до створення систем стандартів, пов'язаних між собою внутрішньою сутністю конкретних об'єктів стандартизації;
- **взаємозамінність** – стосовно до техніки передбачає складання або заміну однакових деталей, виготовлених у різний час і в різних точках простору.

Нормативні документи зі стандартизації діляться на такі види: державні стандарти України; галузеві стандарти; стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок; технічні умови; стандарти підприємств. До державних стандартів України

прирівнюються державні будівельні норми і правила, а також державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації. Порядок розроблення і застосування державних класифікаторів установлюється *Державним комітетом України зі стандартизації, метрології та сертифікації*.

Міжнародні, регіональні та національні стандарти інших країн застосовуються в Україні відповідно до її міжнародних договорів. Як державні стандарти України використовуються також міждержавні стандарти, передбачені Угодою про проведення узгодженої політики у сфері стандартизації, метрології та сертифікації, підписаною у Москві 13 березня 1992 року (у подальшому – міждержавні стандарти). Республіканські стандарти Української РСР (РСТ УРСР) застосовуються як державні до їх заміни чи скасування.

Державні стандарти України розробляються на такі організаційно-методичні та загальнотехнічні об'єкти, як: організація проведення робіт зі стандартизації, науково-технічна термінологія, класифікація і кодування техніко-економічної та соціальної інформації, технічна документація, інформаційні технології, організація робіт з метрології, достовірні довідкові дані про властивості матеріалів і речовин; вироби загальномашинобудівного застосування (підшипники, інструмент, деталі кріплення тощо); складові елементи народногосподарських об'єктів державного значення (банківсько-фінансова система, транспорт, зв'язок, енергосистема, охорона навколишнього природного середовища, оборона тощо); продукція міжгалузевого призначення; продукція для населення і народного господарства; методи випробувань.

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендовані вимоги. До *обов'язкових* належать: вимоги, які забезпечують безпеку продукції для життя, здоров'я і майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього природного середовища, і вимоги до методів випробувань цих показників; вимоги техніки безпеки і гігієни праці з посиланням на відповідні санітарні норми і правила; метрологічні норми, правила, вимоги та положення, які забезпечують достовірність і єдність вимірювань; положення, які забезпечують технічну єдність під час розроблення,

виготовлення, експлуатації (застосування) продукції; поняття і терміни, які використовуються у сфері поводження з відходами, вимоги до класифікації відходів та їх паспортизації, способи визначення складу відходів та їх небезпеки, вимоги щодо безпечного для навколишнього середовища і здоров'я людини поводження з відходами, а також вимоги щодо відходів як вторинної сировини.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, всіма підприємствами, їх об'єднаннями, установами, організаціями та громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності, на діяльність яких поширюється дія стандартів. *Рекомендовані* вимоги державних стандартів України підлягають безумовному виконанню, якщо: це передбачено чинними актами законодавства; ці вимоги включено до договорів на розробку, виготовлення і поставку продукції; виробником (постачальником) продукції зроблено заяву про відповідність продукції цим стандартам.

Галузеві стандарти розробляються на продукцію за відсутності державних стандартів України або в разі потреби встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів. Обов'язкові вимоги галузевих стандартів підлягають безумовному виконанню підприємствами, установами та організаціями, які входять у сферу управління органу, який їх затвердив.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок розробляються у разі потреби поширення результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів. Ці стандарти можуть використовуватися на основі добровільної згоди користувачів.

Технічні умови містять вимоги, які регулюють відносини між постачальником (розробником, виробником) і споживачем (замовником) продукції.

Для організації інформування споживачів (замовників) про номенклатуру та якість продукції, яка випускається, контроль відповідності технічним умовам, обов'язковим вимогам державних, а в передбачених законодавством випадках –

галузевим стандартам, технічні умови на продукцію та зміни до них підлягають державній реєстрації в територіальних органах Державного комітету України зі стандартизації, метрології та сертифікації. Технічні умови і зміни в них, які не пройшли державної реєстрації, вважаються недійсними.

Відповідальність за відповідність нормативних документів вимогам актів законодавства, а також їх науково-технічний рівень несуть розробники, організації та установи, які провели експертизу, і органи, підприємства, установи, організації та громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності, які затвердили ці документи [20].

Сертифікація продукції є одним із способів підтвердження відповідності продукції заданим вимогам.

За визначенням Керівництва № 2 Міжнародної організації із сертифікації «Стандартизація та суміжні види діяльності – Загальний словник», підтвердженням відповідності є будь-яка діяльність, пов'язана з прямим або непрямим визначенням того, що відповідні вимоги дотримуються [20].

У світовій і вітчизняній практиці застосовуються різні методи підтвердження відповідності об'єктів заданим вимогам, які виконуються різними сторонами – виготовлювачами, продавцями, замовниками, а також незалежними від них органами і організаціями. Останніми, зокрема, можуть бути державний нагляд за дотриманням обов'язкових вимог стандартів, діяльність органів технічного та санітарного нагляду за безпекою, відомчий контроль і приймання продукції для державних потреб (державний резерв, замовлення на оборонну продукцію і т. д.).

За кордоном на сьогодні головним доказом підтвердження відповідності є *декларація про відповідність*, що надається виробником від свого імені і під свою відповідальність. Підтвердження відповідності в рамках Європейського Союзу проводиться на відповідність Європейським Директивам, основні вимоги яких є обов'язковими для виконання. Європейські Директиви містять загальні вимоги з безпеки для певної групи продукції, наприклад, машин, будівельної продукції, індивідуального захисного пристрою, іграшок, виробів медичного призначення та ін. Продукція може бути випущена на європейський ринок тільки тоді, коли вона відповідає вимогам усіх директив, які її стосуються.

Перевірка дотримання відповідності здійснюється за допомогою так званих модулів, що містять різний набір доказів, у тому числі і з залученням третьої сторони. Результатом підтвердження відповідності є надання права постачальнику проставляти на продукції європейський знак безпеки – *CE*. Сертифікація виділяється з процедур підтвердження відповідності тим, що виконується третьою стороною, незалежною від виробників (постачальників) і споживачів, що гарантує об'єктивність її результатів. Тому в умовах, коли конкуренція на ринку перемістилася з цінової сфери у сферу якості продукції, сертифікація стала неодмінною частиною ефективно функціонуючої ринкової економіки.

Міжнародною спільнотою прийнято визначення *сертифіката відповідності* як документа, виданого відповідно до правил системи сертифікації, який вказує, що забезпечується необхідна впевненість у тому, що належним чином ідентифікована продукція, процес або послуга відповідає конкретному стандарту або іншому нормативному документу. З цього визначення випливає, що сертифікація створює певний ступінь (не абсолютний) впевненості відповідності. Для цього сертифікації потрібно мати у своєму розпорядженні набір доказів, а також документальні чи інші підтвердження цих доказів. Вони створюють необхідну впевненість відповідності, а отже, має бути встановлений рівень необхідної впевненості, під який збираються докази. Чим вище рівень впевненості, тим вагомішими мають бути докази [20].

У загальному випадку при сертифікації можуть бути проведені: випробування продукції як для первинного підтвердження відповідності, так і в процесі періодичної перевірки стабільності відповідності; первинна оцінка стану виробництва; наступний після видачі сертифіката інспекційний контроль за сертифікованою продукцією.

Операції, що виконуються при підтвердженні відповідності, можна зобразити у вигляді схеми (рис. 3.3).

Для різних видів продукції склад і зміст трьох основних операцій (випробування, оцінка виробництва, інспекційний контроль) можуть бути різними. Набір доказів може містити (або не містити), залежно від необхідної впевненості, різні види

випробувань, оцінки виробництва і інспекційного контролю. Сукупність і послідовність окремих операцій, що виконуються третьою стороною для підтвердження відповідності, прийнято називати *схемою сертифікації* [20].

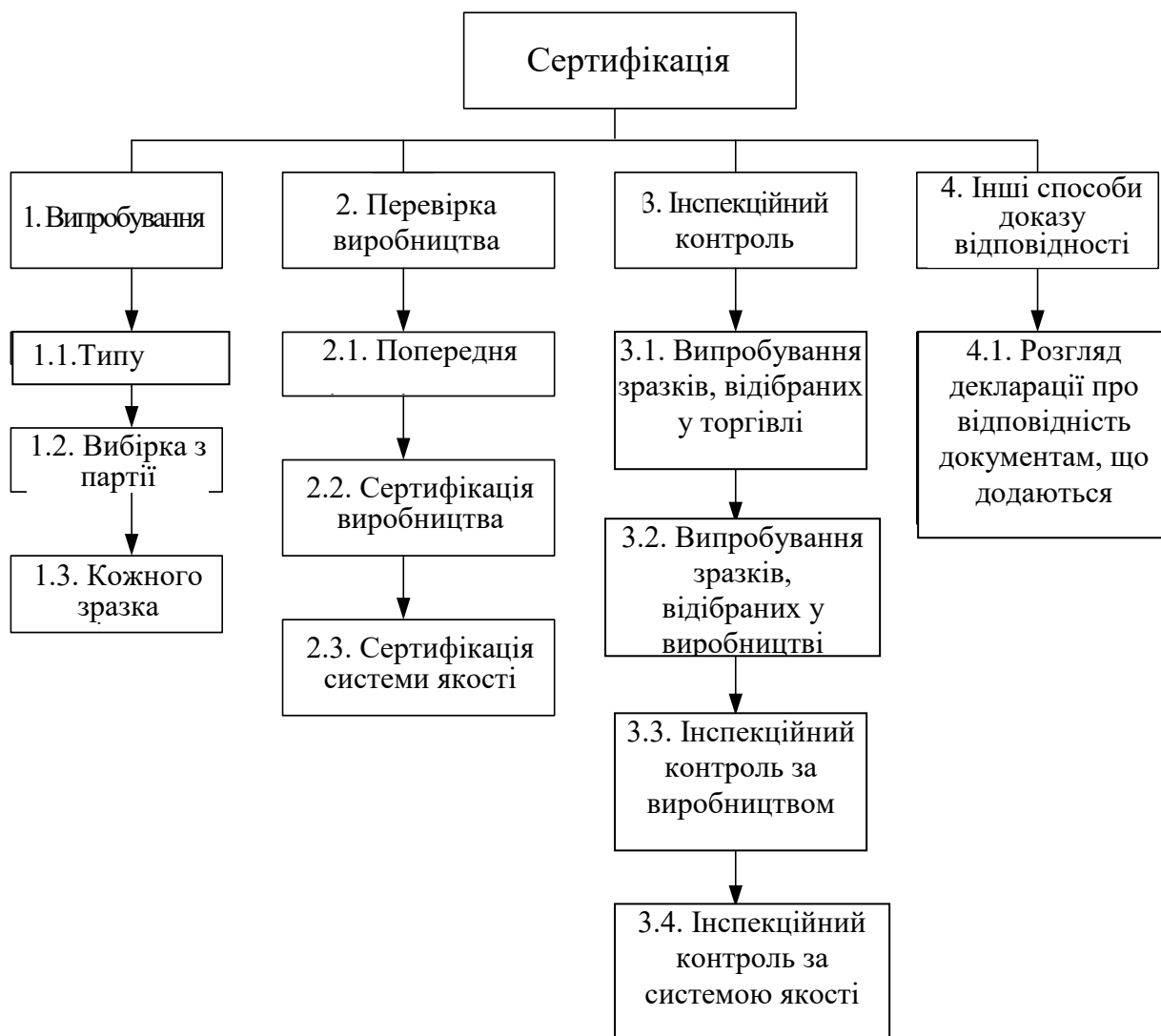


Рис. 3.3. Схема процесу сертифікації

Сертифікація продукції в Україні поділяється на обов'язкову та добровільну.

Сертифікація продукції проводиться уповноваженими на те органами із сертифікації – підприємствами, установами та організаціями з метою: запобігання реалізації продукції, небезпечної для життя, здоров'я і майна громадян і навколишнього природного середовища; сприяння споживачеві в компетентному виборі продукції; створення умов для участі

суб'єктів підприємницької діяльності в міжнародному економічному, науково-технічному співробітництві та міжнародній торгівлі.

Державну систему сертифікації створює Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації – національний орган України із сертифікації, який проводить та координує роботу щодо забезпечення її функціонування, а саме [20]:

- визначає основні принципи, структуру та правила системи сертифікації в Україні;
- затверджує переліки продукції, яка підлягає обов'язковій сертифікації, та визначає терміни її впровадження; призначає органи із сертифікації продукції;
- встановлює правила визнання сертифікатів інших країн;
- розглядає спірні питання з випробувань і дотримання правил сертифікації продукції;
- веде Реєстр державної системи сертифікації;
- організовує інформаційне забезпечення з питань сертифікації.

Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації в межах своєї компетенції несе відповідальність за дотримання правил і порядку сертифікації продукції.

Сертифікація на відповідність обов'язковим вимогам нормативних документів проводиться виключно в державній системі сертифікації.

Обов'язкова сертифікація в усіх випадках має містити перевірку та випробування продукції для визначення її характеристик і подальший державний технічний нагляд за сертифікованою продукцією.

Випробування з метою обов'язкової сертифікації мають проводитися акредитованими випробувальними лабораторіями (центрами) методами, які визначені відповідними нормативними документами, а за відсутності цих документів – методами, що визначаються органом із сертифікації чи органом, який виконує його функції. Результати випробувань, проведених зазначеними лабораторіями (центрами), у подальшому не потребують підтвердження іншими акредитованими випробувальними лабораторіями (центрами). Повторні випробування за

визначеними характеристиками цієї продукції не проводяться, крім випадків, коли відповідно до законодавства встановлена недостовірність результатів випробувань. Сертифікація продовольчої сировини і харчових продуктів тваринного походження здійснюється після проведення ветеринарно-санітарної експертизи та видачі відповідних ветеринарних документів.

Під час проведення сертифікації та у разі позитивного рішення органу із сертифікації заявникові видається сертифікат і право маркувати продукцію спеціальним *знаком відповідності*.

Форма, розміри і технічні вимоги до знака відповідності визначаються державним стандартом. Знак відповідності не може бути застосований, якщо порушено правила його використання.

Відповідність продукції (товару), яка ввозиться і реалізовується на території України, обов'язковим вимогам норм і стандартів, чинним в Україні, має підтверджуватися сертифікатом або свідоцтвом про визнання іноземного сертифіката, виданим або визнаним Державним комітетом України зі стандартизації, метрології та сертифікації або уповноваженим (акредитованим) ним органом.

Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації на підставі виданих сертифікатів відповідності або свідоцтв про визнання іноземного сертифіката включає сертифіковану продукцію до Єдиного реєстру сертифікованої в Україні продукції.

Органи митного контролю здійснюють митне оформлення імпортованих товарів на підставі зазначеного Єдиного реєстру в порядку, встановленому Кабінетом Міністрів України.

Орган із сертифікації продукції при проведенні обов'язкової сертифікації несе відповідальність: за необґрунтовану або неправомірну видачу сертифіката відповідності; порушення правил сертифікації. Акредитована випробувальна лабораторія (центр) несе відповідальність за недостовірність результатів випробувань.

Добровільну сертифікацію може проводити будь-яка юридична особа, яка зареєструвала свою систему в установленому порядку. Заявник на добровільну сертифікацію має право сам встановити номенклатуру вимог, на відповідність яким проводиться сертифікація.

Для того щоб машина економічно виконувала своє службове призначення, вона має бути потрібної для цього якості. Під **якістю машини** розуміють сукупність її властивостей, що визначають відповідність її службовому призначенню і відрізняють цю машину від інших [29].

До основних показників якості машини належать: стабільність виконання машиною її службового призначення; якість продукції, що випускається машиною; довговічність фізична, тобто здатність зберігати первинну якість у часі; довговічність моральна, або здатність економічно виконувати службове призначення в часі; продуктивність; безпека роботи; зручність і простота обслуговування і управління; рівень шуму; коефіцієнт корисної дії; ступінь механізації та автоматизації і т. д. [5].

Кожен з перелічених основних показників щодо того чи іншого типу машини конкретизується у вигляді цілої системи додаткових якісних і кількісних показників, що характеризують особливості, якими мають володіти машини даного типу, призначені для виконання певного службового призначення.

Правильна і ясна постановка завдання в значній мірі визначає успіх найбільш швидкого й економічного його вирішення. Отже, розробка якісних і кількісних показників є однією з найбільш відповідальних завдань, оскільки від його правильного рішення залежать якість і економічність виконання машиною службового призначення, швидкість освоєння та економічність виготовлення.

Показником якості машин, досягнення і забезпечення якого викликає найбільші труднощі і витрати в процесі створення і особливо в процесі виготовлення машин, є точність машин. Тому розглянемо спочатку показники, якими характеризується точність машини і її деталей. Для спрощення питання і ознайомлення з необхідними вихідними положеннями розглянемо спочатку показники, що характеризують точність деталі.

Під **точністю деталі або машини** розуміють ступінь її наближення до геометрично правильного її прототипу. Виготовити будь-яку деталь абсолютно точно, тобто абсолютно відповідно до її правильної геометричної форми (моделі), практично неможливо, тому за міру точності приймають величини відхилень від теоретичних значень. Ці відхилення після

їх вимірювання зіставляють з відхиленнями, що допускаються службовим призначенням деталі в машині. Отже, за всіма показниками якості деталі, що характеризує її службове призначення, необхідно встановлювати *допустимі відхилення, або допуски*.

Таким чином, заходами точності служать, з одного боку, допустимі відхилення, що встановлюються, а з іншого – виміряні, тобто пізнані з певним ступенем наближення дійсні відхилення реальної деталі.

Точність геометричних форм поверхонь деталі або правильність геометричних форм – максимальне наближення кожної з поверхонь деталі до її геометричного зображення.

Розрізняють три види відхилень поверхонь деталей від їх геометричних форм (рис. 3.4):

1) *макрогеометричні відхилення*, під якими розуміють відхилення реальної поверхні від правильної геометричної форми в межах габаритних розмірів цієї поверхні; наприклад, відхилення плоскої поверхні від площинності, поверхні кругового циліндра, конуса, кулі від їх геометрично правильних форм;

2) *хвилястість*, що являє собою періодичні нерівності поверхні, які трапляються на ділянках протяжністю до 10 мм;

3) *мікрогеометричні відхилення* (мікронерівності), під якими розуміють відхилення реальної поверхні в межах невеликих її ділянок.

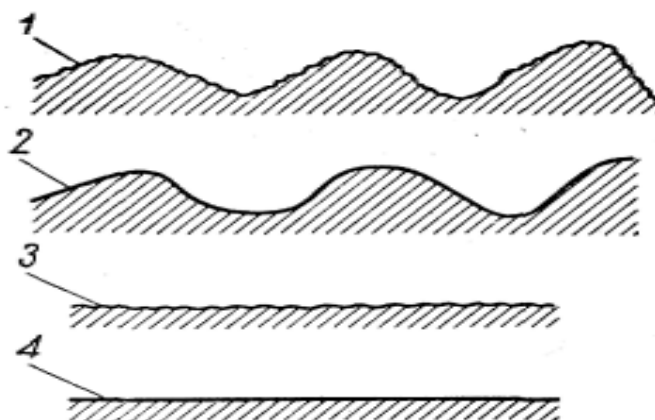


Рис. 3.4. Види поверхонь:

- 1 – хвиляста і шорстка; 2 – хвиляста і чиста (гладка);
3 – рівна і шорстка; 4 – рівна і чиста (гладка)

Мікрогеометричні відхилення називають *шорсткістю поверхні*. Вибираючи той чи інший параметр шорсткості поверхонь деталі, встановлюють допуск на мікровідхилення поверхонь від геометрично правильної форми.

Хвилястість поверхні деталі виникає при обробці внаслідок вібрації технологічної системи «верстат – пристрій – інструмент – деталь», нерівномірності процесу різання, биття різального інструменту та з інших причин. Часто хвилястість виникає на поверхні деталей середніх і великих розмірів при обробці гострінням, фрезеруванням, шліфуванням.

Поверхні, оброблені металорізальними інструментами (різцем, фрезою та ін.), мають шорсткість різного характеру: поздовжню, тобто в напрямку вектора швидкості різання (рис. 3.5, а), і поперечну – в напрямку, перпендикулярному вказаному вектору, тобто в напрямку подачі (рис. 3.5, б).

Поздовжня шорсткість утворюється внаслідок коливань сили різання при обробці, які можуть викликати вібрації, що збільшують поздовжню шорсткість. Можливі й інші причини утворення поздовжньої шорсткості, наприклад утворення наросту.

Поперечна шорсткість зазвичай більша, ніж поздовжня. При чистовій обробці поверхонь деталей абразивним інструментом шорсткість поверхні в поздовжньому і поперечному напрямках приблизно однакова.

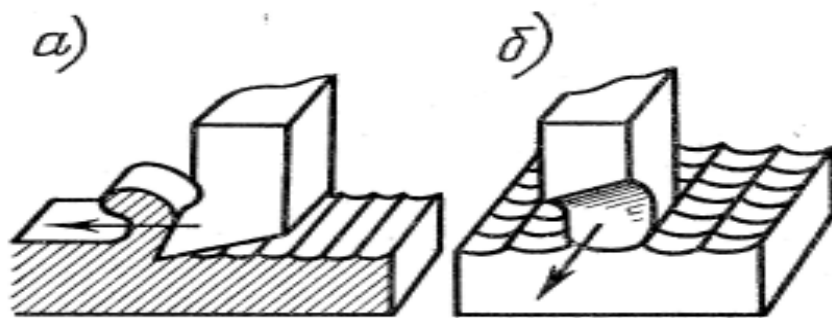


Рис. 3.5. Поздовжня (а) та поперечна (б) шорсткості

До багатьох факторів, від яких залежить якість оброблюваної поверхні, належать:

- а) рід і властивості оброблюваного матеріалу;

- б) спосіб обробки (точіння, стругання, шліфування і т. д.);
- в) режим різання металу (швидкість різання, подача, глибина різання);
- г) жорсткість системи «верстат – пристрій – інструмент – деталь»;
- д) геометричні параметри інструменту;
- е) матеріал інструменту;
- ж) охолодження в процесі різання.

У масовому і великосерійному виробництві при виготовленні взаємозамінних деталей необхідна точність обробки забезпечується, головним чином, відповідним налагодженням верстатів. У дрібносерійному і одиничному виробництві висока точність досягається застосуванням додаткових обробних операцій і шляхом залучення до роботи виконавців вищої кваліфікації.

Точність заготовок, методи попередньої і остаточної механічної обробки, методи термічної обробки значно впливають на точність остаточно оброблених деталей.

Чим вище точність заготовок, тим менше число операцій їх механічної обробки і тим вище точність готових деталей [2].

Під *економічною точністю* механічної обробки розуміють таку точність, яка при мінімальній собівартості обробки досягається в нормальних виробничих умовах, що передбачають роботу на справних верстатах із застосуванням необхідних пристроїв і інструментів при нормальній витраті часу і нормальній кваліфікації робітників, яка відповідає характеру роботи.

Під *досяжною точністю* розуміють таку точність, яку можна досягти при обробці в особливих, найбільш сприятливих умовах, незвичайних для даного виробництва, висококваліфікованими робітниками, при значному збільшенні витрати часу, не зважаючи на собівартість обробки.

Розглянуті вище показники, що характеризують точність деталі, цілком використовуються і для характеристики точності машини. Різниця полягає лише в тому, що у деталі всі показники точності стосуються поверхонь однієї цієї деталі, а у машини вони стосуються виконавчих поверхонь, які належать різним пов'язаним одна з одною деталям машини.

Оскільки виконавчі поверхні машини мають здійснювати відносний рух, необхідний для виконання машиною її

службового призначення, остільки одним з основних показників, що характеризують точність машини, є точність відносного руху виконавчих поверхонь.

Під *точністю відносного руху* приймається максимальне наближення дійсного характеру руху виконавчих поверхонь до теоретичного закону руху, обраного виходячи зі службового призначення машини.

Точність відносного руху характеризується величиною належного відхилення, на яке, відповідно до викладеного вище, має встановлюватися (як і на інші показники точності) допуск.

Виходячи з вищевикладеного, *точність машини* характеризується такими основними показниками [2]:

- 1) точністю відносного руху виконавчих поверхонь машини;
- 2) точністю відстаней між виконавчими поверхнями або поєднаннями поверхонь, які їх замінюють, і їх розмірів;
- 3) точністю відносних поворотів виконавчих поверхонь;
- 4) точністю геометричних форм виконавчих поверхонь (включаючи макрогеометрії і хвилястість);
- 5) шорсткістю виконавчих поверхонь.

Точність верстата в ненавантаженому стані, так звана геометрична точність верстата, залежить, головним, чином від точності виготовлення основних деталей і вузлів верстата і точності їх складання. Похибки, допущені в розмірах і формі цих деталей і їх взаємному розташуванні (площинність, циліндричність, паралельність і перпендикулярність осей і площин, концентричність, співвісність і т. д.), називають іноді *геометричними похибками верстата*.

Величини цих похибок визначають шляхом перевірки верстата в ненавантаженому стані, при нерухомому положенні його частин і при повільному їх переміщенні від руки. Перевірку проводять за допомогою пристроїв з індикаторами, вимірювальних приладів, точних лінійок, рівнів і інших засобів вимірювання.

Ступінь точності виготовлення різального і допоміжного інструменту дуже впливає на точність механічної обробки деталей. Інструмент, як і будь-який інший виріб, не може бути виготовлений з абсолютно точними розмірами, і деякі похибки при його виготовленні неминучі. Ці похибки часто залежно від

виду інструменту переносяться в деякій мірі на оброблювану деталь. Тому чим точніше виготовлений інструмент, тим точнішими є і розміри деталі, утворені цим інструментом.

На додаток до основного показника якості машини і її деталей – точності – є ряд інших. До них, наприклад, належать фізико-хімічний стан і фізико-механічні властивості поверхневого шару матеріалу, з якого зроблено деталь.

До *фізико-механічних властивостей поверхневого шару* належать твердість, структурний стан, характер і знак залишкових напружень та ін. За потреби на відхилення показників кожної з цих властивостей слід встановлювати належні допуски виходячи зі службового призначення деталі в машині. Одним із завдань технології машинобудування є виготовлення деталей, фактичні відхилення яких не виходили б за межі всіх встановлених допусків.

Коефіцієнт корисної дії (ККД) машин, як відомо, являє собою один з комплексних показників, що характеризують як конструкцію машини, так і технологію її виготовлення. Тому при виготовленні машини даної конструкції коливання встановленого для неї ККД залежать найбільшою мірою від якості виготовлення машини. Відповідно до цього на величину ККД машини в практиці багатьох заводів встановлюється належний допуск [29].

До показників якості машини належить її *продуктивність* за зміну (або за інший більш тривалий проміжок часу), що виражається або в штуках продукції, що відповідає встановленим якісним вимогам, або в інших одиницях вимірювання (кубометрах вийнятого ґрунту і т. д.). Іншими показниками якості є витрата пального і мастила на одиницю шляху та низка інших.

До показників, що характеризують якість машин, належить і легкість управління, яка для даної конструкції машини також залежить від якості її виготовлення. Наприклад, при ручному керуванні машиною необхідне зусилля робітника має бути не вище 6-8 кгс, оскільки більше зусилля неприпустиме за умовами охорони праці. До показників якості належать надійність і довговічність машини.

Встановлення оптимальних на даному рівні розвитку техніки (на певний проміжок часу) допусків на кожен з розглянутих вище показників якості машини і її механізмів є одним з найбільш відповідальних завдань машинобудування, що

має велике народногосподарське значення. Дійсно, зі зменшенням допусків на показники якості машини, наприклад, на показники, що характеризують її точність, фізико-механічні властивості поверхні шарів матеріалу та інші, машина буде працювати економічніше. Однак це викличе, з одного боку, збільшення витрат на її виготовлення, з іншого – підвищення витрат на експлуатацію, зважаючи на необхідність проведення більш частих ремонтів для відновлення необхідної якості машини.

Таким чином, допуски на всі показники якості машини треба встановлювати на основі техніко-економічних розрахунків, що мають на меті досягнення найменших витрат суспільно необхідної праці на вирішення завдань, для виконання яких створюється ця машина. При цьому не слід забувати, що засоби виробництва безперервно розвиваються і удосконалюються, внаслідок чого, з одного боку, безперервно зростають вимоги до якості машин, а з іншого – створюється можливість забезпечувати підвищення якості з найменшими витратами праці.

3.3. Існуючі види обробки деталей машин

Вище було розглянуто показники, що характеризують якість деталей, обумовлених їхнім службовим призначенням у машині. Економічне досягнення якості деталей є одним з основних завдань технології машинобудування.

Найбільш економічним, мабуть, був би такий технологічний процес, у результаті виконання якого з сирого продукту природи безпосередньо виходила б готова деталь, що відповідає своєму службовому призначенню.

Практика машинобудування на сучасному етапі розвитку не має таких процесів, і тому деталі виготовляються з різних видів напівфабрикатів.

Таким чином, у машинобудуванні виготовлення деталей полягає в перетворенні обраного напівфабрикату в готову деталь. З точки зору досягнення необхідної точності деталі, завдання зводиться до вибору необхідного обсягу напівфабрикату, до надання йому форми і розмірів, що наближаються до майбутньої деталі, і до їх «уточнення» щодо відхилень, лімітованих допусками на готову деталь [29].

1. *Виготовлення заготовок* деталей машин проводиться:

а) литтям металів різними способами;

б) обробкою металів тиском (пластичним деформуванням), куванням, штампуванням (гарячим та холодним), пресуванням (видавленням), прокаткою, волочінням;

в) литтям із пластмас;

г) штампуванням пластмас.

2. *Обробка заготовок* деталей машин проводиться:

а) механічними способами:

- зняттям стружки – різання металу лезовими інструментами і абразивами на металорізальних верстатах;

- пластичним деформуванням (без зняття стружки) – ущільнення металу; обкатування і розкочування роликками, продавлювання – калібрування отворів кулькою або оправкою; накочення (для отримання рифленої поверхні);

- холодною правкою металевих деталей;

- дробоструминною обробкою металевих деталей;

- пластичним деформуванням пластмас;

б) хіміко-механічними способами:

- доведенням (притиранням) притирами, виготовленими переважно з чавуну, міді або латуні, мікропорошками і пастами. Матеріал притиру зазвичай м'якший, ніж матеріал оброблюваної деталі;

- поліруванням м'якими кругами (із сукна, бязі, повсті, паперу, шкіри) за допомогою полірувальних паст, що містять (як і притиральні пасти) поверхнево-активні речовини, що хімічно впливають на опрацьований матеріал;

- обробкою (заточуванням і доведенням) твердосплавного інструменту в розчині сірчанокислої міді за допомогою абразивного порошку і металевого диска;

в) електрохімічними способами, сутність яких полягає в застосуванні електричної енергії у формі електролізу;

г) термічними способами, які застосовуються з метою видозмінити структуру металу для отримання механічних і фізичних властивостей його, що відповідають технічним вимогам;

д) хіміко-термічними способами обробки, що застосовуються для металевих деталей з метою поліпшити їхні фізико-хімічні та механічні властивості – підвищити їхню

жароміцність, зносостійкість і т. д. шляхом зміни хімічного складу поверхневого шару металу, який штучно насичується азотом (процес має назву азотування), алюмінієм (алітування), вуглецем і азотом одночасно з наступним загартуванням (ціанування) і деякими іншими елементами. Сюди так само іноді відносять значно поширений процес термічної обробки – насичення низьковуглецевої сталі вуглецем з наступним загартуванням (цементация).

3. *Старіння заготовок* деталей. Старіння має на меті надання структурі вилівка рівноваги, тобто звільнити заготовку від внутрішньої напруги, що виникає як при застиганні металу, так і при попередній механічній обробці (обдиранні).

Старіння буває природне і штучне. Метод природного старіння полягає в тому, що заготовка після лиття або після обдирання витримується на відкритому повітрі під впливом атмосфери протягом 0,5 – 6 місяців і більше.

Зважаючи на тривалість цього процесу, найчастіше застосовується метод штучного старіння. Штучне старіння переважно здійснюється термічною обробкою заготовки шляхом нагрівання її в печі (електричній, газовій, нафтовій) при температурі 450–500 °С, витримки протягом 12–15 год і охолодження протягом 2,5–3 год разом з піччю, після чого заготовка остаточно охолоджується на повітрі.

Старіння застосовується переважно для великих литих деталей, від яких потрібна якомога більша стабільність форми і розмірів, наприклад для станин металорізальних верстатів.

4. *Зварювання металів* – один із способів з'єднання металевих деталей; підрозділяється на хімічне (газове, термічне та ін.) і електричне (електродугове, контактне і ін.). Зварювання може замінити паяння, клепаання, кування, лиття; у багатьох випадках за допомогою зварювання досягається значна економія металу (зменшується трудомісткість виготовлення продукції, здешевлюється виробництво).

5. *Балансування деталей*. Щоб уникнути виникнення вібрацій деталі, які обертаються з великою швидкістю, вони мають бути збалансовані. Деталь, що обертається, буде відбалансованою або врівноваженою в тому випадку, коли її центр ваги і головна вісь інерції збігаються з віссю обертання. Причинами невірноваженості деталей і вузлів можуть бути

неоднорідність матеріалу, неточність розмірів і форми поверхонь, несиметричне розташування маси металу відносно осі обертання, розбіжність осей сполучених деталей, що обертаються разом.

Деталі, які здійснюють зворотно-поступальний рух (наприклад поршень із шатуном у двигуні внутрішнього згоряння), піддаються пригонці за вагою (масою).

Балансування проводиться на спеціальних балансувальних приладах, стендах або верстатах, призначених для статичного або динамічного балансування. Існують автоматичні лінії для балансування, наприклад, розроблено автоматичну лінію для динамічного балансування колінчастих валів автомобільних і тракторних двигунів; на цій лінії весь процес балансування, включаючи висвердлювання зайвого металу, автоматизований.

Процес балансування складається з двох частин: 1) визначення місця і величини дисбалансу (тобто сили, що характеризує неврівноваженість) і 2) усунення дисбалансу.

б. Очищення, промивання та покриття деталей мастилом.
У процесі обробки і після обробки деталей проводиться їх очищення, промивання, просушування та покриття мастилом. Очищення проводиться механічними або хімічними способами, промивання – в мийних баках або мийних машинах, просушування – обдуванням стисненим повітрям. Деталі покривають мастилом з метою запобігання їх корозії.

3.4. Поверхні і бази оброблюваної деталі

При встановленні деталей для обробки на верстатах розрізняють такі поверхні [29]:

1) оброблювані поверхні, з яких різальними інструментами знімається шар металу (або піддаються впливу іншого робочого інструменту);

2) поверхні бази, що визначають положення деталі при обробці;

3) поверхні, що сприймають затискні сили;

4) поверхні, від яких вимірюють витримані розміри;

5) необроблювані поверхні.

Базами можуть служити поверхні, лінії, точки і їх сукупності.

У технології машинобудування розрізняють бази *технологічні, складальні і конструктивні*.

Технологічні бази поділяються на встановлювальні і вимірювальні.

Встановлювальними базами називають такі поверхні деталі, якими вона встановлюється для обробки в певному положенні відносно верстата (або пристрою) і різального або іншого робочого інструменту [29].

Встановлювальними базами можуть служити плоскі поверхні, зовнішні і внутрішні циліндричні поверхні, торцеві поверхні з отворами, поверхні отворів, поверхні центрових гнізд, конічні, криволінійні поверхні (наприклад поверхні зубів зубчастих коліс, різьблення) і ін.

Як встановлювальні бази можуть служити оброблені та необроблені поверхні. Необроблені поверхні можна приймати як бази при початкових операціях обробки – вони називаються чорновими базами. Оброблені поверхні, які служать базами для подальших операцій, називаються чистовими базами. Чорнові бази мають бути по змозі рівними і гладкими, без поверхневих дефектів.

Встановлювальна база може бути основною або допоміжною.

Основною встановлювальною базою називається поверхня деталі, яка служить для встановлення деталі при обробці і сполучення з іншою деталлю для спільної роботи в зібраній машині або впливає на роботу цієї деталі в машині [29].

Прикладом може бути зубчасте колесо (рис. 3.6), в якому отвір є основною базою, оскільки поверхня отвору сполучається з валом, на який насаджується колесо, і, крім того, при обробці колесо базується отвором на оправці, завдяки чому досягається збіг осі отвору з віссю зовнішньої циліндричної поверхні і початкової окружності зубів колеса, що забезпечує їх правильну роботу в зібраному вузлі.

Допоміжною встановлювальною базою називається поверхня деталі, яка служить тільки для її встановлення при обробці, не сполучається з іншою деталлю і не впливає на роботу цієї деталі в машині [29].

Прикладом допоміжних баз можуть служити центрові отвори валів, які використовуються тільки при обробці, оскільки за конструкцією вони не потрібні. Допоміжними базами є також поверхні А і паска Б поршня двигуна (рис. 3.7), які при його роботі з жодними поверхнями інших деталей не сполучаються і на роботу поршня не впливають.

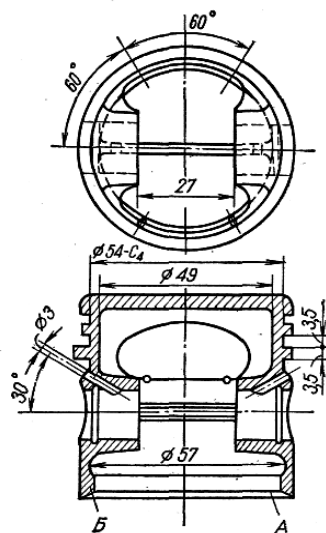
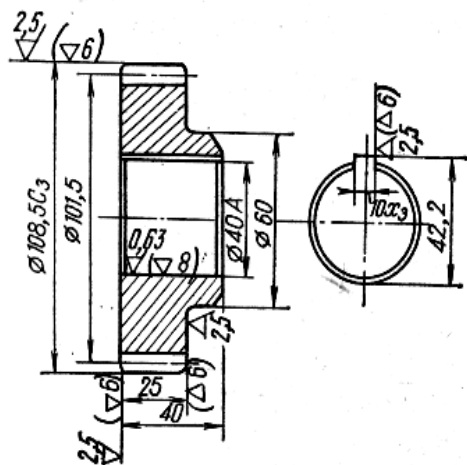


Рис. 3.6. Зубчасте колесо коробки швидкостей верстата Рис. 3.7. Поршень двигуна

Вимірювальною базою називають поверхню, від якої при вимірюванні проводиться безпосередній відлік розмірів.

Складальною базою називають поверхню (або сукупність поверхонь, ліній, точок), яка визначає положення деталі відносно інших деталей у зібраному вузлі або в машині.

Конструктивною базою називають сукупність поверхонь, ліній, точок, від яких задаються розміри і положення інших деталей при розробленні конструкції. Конструктивна база може бути *реальною*, якщо вона являє собою матеріальну поверхню, або *геометричною*, якщо вона є осьюою геометричною лінією [29].

Найбільшої точності обробки деталі можна досягти в тому випадку, коли весь процес обробки ведеться від однієї бази з одним установленням, оскільки, зважаючи на можливість зсувів при кожному новому встановленні, вноситься помилка у взаємне розташування осей поверхонь. Оскільки в більшості випадків неможливо повністю обробити деталь на одному верстаті і

доводиться вести обробку на інших верстатах, то з метою досягнення найбільшої точності необхідно всі подальші встановлення деталі на одному або іншому верстаті здійснювати по можливості на одній і тій самій базі.

Принцип сталості бази полягає в тому, що для виконання всіх операцій обробки деталі використовують одну і ту саму базу.

Якщо за характером обробки це неможливо і необхідно прийняти за основу іншу поверхню, то як нову базу треба вибирати таку оброблену поверхню, яка визначається точними розмірами по відношенню до поверхонь, що найбільш впливають на роботу деталі в зібраній машині.

Треба завжди пам'ятати, що кожен перехід від однієї бази до іншої збільшує накопичення похибок установлень (похибок положення оброблюваної деталі відносно верстата, пристроїв, інструменту).

Далі, при виборі баз різного призначення треба прагнути використовувати одну і ту саму поверхню як різні бази, оскільки це теж сприяє підвищенню точності обробки.

В цьому відношенні доцільно як вимірювальну базу використовувати встановлювальну базу, якщо це можливо; ще більш високої точності обробки можна досягти, якщо складальна база є одночасно встановлювальною і вимірювальною. В цьому полягає *принцип суміщення баз*.

3.5. Якість поверхонь деталей після обробки

Якість обробленої поверхні характеризується двома основними ознаками [29]:

- а) фізико-механічними властивостями поверхневого шару металу;
- б) ступенем шорсткості поверхні (інакше – чистотою або гладкістю поверхні).

Якість поверхневого шару металу обумовлюється властивостями металу і методами механічної обробки.

У процесі механічної обробки від дії різального інструменту на поверхні металу залишаються гребінці та западини і структура поверхневого шару змінюється: поверхневий шар зазнає

пластичних деформацій і утворюється наклеп, твердість його підвищується, виникає внутрішня напруга.

Ступінь наклепу металу і глибина проникнення пластичних деформацій залежать від способу обробки і режиму різання (подачі, глибини і швидкості різання). При підвищенні подачі і глибини різання товщина наклепаного шару збільшується, при підвищенні швидкості різання, навпаки, зменшується. При легкому режимі різання товщина наклепаного шару виражається в сотих частках міліметра, а при більш важких (при великій подачі і глибині різання) – в десятих частках міліметра.

Відхилення від правильної геометричної форми є одним з факторів точності обробки поверхні: тому ці відхилення розглядаються при загальному вивченні питань точності обробки деталей.

До багатьох факторів, від яких залежить якість оброблюваної поверхні, належать:

- а) рід і властивості оброблюваного матеріалу;
- б) спосіб обробки (точіння, стругання, шліфування і т. д.);
- в) режим різання металу (швидкість різання, подача, глибина різання);
- г) жорсткість системи «верстат – пристрій – інструмент – деталь»;
- д) геометричні параметри інструменту;
- е) матеріал інструменту;
- ж) охолодження в процесі різання.

Параметри і умови роботи, характерні для сучасних машин, висувають високі вимоги до якості поверхонь деталей, до них належать:

- а) швидкохідність машин;
- б) високі питомі навантаження;
- в) велика потужність машин при порівняно малій вазі;
- г) високий тиск і температури;
- д) вимоги до довговічності і надійності роботи машини;
- е) висока точність роботи механізмів і всієї машини.

Якість поверхонь значно впливає на експлуатаційні властивості деталей [1].

Так, зносостійкість поверхонь, крім багатьох інших факторів, залежить від її якості. На знос поверхонь деталей впливають макронерівності, хвилястість і мікронерівності.

При макронерівностях і хвилястості знос поверхонь відбувається нерівномірно. Спочатку зношуються виступні частини поверхні; при мікронерівності в першу чергу деформуються і стираються гребінці поверхні. Шар мастила утримується на поверхні до тих пір, поки питомий тиск не перевищить певного значення. Оскільки поверхні тертя стикаються в окремих виступних точках, мастило в цих точках видавлюється і виникає сухе тертя.

Підвищення якості поверхонь, що труться, збільшує термін служби машини, подовжує їхню довговічність.

Якість нерухомих з'єднань. Для отримання міцного нерухомого з'єднання двох деталей необхідно, щоб клас шорсткості був досить високий, тобто мікронерівності були якомога меншими. При запресовуванні гребінці мнуться і діаметри деталей змінюються: у вала діаметр стає меншим за попередньо виміряний (за вершинами гребінців), в отворі – більшим. Сила запресовування і натяг виходять меншими, ніж розраховувалося, оскільки при розрахунку виходили з розмірів, виміряних за вершинами гребінців. При більш чистій поверхні деталей, що з'єднуються, коли висота гребінців дуже мала, надійність і якість нерухомої посадки збільшуються.

При повторних запресовуваннях гребінці згладжуються, натяг зменшується і з'єднання стає слабким.

Міцність деталей. Якість поверхні значною мірою впливає на міцність деталей, особливо при змінних навантаженнях. Концентрація напружень, що викликає руйнування деталі, відбувається внаслідок нерівностей її поверхонь. Висока чистота поверхні, отримана в результаті обробних операцій, значно підвищує міцність від втоми, тому що чим меншими є мікронерівності, тим менша вірогідність появи поверхневих тріщин від втоми металу.

Опір корозії. Корозія поверхонь металевих деталей викликається дією газів, рідин, атмосферного впливу. Чим більша шорсткість обробленої поверхні, тим активніший вплив корозії. Антикорозійна стійкість значно підвищується з поліпшенням якості поверхні.

На грубошорсткій поверхні речовини, які призводять до корозії, осідають у западинах і заглибинах; корозія поширюється в напрямку основи гребінців, у результаті чого вони під впливом сили тертя відриваються від поверхні, утворюючи нові западини і виступи, і таким чином виникають нові осередки корозії і руйнування.

Інші експлуатаційні вимоги. Вимоги високої чистоти поверхні викликаються іноді особливими умовами роботи деталей машин (наприклад лопатей турбін) або приладів і вимірювальних інструментів, особливими вимогами до щільності з'єднань, декоративної обробки, утримання в чистоті.

Шорсткістю поверхні, що виходить у результаті обробки, називається сукупність нерівностей з відносно малими кроками, що утворюють рельєф поверхні і що розглядаються в межах ділянки, довжина якої вибирається залежно від характеру поверхні і дорівнює базовій довжині [29].

Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття «машина».
2. У чому полягає сутність службового призначення машини?
3. Що таке «якість машини»?
4. Назвіть показники якості машини.
5. Що Ви розумієте під сертифікацією та уніфікацією виробів?
6. Назвіть показники точності машини.
7. Що таке «точність обробки поверхонь»?
8. Які види обробки заготовок Вам відомі?
9. Назвіть фактори, що впливають на якість обробки деталей.
10. Що таке «шорсткість поверхні»?

РОЗДІЛ 4

Характеристика технологічних методів отримання та обробки заготовок

4.1. Види заготовок для деталей машин. Припуски на обробку деталей

Заготовками для виготовлення деталей машин можуть служити:

- 1) виливки чавунні, сталеві, з кольорових металів, з пластмас;
- 2) поковки і штамповки;
- 3) прокат сталі (гарячекатаної і холоднотягнутої) і кольорових металів.

Вибір виду заготовок залежить від конструктивних форм деталей, їхнього призначення, умов роботи в зібраній машині, випробовуваних напруг і т. д.

Фасонні деталі, що не підлягають ударним навантаженням, дії розтягування і вигину, виготовляються зазвичай із чавунних виливків; для фасонних деталей машин, що працюють у важких умовах і зазнають великих напруг, замість чавунних виливків застосовуються сталеві. З чавуну відливають станини, рами, плити, коробки, картери, корпуси підшипників, шківів, маховики тощо; з більш дрібних деталей – фланці, втулки, кронштейни, зубчасті колеса тощо; великі деталі зі сталі зазвичай не відливають з огляду на важкість отримання таких виливків.

Заготовки у вигляді поковок, виготовлених куванням, і штамповок, виготовлених у штампах, застосовуються для деталей, що працюють переважно на вигин, розтягнення, кручення і мають у різних своїх частинах значну різницю в поперечних перерізах. При виготовленні поковок прагнуть отримати конфігурацію заготовки, що наближається до спрощеного обрису деталі.

Для правильного рішення в окремих випадках необхідно проаналізувати, що вигідніше: дати спрощену конфігурацію заготовки і знімати надлишок матеріалу при обробці на верстатах або виготовити більш точну поковку, яка за конфігурацією і розмірами наближається до готової деталі, і завдяки цьому знімати менше металу на верстатах.

Заготовки у вигляді поковок (отримані вільним куванням) застосовуються переважно для великих деталей, а в одиничному і дрібносерійному виробництві – і для дрібних деталей.

Заготовка у вигляді штамповок виходить куванням у штампах; вона має значні переваги над вільним куванням. У штампованій заготовці структура металу більш однорідна, завдяки чому деталь буде міцнішою. Штампуванням отримують розміри, найбільш наближені до остаточних; у деяких виробництвах штамповані заготовки використовуються без подальшої механічної обробки або з дуже незначною обробкою. При виготовленні штамповок краще використовується метал і зменшується його витрата. Процес виготовлення штамповок порівняно з куванням значно швидший і потребує менш кваліфікованої робочої сили. Собівартість штампованих заготовок менша, ніж кованих.

Заготовки можуть застосовуватися у вигляді штамповок тільки в тому випадку, якщо за виробничою програмою потрібна значна їх кількість, тобто у великосерійному і масовому виробництві, оскільки для виготовлення таких заготовок необхідні дорогі штампи, собівартість яких у цьому випадку розподіляється на собівартість великої кількості заготовок.

Заготовки з прокату (круглого, квадратного, шестигранного) застосовуються для деталей, що за конфігурацією наближаються до якогось виду певного прокату, коли немає значної різниці в поперечних перерізах деталі і коли можна при отриманні остаточної її форми уникнути зняття великої кількості металу. Виготовлені з прокату деталі, за винятком валів, мають порівняно невеликі розміри.

Правильне рішення щодо вибору заготовок, з точки зору технічних вимог і можливостей застосування різних їх видів, можна отримати тільки в результаті техніко-економічних розрахунків шляхом зіставлення варіантів собівартості готової деталі при тому чи іншому вигляді заготовки [29].

Будь-яка заготовка, призначена для подальшої механічної обробки, виготовляється з *припуском* на розміри готової деталі. Цей припуск, що являє собою надлишок матеріалу, необхідний для отримання остаточних розмірів і заданого класу шорсткості поверхонь деталей, знімається на верстатах різальними

інструментами. Поверхні деталі, що не піддаються обробці, припусків не мають.

Різниця розмірів заготовок і остаточно обробленої деталі визначає величину припуску, тобто шару, який знімається при механічній обробці [2].

Припуски поділяють на загальні і міжопераційні. Під *загальним* розуміють припуск, що знімається протягом усього процесу обробки даної поверхні – від розміру заготовки до остаточного розміру готової деталі. *Міжопераційним* називають припуск, який видаляють при виконанні окремої операції. Величина припуску зазвичай дається «на сторону», тобто вказується товщина шару, що знімається на цій поверхні. Іноді для циліндричних деталей припуск дається «на діаметр», тобто вказують подвійну товщину шару, який знімається, що має бути обумовлено.

Припуск має бути таких розмірів, що забезпечують виконання необхідної для даної деталі механічної обробки при задоволенні встановлених вимог до шорсткості та якості поверхні металу і точності розмірів деталей при найменшій витраті матеріалу і найменшій собівартості виготовлення деталі. Такий припуск є *оптимальним*. Встановлення оптимальних припусків на обробку є дуже важливим техніко-економічним питанням.

При збільшенні припуску на обробку вага (маса) заготовки зростає; матеріалу потрібно більше і, отже, собівартість заготовки і готової деталі підвищується.

Зняття зайвих припусків збільшує трудомісткість обробки, отже, зростає і основна заробітна плата виробничих робітників за обробку однієї деталі зі збільшеними припусками. Тому доцільно призначати припуск, який можна видалити за один прохід. На верстатах середньої потужності за один прохід можна знімати припуск до 6 мм на сторону.

При зайвих припусках вага заготовок і стружки збільшується, верстати для зняття надмірної кількості матеріалу мають працювати з великою напругою, внаслідок чого збільшується їх знос і витрати на ремонт.

Зайві припуски викликають підвищення витрат на різальний інструмент, оскільки зайвий матеріал знімається кількома проходками, внаслідок чого збільшується основний (технологічний) час роботи інструменту і, отже, збільшується його витрата.

З іншого боку, занадто малі припуски не дають можливості виконати необхідну механічну обробку з бажаною точністю і чистотою, в результаті чого виходить брак, що також здорожує виріб.

Таким чином, необхідно прагнути до призначення оптимальних припусків, що забезпечують виконання механічної обробки із забезпеченням виконання вимог до точності і чистоти оброблюваних поверхонь при найменшій собівартості деталі; при оптимальних припусках зменшуються витрати металу, витрати часу на обробку і збільшується продуктивність обладнання та оснащення [29].

Величини припусків на обробку і допуски на розміри заготовок залежать від низки факторів, ступінь впливу яких різний; до числа основних факторів належать такі:

- а) матеріал заготовки;
- б) конфігурація і розміри заготовки;
- в) вид заготовки та спосіб її виготовлення;
- г) вимоги щодо механічної обробки;
- д) технічні умови щодо якості та класу шорсткості поверхні і точності розмірів деталі.

Величина загального припуску залежить від товщини дефектного поверхневого шару, що підлягає зняттю, і припусків, необхідних для всіх проміжних операцій механічної обробки - міжопераційних припусків, що враховують похибки форми, просторові відхилення, які виникають у попередній обробці, похибки установлення, допуски на операційні (проміжні) розміри, необхідну шорсткість поверхні.

Оскільки розміри заготовок можуть мати допустимі відхилення, спрямовані у додатний і від'ємний бік, то при визначенні загальної величини припуску слід додати до розміру заготовки величину можливого від'ємного (мінусового) відхилення (якщо таке допускається), інакше припуск буде недостатній для механічної обробки.

Таким чином, загальний (сумарний) припуск складається з таких основних величин [2]:

- 1) товщини дефектного поверхневого шару, що підлягає зняттю за перший чорновий прохід різального інструменту;

2) суми припусків на всі проміжні операції, що враховують вплив низки факторів (похибка форми, просторові відхилення, похибка установлення, операційні допуски на розміри, клас шорсткості поверхні тощо);

3) величини негативного відхилення від номінального розміру заготовки (якщо таке передбачено).

4.2. Методи отримання заготовок

4.2.1. Отримання заготовок литтям. Загальні поняття

Лиття – один із найдавніших і найбільш поширених способів виготовлення виробів і заготовок для деталей машин і механізмів.

Литтям називають виготовлення заготовок для виробів заповненням завчасно виготовлених ливарних форм розплавленим металом, сплавом або іншим конструкційним матеріалом [29].

Після кристалізації і охолодження металу або сплаву виріб виймають із форми і передають на механічну обробку.

Виливками називають вироби, виготовлені литтям.

Ливарні форми можуть бути разовими і багаторазовими.

Разові форми використовують лише один раз, після виймання вилівка з форми її руйнують.

Багаторазові форми використовують сотні і тисячі разів; виливки виймають із форми витрушуванням або виштовхуванням.

Галузь машинобудування, яка займається виготовленням виробів литтям, називають *ливарним виробництвом*.

Жодна галузь машинобудування не обходиться без деталей, виготовлених литтям. Частка деталей, виготовлених литтям, у машинах становить близько 50 %, а у верстатах – близько 80 %. Литтям виготовляють блоки циліндрів і поршні двигунів внутрішнього згоряння, лопаті газових турбін тощо.

Найбільшу кількість виливків – близько 70 % загальної маси – виливають із сірого чавуну, далі йдуть сталеві виливки, виливки з мідних, алюмінієвих та інших сплавів.

Чисті метали мають незначні ливарні властивості, тому з них не виготовляють виливків. Зі сплавів для виготовлення виливків використовують лише ті, які мають достатні ливарні властивості.

Ливарними сплавами називають сплави, що мають хороші ливарні властивості.

До них належать чавуни, сталі, бронзи, силуміни тощо.

Найважливіші ливарні властивості сплавів – плинність розплаву, усадка, ліквация, температура плавлення.

Плинністю називають здатність розплаву швидко заповнювати порожнину ливарної форми.

При хорошій плинності розплав точніше відтворює внутрішню конфігурацію форми, ніж при недостатній. Плинність сплавів залежить від температури нагрівання: з підвищенням температури плинність розплавів зростає. В процесі виготовлення виливків використовують сплави з оптимальною економічно вигідною температурою плавлення.

Усадкою називають властивість розплавів зменшувати свій об'єм при охолодженні від температури заливання до кімнатної. Розрізняють *усадку об'ємну і лінійну*. Так, лінійна усадка сірого чавуну дорівнює 1 %, сталі – 2 %. Усадка призводить до утворення раковин, тріщин у виливках.

Ліквациєю називають неоднорідність хімічного складу сплаву в різних частинах виливка після кристалізації і охолодження до кімнатної температури. Ліквация залежить від хімічного складу сплавів і швидкості охолодження виливка. Так, у чавунах і сталях сірка, фосфор і вуглець збираються у верхній і центральній частинах виливка. Важкі компоненти сплавів збираються в нижній частині виливка. Ліквациї запобігають перемішуванням розплавів перед заливанням у форми і прискореним охолодженням у процесі кристалізації.

Ліквация істотно впливає на властивості виливка: чим вона менша, тим кращою є механічна властивість виливка.

1. *Чавуни*. Для виготовлення виливків використовують сірий і білий чавуни. Основну масу виливків виготовляють з сірого чавуну. Це пояснюється його невисокою ціною (порівняно з іншими сплавами), хорошими ливарними властивостями, відносно невисокою температурою плавлення (1100–1200 °С); великою плинністю розплаву, незначною усадкою (близько 1 %). Виливки, отримані з сірого чавуну, майже у 1,5 разу дешевші, ніж зі сталі, і в кілька разів дешевші, ніж виливки зі сплавів кольорових металів. З чавуну виготовляють деталі машин і механізмів, які не зазнають великих ударних навантажень (рис. 4.1).

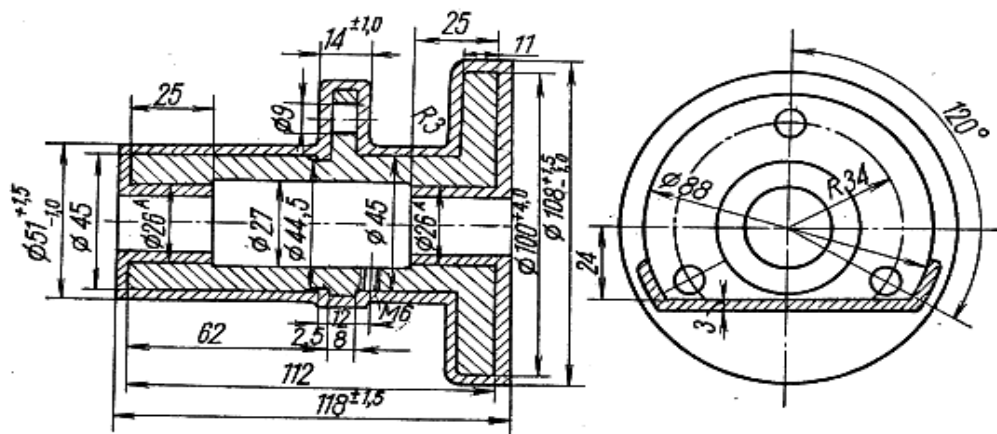


Рис. 4.1. Заготовка чавунної втулки у вигляді виливка

У ливарних цехах чавун плавлять переважно в печах стовбурного типу, які називають *вагранками*.

2. *Сталі*. Порівняно з чавунами розплавлені сталі мають гірші ливарні властивості: меншу плинність, яка ускладнює заповнення ливарної форми, велику усадку ($> 2\%$), високу температуру плавлення (1400–1540 °С). Проте хороші механічні властивості сталевих виливків зумовлюють широке використання сталі в ливарному виробництві.

Виливки виготовляють з вуглецевих сталей, які містять до 0,8 % вуглецю.

Крім вуглецевих сталей, виливки виготовляють з конструкційних легованих сталей, зносостійких і інших сталей з особливими властивостями.

У ливарних цехах сталь виплавляють у кисневих конвертерах, мартенівських і електричних печах.

3. *Сплави кольорових металів*. Для виготовлення виливків використовують мідні, алюмінієві та інші сплави, які мають хороші ливарні властивості.

Мідні сплави розплавляють у дугових, індукційних і вогневих печах. Вогневі печі використовують рідше, оскільки в них витрачається багато палива, а пічні гази окислюють мідні сплави.

Для розплавлення алюмінієвих сплавів використовують електричні печі спеціальної конструкції.

4.2.1.1. Способи лиття

Лиття в разові ливарні форми.

Найбільш поширеними способами лиття в разові форми є [29]:

- лиття в піщано-глиняні форми;
- лиття в оболонкові форми;
- лиття у форми, виготовлені за разовими моделями, які стоплюються, розчиняються або перетворюються на газ.

1. Лиття в піщано-глиняні форми.

Для виготовлення піщано-глиняних форм необхідно мати формову і стрижневу суміші, модельний комплект для виготовлення форми, опоки, підмодельну плиту.

Для виготовлення форм і стрижнів використовують лише ті суміші, які мають велику пластичність, міцність, вогнестійкість і газопроникність. Пластичність потрібна суміші в процесі формування, міцність – для запобігання руйнуванню форми під час збереження або заливання розплавом, вогнестійкість – для витримування формою високої температури, яку має розплав, а газопроникність – для випускання водяної пари і газів, які утворюються під час наповнення розплавом вологої форми.

Формові і стрижневі суміші складаються з піску, глини, протипригарних і в'язучих речовин.

Пісок – основна сировина для виготовлення разових ливарних форм і стрижнів. Найчастіше використовують кварцовий пісок, основною складовою частиною якого є кремнезем (SiO_2). Кремнезем має велику вогнестійкість ($T_{\text{пл}} - 1713\text{ }^\circ\text{C}$), твердість і хімічну стійкість.

Глина виконує роль зв'язки в процесі виготовлення формових сумішей. Після зволоження глина стає більш пластичною.

Стрижні виготовляють у стрижневих ящиках. Ящики набивають стрижневою сумішшю ручним або машинним способом. Порожнину ящика поступово наповнюють сумішшю і утрамбовують. Для збільшення міцності стрижнів їх армують дротом. Після завершення формування стрижня ящик розбирають, стрижень виймають. Для додання міцності стрижням їх висушують.

Якщо до складу стрижневої суміші додають термореактивну смолу, то такі стрижні виготовляють у металевих ящиках, нагрітих до температури 250–280 °С. Під дією теплоти смола полімеризується, твердне і стрижень набуває потрібної міцності.

Розплав заливають у форми за допомогою ковшів. Перед тим як наповнити форми, розплав певний час витримують у ковші для виходу газів з розплаву, витікання шлаку і неметалевих включень на поверхню.

Розплав у форму заливають безперервним потоком, ливарна чаша має бути заповненою. Якщо не дотримуватися цих вимог, то розплав у формі може окислюватися, а у виливках будуть виникати дефекти.

Після заповнення форми розплав кристалізується, виливок застигає. Тривалість охолодження виливка залежить від його маси, виду сплаву, властивостей формової суміші і становить від декількох хвилин до декількох годин або навіть діб. Тривале охолодження економічно не вигідне, тому іноді охолодження прискорюють, наприклад форму обдувають холодним повітрям.

Застиглі виливки вибивають з форми за допомогою вібраторів і інших машин; стрижні вибивають вручну або на пневматичних машинах, або в гідрокамерах струменем води під тиском 3–10 МПа.

Ливники і випори відокремлюють від сталевих виливків газовим різанням, а від чавунних – зубилами, пилами тощо.

Поверхню виливків від залишків формових і стрижневих сумішей очищають за допомогою піску і дробу у спеціальних апаратах – піскометах і дробометах. Застосовують також піскогідравлічне очищення, при якому струмінь води з піском під тиском більше 7 МПа направляють на виливок.

2. Лиття в оболонкові форми.

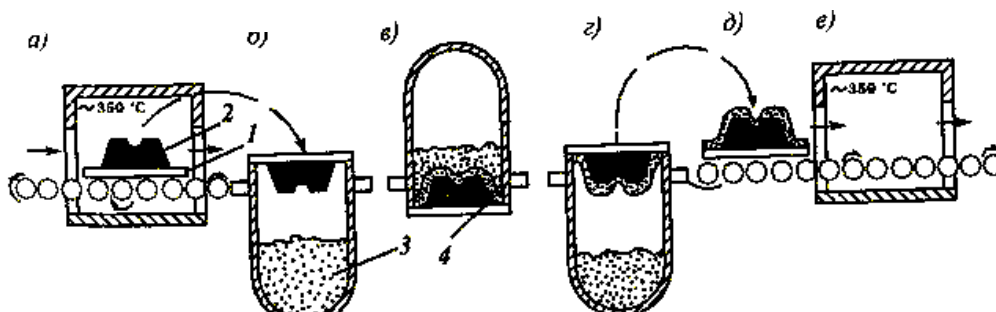
У процесі цього способу лиття виливка отримують у тонкостінних формах-оболонках товщиною 6–15 мм.

Лиття в оболонкові форми застосовують в умовах масового і серійного виробництва невеликих за розміром, переважно тонкостінних виливків з чавуну, сталі і сплавів кольорових металів.

Для виготовлення оболонкової форми необхідно мати формову і стрижневу суміші, модель, підмодельну плиту, ящик

для формування стрижнів, пристрої для зняття форми-оболонки з поверхні моделі. Моделі і стрижневі ящики виготовляють із сірого чавуну, іноді – з алюмінієвих сплавів.

На рис. 4.2 показано схему виготовлення оболонкової форми.



На металеву підмодельну плиту 1 кріплять модель 2 і все разом нагрівають до 200–250 °С у печі (рис. 4.2, а). Потім модель покривають тонким шаром кремінно-органічної або іншої сполуки. Утворений пласт захищає модель від налипання формової суміші і полегшує зняття форми-оболонки з моделі. Пливу з моделлю закріплюють на бункері, в якому розміщується формова суміш 3 (рис. 4.2, б). Бункер повертають разом з плитою на кут 180°, формова суміш покриває нагріту модель (рис. 4.2, в). Пласт суміші, яка прилягає до нагрітої моделі, нагрівається, смола плавиться і твердне. За 10–20 с модель покривається суцільною оболонкою товщиною 5–15 мм.

Потім бункер повертають у початкове положення (рис. 4.2, г) знімають підмодельну плиту з моделлю і оболонкою (рис. 4.2, д) і кладуть у піч (рис. 4.2, е), нагріту до температури 300–350 °С, на 1–3 хв для остаточного затверднення смоли. Надлишок суміші залишається в бункері. Готову оболонку знімають з моделі штовхачем і отримують напівформу. Так само виготовляють іншу частину форми-оболонки. Потім напівформи склеюють або з'єднують за допомогою затискачів, вставляють виготовлені стрижні і передають на заливання розплавом. Малі форми перед заливанням викладають на пласт піску, великі, щоб запобігти руйнуванню, вставляють у металеві контейнери; проміжок між стінками контейнера і формою засипають піском або чавунним

дробом. У процесі заливання форми розплавом смола згоряє, утворені гази захищають поверхню виливка від пригорання до форми. З часом форма втрачає міцність і руйнується, що полегшує виймання виливка з форми. Формову суміш випалюють при температурі 700–800 °С (для повного вигорання смоли) і повертають на формування.

Лиття в оболонкові форми порівняно з литтям у піщано-глиняні має такі переваги [29]:

- простота виймання виливка з форми (смола вигоряє, пісок розсипається і форма втрачає монолітність);
- менша шорсткість поверхні виливків (для виготовлення форми і стрижнів використовують дрібнозернистий пісок);
- більш точні розміри виливків, тому відпадає потреба в обробці їх різанням на верстатах або скорочується час різання;
- менше браку, оскільки поліпшується газопроникність оболонкових форм;
- менші витрати піску – у 8–10 разів, і немає потреби в опоках;
- висока продуктивність формування;
- можливість легко автоматизувати процес виробництва.

3. Лиття у форми, виготовлені за разовими моделями.

Лиття у форми, виготовлені за разовими моделями, найбільш часто застосовують для виготовлення виливків зі сплавів, які важко обробляти різанням і тиском (лопаті турбін з жароміцних і жаростійких сталей тощо).

Суть цього способу полягає в тому, що при суцільній моделі виготовляють суцільну форму, в яку після звільнення з моделі або при наявності моделі з полістиролу заливають розплав. Виливки, отримані цим способом, мають дуже точні розміри і малу шорсткість поверхні, завдяки чому відпадає потреба обробляти їх різанням на верстатах.

Для отримання виливків цим способом необхідно мати: прес-форму для виготовлення моделей майбутніх виробів і ливарної системи; сировину для формування моделей виробів, ливарної системи і ливарних форм.

Прес-форми виробляють з алюмінієвих та інших сплавів, моделі виробів і ливарної системи – з легкоплавких, легкорозчинних і тих речовин, які при нагріванні перетворюються в газ, а форми – із суспензії на основі кварцового

піску або кварцового порошку. Спочатку в прес-формах виготовляють разові моделі, потім ливарні форми, а після цього – виливки у формах.

1. Виготовлення разових моделей. Модельна суміш може складатися з різних легкоплавких речовин: парафіну, стеарину, воску та ін. Часто використовують суміш, яка складається з 50 % парафіну і 50 % стеарину, її температура плавлення становить 55 °С. Недоліком цієї суміші є те, що при температурі 35 °С вона розм'якшується, а відповідно, втрачає міцність. Високу міцність мають суміші, до складу яких входять парафін з етилцелюлозою.

Легкорозчинні моделі виготовляють із сумішей на основі карбаміду (сечовини) з додаванням поліефірного спирту. Вони легко розчиняються в теплій воді. У формах, виготовлених за такими моделями, в деяких випадках отримують більш якісні виливки.

Моделі, які при нагріванні перетворюються в газ, виготовляють з полістиролу, їх не виймають з форм перед заливанням розплаву. При температурі понад 500 °С полістирол перетворюється в газ. Використання моделей з полістиролу є прогресивним шляхом удосконалення цього способу виготовлення виливків. Це значно спрощує формування, робить його більш дешевим, крім того, отримані виливки є більш якісними.

Моделі виливків виготовляють за пресуванням тістоподібної модельної маси в прес-форму. Так само виробляють ливарну систему. На великих заводах моделі і ливарну систему виготовляють на напівавтоматичних і автоматичних установках.

Моделі збирають у блоки по кілька штук і розпочинають виготовлення ливарної форми.

2. Виготовлення ливарних форм. Форми виготовляють із суміші, яка складається з 60–70 % кварцового піску та 30–40 % гідролізованого етил-силікату.

4. Відцентрове лиття.

Відцентровим литтям називають спосіб виготовлення виливків у формі, яка обертається навколо своєї осі.

У процесі обертання форми на розплав діють відцентрові сили. Гази і неметалеві включення (шлак, оксиди тощо), як більш легкі, відтісняються розплавом до внутрішньої поверхні виливка, де і збираються. Після застигання виливка його внутрішню поверхню очищують різанням.

У процесі відцентрового лиття застосовують форми з вертикальною (рис. 4.3, а) і горизонтальною (рис. 4.3, б) осями обертання.

Якщо діаметр виливка перевищує його висоту (шківки, триби, колеса тощо), то використовують форми з вертикальною віссю обертання. Форму з горизонтальною віссю обертання застосовують тоді, коли діаметр виливка значно менший, ніж його довжина (гільзи, труби). В обох випадках вісь обертання форми збігається з віссю виливка і внутрішня порожнина його виходить без допомоги стрижнів.

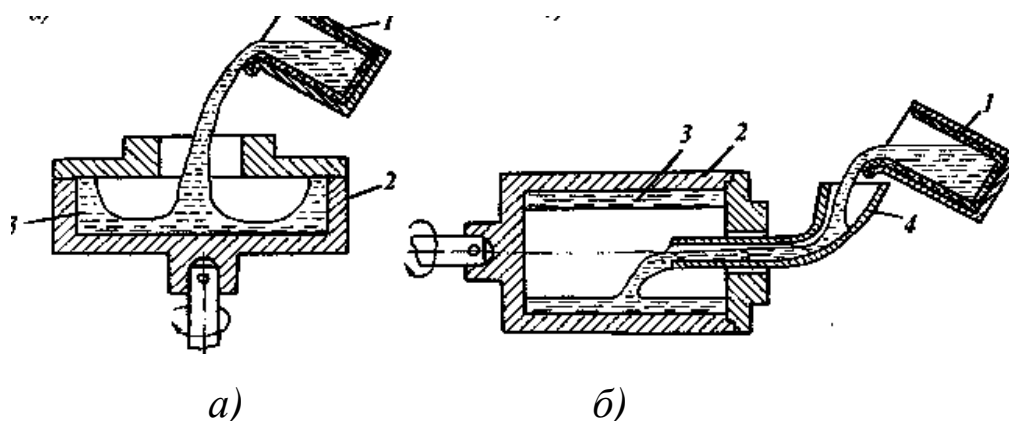


Рис. 4.3. Схеми машин відцентрового лиття:

а – з вертикальною віссю обертання;

б – з горизонтальною віссю обертання

1. Форма з вертикальною віссю обертання. Розплав з ковша 1 заливають в обертову форму 2. На розплав діють гравітаційна і відцентрова сили. Під дією цих сил розплав 3 стікає до низу і притискається до стінок форми, кристалізується і виходить виливок. Отримані виливки мають неоднакову товщину стінок: у нижній частині виливка товщина стінки більша, ніж у верхній. Для вирівнювання товщини стінки використовують різання на верстатах. Якщо виливки отримують із сплавів, які легко окислюються, то форму поміщають у вакуумну камеру.

2. Форма з горизонтальною віссю обертання. Цю форму використовують для виготовлення чавунних і сталевих труб. Для полегшення заповнення розплавом і виймання виливка форма нахилена під кутом 5° . Форма обертається навколо своєї осі за допомогою електродвигуна і охолоджується водою. Розплав з

ковша 1 з нерухомого жолоба 4 потрапляє в обертову форму 2. Після заповнення форми розплавом 3 її обертання триває до повної кристалізації розплаву. Потім вимикають електродвигун і кліщами виймають трубу з форми. Чавунні труби подають на термічну обробку при температурі 850–920 °С для зняття внутрішніх напружень і вирівнювання фазового вмісту сплаву.

Відцентрове лиття – дуже продуктивний спосіб виготовлення виливків із щільною структурою, без пустот, неметалевих включень. У процесі виготовлення труб, втулок не потрібно стрижнів, ливників, випорів.

Проте цей спосіб лиття має недоліки, одним з яких є посилення ліквіації під впливом відцентрових сил у сплавах, схильних до неї. Хімічний склад виробів, отриманих з таких сплавів, неоднорідний.

Лиття під тиском

Лиття під тиском – спосіб отримання виливків зі сплавів кольорових металів і сталей деяких марок, який максимально наближає розміри і форму вилівка до розмірів і форми готової деталі, що дає змогу зменшити або зовсім уникнути їх подальшої механічної обробки. Суть методу полягає в тому, що на розплавлений метал (розплав), залитий у камеру пресування, що сполучається з формувальною порожниною форми, тисне поршень, у результаті чого розплав швидко заповнює форму і застигає в ній, набуваючи обрисів вилівка. Лиття під тиском виробляють на ливарних машинах; ливарні форми, виготовлені зі сталі, зазвичай називають прес-формами.

Лиття в кокіль

Лиття в кокіль, кокільне лиття – спосіб отримання фасонних виливків у металевих формах – кокілях. На відміну від інших способів лиття в металеві форми (лиття під тиском, відцентрове лиття та ін.), при отриманні виливків у кокіль заповнення форми сплавом і його затвердіння відбуваються без будь-якого зовнішнього впливу. Висока міцність кокілю дає змогу виготовляти виливки з точними розмірами, меншими припусками на механічну обробку, ніж при литті в піщані форми.

У табл. 4.1 наведено характеристику застосування різних способів лиття.

Таблиця 4.1

Характеристика методів отримання виливків [29]

Лиття заготовки	Маса заготовки, т.	Найменша товщина стінки, мм	Форма заготовки	Матеріал	Виробництво
1	2	3	4	5	6
1. У піщану суміш: при ручному формуванні за дерев'яними моделями або шаблонами в опоках, ґрунті або кесонах	Не обмежена (100 і більше)	3 чавуну 3–5, зі сталі 5–8, з кольорових металів 3–8	Складна	Чавун, сталь, кольорові і спеціальні сплави	Одиничне і дрібносерійне
2. При машинному формуванні за дерев'яними і металевими моделями	До 10	Те саме	»	Те саме	Серійне
3. При машинному формуванні за металевими моделями зі складанням стрижнів у кондукторах	3–5	»	»	»	Масове і великосерійне
4. У стрижневі форми	Не обмежена	»	»	»	Одиничне і серійне
5. У багаторазові (цементні, графітові, азбестові і графітоазбестові) форми ¹	0,03–30	»	»	»	Серійне і масове

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
6. В оболонкові форми	До 0,15	Зі сталі 3–5, 3 алюмінію 1–1,5	»	»	Серійне і масове
7. За виплавленими моделями	До 0,15	0,5	Складна (при скла- дальних моделях)	Сталь, важкооб- роблювані сплави	Серійне і масове
8. За заморожуваними ртутними моделями	До 0,14	0,5	Те саме	Те саме	Те саме
9. Відцентрове	0,01–1,0	5–8	Тіло обертання	Чавун, сталь, кольорові сплави	»
10. У кокіль ²	0,25–7	3 силуміну 30; зі сталі 10; із чавуну (без вибілу) 15	Залежить від кон- струкції кокілю	Те саме	»
11. Під тиском	До 0,1	0,5	Те саме	Сплави кольорових металів	Великесе- рійне і масове
12. За газифікованими моделями	До 15	Зі сталі 6–8	Складна	Сталь, чавун	Одиничне і серійне

¹ Стійкість форм – кілька десятків виливків.

² Метод економічно доцільний при партії не менше 300 заготовок, а при литих поверхнях форми – не менше 100 заготовок.

4.2.1.2. Дефекти виливків

Контроль якості виливків починають з зовнішнього їх огляду. Потім перевіряють їхні розміри, механічні властивості, хімічний склад і структуру. Якщо виливки не відповідають вимогам, кажуть, що вони браковані.

Основними причинами отримання бракованих виливків є порушення технології виготовлення ливарних форм, заливання їх розплавом і виймання виливків з форм.

Браковані виливки мають дефекти, основними з яких є раковини (газові, усадкові, шлакові і ін.), тріщини (гарячі, холодні), пошкодження поверхні виливків (пригари, оксидні плівки, спаї тощо), невідповідність форми, розмірів і маси виливка кресленням виробу (перекіс, недоливи, переливи, викривлення тощо).

Раковини виникають з різних причин. Так, газові раковини мають виливки, виготовлені в сирих формах або у формах, які мають велику здатність виділяти гази і низьку здатність пропускати їх. Погано окислений розплав також призводить до утворення газових раковин. Під час різкого переходу від тонкої частини виливка до товстої виникають усадкові раковини і нещільності. Причиною утворення усадкових раковин є дуже перегрітий розплав, шлакові раковини викликані недосконалістю конструкції шлакоуловлювачів.

Тріщини у виливках виникають внаслідок недостатньої піддатливості форм і стрижнів та нерівномірного охолодження. У першому випадку виходять гарячі тріщини, в другому – холодні.

Дефекти поверхні викликані недостатньою вогнестійкістю формової і стрижневої сумішей. Внаслідок цього виникає *пригар*.

Невідповідність форми, розмірів і маси виливка кресленням виробу може виникнути з багатьох причин: неточно складена форма і вставлені стрижні (буде перекіс), заливання форми прохолодним розплавом (зменшиться його плинність), нерівномірне охолодження окремих частин виливка (приведе до виникнення внутрішніх напружень і, як наслідок, – викривлення).

Дефекти поділяють на поправні і непоправні.

Непоправні дефекти мають великі розміри. виправляти такі дефекти економічно невигідно. Виливки з такими дефектами переплавляють.

Поправні дефекти мають маленькі розміри, їх економічно вигідно виправляти.

4.2.1.3. виправлення дефектів виливків

Найбільш поширеними способами виправлення дефектів у виливках є наплавлення, термічна обробка, заварювання, просочування тощо.

Наплавлення розплавленим чавуном або сталлю використовують для виправлення дефектів чавунних і сталевих виливків.

Для зняття внутрішніх напружень виливки *відпалюють*. Тріщини і спаї на чавунних і сталевих виливках *заварюють* електродуговим способом з використанням вугільного електрода.

Виливки, вироби з яких призначені для збереження газів і рідин, виправляють *просочуванням*. Цим способом виправляють дефекти в бронзових, алюмінієвих і латунних виливках. Для цього в порожнину виливків під тиском нагнітають бакелітовий лак, нагрітий до відповідної температури. Просочені виливки висушують при кімнатній температурі протягом 40 – 50 год, потім у печі при температурі 130 °С лак твердне остаточно [29].

4.2.2. Отримання заготовок обробкою тиском. Загальні поняття

Тиском виготовляють вироби (заготовки і деталі) з металів, сплавів та інших конструкційних матеріалів.

Основними способами обробки конструкційних матеріалів тиском є вальцювання, вільне кування, штампування, пресування і волочіння.

В основі обробки металів і сплавів тиском лежить пластична деформація під дією зовнішніх сил, після якої метали і сплави зберігають надану їм форму [29].

На пластичність металів і сплавів впливають будова їхніх комірок, хімічний склад і структура. Велике значення мають умови деформування: температура заготовки, швидкість деформування тощо.

Велику пластичність мають метали і сплави, комірки яких відповідають формі куба (наприклад мідь, залізо, алюміній тощо).

Вміст компонентів у сплаві також впливає на його пластичність. Наприклад, зі збільшенням вмісту вуглецю у сталі пластичність зменшується. Якщо вміст вуглецю у сталі

перевищує 1,5 %, сталь майже не піддається куванню. Кремній, хром і вольфрам збільшують пластичність сталі. Фосфор і сірка надають сталі крихкості. Зменшують пластичність сплавів різні фази, неметалеві включення і порожнини.

Важливим фактором, який впливає на пластичність металів і сплавів, є теплота. З підвищенням температури нагрівання металів і сплавів їхня пластичність збільшується.

У процесі деформування металів і сплавів змінюються їхні властивості: міцність, твердість, крихкість, пластичність, ударна в'язкість тощо.

Зміну властивостей, пов'язану з деформацією ненагрітої (холодної) заготовки, називають *наклепом*. Позбутися наклепу можна термічною обробкою.

У процесі гарячої деформації (заготовка, нагріта до певної температури) пластичність металів більша, ніж у процесі холодної, тому гаряча деформація супроводжується меншими витратами енергії, ніж холодна.

Нагрівання заготовок перед обробкою тиском впливає на якість і вартість продукції. Основні вимоги до нагрівання заготовок: рівномірне прогрівання її до певної температури за мінімальний час з найменшою втратою металу на утворення окалини (оксидних плівок) і економною втратою палива та електроенергії. Недотримання цих вимог призводить до утворення в заготовці дефектів (тріщини, окислення, перегрівання, пригар) і зростання витрат.

Для нагрівання заготовок використовують печі (вогневі, електричні), індукційне і контактне нагрівання.

За джерелом теплової енергії печі поділяють на вогневі і електричні.

Джерелом теплової енергії у *вогневих печах* є паливо (мазут, природний, коксовий, доменний та інші гази або їх суміші).

В *електропечах* заготовки нагрівають теплотою, яка виділяється в процесі проходження електричного струму в нагрівачах, що мають великий опір.

За розподілом температури у просторі, що нагрівається, печі поділяють на камерні і методичні.

У *камерних печах* температура однакова в усьому просторі, що нагрівається. Це печі періодичної дії. Різновидом камерних

печей є колодязі, що нагріваються, в яких нагрівають великі виливки перед гнуттям. У колодязях заготовки розміщують вертикально по 6–8 штук одночасно.

Методичні печі є дуже продуктивними печами безперервної дії. У цих печах заготовки нагріваються поступово в процесі переміщення їх від місця завантаження у вихід з печі. Для цього печі оснащені механізмами для прошовування заготовок. Для більш повного використання теплоти пічних газів печі оснащені теплообмінниками-рекуператорами і регенераторами, за допомогою яких використовують теплоту вихідних газів для підігрівання повітря і газового палива. Питомі витрати палива в методичних печах менші, ніж у камерних, а продуктивність їх більша. Методичні печі використовують у масовому виробництві.

Кожна піч оснащена допоміжними механізмами для закриття і відкриття дверей, пристроями для завантаження і вивантаження великих заготовок. Сучасні печі обладнані різними приладами і автоматичними системами регулювання температури, завдяки чому поліпшується якість нагрітих заготовок, зменшуються витрати палива, збільшується продуктивність печей і поліпшуються умови роботи.

Прогресивним методом нагрівання заготовок перед обробкою тиском у масовому виробництві є *індукційне і контактне нагрівання*. Ці способи нагрівання заготовок найчастіше використовують у ковальських цехах.

Швидкість електронагрівання при використанні цих методів у 10–20 разів більша, ніж у печах, а інтенсивність утворення окалини – в 4–5 разів менша. Крім того, поліпшуються умови роботи.

Обмеженням широкого впровадження індукційного і контактного нагрівання заготовок є часта заміна індукторів, які залежать від форми і розмірів заготовки, і мала стійкість контактів під час електроконтактного нагрівання [29].

4.2.2.1. Способи отримання заготовок тиском

1. Вальцювання.

Після розливання металів і сплавів у розливальниці або на машинах безперервного розливання отримані заготовки надходять на вальцювання. Його проводять на вальцювальницях.

Вальцювання є найбільш поширеним видом обробки тиском металів, сплавів та інших конструкційних матеріалів.

Гнуттям називають спосіб виготовлення виробів обтисканням заготовки обертовими валками вальцювальниці.

Виріб, отриманий гнуттям, називають *гнуття*.

Відстань між валками вальцювальниці називають *зазором*. Він завжди менший за товщину заготовки. В процесі обтискання товщина заготовки зменшується, а довжина і ширина збільшуються.

На практиці застосовують такі основні види вальцювання: поздовжнє, поперечне і поперечно-гвинтове (рис. 4.4).

При *поздовжньому вальцюванні* (рис. 4.4, а) валки 1 обертаються назустріч один одному, а заготовка 2 рухається перпендикулярно до осей валків. Товщина (висота) заготовки зменшується, а довжина і ширина збільшуються. Це найбільш поширений вид вальцювання. Близько 90 % усієї продукції отримують цим способом.

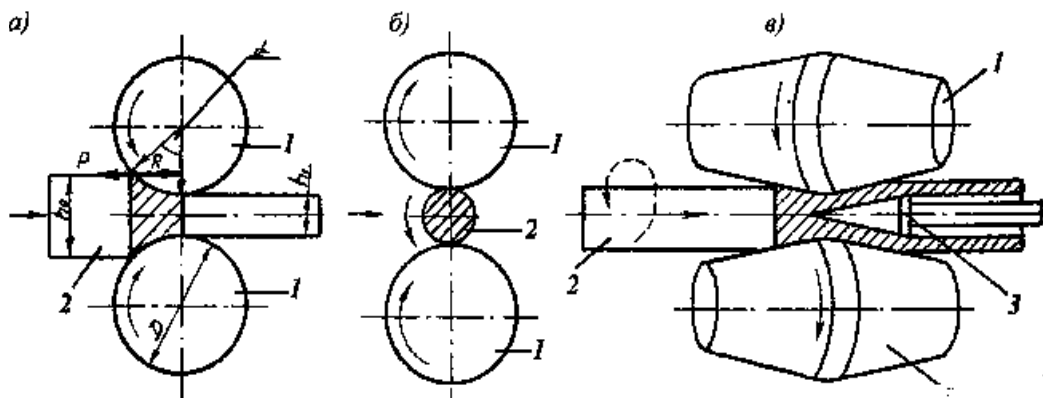


Рис. 4.4. Схеми вальцювання:

а – поздовжнє; *б* – поперечне; *в* – поперечно-гвинтове

У процесі *поперечного вальцювання* (рис. 4.4, б) валки 1 обертаються в одному напрямку, а заготовка 2, яка обтискається ними, – в протилежному. Так виготовляють, наприклад, трибові колеса.

Поперечно-гвинтове вальцювання (рис. 4.4, в) характеризується розташуванням валків під кутом один до одного. Валки обертаються в одному напрямку і надають заготовці 2 одночасно оберտального і поступального руху. В результаті поєднання цих рухів заготовка переміщується по гвинтовій лінії.

Поперечне і поперечно-гвинтове вальцювання використовують, наприклад, для виготовлення безшовних труб.

До складу оснащення цеху, крім вальцювальниці, входять нагрівальні пристрої (печі) і устаткування для проведення термічної обробки і завершення обробки отриманих виробів.

На вальцювальницях отримують готові вироби і заготовки для подальшої обробки куванням, штампуванням, пресуванням, волочінням або різанням.

Продукцію, отриману гнуттям, класифікують за асортиментом (профілями і розмірами) та якістю.

Профілем вальцювання називають форму її поперечного зрізу. Сукупність різних профілів і розмірів становить асортимент вальцювання. Весь асортимент вальцювання можна поділити на чотири групи: сортові, листові, трубні, спеціальні.

Сортове вальцювання використовують для виготовлення машин, верстатів і різних конструкцій. На рис. 4.4 показані деякі види сортового вальцювання загального і спеціального призначення. Прикладом *вальцювання загального призначення* є квадратне, кругове, штабне, кутове тощо. До гнуття *спеціального призначення* належить рейкове, а також вальцювання, яке використовують в авто-, тракторо-, вагонобудуванні і будівництві. Сортове вальцювання отримують за допомогою валків, поверхня яких має западини, що відповідають формі потрібного вальцювання.

Листове вальцювання поділяють на товсте, тонке і фольгу. Тонкі листи мають товщину до 4 мм. Листи, товщина яких перевищує 4 мм, належать до товстих.

Труби залежно від технології виготовлення поділяють на безшовні і зварні. *Безшовні труби* виготовляють двома етапами: спочатку виготовляють гільзу, потім трубу. *Зварні труби* виготовляють з металевих листів за допомогою різних способів зварювання. Ці труби більш дешеві порівняно з безшовними, але в зоні шва мають гірші механічні властивості і стійкість до корозії.

2. Кування.

Куванням називають спосіб виготовлення виробу деформуванням нагрітої заготовки під дією молота або преса.

У процесі кування інструмент чинить багаторазовий, переривчастий вплив на нагріту заготовку, в результаті чого вона, деформуючись, поступово набуває заданої форми і розмірів.

Виріб, виготовлений куванням, називають *поковкою*, а цех, в якому її виготовляють, – *ковальським*.

Для виготовлення поковок використовують продукцію ливарних і вальцювальних цехів. Кування застосовують в одиничному і малосерійному виробництві. Готові поковки мають різні форму і масу: від декількох грамів до 300 т і більше.

У більшості випадків поковки є заготовками, з яких різанням виготовляють деталі машин. Вони мають великий припуск на обробку.

У процесі виготовлення поковок відходи складають 25–30 % маси заготовки, з них 2–3 % – це окалина, яка утворилася за одне нагрівання заготовки. Чим складніша форма заготовки, тим більшу кількість разів її нагрівають.

Вільне кування здійснюють ручним і машинним способом. Інструментами в процесі кування є ковадло, молоти, сокири, обтискачі, прошивки тощо.

Технологічний процес кування складається з окремих операцій, основними з яких є протягування, осаджування, згинання, рубання і ін.

Протягування застосовують для збільшення довжини заготовки. При цьому зменшуються її поперечні розміри. В процесі протягування заготовка витягується і трохи розширюється.

У процесі *осаджування* зменшується висота заготовки і збільшуються її поперечні розміри. Осаджування лежить в основі виготовлення дисків, фланців тощо.

Згинанням виготовляють гаки, скоби, якорі тощо. Під час цієї операції заготовку згинають під потрібним кутом. Місце вигину нагрівають.

Рубанням заготовку поділяють на частини. В процесі рубання використовують прямі і фасонні сокири.

Дрібні і середні поковки масою до 1 т виготовляють у *ковальсько-пресових цехах* за допомогою пресів. У процесі виготовлення поковок утворюються великі втрати металу: чим складніша за формою поковка, тим більші втрати металу.

3. Штампування.

Штампуванням називають спосіб виготовлення виробів за допомогою спеціальних форм-штампів.

Кожен штамп призначений для отримання виробів лише певної форми і розміру (рис. 4.5).

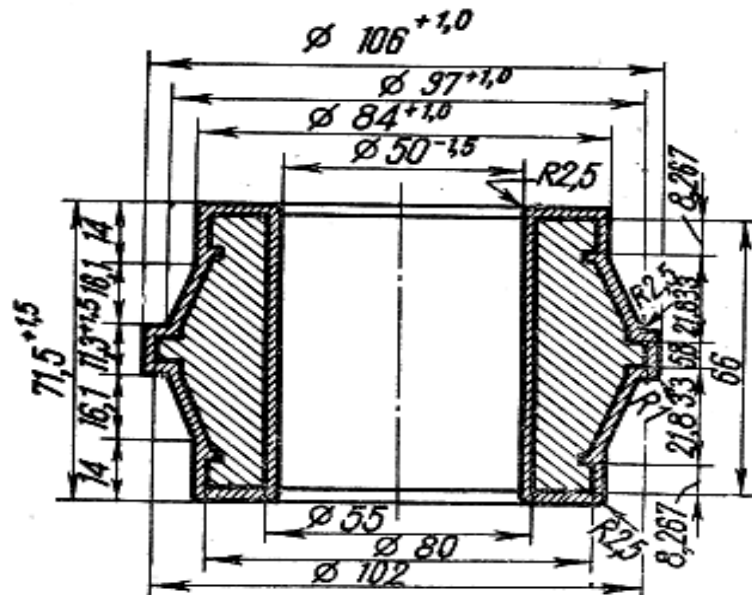


Рис. 4.5. Заготовка внутрішнього кільця підшипника у вигляді штамповки

Виріб, отриманий штампуванням, також називають штамповкою.

Заготовки перед штампуванням можуть бути нагрітими до певної температури або ні. Залежно від цього штампування називають *гарячим* або *холодним*.

Залежно від форми заготовки штампування буває об'ємне і листове.

Об'ємне штампування здійснюють у штампах, які складаються з двох частин: верхньої та нижньої. У процесі об'ємного штампування метал переміщується від центру заготовки до країв, обмежених стінками порожнини штампа. Внутрішня порожнина штампа є відображенням зовнішньої форми виробу, що треба виготовити.

Порівняно з вільним куванням об'ємне штампування має такі переваги:

- невеликі вимоги до спеціальних навичок працівників;

- отримані вироби (штамповки) мають менший припуск на обробку різанням (у 3–4 рази);
- більш точна форма штамповок; висока продуктивність (у 50–100 разів) тощо.

Недоліками об'ємного штампування є:

- обмеженість маси штамповок (0,3–100 кг, у деяких випадках – до 1,5 т);
- будь-яка нова штамповка потребує виготовлення нового штампа (вартість штампів дуже велика і вони придатні лише для певного виробу-штамповки).

Технологічний процес об'ємного штампування складається з таких операцій:

- різання вальцювання на заготовки певного розміру і маси;
- нагрівання заготовок;
- штампування нагрітих заготовок;
- обрізання зайвого металу (облої);
- виправлення штамповки;
- термічна обробка;
- очищення поверхонь штамповки від окалини тощо.

Листовим штампуванням виготовляють плоскі і об'ємні тонкостінні вироби з листів за допомогою штампів. Штампи складаються з матриці і пуансона, які деформують заготовку: матриця надає заготовці зовнішньої форми, пуансон – внутрішньої.

Листове штампування може бути *гарячим* і *холодним*. Найбільш поширене холодне штампування з металевих листів товщиною 0,1–5 мм. Вироби, товщина стінок яких перевищує 5 мм, отримують гарячим штампуванням.

Листове штампування – економічний і продуктивний спосіб виготовлення як простих, так і складних за формою виробів.

Листовим штампуванням виготовляють деталі велосипедів, автомобілів, мотоциклів, рами і кузови автомобілів, деталі приладів, літаків, вагонів тощо.

Основний недолік листового штампування – значні відходи (до 40 %).

4. Волочіння та пресування.

Волочінням називають спосіб виготовлення виробів протягуванням заготовки через спеціальний отвір під дією зовнішньої сили.

Інструмент, в якому зроблено кілька отворів, називають волочільною дошкою, волоком або матрицею. Волоки виготовляють з інструментальної сталі, твердих сплавів і технічних алмазів. Для зменшення тертя в отворі волока заготовку змащують мінеральними мастилами, графітом або іншими речовинами. Мастило зменшує витрати енергії і шорсткість поверхні виробу. На рис. 4.6, а схематично зображено процес волочіння: загострену заготовку 2 протягують через отвір волока 1 і отримують виріб 3.

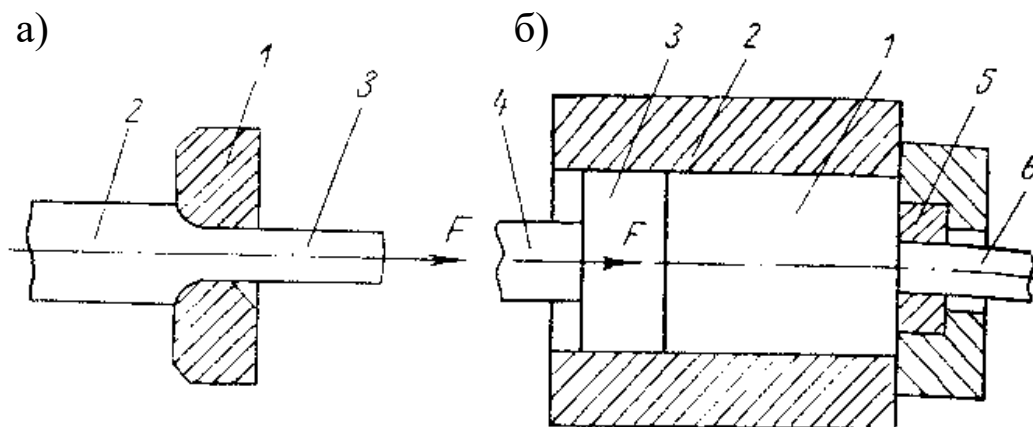


Рис. 4.6. Схеми способів виготовлення виробів тиском:
а – волочіння; б – пресування

Виріб, отриманий волочінням, називають *волочінням*. Волочінням виготовляють тонкий дріт (діаметром 16–0,002 мм), прутки різного профілю і труби з товщиною стінки 0,05–15 мм. Вироби, виготовлені волочінням, мають велику точність розмірів, а поверхня – меншу шорсткість.

У процесі волочіння заготовка може бути гарячою чи холодною.

У ході *холодного волочіння* кінець заготовки загострюють, щоб він вільно пройшов через отвір волока, і захоплюють волочильними кліщами. Внаслідок тертя, що виникає під час проходження металевої заготовки через отвір, отриманий дріт наклепується, структура стає волокнистою. Щоб позбутися наклепу, дріт відпалюють.

У ході *гарячого волочіння*, яке проводять дуже рідко, заготовку попередньо відпалюють для отримання дрібнокристалічної

структури металу і підвищення її пластичності, потім очищають від окалини в розчині сірчаної кислоти і промивають у нейтралізувальному розчині. Швидкість волочіння залежить від температури нагрівання заготовки і діаметра виробу.

Пресуванням називають спосіб виготовлення виробів витісненням заготовки із замкненої порожнини (контейнера) через отвір у матриці.

У процесі пресування (рис. 4.6, б) конструкційний матеріал (заготовка) переміщується лише в напрямку отвору. Отвори можуть мати різну форму. У процесі пресування отримують вироби, поперечний зріз яких відповідає формі отвору.

Виріб, отриманий пресуванням, називають *пресуванням*.

Пресуванням виготовляють дріт з найменшим діаметром 5 мм, прутки діаметром 5–250 мм, труби із зовнішнім діаметром 200 – 400 мм і найменшою товщиною стінки 1,25 мм та інші вироби. Пресуванням виготовляють вироби з міді, алюмінію, цинку, свинцю, магнію та їхніх сплавів, а також зі сталі. Заготовки з більшості металів і сплавів перед пресуванням нагрівають.

Пресування може бути двох видів – одностороннє і зустрічне.

У ході *одностороннього пресування* (рис. 4.6, б) напрямки руху (переміщення) заготовки і пуансона збігаються. Нагріту заготовку 1 закладають у контейнер 2, куди вкладають також прес-шайбу 3. Пуансон 4 тисне на прес-шайбу, внаслідок чого метал заготовки видавлюється через отвір матриці 5 у вигляді прутка (виробу) 6. Витіснити з контейнера весь метал не вдається. У ньому залишається 8–12 % маси заготовки. Одностороннім пресуванням виготовляють труби і дріт.

У ході *зустрічного пресування* матриця об'єднана з прес-шайбою.

У процесі пресування заготовка залишається нерухомою, переміщується матриця. Метал заготовки видавлюється назустріч руху матриці. Зустрічне пресування потребує менших зусиль, ніж одностороннє. Крім того, в контейнері залишається невикористаним менший залишок металу (6–10 %). Цим способом пресують труби і дріт.

Змінюючи матрицю, можна легко перейти від виготовлення виробів одного профілю до виготовлення іншого профілю. Тому

невеликі партії виробів з одним профілем економніше виготовляти пресуванням, ніж гнуттям [29].

У табл. 4.2 подано характеристику застосування різних способів отримання заготовок тиском.

4.2.3. Заготовки з прокату

Прокат – продукція прокатного виробництва. Прокат являє собою металеві вироби, одержувані шляхом гарячої і холодної прокатки (листи, штаби, стрічки, рейки, балки, труби і т. д.).

Заготовки з прокату використовують при безпосередньому виготовленні з нього деталей на металорізальних верстатах і для виконання поковок і штампованих заготовок (рис. 4.7).

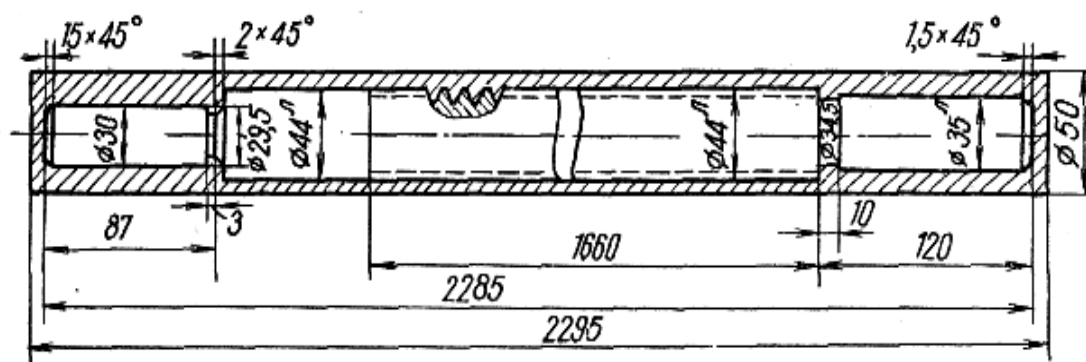


Рис. 4.7. Заготовка гвинта з прокату

Деталі з прокату виготовляють після його різання на заготовки або з прутка (штаби, листа). Для виготовлення деталей відповідної конфігурації застосовують круглий, квадратний, шестигранний, штабовий прокат, а також безшовні і зварні труби.

Гнуті профілі, що застосовуються для виготовлення багатьох деталей, легкі і досить жорсткі. У конструкціях використовують відкриті, закриті і багатошарові профілі (рис. 4.8, а). Форма гнутих профілів може бути наближеною до форми окремих елементів конструкції.

Спеціальний прокат, застосовуваний у великосерійному і масовому виробництві, майже повністю виключає обробку різанням, на частку якого залишається в основному відрізання, свердління отворів і зачищення. Профілі спеціального прокату показано на рис. 4.8, б.

Таблиця 4.2

Характеристика методів обробки заготовок тиском [29]

Метод виконання заготовок	Розмір або маса	Товщина стінки, мм	Форма заготовки	Матеріал	Тип виробництва
1	2	3	4	5	6
1. Кування: на молотах і пресах	До 250 т	3-5	Проста	Вуглецеві і леговані сталі, спеціальні сплави	Одиничне і дрібно-серійне
на молотах у підкладних кільцях і штампах	10 кг і більше	3-5	Середньої складності	Те саме	Дрібно-серійне
на радіально-кувальних машинах	Діаметр прутка (труби) до 150 мм	3-5	Ступінчасті тіла обергання	»	Серійне
2. Штампування: на молотах і пресах	До 0,4 т	2,5	Обмежена можливістю вилучення заготовки із штампа	»	Серійне і масове

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6
з наступним калібруванням	Площа поверхні, яка калібрується, 2,5-80 см ²	2,5	Обмежена можливістю вилучення заготовки із штампа	Вуглецеві і леговані сталі, спеціальні сплави	Серійне і масове
безоблойне	До 0,015 т	-	Проста	Сталі та кольорові метали	Те саме
видавлюванням	До 0,015 т	Для алюмініє- вих сплавів	Прості	Те саме	»
на карбувальних кривошипно- колінних пресах	Діаметр до 200 мм	2,5	Прості (переважно тіла обертання)	Вуглецеві і леговані сталі, спеціальні сплави	»

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5	6
3. Фасонне вальцювання на кувальних вальцях	До 0,05 т	2,5	Те саме	Те саме	Те саме
4. Прокатка заготовок на поперечно-гвинтових і спеціальних верстатах	До 0,25 т	2,5	Тіла обертання	»	»
5. Холодна висадка на автоматах	Діаметр 1-30 мм	2,5	Тіла обертання	»	»
6. Волочіння прутків через спеціальні профілі для подальшого виготовлення штучних заготовок	Діаметр 1-25 мм	2,5	Фасонний профіль	»	»

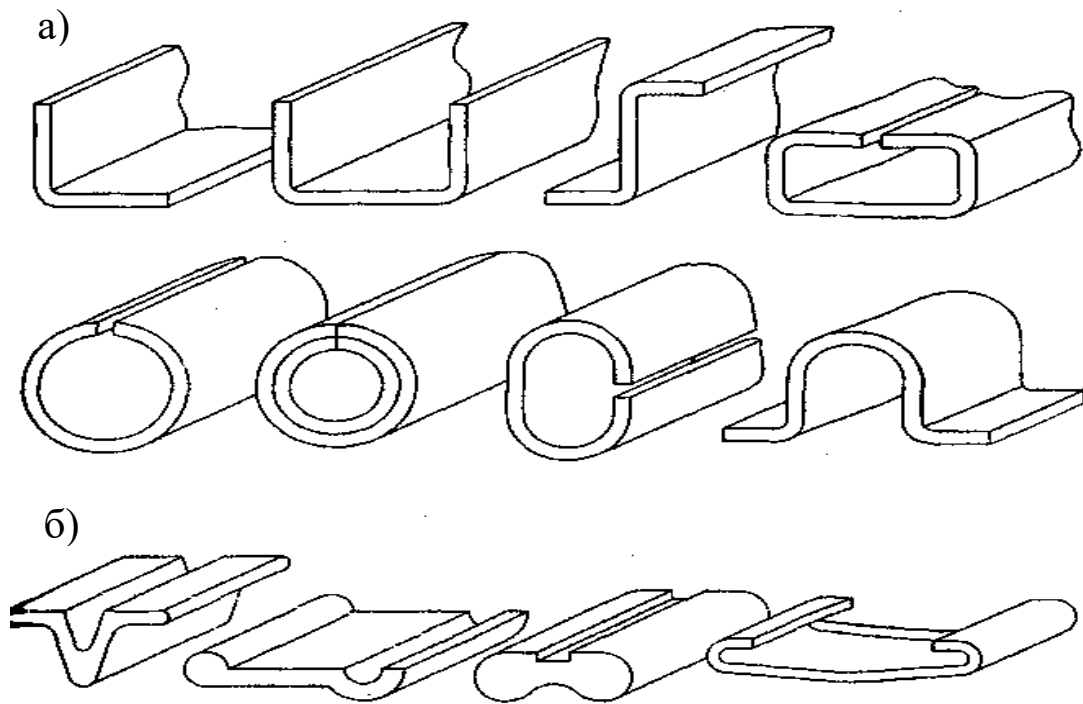


Рис. 4.8. Різновиди профілів з прокату:
а – гнуті профілі; б – прокат спеціальних профілів

Методи правки прокату і заготовок наведено в табл. 4.3.

Методи різання заготовок з прокату наведено в табл. 4.4.

Для виготовлення складних за конфігурацією і великих заготовок застосовують комбіновані методи, які полягають у тому, що заготовки розчленовують на окремі прості елементи, виготовлені прогресивними способами з подальшим з'єднанням цих частин зварюванням або паянням. Приклади таких заготовок:

- листоштампувальні елементи, з'єднані точковим або шовним зварюванням в одну складну заготовку;
- штамповані з листа і механічно оброблені заготовки, з'єднані в одне ціле паянням;
- отримані газовим різанням елементи з листового прокату (або вилівка), з'єднані шовним зварюванням у великогабаритні заготовки (фундаментальні кільця гідротурбін, рами стаціонарних двигунів внутрішнього згорання, станини важких верстатів);
- штамповані або оброблені різанням заготовки, залиті в одну складну заготовку (діафрагми парових турбін із залитими лопатями);
- попередньо оброблені поковки або елементи з прокату, з'єднані електрошлаковим зварюванням в одну велику заготовку;

- середні за розміром виливки, з'єднані термічним зварюванням в одну велику і складну заготовку.

Таблиця 4.3

Методи правки прокату і заготовок, [29]

Правка	Застосовується для
1. На правильних валках	Листового і кутового прокату Листів, прутків, литих (ковкий чавун, сталь) і штампованих заготовок Листів, прутків і зварних конструкцій Прутків і дроту, що поставляються в бухтах Круглого прокату діаметром до 100 мм Круглих заготовок довжиною до 200 мм Плоских і циліндричних заготовок Листів, зварних конструкцій
2. На згинальних і правильних пресах	
3. На правильно-розтяжних машинах і експандерах	
4. На правильно-відрізних верстатах	
5. На правильно-калібрувальних верстатах	
6. На накатних верстатах гладкими плашками	
7. Ручна на плитах, у пристроях зі струбцинами	
8. Ацетиленокиснева	
* Продуктивність 60 шт/хв	
** Продуктивність не вище 1 – 2 шт/хв	

Таблиця 4.4

Методи різання прокату

Різання	Обробка
1. Газове (ацетиленокисневе, кисневе, плазмодугове)	Листового і профільного прокату, заготовок різної конфігурації Листового прокату, штаб і прутків різного профілю Прутків і труб Прутків різного профілю Круглого і профільного прокату - Круглого прокату і труб Твердих матеріалів Те саме Круглого прокату (прутки, труби)
2. На приводних ножицях	
3. Фрикційними дисками	
4. Круглими пилами	
5. На приводних ножівках	
6. Стрічковими пилами	
7. Відрізними різцями	
8. Абразивним кругом	
9. Електрохімічне	
10. Електроерозійне	

4.2.4. Отримання заготовок за допомогою металокераміки

Металокерамічні деталі виготовляють з металів, що не змішуються в розплавленому вигляді (залізо – свинець; вольфрам – мідь) або композицій, що складаються з металів та неметалів (мідь – графіт і ін.). Заготовки цих деталей отримують пресуванням сумішей порошків в прес-формах під тиском 1000–6000 кгс/см² з наступним спіканням. Порошок отримують подрібненням металів в кульових млинах (частки розміром 0,04–0,10 мм), у вихрових млинах (частки розміром 0,02–0,04 мм), а також розпиленням легкоплавких металів у рідкому вигляді. Пресування здійснюється на гідравлічних або кривошипних пресах, а спікання – в газових або електричних печах. Час спікання – від 15 хв до 24 год залежно від розмірів заготовок і властивостей матеріалу. Цим методом зазвичай отримують заготовки масою до 5 кг.

Виріб, отриманий з порошку, називають *порошківкою*. Найбільш поширеним способом формування порошківки є холодне і гаряче пресування, вальцювання і шлікерне лиття.

1. Пресування. Вироби пресують у прес-формах. Зусилля прикладають з однієї, двох або більше сторін.

Одностороннє пресування (рис. 4.9, а) застосовують для виготовлення виробів простої форми (втулки, кільця тощо). Під дією пуансона 1 порошок 2 ущільнюється, деформується і навіть частково руйнується. Внаслідок впливу сил тертя порошку об стінки прес-форми 3 прикладене зусилля розподіляється нерівномірно, що служить причиною нерівномірності щільності матеріалу і погіршення якості виробу. Чим більше відношення висоти виробу до його діаметра, тим більше буде коливання щільності матеріалу.

Двостороннє пресування (рис. 4.9, б). У процесі двостороннього пресування два пуансона рухаються назустріч один одному. Цим способом пресування виготовляють вироби, в яких відношення висоти до діаметра перевищує вдвічі. Внаслідок зустрічного руху двох пуансонів збільшується рівномірність розподілу щільності частинок порошку по висоті. Для досягнення однакової середньої щільності порошку прикладають зусилля, яке на 30–40 % менше, ніж у ході одностороннього пресування. Для

отримання виробів складної форми використовують машини з декількома пуансонами.

Мундштукове пресування (рис. 4.10) застосовують у разі отримання виробів, довжина яких значно перевищує діаметр (прутки, труби тощо).

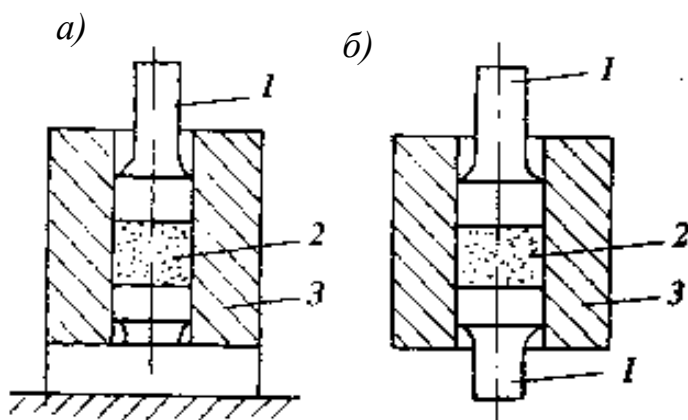


Рис. 4.9. Схеми пресування порошків: а – одностороннє; б – двостороннє

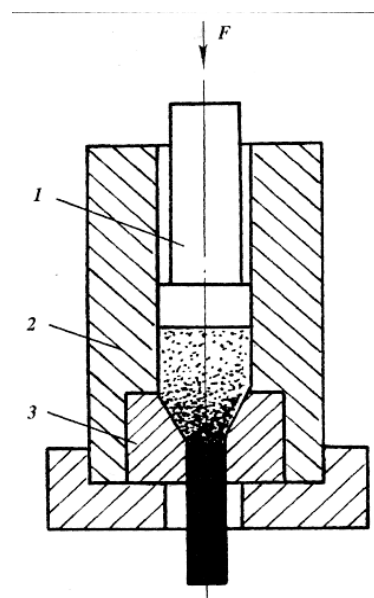


Рис. 4.10. Схема мундштукового пресування порошків

Ці вироби виготовляють з порошків, які важко пресуються (порошки берилію, вольфраму тощо). Процес отримання виробів полягає в тому, що порошок, який міститься в порожнині контейнера 2, видавлюється пуансоном 1 через отвір мундштука матриці 3. Профіль отриманого виробу визначається формою отвору мундштука і може бути як простим, так і складним.

Щоб підвищити щільність матеріалу майбутнього виробу, використовують вібрацію, яка до порошку передається через контейнер або пуансон. За допомогою вібрації в кілька разів можна зменшити зусилля на пуансоні.

Гаряче пресування характеризується поєднанням двох процесів: пресування і спікання виробів. У процесі нагрівання порошку до високих температур (майже до температури спікання) підвищується його пластичність, тому тиск у ході пресування значно нижчий. Гарячим пресуванням можна отримати вироби з порошків, які важко пресуються. Це порошки

жароміцних матеріалів, твердих сплавів і чистих важкоплавких металів (вольфрам, молібден) [29].

4.2.5. Застосування пластмас для отримання заготовок

Мала щільність, демпфірувальна здатність, стійкість до агресивних середовищ, електротеплоізоляційні та антифрикційні властивості, простота переробки у виробі сприяють *широкому застосуванню пластмас* у машинобудуванні. При заміні чорних металів пластмасами собівартість масового виготовлення деталей знижується в 1,5–3,5 разу, а при заміні кольорових металів у 5–20 разів [29].

Зазвичай пластмаси є багатокомпонентними матеріалами, що складаються зі сполучної речовини, наповнювача, пластифікатора, барвника, який зв'язує речовини, каталізатора, інгібітора і інших домішок. Підбором компонентів матеріалу надають бажані властивості. Як сполучну речовину застосовують штучні термопластичні і термореактивні смоли, суміші цих смол і ефіри целюлози.

Залежно від наповнювача пластмаси поділяють:

- на порошкоподібні;
- волокніти;
- шаруваті матеріали.

Пластмаси з порошковим наповнювачем є в основному термореактивними композиціями. Наповнювачем служать деревне борошно, мелений кварц, тальк, мелений шлак, графіт, окис алюмінію, карбід кремнію та інші речовини. Використовуються для отримання деталей загального призначення (корпуси, маховики, ковпачки, ручки). Прес-порошки всіх видів переробляють у виробі методом гарячого і ливарного пресування. Великі виробі отримують у формах з віброущільненням.

Пластмаси з листовим наповнювачем (текстоліти, склотекстоліти) термореактивні. Їх поставляють у вигляді листів і труб. Використовуються для отримання зубчастих коліс, корпусів та інших деталей. Фрикційні властивості, твердість, ударо- і вібростійкість, жароміцність і технологія обробки залежать від властивостей наповнювачів. Деталі машин з цих пластмас виготовляють двома етапами: спочатку отримують заготовку, а потім її обробляють різанням.

Пластмаси з волокнистим наповнювачем (бавовняна целюлоза, азбестове і скляне волокно, вовняні очоси) також термореактивні. За міцністю вони поступаються шаруватим матеріалам, але мають над ними перевагу щодо технологічності та економічності виготовлення деталей машин. Волокніти застосовують у вигляді листів, труб, прутків.

До *пластмас без наповнювача* можна віднести полімери. Вони в основному термопластичні і допускають багаторазову переробку. Деталі з полівінілхлориду (капрон, капролон), полістиролу, поліетилену, поліпропілену, поліметилметакрилату виготовляють пресуванням і методом лиття. З полімерів отримують матеріали для виготовлення різних деталей обробкою різанням.

Пластмаси з газоповітряним наповнювачем мають малу щільність. Залежно від структури їх поділяють на пінопласти, поропласти і сотопласти і виготовляють на основі полівінілхлориду, полістиролу, епоксидних смол або їх модифікацій. Пустотіла структура виходить хімічними, фізичними і механічними методами або їх поєднанням. Пінопоропласти застосовують як утеплювачі, амортизувальні засоби і для виготовлення спеціальних деталей.

4.3. Методи обробки заготовок

У механічних цехах середнього і малого масштабу попередня обробка заготовок, тобто виконання заготівельних операцій, зазвичай проводиться в заготівельному відділенні, яке часто розташовується при цеховому складі заготовок і матеріалів. За наявності на заводі декількох великих механічних цехів замість заготівельного відділення організовується самостійний заготівельний цех, що обслуговує всі металообробні цехи заводу [2].

У заготівельному відділенні або цеху прокат у вигляді прутків піддається виправленню, обдиранню, розрізанню, центруванню. Кування й штампування також проходять заготівельні операції: фрезерування і центрування торців (кінців), обдирання і попереднє розточування отворів.

Заготівельні операції для прутків зазвичай виконуються в такому порядку: 1) правка; 2) без центрів обдирання;

3) розрізання; 4) центрування (якщо прутки призначається для подальшої обробки на револьверному верстаті або автоматі, центрування прутка не проводиться); 5) контроль виконаних операцій.

Перед початком механічної обробки прутковий матеріал і заготовки для валів з метою усунення викривлення осей правлять у холодному стані. Заготовки у вигляді поковок і штамповок при значних їх діаметрі і довжині правлять у нагрітому стані під молотами.

Прутки і заготовки для валів можна правити на пресах ручних, гвинтових, ексцентрикових, гідравлічних, пневматичних і фрикційних; останні три види пресів застосовують, головним чином, в автотракторобудуванні. Перед правкою вали перевіряють у центрах і при цьому визначають місця, що підлягають виправленню; після цього їх правлять на пресах за допомогою призм.

Прутки і вали розрізають на приводних ножівках, на пилах дискових, стрічкових, фрикційних, електрофрикційних, на токарно-відрізних верстатах (з одним або двома відрізними різцями), відрізних автоматах, верстатах, що працюють тонким абразивним кругом (застосовуються для розрізання загартованої сталі і труб). У механічних цехах розрізання іноді здійснюють на фрезерних верстатах прорізними фрезами.

Прутковий матеріал можна розрізати також на пресах і ножицями, що застосовується, головним чином, у заготівельних відділеннях ковальських цехів.

Для розрізання листового матеріалу зазвичай застосовують ножиці різних конструкцій: ручні, стульцеві, гільйотинні, роликові.

Крім зазначених способів механічного розрізання пруткового і листового матеріалу (деякі з них використовуються і для розрізання труб), застосовується також газове (автогенне), анодно-механічне, електроіскрове і ультразвукове розрізання.

Приводні ножівки розрізають прутковий матеріал ножівковим полотном, яке здійснює під деяким тиском зворотно-поступальний рух від механічного привода. Різальні крайки зубів пиляльного полотна спрямовані в сторону розрізання; полотно притискається до матеріалу, що розрізається, тільки під час робочого ходу, а при зворотному ході підводиться гідравлічним

механізмом. Внаслідок цього тертя зубів по матеріалу при зворотному ході виключається, знос полотна зменшується, а продуктивність ножівки збільшується.

Дискова пила являє собою диск з різальними зубами, дуже схожий на тонку фрезу; такі пили широко застосовуються для розрізання прокату, прутків, балок різних профілів і труб.

Стрічкова пила має форму нескінченної стрічки товщиною 1,0–1,5 мм. Ці пили бувають вертикальними, горизонтальними і похилими. Втрати на проріз при розрізанні стрічковою пилою незначні, оскільки товщина стрічки мала. Стрічкові пили застосовуються, головним чином, для розрізання пруткового матеріалу з кольорових металів (латуні, червоної міді, алюмінію і ін.). Вони застосовуються також для вирізання кривошипів колінчастих валів, шатунів і інших подібних деталей.

Фрикційною (або беззубою) пилою називається тонкий сталевий диск, що обертається від електродвигуна (зі швидкістю 100–140 м/с). При подачі і обертанні диск внаслідок виникаючого тертя нагріває частинки металу в прорізі до температури, при якій починається плавлення. Розплавлений метал видаляється з прорізу цим самим диском, який охолоджується повітрям і водою. Для збільшення тертя поверхню круга виконують з частою рисою, що трохи збільшує ширину пропила. Подача диска буває ручною і механічною. Фрикційні пили розрізають матеріал дуже швидко, але потребують для привода електродвигун великої потужності. Фрикційними пилами можна розрізати загартовані сталеві деталі, що не піддаються розрізанню звичайними пилами.

Центрові отвори в деталях типу валів є базою для низки операцій: обточування, нарізування різьблення, шліфування, нарізування шліців і ін., а також для правки і перевірки виготовлених деталей. Центрові отвори в таких різальних інструментах, як свердла, зенкери, розгортки, мітчики і т. д., потрібні не тільки для обробки, але і для перевірки заточування і переточування їх під час експлуатації.

При ремонтних роботах центровими отворами користуються як базами для обточування зношених або пошкоджених поверхонь шийок валів, для правки, шліфування, контролю та при інших операціях.

1. Обробка різанням.

Задані форми, розміри і якість поверхонь деталей машин досягаються в основному обробкою різанням; обробку різанням поділяють на обдирання, чорнову, напівчистову і чистову. Для отримання точних розмірів і мінімальної шорсткості поверхні застосовують тонку обробку.

Обдирання – попередня обробка різанням заготовок, отриманих литтям, куванням або прокаткою. Обдиранню піддають великі поковки і виливки. Обдиранням зменшують просторові відхилення і похибки форми вихідної заготовки.

Чорнову обробку використовують для заготовок, що піддавалися обдиранню, для великих штампованих заготовок.

Напівчистову обробку застосовують, коли при чорновій обробці не може бути видалений весь припуск або коли до точності геометричних форм оброблюваної заготовки і просторових відхилень її елементів висуваються підвищені вимоги.

Чистову обробку застосовують або як остаточну, або як проміжну під подальшу обробку. Одноразовій чистовій обробці піддають заготовки, отримані методами, що забезпечують високу точність їх виконання (штампування за першою групою точності, лиття в кокіль, лиття за виплавленою моделлю тощо).

Тонку обробку різцями застосовують як метод остаточної обробки зовнішніх і внутрішніх циліндричних поверхонь, який замінює шліфування, і здійснюють при високих швидкостях різання, малих глибинах різання (0,05–0,5 мм) на спеціальних верстатах.

Обробку різцями виконують на верстатах токарного типу для циліндричних, конічних, сферичних, плоских торцевих і фасонних поверхонь обертання. Плоскі поверхні прямокутного типу обробляють різцями на стругальних і довбальних верстатах.

Для отримання точної і чистої, остаточної обробленої зовнішньої циліндричної поверхні застосовуються залежно від пропонуваних вимог і характеру деталі різні види *чистої обробки*.

До них належать: тонке (алмазне) точіння, шліфування (в центрах, безцентрове, абразивною стрічкою), притирання (доведення), механічне доведення абразивними коливальними брусками (суперфініш), полірування, обмотування роликками, обдування дробом і ін.

Тонке (алмазне) точіння застосовується, головним чином, для оздоблювальної обробки деталей з кольорових металів і сплавів (бронзи, латуні, алюмінієвих сплавів тощо) і частково для деталей з чавуну і сталі. Пояснюється це тим, що шліфування кольорових металів значно важче, ніж сталі і чавуну, внаслідок швидкого засолювання шліфувального круга. Крім того, обробка алмазними різцями сталевих і чавунних деталей поки що значно менш ефективна, ніж деталей з кольорових металів і сплавів.

При тонкому точінні обробка проводиться алмазними різцями або різцями, оснащеними твердими сплавами; останні в ряді випадків замінюють алмазні різці. Метод алмазного точіння зберіг свою назву і при заміні алмазних різців різцями з твердих сплавів, але з режимами різання, приблизно такими самими, що застосовуються для алмазних різців і характеризуються високими швидкостями різання при малій подачі та малій глибині різання.

Фрезерування – обробка металів і неметалевих матеріалів зняттям стружки, при якій різальний інструмент – фреза – здійснює обертальний рух, а оброблювана заготовка – поступальний (рис. 4.11). Застосовується для обробки площин, криволінійних поверхонь деталей, різьбових поверхонь, зубчастих і черв'ячних коліс і ін. При обробці фрезами розрізняють чорнове, напівчистове, чистове, а при обробці торцевими фрезами – і тонке фрезерування.

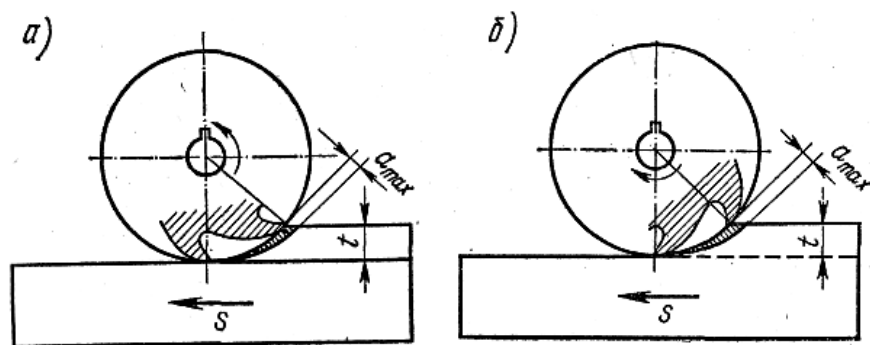


Рис. 4.11. Схеми фрезерування:
а – зустрічне; б – попутне

Чорнове фрезерування застосовують для обробки виливків і поковок, припуск на попередню обробку яких перевищує 3 мм.

Напівчистове фрезерування використовують для зменшення похибок геометричних форм і просторових відхилень.

Чистове фрезерування застосовують як остаточну обробку після чорнового фрезерування або як метод постійної або тимчасової роботи перед наступною обробною операцією.

Тонке фрезерування здійснюють як метод остаточної обробки плоских поверхонь торцевими фрезами. Одноразове фрезерування застосовують у тих випадках, коли похибки вихідної заготовки обумовлюють незначний припуск на обробку (менше 2 мм). Застосовуючи швидкісні режими при фрезеруванні, зменшують висоту мікронерівностей поверхні в 1,5–2,5 разу.

Торцеві фрези використовують для обробки великих відкритих плоских поверхонь; набір циліндричних, прорізних і кутових фрез, закріплених на одній оправці, – для обробки фасонних поверхонь; фасонні фрези – для обробки складнопрофільованих поверхонь; пальцеві і дискові фрези – для обробки пазів і гнізд.

Фрезерування здійснюється на фрезерних верстатах.

При свердлінні отворів на свердлильних верстатах обертається інструмент (свердло); при свердлінні на токарних верстатах (а також на верстатах для глибокого свердління) зазвичай обертається оброблювана деталь (рис. 4.12).

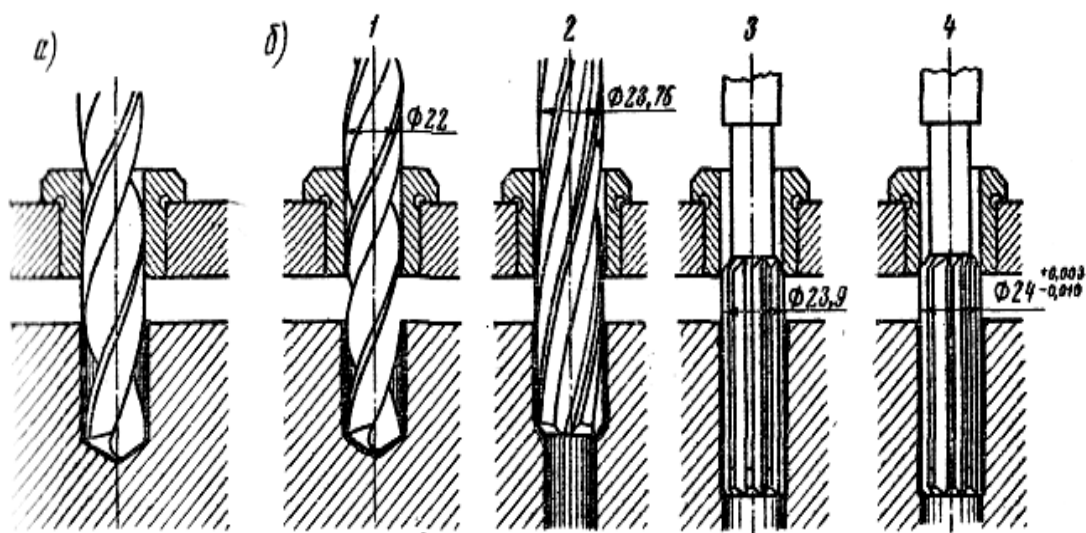


Рис. 4.12. Обробка отворів у суцільному матеріалі:
а – свердління отвору 4-го класу точності; б – обробка отвору 2-го класу точності; 1 – свердління; 2 – зенкерування;
3 – чорнове розгортання; 4 – чистове розгортання

Свердління – утворення зняттям стружки отвору в суцільному матеріалі за допомогою свердла, що здійснює зазвичай обертальний і поступальний рухи відносно своєї осі (при свердлінні отворів на свердлильних верстатах обертається інструмент (свердло); при свердлінні на токарних верстатах (а також на верстатах для глибокого свердління) зазвичай обертається оброблювана деталь).

Спіральними свердлами свердлять отвори діаметром до 80 мм у суцільній заготовці. Таке свердління застосовують як попередню обробку точних отворів. Обробка грубих отворів для болтів і заклепок обмежується одним свердлінням. При діаметрі отвору більше 30 мм свердлять отвір малого діаметра (одна третина заданого), а потім проводять його розсвердлювання. Положення осі отвору забезпечують свердлінням по розмітці, кондуктору і на координатно-свердлильних верстатах. Свердління по кондуктору зменшує зміщення осі і збільшення діаметра (розбивку) отвору.

Свердління здійснюється на свердлильних, розточувальних, токарних, револьверних та інших верстатах, а також ручними свердлильними машинами.

Свердління часто є підготовчою операцією для подальшого розточування, зенкерування, протягування. Свердління є також підготовчою операцією при нарізанні внутрішніх різей.

Зенкерування – чистова обробка отворів після свердління, у виливках, після гарячого або холодного пробивання отворів у поковках або штампівках, циліндричних заглибин під головки або шийки гвинтів тощо.

Зенкерування поділяють на чорнове (обробка литих або прошитих отворів) і чистове (обробка просвердлених або попередньо розточених отворів). Зенкерують отвори діаметром до 120 мм. Зенкерування підвищує точність форми вихідного отвору, зменшує зміщення його осі, що досягається спрямуванням інструмента кондукторною втулкою.

Зенкерування здійснюють на свердлильних і агрегатно-розточувальних верстатах, а також на верстатах токарної групи за допомогою інструмента – *зенкера*.

Розгортання – чистова обробка конічних і циліндричних отворів за допомогою металорізального інструмента – *розгортки*. Розгортання отворів застосовують як метод остаточної обробки

або як метод, що передує хонінгуванню, тонкому розточуванню, притиранню. Розгортання не зменшує зміщення осі отвору; його використовують для отримання отворів точного діаметра.

Залежно від виду отвору застосовують попереднє, чистове і тонке розгортання. Розгортають отвори діаметром до 120 мм. Розгортанню передують свердління, чистове зенкерування і чистове розточування. Застосовують комбіновані інструменти (свердло – зенкер, свердло – розгортку), що дають змогу скоротити час обробки суміщенням в одній операції кількох переходів. У серійному і масовому виробництві свердління, зенкерування і розгортання отворів здійснюють на багатошпindelних верстатах, що забезпечують високу продуктивність праці.

Протягування – спосіб обробки різанням внутрішніх і зовнішніх поверхонь заготовок на протяжних верстатах. При протягуванні застосовують багатолезовий різальний інструмент – протяжку. Протяжкою обробляють наскрізні отвори, пази будь-якого перерізу (шпонкові канавки), плоскі і криволінійні поверхні, а також зовнішні поверхні обертання. Протягування скорочує маршрут обробки, оскільки протяжка замінює комплект інструментів (наприклад зенкер або розточувальний різець і розгортку; чорнову і чистову фрези). Протягування отворів здійснюють після свердління, а пазів і зовнішніх поверхонь – по необробленій поверхні.

Шліфування – чистова обробка поверхонь деталей абразивними інструментами. Шліфування застосовують як метод попередньої і остаточної обробки. *Обдирне шліфування* часто використовують для отримання базових поверхонь у дрібних і середніх виливках.

Сучасні прогресивні способи виготовлення заготовок – виливків і штамповок – дають можливість отримати їх з розмірами і формою, близькими до розмірів і форми готової деталі, і часто надають можливості через дуже малі припуски уникати обробки лезовим інструментом, остаточно обробляючи заготовки тільки шліфуванням і отримуючи цим методом обробки остаточні точні розміри і належний клас шорсткості поверхні деталі.

Шліфування зовнішніх циліндричних поверхонь. Для обробки зовнішніх циліндричних поверхонь застосовують такі види шліфування:

- а) обдирне;
- б) точне, яке може бути попереднім і чистовим;
- в) тонке.

Обдирне шліфування застосовується замість попередньої обробки різанням лезовим інструментом і тут не розглядається.

Тонке шліфування при обробці отворів не застосовується, і якщо потрібна більш висока точність і мала шорсткість, то використовують інші методи обробки лезовим або абразивними інструментами (тонке розточування, тонке розгортання, хонінгування, притирання). Шліфуванням обробляють різні поверхні, застосовуючи верстати відповідного типу (плоско- і круглошліфувальні, для внутрішнього шліфування, сферошліфування, різе- і зубошліфувальні).

Для тонкого шліфування застосовують алмазні круги, що складаються з корпусу і алмазозносного кільця (рис. 4.13). Алмазозносний шар містить алмаз і зв'язку (металеву або органічну).

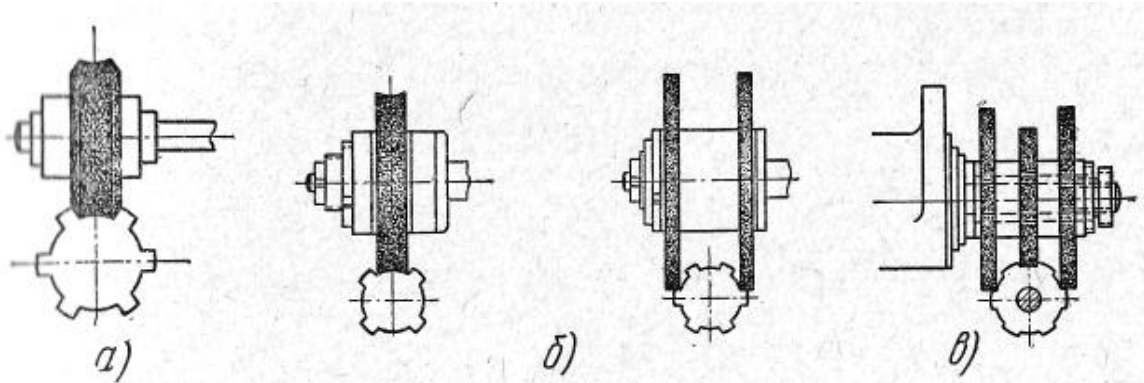


Рис. 4.13. Способи шліфування шліців валів:

- а – фасонним кругом;
- б – двома операціями – одним і двома кругами;
- в – трьома кругами

Шліфування абразивними стрічками застосовують для металевих і неметалевих деталей. Цей метод використовують для обробки криволінійних поверхонь фасонних деталей типу турбінних лопатей і шийок колінчастих валів. Робоча поверхня стрічки значно перевищує робочу поверхню круга.

При обробці зовнішніх поверхонь обертання застосовують попереднє, чистове і тонке шліфування.

При обробці отворів застосовують попереднє і чистове або одноразове шліфування.

Хонінгування – обробка поверхонь заготовок спеціальним інструментом – *хоном*, оснащеним дрібнозернистими абразивними брусками; хон обертається і одночасно здійснює зворотно-поступальний осьовий рух; у результаті на оброблюваній поверхні створюється дрібна сітка пересічних рисок від абразивних зерен, які добре утримують мастило. Хонінгуванням видаляють шар 0,01–0,20 мм залежно від діаметра отвору і попередньої обробки. Хонінгуються отвори діаметром 20–400 мм і вище (циліндри компресорів та інших поршневих машин), довжиною більше одного діаметра. Хонінгуванням усувають конусоподібність і овальність отвору без зміни положення його осі. Хонінгування поділяють на попереднє, чистове і тонке залежно від припуску, що знімається, і зернистості абразивних брусків. Попередня перед хонінгуванням обробка – розгортання, тонке розточування, шліфування.

У результаті хонінгування виходить гладенька поверхня 9–11-го класів і з точністю 1–2-го класу. Охолодження здійснюється зазвичай гасом, який сприяє видаленню абразивних зерен, що залишаються в порах металу (особливо чавуну) і збільшують знос отвору при експлуатації деталі, тому інтенсивне охолодження необхідно.

Верстати для хонінгування виготовляються одно- і багатошпиндельні (до 6 шпинделів) із гідравлічною подачею.

Хонінгування має порівняно з внутрішнім шліфуванням такі переваги:

1) забезпечення циліндричної форми поверхні отвору через відсутність віджимання інструменту, який буває при роботі на внутрішньошліфувальних верстатах;

2) відсутність вібрацій, що часто спостерігається у внутрішньошліфувальних верстатів;

3) плавність ходу хонінгувальної головки, що досягається завдяки гідравлічній подачі.

Накочування

Циліндричні рукоятки різних вимірювальних інструментів, рукоятки калібрової головки мікрометричних гвинтів і круглі

гайки для зручності користування роблять не гладкими, а рифленими. Така рифлена поверхня називається *накаткою*, а процес її отримання – *накочуванням*. Накатка буває прямою і перехресною.

При накочуванні подачу здійснюють у двох напрямках – перпендикулярно до осі деталі і вздовж її осі. Для отримання достатньої глибини накатки потрібно вести накочування у 2-3 проходи. Правила накочування такі:

1) на початку накочування слід відразу сильно натиснути на державку і перевірити, чи потрапляють зубці роликів при наступних обертах у зроблені ними насічки;

2) ролики мають відповідати необхідному обрису деталі;

3) подвійні ролики мають бути розташовані точно один під одним;

4) перед роботою потрібно ретельно очистити ролики дротяною щіткою від залишків матеріалу;

5) під час накочування робочі поверхні роликів слід добре змащувати веретенним або машинним мастилом.

Вигладжуванням називають численні різновиди процесу обробки поверхні тиском, без зняття стружки, шляхом тертя ковзання або кочення. В процесі вигладжування відбувається в тій чи іншій мірі зміна геометричних параметрів поверхні та показників фізико-механічного стану поверхневого шару деталі. У зв'язку з цим за технологічним призначенням вигладжування поділяють на три види: *калібрування* – для підвищення точності розміру поверхні і зменшення шорсткості; *вигладжування* – для зменшення шорсткості; *обробка* – для досягнення зміцнення поверхневого шару матеріалу.

За одержуваною точністю поверхні калібрування приблизно відповідає шліфуванню, але значно продуктивніше. Калібрування супроводжує значне зміцнення поверхневого шару металу деталі.

При вигладжуванні-обробці (власне вигладжуванні) відбувається згладжування нерівностей поверхні. Супутнє цьому зміцнення поверхні поширюється на невелику глибину, відповідну порівняно невеликому тиску інструмента на поверхню деталі. Вигладжування-обробку виконують в умовах тертя ковзання.

Хороші результати дає вигладжування алмазом (алмазне вигладжування), яке має незначний коефіцієнт тертя при

ковзанні, високу твердість і зносостійкість. Його використання дає змогу вигладжувати поверхні, загартовані на високу твердість.

На сьогоднішній день широко застосовується вигладжування обкатуванням кульками або роликками, виготовленими із загартованої сталі або твердого сплаву. Вигладжування шляхом обкатування роликками полягає в тому, що поверхню деталі, яка обертається, обкатують притиснутими до неї роликками.

Сутність процесу *обдування дробом* полягає в тому, що оброблювана поверхня піддається численним ударам сталевим або чавунним дробом, що викидається на оброблювану поверхню пневматичним або механічним способом. У результаті такої обробки поверхня набуває наклепу. Пневматичні пристрої для обдування дробом працюють аналогічно до піскоструминних апаратів. У механічних пристроях є ротор, що обертається з великою швидкістю та викидає дріб на оброблювану поверхню.

Усі дії процесу обдування дробом (подача деталі, збір дробу, його завантаження в бункер і т. д.) у сучасних дробоструминних апаратах здійснюються автоматично.

Вигладжування і обдування дробом є методами обробки тиском у холодному стані і належать до галузі «зміцнювальної» технології. Ці методи обробки ущільнюють поверхневий шар, завдяки чому збільшується опір деталі змінним навантаженням, а також збільшується опір зносу третєвих поверхонь сполучених пар.

Суперфінішування – тонка обробна операція обробки поверхні заготовок брусками, що коливаються, вони виготовлені з мікропорошкових абразивних матеріалів. Заготовка зазвичай обертається або рухається поступально, а брусок здійснює складний коливальний рух при малому, але постійному тиску на заготовку (рис. 4.14).

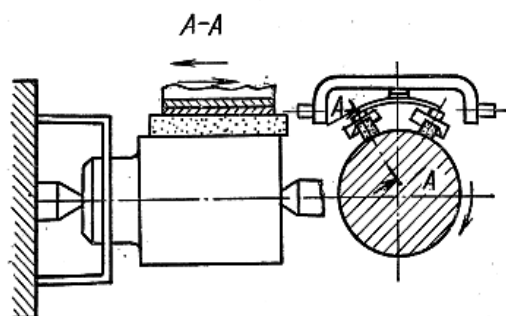


Рис. 4.14. Схема суперфінішування

Притирання – доведення деталей, що працюють у парі (пари зубчастих передач, пари клапанів двигунів до сідел, пари плунжерів паливної апаратури до гільз тощо), для забезпечення найкращого контакту робочих поверхонь.

Притиранням досягається високий клас точності. Інструмент – *притир* – виготовляють з більш м'якого матеріалу, ніж матеріал оброблюваної заготовки. Його поверхня шаржується абразивними порошками або пастами. Притиранню піддають зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі і інші поверхні. Його виконують на універсальних і спеціальних верстатах. Попереднім притиранням знімають припуск, необхідний для усунення похибок геометричної форми шліфованої поверхні; остаточним притиранням зменшують шорсткість поверхні.

Полірування – обробка матеріалів до отримання дзеркального блиску поверхні. Полірування виконують м'яким полірувальним кругом (з повсті, фетру, бязі) з нанесеною на нього полірувальною пастою або струменем абразивної рідини. Обробка поверхонь із застосуванням притиральних і полірувальних паст основана на одночасній дії інструмента (притира або полірувального м'якого кола) і поверхнево-активних речовин, що містяться в пастах. На відміну від притирання полірування не підвищує точності обробки.

Пристрої, призначені для установа і закріплення заготовок у необхідному положенні відносно робочих органів верстата, різальні інструменти (рис. 4.15), пристрої, що служать для транспортування деталей або виробів (пристрої-супутники) і виконання складальних операцій, називаються *технологічним оснащенням*. Пристрої поділяються на спеціальні (для обробки окремих деталей), універсально-налагоджувальні (для обробки різних за формою деталей з переналагодженням технологічного оснащення) і універсальні (для обробки різних деталей без переналагодження технологічного оснащення) [29].

2. Електромеханічна обробка.

Це спосіб остаточної обробки металевих виробів різанням або тиском, що супроводжується місцевим нагріванням поверхні електричним струмом поблизу формоутворювального інструменту.

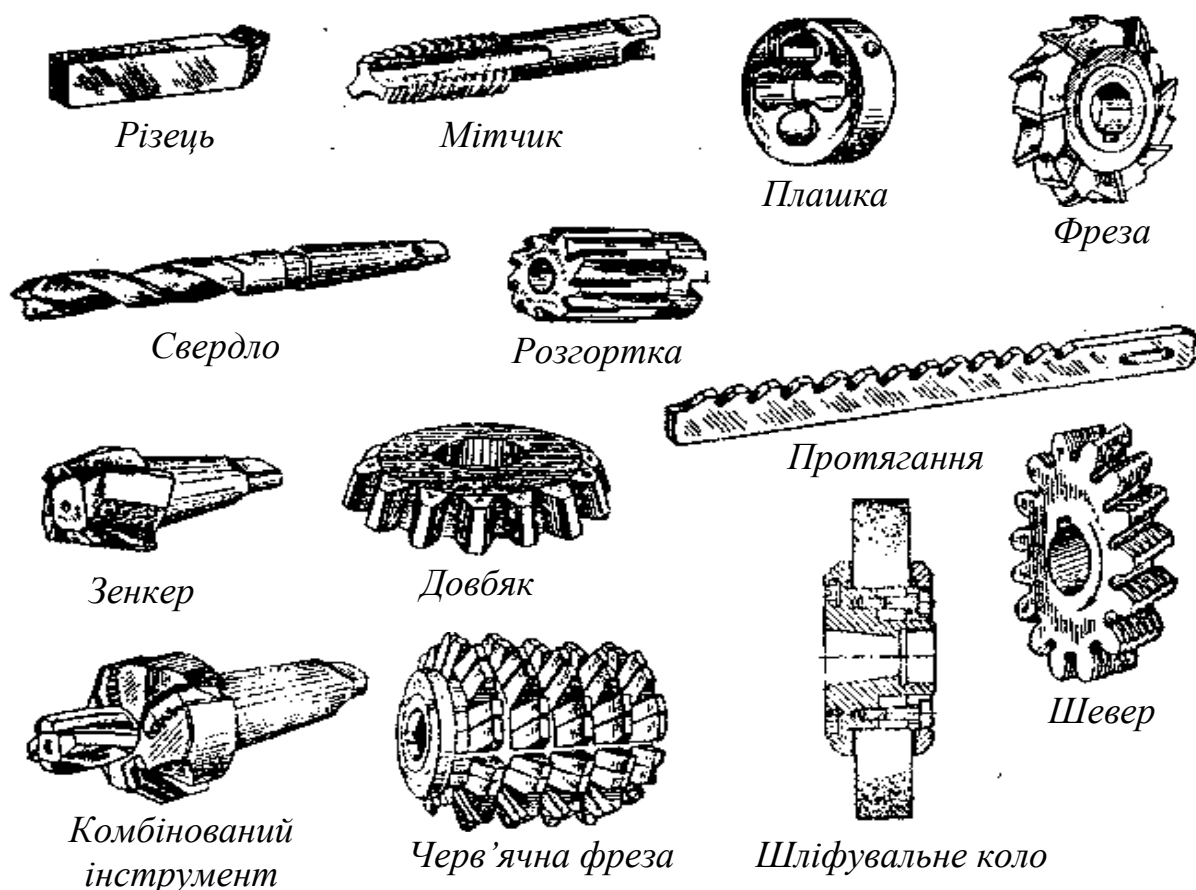


Рис. 4.15. Представники основних груп різального інструменту

Електромеханічну обробку здійснюють в умовах місцевого нагріву шару металу, що знімається, при підведенні в зону різання електричного струму великої сили (300–1000 А) і малої напруги (1–5 В). Зона перед різальною кромкою різця при цьому нагрівається, що знижує силу різання і зменшує шорсткість обробленої поверхні. При електромеханічному згладжуванні відбувається деформування мікронерівностей поверхні, що нагрівається за допомогою електричного струму. Інструментом служить ролик або полірувальник. Поєднання теплової (температура в зоні контакту інструмента і заготовки досягає 800 – 900 °) і силової дії змінює структуру і механічні властивості поверхневого шару, підвищуючи його твердість і зносостійкість.

3. Електроерозійна (електрофізична) обробка.

Цей спосіб обробки металів побудований на тепловій дії імпульсів електричного струму, порушуваних між електродами – інструментом і оброблюваною заготовкою. Має чотири

різновиди: електроіскрова, електроімпульсна, анодно-механічна і електроконтактна.

Електроіскрова обробка будується на дії короточасних іскрових розрядів (тривалість менше однієї стотисячної частки секунди) на опрацьований матеріал. Для отримання іскрових розрядів використовують електричний генератор імпульсів обмеженої потужності. Оброблювана заготовка і електрод-інструмент занурюють в діелектричну рідину. Частинки розплавленого і випаровуваного металу, потрапляючи в рідину, швидко тверднуть і перетворюються в мікроскопічні кульки. Цю обробку застосовують для проширення отворів малого діаметра, прорізування вузьких пазів і вирізання по контуру.

Електроімпульсна обробка полягає в послідовному збудженні розрядів між поверхнями інструмента та заготовки за допомогою імпульсів напруги, які виробляються спеціальним генератором, що дає більш тривалий і потужний дуговий розряд.

При *анодно-механічній обробці* для створення короточасних розрядів використовують швидке переміщення інструмента відносно оброблюваної заготовки. Інструментом служать металевий диск, що обертається, металева стрічка або дріт. У зону обробки подається електроліт. На поверхні заготовки утворюється струмонепровідна плівка. У місцях зіткнення заготовки з інструментом вона видаляється. Утворені в результаті розряду частинки металу із зони обробки викидаються рухомим інструментом. Крім ерозійної дії, досягається і електрохімічне розчинення (полірування) металу; зняття металу незначне при великій шорсткості поверхні. В результаті досягається дзеркальний блиск поверхні. За допомогою анодно-механічного процесу можна різати прокат і прорізати пази.

При *електроконтактній обробці* для створення короточасних розрядів використовують швидке переміщення інструмента відносно оброблюваної заготовки без подачі електроліту.

4. Електрохімічна обробка.

Це спосіб обробки виробів у потоці електроліту. При обробці використовують постійний струм напругою 12 – 25 В і дешевий електроліт (водний розчин кухонної солі). Застосовують при виготовленні деталей складної конфігурації (штампи, прес-

форми та ін.), для гравірування, згладжування країв, зняття задирок тощо.

5. Електроабразивна обробка.

Спосіб побудовано на електрохімічному розчиненні твердого матеріалу при одночасному видаленні продуктів розчинення із зони обробки. Цей метод відрізняється від анодно-механічної обробки тим, що використовується тільки один інструмент – електропровідний абразив з графітовим наповнювачем, що є одночасно і катодом, і інструментом, що видаляє анодну плівку.

Для електрофізичних і електрохімічних методів обробки характерно ведення процесу при простому поступальному русі інструменту з копіюванням його форми по всій оброблюваній поверхні, можливість зміни технологічних показників процесу в широкому діапазоні, відсутність силової дії на оброблювану заготовку, а також незалежність оброблюваності матеріалу заготовки від його в'язкості і твердості. Ці процеси порівняно легко автоматизуються.

6. Ультразвукова обробка.

Спосіб полягає у впливі ультразвуком на речовину. Застосовують для обробки заготовок з матеріалу підвищеної крихкості (тверді сплави, скло, кварц, мінералокераміка, ситал, алмаз, германій, кремній і ін.). При цьому отримують глухі і наскрізні отвори різного перерізу, вузькі пази, різі, роблять обробку поверхонь обертання і виконують інші операції. При ультразвуковому шліфуванні і хонінгуванні забезпечуються зменшений тиск абразивного інструменту на оброблювану заготовку і менше засолювання інструменту.

7. Електрофізикотермічна обробка.

Здійснюють за допомогою джерела тепла, що утворюється в результаті концентрації енергії пучка електронів, іонів, фотонів і випаровування матеріалу. До таких методів належать електронно-променева, іонно-променева та світлопроменева (лазерна) обробка. Ці методи застосовують для проширення дрібних отворів і пазів у тонких деталях, а також для їх розрізання.

8. Обробка дуговим плазмовим струменем.

Проводиться за допомогою пальника, в якому дуговий розряд виникає у вузькому електрично нейтральному каналі між

двома електродами. Уздовж стовпа дуги пропускають газ, який у зоні розряду іонізується, набуває властивостей плазми і виходить з пальника у вигляді струменя, який яскраво світиться і має температуру 15000 °С. За допомогою цього виду обробки можна наносити покриття і різати заготовки з різноманітних матеріалів – провідників, напівпровідників і діелектриків. Крім різання пальниками, можна здійснювати стругання поверхонь, підготовку кромek листів з нержавіючої сталі та інших металів і сплавів під зварюванням.

9. Термічна і хіміко-термічна обробка.

Цю обробку застосовують для зміни фізико-механічних і фізико-хімічних властивостей металів, що визначають технологічні і експлуатаційні характеристики деталей.

При термічній обробці відбуваються структурні і фазові зміни, а також зміни напруженого стану металу. Основні види термічної обробки – відпал, нормалізація, загартування і відпуск, поліпшення і старіння.

Відпал (нагрів до температури вище A_{c3} на 30–50 °С і охолодження зі швидкістю 100–200 °С/год. для вуглецевих сталей і 20–70 °С/год – для легованих) заготовок зі сталей проводять для зниження твердості, підвищення пластичності і отримання однорідної дрібнозернистої структури.

Нормалізація надає сталі більш високої міцності, ніж відпал, через більшу швидкість охолодження (після нагрівання заготовку охолоджують на повітрі).

Загартування забезпечує в заготовках зі сталі структуру найвищої твердості (після нагрівання охолодження здійснюється зануренням заготовки у воду або масло, що мають температуру 20–25 °С).

Відпуск забезпечує більшу пластичність матеріалу і зняття залишкових напруг. Залежно від температури нагрівання розрізняють три види відпуску: низький (при 120–250 °С), середній (при 350–450 °С) і високий (при 500–680 °С).

Комбіновану термічну обробку заготовок із конструкційних сталей, що складається з повного загартовування і високого відпуску, називають **поліпшенням**.

Хіміко-термічна обробка відбувається з дифузійним насиченням поверхневих шарів заготовки різними елементами;

при цьому хімічний склад поверхневого шару змінюється. До хіміко-термічної обробки належать цементация (коксування), азотування, ціанування, алітування, хромування, силіціювання і сульфідуювання.

Цементация являє собою процес збагачення поверхневого шару (0,5–2,2 мм) низьковуглецевої сталі вуглецем. Подальше загартування надає поверхневому шару високої твердості (HRC 64–66) і в'язкості серцевини та підвищує зносостійкість і втомну міцність деталі. Цементацию здійснюють у твердому або газоподібному карбюризаторі при температурі 920–1050 °С. Зазвичай цементации піддають не всі, а лише окремі поверхні заготовок, тому нецементовані поверхні мають бути ізольовані. Існують різні способи ізолювання: обміднення, застосування спеціальних обмазок, призначення припусків, що видаляються із заготовки після цементации до загартування. В останньому випадку в технологічному процесі виготовлення деталі на перших етапах обробляють поверхні заготовки, що підлягають цементации з припуском під обробку після загартування. Решту поверхонь або не обробляють, або обробляють з припуском, який у 1,5–2 рази перевищує задану глибину цементованого шару. Після цементации захисні і цементовані шари з цих поверхонь видаляють, і заготовку направляють на загартування, в результаті чого високої твердості набувають тільки цементовані поверхні.

Ціанування, як і цементация, підвищує твердість поверхневого шару, зносостійкість і втомну міцність. Процес насичення поверхневого шару матеріалу вуглецем проводять при температурі 820–950 °С із застосуванням як карбюризатору ціаністих з'єднань (рідких, газоподібних, твердих). Ціанування забезпечує велику зносостійкість, ніж цементация, через вміст у поверхневому шарі азоту.

Азотування застосовують для підвищення твердості, зносостійкості і межі витривалості деталей машин, що виготовляються з легованих сталей і чавуну. До азотування деталі піддають гартуванню і високому відпуску, проводять чистову обробку заготовки, а після азотування – оздоблювальну обробку (тонке шліфування, притирання, доведення тощо). Насичення азотом проводять при температурі 500–600 °С у муфелях або контейнерах, через які пропускають аміак. Азотуванню піддають

лише окремі поверхні, всі інші захищають гальванічним лудінням. Азотування – більш тривалий процес, ніж цементація, що потребує 50–60 год витримки при товщині азотованого шару, що не перевищує 0,5 мм.

Викривлення деталей простої конфігурації (валів, планок, плит) усувають після термічної обробки правкою, а спотворення розмірів – шліфуванням. Для зменшення викривлення заготовок їх загартування виконують у штампах або в гартівних машинах.

10. Обробка без зняття стружки.

Цей метод обробки заготовок полягає в пластичній деформації їхнього матеріалу без утворення стружки. Пластичній деформації піддають значні обсяги матеріалу заготовки або її поверхневі шари. У першому випадку відбувається формоутворення нових елементів заготовки (різі, зубчастих поверхонь, шліців, рифлень), у другому випадку відбувається обробка поверхонь шляхом згладжування нерівностей і зміцнення поверхневого шару заготовки.

Обробку поверхонь здійснюють накочуванням зовнішніх поверхонь ущільнювальними роликками (або кульками), розкочуванням циліндричних отворів роликковими або кульковими розкатками, дорнуванням отворів, калібруванням отворів кульками або оправками, алмазним вигладжуванням поверхонь обертання. Ці методи продуктивні і забезпечують високу якість поверхні; обробка проводиться на універсальному обладнанні і легко автоматизується. Їй передують чистова обробка (чистове точіння і розточування, попереднє розгортання).

Перед обробкою різанням заготовки часто піддають плоскому або об'ємному *карбуванню* на пресах. Мета цієї операції – підвищення точності розмірів заготовки і зменшення припуску під подальшу обробку. Перед чистовою обробкою заготовки нерідко піддають дрібоструминній обробці для підвищення якості поверхневого шару. Поверхнева обробка без зняття стружки застосовується для пластичних і крихких (сірий чавун) матеріалів. Алмазне вигладжування застосовують для обробки поверхонь загартованих деталей.

11. Очищення деталей.

Готові деталі машин перед остаточним прийманням очищають від слідів охолодної рідини, стружки і інших

забруднень. Тільки за цієї умови можна виконати якісний контроль. Деталі, які надходять на контроль, мийуть у мийних баках або машинах. В однокамерній машині мийний розчин, що подається насосом, інтенсивно обмиває деталі з усіх боків; розчин стікає у відстійник і, пройшовши через фільтр, знову надходить у насос. Температура мийного розчину 60–80 °С, тому деталі, вийшовши з машини, досить швидко просушуються. Застосовують двокамерні мийні машини: в першій камері виконують миття, в другій – ополіскування деталей для видалення залишків мийного розчину. Іноді мийні машини забезпечують сушильними камерами (трикамерні машини).

Великі деталі (корпуси, станини) перед обробкою очищають приводними сталевими щітками з подальшим обдуванням струменем стисненого повітря. Перед контролем ці деталі також очищають.

За допомогою ультразвуку можна очищати не тільки зовнішні, але і важкодоступні внутрішні поверхні дрібних деталей. Цей метод складається з трьох етапів: попереднього миття деталей, ультразвукового очищення та ополіскування деталей чистим мийним розчином (гасом, трихлоретиленом, чотирихлористим вуглецем і ін.).

Ретельне очищення деталей – необхідна умова якісного складання виробів [29].

4.4. Методи покриття деталей

У машинобудуванні застосовують покриття: лакофарбові, гальванічні, окисними і пластмасовими плівками.

Лакофарбові покриття застосовують як декоративні, для захисту металевих поверхонь від корозії і дерев'яних – від вологи і загнивання. Процес нанесення лакофарбових покриттів у загальному випадку складається з трьох основних етапів: підготовки поверхні, її фарбування і сушіння, обробки. Підготовка поверхні полягає в її очищенні, вирівнюванні, ґрунтуванні та шпаклюванні з подальшим шліфуванням. Очищення виконують хімічним або механічним (піскоструминною обробкою, шліфуванням переносними машинами і сталевими приводними щітками) впливом. Для видалення слідів масла деталі промивають

у мийних агрегатах у знежирювальних розчинах або нагрівають (якщо допустимо) до 250–300 °С. Поверхні великих деталей очищають органічними розчинами.

Поверхні великих листоштампованих деталей вирівнюють шляхом паяння олов'яно-свинцевими припоями з подальшим зачищенням, а поверхні великих виливків – шліфуванням ручними машинами. Використовують також газополуменеве напилення пластмасами з подальшим шліфуванням дефектних місць. Грунтовку наносять на підготовлену поверхню для міцного зчеплення з нею наступного покриття. Застосовують лакомасляні, бітумомаляні, нітророзчинні і водорозчинні грунти. Загрунтовану поверхню піддають шпаклюванню. Товщина шпаклівного шару має бути мінімальною; при великій товщині шару знижується міцність покриття. Найбільшого застосування в машинобудуванні набули лакомаляні і швидковисихаючі нітрошпаклівки. Нерівності зашпакльованих поверхонь усувають шліфуванням механізованим інструментом.

Фарбування поверхні виконують одним або декількома шарами. Для фарбування застосовують масляні та емалеві фарби і лаки. Емалеві фарби поділяють на масляні, нітро- і спиртові емалі. Термін сушіння нітроемалей 30–40 хв. При висиханні вони утворюють твердий блискучий шар. Тривалість сушіння масляних і спиртових емалей 24–48 год.

У машинобудуванні застосовують кілька методів фарбування. *Ручне фарбування пензлем* не потребує попереднього захисту суміжних нефарбованих ділянок, але воно малопродуктивне (до 10–12 м²/год для великих відкритих поверхонь) і незручне при роботі з швидковисихаючими матеріалами. Втрати фарби при цьому методі складають до 5 %. *Фарбування розпиленням* найбільш поширене і високопродуктивне; воно дозволяє наносити швидковисихаючі лакофарбові матеріали (нітролаки, нітроемалі) з утворенням рівної гладкої поверхні. Метод легко автоматизується за допомогою спеціальних установок і промислових роботів. Розрізняють механічне, повітряне та безповітряне розпилення і розпилення в електростатичному полі. При *механічному розпиленні* фарба подається до форсунки насосом. При *повітряному розпиленні* фарба розпилюється в струмені стисненого повітря і у вигляді

туману переноситься на поверхню. Продуктивність цього методу 30 – 80 м²/год, а втрати фарби 40–50 %. При *безповітряному розпиленні* фарба в нагрітому до 70–90 °С стані під тиском 20–40 кгс/см² викидається з сопла і розпилюється. Цей метод дає змогу застосовувати більш в'язкі матеріали, що скорочує витрати розчинника і час сушіння. Втрати фарби при цьому методі становлять 25–50 %, а продуктивність 50–200 м²/год. При *фарбуванні в електростатичному полі* фарба подається розпилювачем і переноситься на поверхню металевого виробу, який отримує позитивний заряд від джерела постійного струму високої напруги (розпилювач має негативний заряд). Цим методом можна фарбувати і неметалеві деталі, поміщаючи за ними металеві екрани. Втрати фарби становлять менше 5 %. При цьому методі поліпшуються умови роботи, забезпечується досить висока продуктивність (50 м²/год) і створюються умови комплексної автоматизації процесу фарбування.

Фарбування зануренням застосовується здебільшого у великосерійному і масовому виробництві деталей простої форми. Фарбування зануренням полягає в зануренні деталі у ванну з фарбою, причому деталь опускається в нерухому ванну або (рідше) ванна піднімається до деталі.

Механізована установка для фарбування зануренням складається з ванн, що мають форму трапеції, і сушильних камер, що становлять єдиний агрегат, який обслуговується підвісним конвеєром. Розміри ванн і камер залежать від габаритних розмірів деталей, що фарбуються.

Фарбування поливанням застосовується для великогабаритних деталей з великими поверхнями, коли застосувати занурення важко. Устаткування для фарбування поливанням виготовляється двох видів - для ручного та механізованого поливання.

Установка для ручного поливання складається з бака-роздавальника, в який насосом подається фарба або лак; робочого столу для укладання деталі, що фарбується; шланга, що направляє фарбу з бака на деталь, і ванни, в яку стікає фарба.

Установка для механізованого поливання має камеру з форсунками, що направляють фарбу на деталь, яка фарбується, і резервуар під камерою, в який стікає фарба, що надходить після фільтрації у форсунки.

Фарбування в барабанах, автоматах та інших спеціальних пристроях застосовується для дрібних деталей масового виробництва.

Фарбування може бути стаціонарним (виріб нерухомий) і рухомим (виріб переміщається).

В автоматизованому виробництві застосовують *фарбування методом електрофорезу*. Зафарбовувані деталі підвішують на ланцюговому конвеєрі. На робочому місці їх підключають до позитивного полюса генератора і занурюють у резервуар з водорозчинною фарбою. При цьому методи втрати фарби не перевищують 5 %. Умови роботи нешкідливі для здоров'я і вогнебезпечні. Метод занурення є продуктивним і дешевим в умовах масового фарбування невеликих деталей з добре обтічною поверхнею.

При фарбуванні поливанням деталей, яка фарбується, перебуває в парах розчинника певний час, протягом якого фарба розтікається по поверхні рівномірним шаром. Покриття виходить гладким, непористим і однакової товщини.

Якість лакофарбового покриття залежить від способу сушіння. *Сушіння* – це складний хімічний процес, що складається з випаровування розчинника і окиснення або полімеризації плівки. Розрізняють сушіння природне і штучне. Природне сушіння здійснюють при температурі 18–25 °С протягом тривалого часу. Штучне сушіння прискорює процес висихання плівки і значно покращує якість покриття. Існує кілька способів штучного сушіння. Найбільш поширене конвекційне сушіння. Воно полягає у нагріванні зафарбованих деталей гарячим повітрям у спеціальних сушарках. Утворена при цьому кірка перешкоджає зникненню розчинника, що подовжує час сушіння.

Терморадіаційне сушіння (рефлекторне, панельне, лампове) побудоване на поглинанні інфрачервоних променів пофарбованою поверхнею. Сушіння плівки починається з нижніх шарів покриття, чим прискорюється випаровування розчинника. Час сушіння скорочується у 5–10 разів, а якість плівки підвищується. *Індукційне сушіння* ефективне; воно обмежене необхідністю виготовлення фальшивих (помилкових) індукторів і зафарбовуванням деталей тільки зі струмопровідних матеріалів.

Сушіння струмами високої частоти застосовується в масовому виробництві однотипних сталевих деталей. *Сушіння*

інфрачервоними променями застосовується для сушіння деталей, покритих кольоровими емалями.

Вибір способу сушіння залежить від характеру і обсягу виробництва і від виду лакофарбових матеріалів. Тривалість сушіння та тепловий режим приймаються відповідно до властивостей лакофарбових матеріалів.

Обробка пофарбованої поверхні містить лакування, полірування та художнє оформлення. *Лакування* підвищує стійкість покриття і надає йому блиску; лакове покриття наносять на пофарбовану поверхню в один або кілька шарів. При *поліруванні* досягається блискуча поверхня за допомогою фетрових полірувальних кругів або шкурок із застосуванням спеціальних паст. *Художнє оформлення* передбачає нанесення вузьких декоративних ліній (цирування), рисунків і фабричних знаків.

У деяких випадках фарбування деталей здійснюють більш простим технологічним способом без вирівнювання поверхні, шпаклювання та обробки (фарбування задніх мостів автомобіля, коробок передач та інших виробів). В одних випадках фарбування елементів машини здійснюють до її загального складання, в інших – фарбуванню піддають остаточно складену і перевірену машину (металорізальні верстати та інше технологічне обладнання).

Гальванічні покриття – металеві плівки малої товщини, які наносять методом електролітичного осадження на поверхню виробів для захисту від корозії і механічного зносу, декоративного оздоблення, а також надання поверхні спеціальних фізичних і хімічних властивостей. Процес нанесення покриття складається з операцій підготовки поверхні перед покриттям, його нанесення і полірування (якщо потрібно). Підготовка поверхні деталей перед покриттям включає шліфування, полірування і знежирення. Характеристику гальванічних покриттів подано в табл. 4.5.

Покриття нікелькобальтовими сплавами підвищує твердість, цинк-кадмієвими сплавами підвищує корозійну стійкість, свинцево-олов'яними сплавами зменшує пористість і покращує зовнішній вигляд. Ці покриття наносять гальванотермічним або термодифузійним способами. Сутність останнього полягає в тому, що окремі метали наносять на деталь послідовно, а при подальшому нагріванні вони взаємно дифундують, утворюючи покриття із сплавів змішаного складу.

Таблиця 4.5

Характеристика гальванічного покриття

Процес	Товщина шару, мкм	Покриття
Міднення	5–25	Для захисту сталевих деталей від науглецьовування при цементації, для поліпшення припрацьовуваності, як підшар при багатшаровому покритті
Нікелювання глянце	До 25	Захисно-декоративне
Хромування	30–40	Захисно-декоративне, зносостійке (краще утримує мастило і має більш низький коефіцієнт тертя)
Цинкування	До 15	Для захисту від атмосферної корозії і поліпшення зовнішнього вигляду
Кадміювання	15	Для захисту від корозії в морській воді, для поліпшення притирання робочих поверхонь
Борування	-	Високої твердості
Лудіння	3–12	Для захисту деталей від корозії в слабких кислих середовищах, під паяння і для захисту при азотуванні
Фосфатування	0,5–1	Для захисту від корозії
<i>Примітка.</i> Мінімальна шорсткість поверхні після покриття досягається поліруванням.		

Оксидування – окиснення поверхневих шарів металевих виробів хімічною або електрохімічною обробкою або впливом повітря при високих температурах. Утворені оксидні плівки захищають виріб від корозії або мають декоративне значення.

Фосфатування – хімічний процес утворення на поверхні сталевих, а також алюмінієвих і цинкових виробів тонкого шару фосфатів, який при подальшому нанесенні на нього шару фарби, лаку або масла служить хорошим захистом від корозії.

Покриття напilenням (металізацію) здійснюють розпиленням розплавленого металу струменем стисненого

повітря. Частинки металу, що рухаються зі швидкістю 100–150 м/с, ударяються об поверхню деталі і зчіплюються з нею, утворюючи шар міцного дрібнопористого металевого покриття. Нанесений шар крихкий, але добре чинить опір стиску. Його товщина змінюється від декількох сотих до 3–4 мм. Деталь з напиленим шаром можна обточувати і шліфувати. Цим методом виробляють захисно-декоративні, антифрикційні, іржостійкі покриття, відновлюють зношені деталі і виправляють дефекти виливків. Метал розплавляють ацетилено-кисневим полум'ям (газова металізація) або дугою (електрометалізація). Вихідним матеріалом служить металевий дріт. Рідше використовують апарати, що працюють на порошках, які розплавляються. Поверхню з покриттям очищають від масла і окиснів. Піскодувною обробкою або грубим обточуванням створюють умови для кращого зчеплення з напиленою поверхнею.

Пластмасові покриття використовують як декоративні, антикорозійні і антифрикційні покриття. Їх наносять газополуменевим або вихровим способом. Вихідними матеріалами служать термопластичні пластмаси (поліетилен, поліпропілен, поліамід, капролактан, полівінілбутираль, фторопласт, поліуретан) у вигляді дрібнодисперсного порошку, що переходить при нагріванні у в'язкоплинний стан. Товщина покриттів складає 0,15–0,35 мм. Заготовки перед напиленням нагрівають до температури 180–300 °С залежно від застосовуваної пластмаси. Тривалість напилення 2–5 с. Пластмасові покриття дають змогу використовувати вуглецеві сталі замість легованих і кольорових металів.

Консервація. Готові деталі, передані на тривале зберігання або транспортування, піддають консервації. Консервацію здійснюють внесенням антикорозійного мастила (технічний вазелін, пуш-сало та ін.) за допомогою пензлів, зануренням у підігрітий склад або пульверизацією. Застосовують також нанесення антикорозійних лаків, що змиваються при розконсервації бензином або іншими розчинниками. Ефективна консервація зануренням деталей у ванну з 30 %-м розчином нітриту натрію при температурі 40–50 °С протягом 2–3 хв, а також пакуванням в обгортковий папір, просочений 10 %-м розчином нітриту натрію або іншими інгібіторами корозії.

Застосовувані для цього масла і мастила не повинні містити кислоти і води. Мастило має бути міцним, добре прилипати до поверхні деталі, протистояти дії тепла в період зберігання або транспортування; водночас воно має легко віддалятися протиранням тканиною, просоченою розчинниками (бензин, гас, спирт).

Для запобіжного змащення застосовують масла (для нетривалого захисту), технічний вазелін, різні суміші, що містять масло, вазелін, каніфоль, віск, парафін, оліфу та ін.; застосовуються так звані збройове мастило, гарматне мастило.

Деталі з нанесеним на них мастилом, що не твердне, обертаються парафіновим папером.

Перед покриттям антикорозійним мастилом поверхні деталі треба очистити, промити гарячою водою в баках або мийних машинах із застосуванням мийних розчинів, що містять соду, мило або емульсії, після чого промити чистою водою або підігрітим мінеральним маслом і розплавленим технічним вазеліном. Після миття деталі сушать у сушильних шафах нагрітим повітрям або обдуванням теплим стисненим повітрям, що є більш продуктивним.

На зовнішні поверхні деталей і виробів мастило наносять пульверизатором (розпилювачем) або пензлями (останній спосіб малопродуктивний). Окремі деталі можна покривати також зануренням у підігріту змащувальну рідину. Внутрішні поверхні покриваються мастилом шляхом заливання і пульверизації, а також шприцами і дозувальними апаратами.

Підготовлені таким чином до зберігання або відправки деталі або складені вироби упаковуються у відповідну тару [29].

4.5. Технологічні методи складання

Складання – утворення роз'ємних або нероз'ємних з'єднань складових частин деталі або виробу.

Розрізняють вузлове і загальне складання машин.

Вузлове складання – це складання, об'єктом якого є складова частина виробу – складальна одиниця (вузол).

Загальне – складання, об'єктом якого є виріб у цілому.

При вузловому і загальному складанні здійснюються припасування, з'єднання елементів виробу і регулювання його складових частин.

Складальний комплект – група складових частин виробу, які необхідно подати на робоче місце для складання виробу або його складової частини.

Складальні роботи є завершальним етапом у виробничому процесі, на якому з окремих деталей і вузлів збирають готові вироби. Якість складальних робіт значно впливає на експлуатаційні якості машини, на її надійність і довговічність.

Зібраний виріб – машина – при недостатньо точному з'єднанні окремих деталей, навіть якщо вони виготовлені із заданою точністю, не матиме необхідних експлуатаційних якостей і надійно не працюватиме. Тому у виробництві складальні роботи мають першорядне значення. До цього слід додати, що і обсяг складальних робіт досить значний; так, наприклад, трудомісткість складальних робіт у сільськогосподарському машинобудуванні становить 20–30 % загальної трудомісткості виробництва виробу, а за деякими машинам трудомісткість складальних робіт доходить до 40–60 % загальної трудомісткості.

Складальні роботи виконуються в складальних відділеннях і цехах заводу. Місце і організація виконання складальних робіт визначаються характером виробів, що випускаються, технологічним процесом, обсягом виробництва. В одиничному, дрібносерійному і серійному виробництві складання проводиться в складальних цехах або складальних відділеннях механоскладальних цехів. У великосерійному і масовому виробництві складання виробів здійснюється в кінці поточних ліній або в тих відділеннях механічного цеху, де обробляються деталі цих вузлів.

У цьому випадку здійснюється принцип закінченого циклу виробництва даного вузла, що включає механічну обробку деталей і складання вузла; загальне складання машини виконується в складальному цеху.

Співвідношення часу, що витрачається на складальні роботи і механічну обробку деталей, а також часу, що витрачається на окремі стадії складального процесу, залежить від виду виробництва та методів складання.

При складанні основним видом робіт є виконання різних з'єднань деталей. Складання двох або декількох деталей (або вузлів) можна виконати у вигляді нерухомого або рухомого їх з'єднання.

При *нерухомому з'єднанні* зібрані деталі або складальні одиниці зберігають незмінне взаємне положення.

При *рухомому з'єднанні* сполучені деталі мають можливості певного взаємного переміщення.

Багато деталей, перед тим як їх направити на місце складання всієї машини, з'єднують з іншими деталями, утворюючи складальну одиницю. Вузол може складатися або тільки з окремих деталей, або з окремих деталей і деталей, попередньо (до постановки їх у вузол) з'єднаних разом. Такі попередньо з'єднані (до постановки у вузол) деталі утворюють найпростіше з'єднання – «підвузол». З'єднання декількох складальних одиниць становить агрегат або механізм: перша назва застосовується, наприклад, в автотракторобудуванні. Це з'єднання здійснюється або безпосередньо деталями, що входять у складальні одиниці, або за допомогою окремих деталей, що служать для з'єднання складальних одиниць.

З агрегатів (механізмів), вузлів і окремих деталей збирають цілий виріб – машину.

Кожне із зазначених з'єднань являє собою конструктивно-складальну одиницю того чи іншого ступеня складності. При описаній вище послідовності з'єднань підвузол є конструктивно-складальною одиницею першого ступеня складності; вузол – конструктивно-складальною одиницею другого ступеня і агрегат (механізм) – конструктивно-складальною одиницею третього ступеня складності. Цілий виріб залежно від його складності може бути розчленований на більшу чи меншу кількість конструктивно-складальних одиниць.

Складальний процес, таким чином, містить такі стадії:

1) ручна слюсарна обробка і припасування; застосовується переважно в одиничному і дрібносерійному виробництвах; у серійному виробництві застосовується в незначному обсязі; в масовому виробництві цієї стадії немає;

2) попереднє складання – з'єднання деталей в агрегати (механізми);

3) загальне (або остаточне) складання – складання всієї машини;

4) регулювання – установлення і вивірення правильності взаємодії частин машини.

У загальне складання можуть входити такі основні операції:
а) кріплення деталей; б) складання деталей нерухомих;
в) складання деталей, що рухаються; г) складання деталей обертових; д) складання деталей, що передають рух; е) розмітка для складання (в одиничному і дрібносерійному виробництві);
ж) зважування та балансування вузлів деталей; и) встановлення станин, рам, плит, корпусів.

Залежно від того, яку за ступенем складності конструктивно-складальну одиницю випускає завод як готову продукцію, виріб можна розчленувати на більшу чи меншу кількість проміжних складальних з'єднань, найменування яких має прийматися відповідно до їх ступеня складності.

Якщо машина складної конструкції, то скласти на неї загальну складальну схему буває важко зважаючи на велику кількість деталей і з'єднань; тому в таких випадках слід побудувати схеми складання окремих вузлів і агрегатів та схему складання всієї машини з вузлів, агрегатів і окремих деталей.

Розчленування на агрегати і окремі деталі залежить від конструктивних особливостей машини, її з'єднань і деталей. Для кожного типу машин це розчленування може мати індивідуальний характер; загальних правил розчленування різних машин на окремі з'єднання не може бути, тому що це розчленування залежить, як зазначено, від конструкції машини; таке розчленування завжди умовне і може бути застосовано тільки для даного типу машини.

При розчленуванні конструкції виробу на окремі складальні одиниці треба керуватися такими основними положеннями:

1) виділення того або іншого з'єднання в складальну одиницю має бути можливим і доцільним як у конструктивному, так і в технологічному відношенні;

2) має бути забезпечено правильний технологічний зв'язок і послідовність складальних операцій;

3) на загальне складання мають подаватися в якомога більшій кількості попередньо скомплектовані складальні одиниці і в можливо меншій кількості окремі деталі;

4) загальне складання має бути максимально звільнене від виконання дрібних складальних з'єднань і різних допоміжних робіт.

Зменшення трудомісткості складання машини на складальному місці (стенді) досягається:

1) обробкою деталей за принципом взаємозамінності, що виключає ручну слюсарну обробку і припасування розмірів деталей за місцем;

2) застосуванням якомога більшою мірою попереднього складання деталей у вузли і вузлів в агрегати поза місцем загального складання всієї машини;

3) забезпеченням складальників своєчасною подачею деталей, вузлів, матеріалів, інструменту та пристроїв до складального місця, щоб уникнути простою;

4) можливо більш широким застосуванням спеціальних пристроїв і інструментів з метою зменшення витрат часу на виконання складальних операцій і полегшення роботи;

5) найбільш точним встановленням норм часу на всі складальні роботи залежно від характеру і способу виконання складальних операцій;

б) застосуванням поточного методу складання для зменшення часу на складання всієї машини, якщо це можливо за характером виробництва.

Розрізняють три види складання:

а) за принципом індивідуального припасування;

б) за принципом повної взаємозамінності;

в) за принципом неповної взаємозамінності шляхом індивідуального і групового підбору.

Складання за *принципом індивідуального припасування* застосовується в одиничному і дрібносерійному виробництвах. За цих видів виробництва деталі після механічної обробки, виконаної без застосування граничних калібрів, піддаються ручній слюсарній обробці для набуття остаточної форми і розмірів і для припасування їх за місцем. У цьому випадку, перш ніж направити деталі на загальне складання, їх піддають остаточної ручній обробці та оздобленню, після чого припасовують за місцем обпилюванням, пришабровуванням, притиранням, шліфуванням, розгортанням і т. д.; таким чином здійснюється складання за принципом індивідуального припасування.

Складання за *принципом повної взаємозамінності* застосовується у великосерійному і масовому виробництві. У цих видах виробництва деталі обробляються в механічному цеху за граничними калібрами і верстатні операції є остаточною стадією обробки для надання деталям потрібної форми і розмірів. У цьому випадку обробні верстатні операції (шліфування, механічне доведення і притирання та ін.) забезпечують належне з'єднання поверхонь. Такі деталі виходять взаємозамінними і йдуть прямо на складання через проміжний склад.

Якщо при складанні деталь ставиться на місце без попереднього сортування або підбору до іншої деталі, з якою вона з'єднується, і при цьому виходить з'єднання з необхідною і задовільною посадкою без будь-якого припасування, то таке складання називається *складанням з повною взаємозамінністю деталей*, при такому складанні можлива організація поточного складального процесу.

Складання, при якому належна посадка деталей, що з'єднуються, виготовлених також за граничними калібрами, але з великими допусками, здійснюється шляхом попереднього добору їх за розмірами, називається *складанням з неповною взаємозамінністю*.

Підбір таких деталей за розмірами, що забезпечує з'єднанням необхідну посадку, проводиться з будь-яких деталей, які виготовлені в межах встановленого допуску і надійшли на складання, – це *індивідуальний підбір* або, застосовуваний частіше, шляхом попереднього розсортування деталей на розмірні групи в межах того самого допуску – *груповий підбір*. Таке складання також застосовується у великосерійному і масовому виробництві.

Складання з повною взаємозамінністю деталей викликає необхідність обробляти деталі в механічному цеху з відносно більш вузькими допустимими межами відхилень розмірів, що здорожує механічну обробку, але витрати на складальні роботи при цьому зменшуються.

Складання деталей, що мають неповну взаємозамінність, дає можливість обробляти їх у механічному цеху з відносно великими допустимими відхиленнями розмірів, що зменшує собівартість механічної обробки в порівнянні з деталями, які

мають повну взаємозамінність, але при цьому собівартість складальних робіт підвищується, оскільки деталі необхідно підбирати і сортувати на розмірні групи.

Складання з неповною взаємозамінністю можна виконувати і шляхом застосування жорстких або регульованих компенсаторів даного розмірного ланцюга – з'єднання; як жорсткі компенсатори можуть служити прокладки, кільця, втулки або одна з деталей, що збираються, розмір якої припасовують додатковою обробкою. Подібний спосіб складання застосовується в одиничному, дрібносерійному і серійному виробництві.

За формами організації роботи процес складання поділяється на два основних види: стаціонарне і рухоме.

Стаціонарне складання характеризується тим, що воно виконується групою робітників (бригадою) на одному нерухомому місці, до якого подаються всі деталі і вузли.

Рухоме складання характеризується тим, що виріб у процесі його складання переміщається від одного робочого місця (станції) до іншого, на яких робітником чи групою робітників, які перебувають постійно на цих місцях, виконується одна і та сама повторювана операція.

Зазначені форми організації складальних робіт застосовуються у різних видах виробництва: стаціонарна – в одиничному і серійному виробництві, а для окремих складальних одиниць – у масовому; рухома – в серійному і масовому.

Виконання процесу загального складання за таких форм організації робіт може здійснюватися різними методами.

Перший метод складання полягає в тому, що машина повністю збирається з окремих деталей однією бригадою складальників на одному складальному місці з початку до кінця. Тут здійснюється *принцип концентрації складальних операцій на одному робочому місці*. Цей метод, застосовуваний при стаціонарному складанні, є характерним і властивим одиничному (індивідуальному) виробництву, тому він називається *індивідуальним*. Оскільки при одиничному виробництві деталі не є взаємозамінними, то при складанні всієї машини доводиться виконувати припасовування розмірів деталей за місцем їх з'єднання з іншими деталями.

Час, що витрачається на складання всієї машини, зазвичай тривалий, що обумовлюється особливостями цього методу: план

складання розробляється схематично або іноді намічається самими складальниками; припасування деталей вносять невизначеність у встановлення часу, потрібного на складання. В результаті застосування такого методу вартість складання виходить значною. Ця обставина і зазначені особливості характеризують такий метод як недосконалий, і тому в усіх випадках, де це можливо за характером виробництва, слід відмовлятися від нього і переходити на інші методи, що дають кращий техніко-економічний ефект.

Другий метод складання полягає в тому, що машина збирається однією бригадою робітників з окремих деталей і вузлів, попередньо зібраних іншими робітниками поза стендом загального складання, що не входять до складу бригади, яка здійснює загальне складання машини. Таким чином, тут є часткова диференціація складального процесу. Цей метод є більш продуктивним, оскільки деталі попередньо збирають у складальні одиниці, завдяки чому машина менше простоє на стенді загального складання. Тут може бути проведено спеціалізацію робітників, які збирають механізми, і цим скорочується час на складання складальних одиниць; крім того, кваліфікація робітників може бути використана краще як на складанні складальних одиниць, так і на складанні всієї машини. Цей метод застосовується при стаціонарному складанні в серійному виробництві.

Третій метод полягає в тому, що процес складання диференціюється на окремі операції, причому кожна з них виконується на одному певному робочому місці (рухомому або нерухомому) певним робітником або групою робітників в однаковий (по можливості) проміжок часу з дотриманням певного такту складання, що створює безперервність (потоковість) процесу складання. Цей метод застосовується в масовому і серійному (переважно великосерійному) виробництві, коли складання ведеться за *принципом потоку*.

Принцип диференціації складального процесу на окремі операції може бути застосований і при стаціонарній формі організації роботи, тобто коли складання здійснюється на нерухомих стендах, з нерухомим об'єктом, при дотриманні принципу потоку – *нерухоме потокове складання*.

Складання агрегатів (механізмів), а також загальне складання машин можуть бути організовані, як зазначалося вище, за

стаціонарним та рухомим принципом роботи залежно від виду виробництва, розміру виробничої програми, характеру конструкції і розмірів зібраних агрегатів і машин. Стаціонарна форма організації роботи може застосовуватися при індивідуальному, частково диференційованому і диференційованому (потоківому) методі складання.

Рухома форма організації роботи застосовується тільки при диференційованому – потоківому методі складання.

Стаціонарне складання агрегатів можна проводити на звичайних слюсарних верстатах, на столах і спеціальних пристроях; рухоме складання можна здійснювати на рольгангах, конвейєрах, спеціальних транспортних пристроях.

Загальне стаціонарне складання машин можна виконувати залежно від їхнього характеру і конструкції: а) безпосередньо на підлозі (тобто на необладнаному майданчику); б) на обладнаних стендах; в) на фундаментах; г) на складальних верстатах.

Існують конструкції складальних верстатів, що дають змогу обертати виріб, який збирають, для надання йому різних положень, що значно полегшує складання.

Потоковим називається складання, при якому робота йде безперервно і зібрані готові вироби виходять періодично через певний проміжок часу (такт). Метод потоківого складання може бути застосований як при рухомому, так і при нерухомому об'єкті складання, тому потокове складання поділяється на два види:

1) потокове складання на рухомих стендах, або потокове рухоме складання;

2) потокове складання на нерухомих стендах, або потокове нерухоме складання.

Потокове складання застосовується в масовому, великосерійному і серійному виробництві, а також у дрібносерійному виробництві великих виробів великої ваги.

Для здійснення складання за поточним принципом необхідно виконання таких умов:

1) забезпечення взаємозамінності деталей, при якій виключається припасування деталей за місцем;

2) розчленування всього складального процесу на окремі операції, по можливості однакові або кратні за часом їх виконання,

що має забезпечити синхронізацію операцій і створити певний темп (такт), що дає безперервність потоку зібраних виробів;

3) для кожної операції має бути точно визначено потрібну кількість робітників із зазначенням кваліфікації роботи, яка відповідає характеру операції, пристроїв і інструментів, якими треба користуватися при виконанні даної операції;

4) щоб уникнути затримки складання, має бути забезпечена регулярна і своєчасна (до початку відповідної операції) доставка до складальних місць комплектів деталей і вузлів, а також приладів, пристроїв, інструментів і матеріалів;

5) уся організація роботи потокової лінії має бути розроблена докладно і точно.

Складність налагодження потокового складання окупається в подальшому тими перевагами, які вона дає, а саме: робітники спеціалізуються на виконанні певних операцій; часу на виконання кожної операції завдяки спеціалізації робітників потрібно значно менше; складання обходиться дешевше, а значить, собівартість виробу знижується; пропускна спроможність складального цеху значно підвищується; випуск виробів проводиться більш регулярно; кваліфікація робітників використовується краще, оскільки вони розподіляються за операціями відповідно до складності останніх; площа цеху потрібна менша.

Потокове рухоме складання, або, як іноді його називають, *потокове складання з рухомим об'єктом*, проводиться на транспортних пристроях різного виду:

а) на рольгангах;

б) на рейкових і безрейкових візках, що переміщуються вручну;

в) на рейкових візках, які з'єднаних між собою і утворюють вазовий конвеєр, що приводиться в рух електродвигуном;

г) на стрічкових, пластинчастих і підвісних кругових конвеєрах;

д) на спеціальних складальних конвеєрах, пристосованих для складання певного виробу;

е) на рейкових коліях, якими переміщається встановлена машина на своїх колесах (наприклад вагон, локомотив) або на колесах, тимчасово прикріплених до неї;

ж) на підвісних однорейкових коліях;

и) на карусельних столах.

Поточне рухоме складання здійснюється в такий спосіб. Складальний процес розчленовується на найпростіші операції, що потребують малої і приблизно однакової витрати часу для виконання; для кожної операції встановлюється певне робоче місце і певний робітник (або група робітників), який виконує тільки одну операцію. Виріб, встановлений на транспортувальному пристрої – конвеєрі, переміщається; робітник (або група робітників) виконує свою операцію, коли виріб підійде до його (їхнього) робочого місця. При цьому подача виробу, тобто рух конвеєра, може бути безперервним або періодичним – переривчастим від одного робочого місця до іншого (від станції до станції).

У першому випадку, тобто *при безперервній подачі виробів*, робітники виконують свої операції під час руху конвеєра, поки виріб проходить зону робочого місця; при цьому швидкість руху конвеєра має відповідати часу, необхідному для виконання робітниками своїх операцій, і значить, величині такту випуску.

У другому випадку, тобто *при періодичній подачі виробів*, операція виконується робітниками в період зупинки конвеєра; тривалість зупинки відповідає часу, необхідному для виконання операції на кожному робочому місці; таким чином, тривалість зупинок конвеєра і час на пересування виробу, що збирають, від одного робочого місця до іншого (від однієї станції до іншої) мають у сумі відповідати величині такту випуску.

Рух конвеєра – безперервний або періодичний – приймається залежно від розміру виробничої програми, такту випуску, характеру зібраних виробів, трудомісткості і складності складальних операцій та інших технологічних факторів. Так, наприклад, в автомобіле- і тракторобудуванні, де річний випуск однотипних машин досягає значних розмірів, для складання застосовується безперервний рух конвеєра: у верстатобудуванні, де річний випуск однотипних верстатів значно менший, – періодичний.

При потоковому складанні для спрощення і прискорення виконання складальних операцій широко застосовується попереднє з'єднання деталей у вузли і агрегати, які в готовому вигляді ставляться на машину.

Припасуванням називають додаткову обробку з'єднаних поверхонь деталі для отримання заданої посадки, геометричної

точності і її якості. Основними видами слюсарно-припасувальних робіт є:

- спилювання;
- зачищення;
- шабрування;
- притирання;
- полірування.

Спилювання – одна із слюсарних операцій, яка полягає в тому, що зрізується шар матеріалу із заготовки напилком вручну або на верстатах. Проводять в основному для припасування деталей, зняття задирок і нерівностей; точність обпилювання 0,01–0,05 мм, припуск, що знімається, – 0,1–0,5 мм. Засоби механізації для обпилювання – переносні машини з абразивним кругом (для великих поверхонь) і установки з гнучким валом, що працюють напилком або абразивним кругом (для невеликих деталей).

Шабрування – оздоблювальна обробка поверхні, попередньо обробленої різанням шляхом зняття тонкої стружки інструментом – *шабером* – вручну або механічним шляхом. Застосовують для усунення неплоскостності з'єднаних поверхонь; забезпечення герметичного і щільного прилягання поверхонь деталей, що з'єднуються; підвищення прилягання поверхонь у підшипниках ковзання. Цей процес малопродуктивний і трудомісткий; його замінюють шліфуванням і тонким розточуванням.

Шабрування – широко застосовуваний спосіб обробки, полягає в знятті шабером тонких шарів (близько 0,005 мм) матеріалу. При цьому використовуються шабери, пристрої (плити, лінійки, оправки), робочі поверхні яких мають форму поверхонь деталей, що з'єднуються. На плиту (або інші пристрої) наносять тонкий шар фарби (берлінська лазур, сажка), накладають на поверхню і надають плиті кілька зворотно-поступальних переміщень. Потім плита знімається і шабрують місця, на яких залишилася фарба. Обробка ведеться до тих пір, поки сліди фарби не стануть малими плямами, рівномірно розподіленими на оброблюваній поверхні.

Шабрування поверхонь основних баз деталей, які з'єднуються, ведуть спочатку по плиті, а на завершальному етапі використовують допоміжні бази.

При шабруванні важливою є послідовність обробки поверхонь. Для необхідного відносного положення баз, що

входять у комплект, першою має бути остаточно оброблена база, що несе більшу кількість теоретичних опорних точок, і взята за початок відліку в подальшій обробці. Відповідно до цього шабрування напрямних станини верстата потрібно виконувати в послідовності, показаній на рис. 4.16.

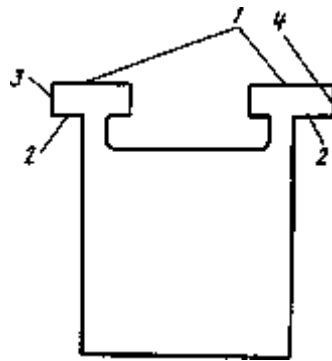


Рис. 4.16. Послідовність шабрування напрямних станини

Притирання – доведення деталей, що працюють у парі, для забезпечення найкращого контакту робочих поверхонь. Застосовують для щільного і герметичного з'єднання деталей (клапани двигунів внутрішнього згоряння, плунжерні пари паливної апаратури). Притирання деталей здійснюють вручну або на спеціальних верстатах. Після спільного притирання деталі передають на складання спареними.

Існують два способи притирання (рис. 4.17):

- однієї деталі по іншій (притирання клапанів, пробок та ін.);
- кожної з деталей по притиру.

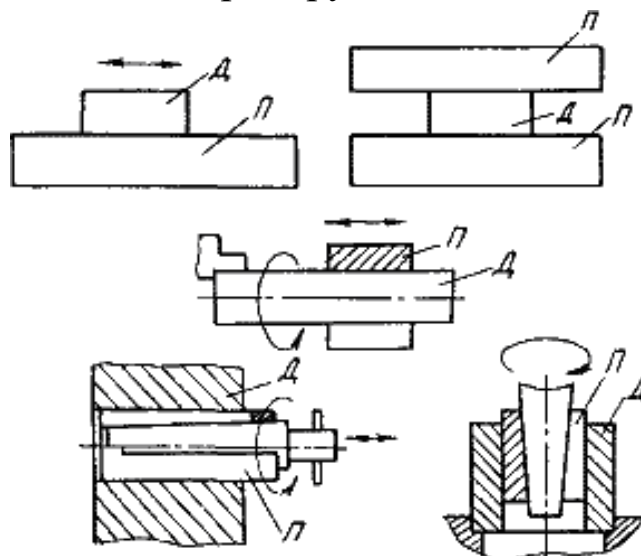


Рис. 4.17. Способи притирання деталі

Використовується для доведення паливної і гідравлічної апаратури, високоточних деталей машин і приладів.

Притирами можуть бути плити, бруски, конуси, розрізні втулки тощо, виготовлені з чавуну, сталі або скла.

Чавунні притири застосовуються для притирання сталевих деталей, сталеві – для чавунних деталей, а скляні – для кольорових металів.

Притиральними матеріалами служать абразивні порошки або пасти різної зернистості. На початковому етапі розмір зерен складає 14–28 мкм; на завершальному – 5–10 мкм. При притиранні обов'язково використовуються змащувальні рідини: машинне мастило, олеїнова кислота, гас, скипидар та ін. Процес проводять при тиску, що дорівнює 0,1–0,15 мПа. Потім деталі ретельно очищають від абразивного матеріалу і промивають.

Полірування – обробка матеріалів до отримання дзеркального блиску поверхнею. При слюсарно-припасувальних роботах зменшує шорсткість поверхні; її здійснюють на спеціальних верстатах.

Після складання і вивірення положення з'єднаних деталей у них часто свердлять і розгортають отвори під контрольні штифти. У деяких випадках свердлять і нарізають отвори під стопорні гвинти. Залежно від габаритних розмірів деталей ці операції проводять на свердлильних верстатах, ручними пневматичними або електричними свердлильними машинами, на переносних радіально-свердлильних верстатах (у важкому машинобудуванні).

З'єднання деталей поділяють на нерухомі і рухомі. Як нерухомі, так і рухомі з'єднання виконують роз'ємними і нероз'ємними.

Роз'ємними називають з'єднання, які можуть бути розібрані без пошкодження пов'язаних елементів або кріпильних деталей.

Нероз'ємними називають з'єднання, розбирання яких при експлуатації не передбачено; воно викликає пошкодження з'єднаних елементів або руйнування кріпильних деталей або скріплювального шва.

До *нерухомих роз'ємних з'єднань* відносять нарізні, шпонкові і шліцьові.

Нарізні з'єднання – з'єднання деталей за допомогою різі. Здійснюють за допомогою шпильок, болтів і гвинтів.

Трудомісткість складання нарізних з'єднань у масовому виробництві становить 25–40 % загальної трудомісткості складальних робіт, тому питання його механізації актуальні.

З'єднання нарізними шпильками застосовують при безпосередньому з'єднанні плоских поверхонь або з прокладками між ними. З'єднанню передують вкручування шпильок у корпусні деталі.

Вкручування шпильок здійснюють різними ключами або патронами, захоплюючи їх за нарізну або гладку циліндричну поверхню. В одиничному або серійному виробництві застосовують ручні ключі. У масовому виробництві застосовують електро- або пневмошпильковерти з саморозкривними головками, а також спеціальні багатошпindelні установки; вони в кілька разів підвищують продуктивність складальників. Шпильки мають бути перпендикулярними до площини з'єднання і заданої висоти над цією площиною. Перпендикулярність шпильки може бути перевірена косинцем і щупом, а її висота – граничним шаблоном.

Нарізні з'єднання складають із попереднім затягуванням вазових деталей, яке залежить від сил, що навантажують з'єднання. Для виконання затягування застосовують граничні ключі, які вимикаються при досягненні заданого моменту затягування, і динамометричні ключі з покажчиком моменту затягування.

Болтові і гвинтові з'єднання в одиничному і дрібносерійному виробництві складають за допомогою гайкових ключів, що значно збільшує обсяг роботи і не забезпечує рівномірності затягування. Час на складання нарізних з'єднань скорочують застосуванням удосконалених ручних інструментів. До них відносять торцевий ключ, застосовуваний для роботи на відкритих ділянках; торцевий коловоротний ключ; торцевий шарнірний ключ, а також тріскачковий і фрикційний ключі; торцевий шарнірно-тріскачковий ключ, застосовуваний у важкодоступних місцях.

Механізація складання нарізних з'єднань в умовах масового і серійного виробництва, а також у важкому машинобудуванні досягається застосуванням електричних і пневматичних інструментів. Вони прискорюють складання нарізних з'єднань і підвищують їхню якість.

Складання нарізних з'єднань нерідко автоматизують. Легше автоматизується складання гвинтових з'єднань, важче – складання з'єднань з нарізними шпильками і болтових з'єднань.

Шпонкове з'єднання – нерухоме з'єднання вала і одягненої на нього деталі (зубчастого колеса, муфти і т. д.) за допомогою *шпонки*. У шпонкових з'єднаннях використовують призматичні, сегментні і клинові шпонки.

Штифтове з'єднання – нерухоме з'єднання, яке здійснюють за допомогою конічних і циліндричних *штифтів*. Штифти застосовують як сполучний і встановлювальний елемент, що координує взаємне положення деталей, які з'єднуються.

До *нерухомих нероз'ємних з'єднань* відносять з'єднання, виконані з гарантованим натягом, розвальцюванням, відбортовуванням, клепанням, зварюванням, паянням і склеюванням.

З'єднання з гарантованим натягом здійснюють на пресах або шляхом теплової дії на деталі, які з'єднуються. Застосовують різноманітні преси: гвинтові ручні, рейково-важільні, маятникові педальні, пневматичні, гвинтові і рейкові приводні, гідравлічні і пневмогідравлічні.

Складання з'єднань із гарантованим натягом автоматизують для посадки невеликих деталей типу втулок, пальців і штифтів.

Складання з тепловою дією підвищує міцність з'єднання в 1,5–2,5 разу в порівнянні із складанням на пресі, оскільки в цьому випадку мікронерівності не залагоджують.

Розвальцювання застосовують при складанні герметичних нероз'ємних з'єднань, здійснюваних шляхом збільшення діаметра порожнистої деталі, що охоплюється, під дією тиску, створюваного обертовим роликівим інструментом.

Розвальцювання здійснюють на свердлильних, токарно-револьверних верстатах і спеціальних верстатах і установках, а також вручну. При автоматизованому складанні операції розвальцювання виконують на спеціальних напівавтоматах і автоматах.

Відбортовування – загин кромки металевого листа для з'єднання його з іншим листом.

Клепання – процес створення нероз'ємного з'єднання елементів конструкції переважно з листового металу за допомогою заклепок. Клепання включає операції утворення

отворів в елементах, що з'єднуються, вставляння заклепок, отримання головки, яка замикає, тобто, власне, заклепки. Застосовують для міцного і герметичного з'єднання деталей. З розвитком технології зварювального виробництва питома вага клепання поступово скорочується. Його застосовують у тих випадках, коли нагрів деталей, що з'єднуються, небажаний, а також при складанні деталей з різнорідних матеріалів (сталь – чавун, метал – пластмаса), зварювання і паяння яких утруднено, а склеювання не забезпечує потрібної міцності.

Клепання виконують у гарячому і холодному станах. Гаряче клепання застосовують для заклепок діаметром понад 14 мм. При гарячому клепанні заклепки нагрівають до 1000 – 1100 °С; закінчується клепка при температурі 450 – 500 °С. Клепання здійснюють ударами пневматичними клепальними молотками або під пресом.

Для заклепок діаметром 3–12 мм використовують пневматичні преси діаметром понад 12 мм – гідравлічні і пневмогідравлічні преси. Клепальні преси зазначених типів застосовують у вигляді стаціонарних установок або підвісних скоб. Для заклепок діаметром до 3 мм використовують вібраційні, гвинтові і педально-важільні преси. Для заклепок діаметром до 1 мм (годинникова промисловість, приладобудування) застосовують клепальні соленоїдні машини. Електронні регульовальні пристрої дозволяють точно встановити силу ударів і тривалість клепання.

Напівавтомати і автомати застосовують для холодного клепання з найбільшим діаметром заклепок до 4 мм.

Зварювання – технологічний процес утворення нероз'ємного з'єднання деталей машин шляхом їх місцевого сплавлення або спільного деформування. Зварювання набуває дедалі ширшого застосування в машинобудуванні. Воно забезпечує значну економію матеріалу і знижує трудомісткість виготовлення виробів. Спеціальні електрозварювальні машини включають у загальний потік обробки деталей у механо-складальному цеху. Складальні роботи при зварюванні передбачають правильне положення деталей, що з'єднуються, і їх тимчасове скріплення. Застосовувані способи зварювання наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6

Характеристика основних способів зварювання

Зварювання	Матеріал деталей, що зварюються	Рекомендована товщина або площа перерізу елементів, що зварюються	Зварювальне з'єднання	Очищення елементів перед зварюванням
1	2	3	4	5
Електродугове ручне з металевим електродом	Сталь, алюмінієві сплави	> 1,5–2 мм	Встик, внапуск, з відбортовуванням, таврові	Сталевою щіткою
Автоматичне під флюсом	Сталь	> 2–2,5 мм	Те саме	Сталевою щіткою або газовим полум'ям
Електродугове вугільним електродом	Низько-вуглецева сталь, алюміній, мідь	4–12 мм	Встик, внапуск, з відбортовуванням	Сталевою щіткою
Аргонодугове	Нержавіюча сталь, алюмінієві і магнієві сплави	< 4 мм	Встик, таврові, з відбортовуванням	Те саме
Атомно-водневе	Леговані сталі	< 8 мм	Те саме	»
Газове	Сталь, алюмінієві, мідні і тверді сплави	< 2 мм 10 мм	»	»
Газопресове	Сталь	< 25000 мм ²	Встик, з відбортовуванням	Обробка різанням торців
Контактне стиковим: - оплавленням - опором	Сталь, алюмінієві і мідні сплави »	< 25000 мм ² Прутки < 10 мм	Встик »	Сталевою щіткою Обробка різанням торців

Продовження табл. 4.6

1	2	3	4	5
Точкове	Сталь низько-вуглецева, легована, нержавіюча, алюмінієві і мідні сплави	< 12 мм < 10 мм < 6 мм < 2,5 мм	Внапуск	Холодно-катана сталь без очищення, гарячекатана сталь – травлення, піскоструминна обробка або обробка різанням
Роликове	Те саме	< 2 мм	Внапуск	Піскоструминна обробка і обробка різанням
Тертям	Сталь вуглецева, легована, кольорові метали	Круглі деталі діаметром < 40 мм	Встик	Сталевою щіткою, піскоструминна обробка
Електрошлакове	Сталь вуглецева і легована	20–600 мм	Встик	Те саме
Конденсаторне	Сталь вуглецева, легована і нержавіюча	0,03–0,6 мм	Внапуск	Ретельне очищення і знежирення необов'язкові
Ультразвуком	Однорідні і різнорідні метали і сплави	0,05–0,5 мм	»	Те саме
Електронним променем у вакуумі	Хімічно активні і тугоплавкі метали і сплави	< 10 мм	Встик	»
Променем лазера	Те саме	< 1 мм	Внапуск	»

Паяння металів є процесом з'єднання, при якому в зазор між нагрітими елементами вводять розплавлений припій, який змочує

їх поверхні та скріплює елементи, що з'єднуються, після охолодження і затвердіння. Розплавлений припій завдяки гарному змочуванню поверхонь деталей, що складаються, і капілярності проникає в з'єднувальний шов і утворює сплав, що має після затвердіння більш високу міцність, ніж міцність припою.

В одиничному і дрібносерійному виробництвах застосовують паяння термічним контактом (паяльником) і газовим пальником; у великосерійному і масовому виробництві деталі нагрівають у ваннах і газових печах, а також широко застосовують електронагрівання. На багатьох заводах упроваджено різні засоби механізації паяння, включаючи індукційне нагрівання.

Перспективним є розвиток технології паяння металів і неметалевих матеріалів ультразвуком. Цей метод паяння зручний для деталей з алюмінієвих сплавів.

Склеюванням з'єднують деталі з різнорідних матеріалів, зменшують масу виробів, забезпечують герметичність і корозійну стійкість деталей у місцях з'єднання, знижують собівартість виробів.

У порівнянні зі зварними, паяними і клепаними деталями у склеєних деталях напруги розподілені рівномірно і не викликають їх викривлення. Клейові сполуки добре працюють на зсув, рівномірний відрив, переносять динамічні і змінні навантаження. До недоліків клейових з'єднань належать їхня незначна теплова стійкість (для більшості клеїв вона не перевищує 100 °С), а також тривала витримка при полімеризації.

Вітчизняна і зарубіжна промисловість випускає велику кількість клеїв для металу і неметалевих матеріалів. Серед них можна виділити основні групи.

1. Клеї на основі епоксидних смол, що застосовують при холодному і гарячому з'єднаннях металів, кераміки, пластмас, деревини та інших матеріалів.

2. Клеї на основі фенольних смол.

3. Поліуретанові клеї.

4. Спеціальні клеї.

При склеюванні поверхні деталей, що з'єднуються, очищують, знежирюють і в деяких випадках обробляють для отримання шорсткості, що забезпечує краще утримання клею.

Крім клейових з'єднань, застосовують комбіновані – клеєзварні і клеєклепані з'єднання [29].

4.6. Технічний контроль і випробування складених вузлів і машин

Похибки, що виникають при виконанні складання деталей у різні з'єднання, можуть відбуватися з таких причин:

- встановлення неправильних конструктивних зазорів;
- неточне регулювання взаємного положення деталей, що з'єднуються;
- перекося деталей, що утворюються через неправильну посадку деталей при їх з'єднанні;
- наявність залишкових деформацій, викликаних силами, прикладеними для з'єднання деталей;
- викривлення і інші деформації та пошкодження деталей, що виникли при їх перевертанні і переміщенні в процесі складання і при транспортуванні;
- пружні деформації базової (основної) деталі зібраного об'єкта, що виникли при її закріпленні;
- деформації деталей через зміну внутрішньої напруги.

Технічний контроль складальних процесів має на меті забезпечити належну якість з'єднань деталей і вузлів у зібраному виробі (машині) і перевірити відповідність цих з'єднань технічним умовам їх приймання.

Контролю піддаються окремі з'єднання, вузли, механізми та цілі машини, для чого на складальних лініях розташовуються місця для виконання контрольних операцій. Обов'язковій перевірці підлягають усі відповідальні з'єднання і вузли і ті складальні операції, при виконанні яких можливі неправильність, неточність з'єднань і взаємного розташування деталей, що з'єднуються [2].

Менш відповідальні операції піддаються так званому *летючому контролю*, тобто перевіряються періодично.

При контролі складання окремих з'єднань і вузлів широко користуються пристроями, які спрощують виконання контрольних операцій, підвищують точність перевірки, зменшують час, необхідний на перевірку.

Випробування відбувається двома стадіями: 1) механічне випробування (обкатка) і 2) випробування під навантаженням або теплове.

Механічне випробування – обкатка – проводиться для перевірки правильності взаємодії частин і припасування тертьових поверхонь деталей. Вузли встановлюються у відповідні пристрої для випробування, агрегати (механізми) і машини – на випробувальні стенди і приводяться в рух електродвигунами.

Спочатку надається невелика швидкість обертання. Поступово збільшуючи швидкість обертання до повного числа обертів (ходів), продовжують випробування до тих пір, поки не переконуються, що всі частини механізму або машини працюють належним чином. При цьому ведуть спостереження за станом поверхонь, що труться (підшипників, втулок, напрямних, зубчастих зачеплень тощо), за узгодженістю дій частин і механізмів. Після обкатки агрегати (механізми) або машини передаються на випробування під навантаженням.

Випробування під навантаженням (для теплових машин – теплове випробування) проводиться відповідно до технічних умов. Якщо випробовується верстат або інша машина-знаряддя, то при випробуванні проводиться робота на тому режимі і в тих умовах, які відповідають експлуатаційним. Випробування проводиться на повну потужність протягом встановленого технічними умовами терміну.

У разі виявлення під час випробувань будь-яких дефектів останні усуваються або безпосередньо на стенді, або в «дефектному» відділенні, куди машина направляється після зняття з випробувального стенда. Після усунення дефектів машина надходить на повторне випробування.

Питання для самоконтролю

1. Які види заготовок деталей машин Вам відомі?
2. Назвіть методи отримання заготовок деталей машин.
3. Визначте загальні поняття лиття.
4. Визначте загальні поняття кування.

5. Визначте загальні поняття вальцювання.
6. Визначте загальні поняття штампування.
7. Визначте загальні поняття волочіння та пресування.
8. Визначте загальні поняття отримання прокату.
9. Визначте особливості застосування пластмас при виготовленні деталей машин.
10. Які методи обробки заготовок Вам відомі?
11. Дайте характеристику методу обробки заготовок різанням.
12. Які методи покриття заготовок Вам відомі?
13. Дайте характеристику основних методів складання машин.
14. Що ви розумієте під вузловим та загальним складанням?
15. Що таке роз'ємні та нероз'ємні з'єднання?
16. У чому полягає сутність контролю якості складання машин?
17. Що таке випробування обкаткою та під навантаженням?

РОЗДІЛ 5

Основні положення розробки технологічного процесу виготовлення машини

5.1. Вихідна база і послідовність розробки технологічного процесу виготовлення машини

Завданням кожного технологічного процесу є економічне виготовлення машин, що відповідають їхньому службовому призначенню. Для успішного вирішення цього завдання розробку технологічного процесу виготовлення машини потрібно проводити в такій послідовності [29]:

1) вивчення службового призначення машини, технічних вимог, норм точності та критичний аналіз їх відповідності службовому призначенню;

2) ознайомлення з наміченим кількісним випуском машин в одиницю часу і за незмінними кресленнями;

3) вивчення робочих креслень машини та їх критичний аналіз щодо можливості виконання машиною її службового призначення, методів досягнення точності, закладених у конструкцію, технологічності конструкції машини;

4) розробка технології загального складання машини і зокрема її складальних одиниць;

5) вивчення службового призначення деталей, технічних вимог, норм точності та критичний аналіз їх відповідності своєму випадковому призначенню, а також аналіз технологічності конструкції деталей;

6) вибір найбільш економічних способів отримання заготовок, що забезпечують необхідну якість деталей;

7) розробка технологічних процесів виготовлення деталей;

8) планування обладнання і робочих місць;

9) оформлення замовлень на проектування і виготовлення обладнання, пристроїв та інструментів;

10) внесення в технологічний процес корегувань та усунення допущених помилок і недоліків.

Для розробки технологічного процесу виготовлення машини необхідні такі вихідні матеріали:

1) стислий опис, який чітко визначає службове призначення машини;

- 2) технічні умови і норми, що визначають службове призначення машини;
- 3) робочі креслення машини;
- 4) дані про кількість машин, намічених до випуску в одиницю часу (рік, квартал, місяць);
- 5) загальна кількість машин, намічених до випуску за незмінними кресленнями;
- б) умови, в яких передбачається організувати і здійснювати підготовку, виготовлення і випуск машин (новостворюваний або діючий завод, наявне на ньому обладнання, перспективи отримання нового обладнання);
- 7) місцезнаходження заводу (можливості кооперування з іншими заводами, умови постачання і т. д.);
- 8) наявність і перспективи отримання кадрів;
- 9) планові терміни підготовки та освоєння нової машини і організації її випуску.

Усі ці вихідні матеріали необхідні для докладного з'ясування завдання, яке ставиться перед технологічним процесом, і умов, в яких мають відбуватися його розроблення та здійснення. Чим правильніше і точніше сформульовані задачі і умови їх виконання, тим швидше і з меншими витратами вони вирішуються.

Досвід освоєння багатьох машин показав, що кожна неясність, недостатньо чітке розуміння службового призначення машини змушують вносити багато змін, іноді істотних, у конструкцію машини в період підготовки її виробництва і навіть упровадження. Ці зміни технічних умов або конструкцій тягнуть за собою перегляд технологічних процесів, переробку конструкцій технологічного оснащення, перестановку устаткування тощо. Результатом є подовження термінів підготовки виробництва і освоєння випуску нових машин. Іноді в разі недостатньої ясності службового призначення машини до початку розробки її конструкції доводиться навіть змінювати спочатку намічене службове призначення машини, замінюючи його іншим, оскільки виготовлена машина не виконує покладених на неї завдань. З викладеного випливає необхідність цілком зрозумілого виявлення службового призначення машини, і що не менш важливо, правильного його відображення в технічних умовах і різних нормах, яким має відповідати нова машина [29].

Кількість машин, що намічаються до випуску в одиницю часу і за незмінними кресленнями, потрібна для вибору найбільш економічного варіанта технологічного процесу, обладнання, інструменту, технологічного оснащення, ступеня механізації, автоматизації та організаційних форм.

Дуже важливо також знати всі умови, в яких буде здійснюватися технологічний процес. Коли технологічний процес розробляється і буде здійснюватися на новопроектованому заводі, тоді свобода вибору варіанта технологічного процесу, обладнання, інструменту значно більша, ніж при технологічному процесі, що розробляється для впровадження на діючому заводі. В останньому випадку на вибір варіанта технологічного процесу істотно впливає наявне обладнання, іноді навіть його завантаження, перспектива отримання нового, виробничі можливості інструментального цеху пристроїв, можливості кооперування з цих питань з іншими заводами і т. д.

Місцезнаходження заводу необхідно знати для з'ясування питань кооперування з іншими заводами з виготовлення заготовок, ряду деталей (литих, штампованих, кованих), отримання готових деталей і складальних одиниць (кріпильних, нормалей, кулькових і роликотідшипників, електрообладнання, муфт, насосів, мастильних агрегатів, електродвигунів).

Наявність кадрів, перспективи їх отримання і підготовки впливають на розробку технологічних процесів. Чим менш кваліфікованими кадрами забезпечений завод і чим більший намічається випуск машин, тим більш докладно доводиться розробляти технологічний процес і його документацію, карти технологічних процесів, операційні креслення і ескізи.

Технологічна документація і креслення мають давати можливість робітникові, наладникові і майстру самим, без будь-яких додаткових вказівок, виконувати операцію, виготовляти деталь або збирати складальну одиницю чи машину, що відповідають повністю їх службовому призначенню.

Завданням кожного технологічного процесу є економічне виготовлення машин або комплексу машин, що відповідають їхньому службовому призначенню.

Відповідно до цього завдання розроблення технологічного процесу виготовлення машини має здійснюватися в такій послідовності:

- 1) ознайомлення зі службовим призначенням машини;
- 2) вивчення та критичний аналіз технічних умов та різних норм (точності, продуктивності, ККД, витрати пального), що визначають службове призначення машини;
- 3) ознайомлення з наміченим кількісним випуском машин в одиницю часу і загальною кількістю випуску за незмінними кресленнями;
- 4) вивчення робочих креслень машини і їх критичний аналіз щодо можливості виконання нею службового призначення, способів отримання точності, що намічається конструкцією і є необхідною за службовим призначенням, виявлення і виправлення допущених помилок;
- 5) розробка технологічного процесу послідовності загального складання машини, що забезпечує можливість виконання нею службового призначення, і виявлення вимог технології загального складання до конструкції машини, складальних одиниць і деталей;
- 6) аналіз службового призначення складальних одиниць і визначення послідовності технологічного процесу складання вузлів, їх регулювання і випробування; виявлення вимог технології складання до деталей, що становлять складальні одиниці, і до конструкції складальних одиниць;
- 7) вивчення службового призначення деталей, критичний аналіз технічних умов та вимог до деталей щодо технології, виявлення вимог до конструкції деталей;
- 8) вибір технологічного процесу найбільш економічного отримання заготовок з урахуванням вимог службового призначення деталей і планованої кількості випуску в одиницю часу і за незмінними кресленнями;
- 9) розробка найбільш економічного технологічного процесу виготовлення деталей при запланованій кількості випуску в одиницю часу і за незмінними кресленнями; внесення корегувань у технологію складання і, якщо необхідно, в конструкцію деталей;
- 10) планування обладнання і робочих місць, підрахунок завантаження та внесення необхідних корегувань у технологічний процес;

11) проектування і виготовлення інструменту, технологічного оснащення та обладнання; випробування їх і впровадження у виробництво;

12) внесення в технологічний процес усіх корегувань для виправлення помилок і недоліків, виявлених під час упровадження технологічних процесів у виробництво [29].

5.2. Ознайомлення зі службовим призначенням машини

Перед початком розробки технологічного процесу технологу необхідно докладно вивчити і зрозуміти службове призначення машини, що запланована до виготовлення. Кожна машина призначена для виконання будь-якого процесу, результат якого має бути корисним людині. Тому вивчення службового призначення машини слід починати з ознайомлення із наміченими результатами її дії. Наприклад, вивчення службового призначення верстата необхідно починати з ознайомлення з формами, розмірами і технічними умовами на виготовлення деталей, що намічаються для обробки на верстаті. Ознайомлення полягає у критичному аналізі, який нерідко супроводжується уточненням ряду параметрів, що характеризують точність і інші показники якості деталей, що підлягають обробці, а також уточненням їх взаємної ув'язки і методики вимірювання.

Правильне методичне відпрацювання технічних умов, що базується на чіткому визначенні службового призначення машини, є неодмінною і обов'язковою умовою найбільш економічного виготовлення машин, що відповідають службовому призначенню.

5.3. Вивчення запланованого обсягу випуску машин

Перед розробкою технологічного процесу виготовлення машини необхідно знати: намічений випуск машин в одиницю часу (в рік, квартал, місяць); загальну кількість машин, намічену до виготовлення за незмінними кресленнями, або, іншими словами, календарний проміжок часу, протягом якого намічається випуск машин за даними кресленнями.

Ці дані потрібні для вибору найбільш економічних варіантів технологічних процесів, видів обладнання, інструменту, обсягу технологічного оснащення, організації технологічного процесу, ступеня його механізації та автоматизації.

У процесі розробки технологічного процесу нерідко доводиться дещо змінювати намічений випуск машин в одиницю часу в той чи інший бік. Пояснюється це тим, що при запланованому випуску частина обладнання може залишитися недовикористаною внаслідок його некомплектності, що знижує основні техніко-економічні показники. Досвід показує, що додавання певної кількості обладнання дозволяє в ряді випадків підвищити використання всього обладнання, а тим самим і техніко-економічні показники за рахунок збільшення спочатку наміченого випуску машин.

5.4. Вивчення робочих креслень машини

Основою для проектування технологічних процесів механічної (або інших способів) обробки є подетальна виробнича програма, складена на підставі загальної виробничої програми заводу, робочі креслення машин і технічні умови на їх виготовлення.

Зміст виробничої програми заводу і подетальної програми для окремих цехів зазначено в розд. 1.

Креслення мають містити: робочі креслення деталей машин, що випускаються; складальні креслення вузлів і окремих механізмів (агрегатів); креслення загальних видів машин.

До креслень додаються: специфікації деталей за кожною машиною; опис конструкцій і, якщо можливо, рисунки (фотографії) машин.

На *робочих кресленнях*, необхідних для проектування технологічних процесів обробки деталей на металорізальних верстатах, має бути вказано:

- а) вид заготовки;
- б) матеріал і його марка;
- в) оброблювані поверхні;
- г) позначення класу шорсткості поверхні після обробки;
- д) допуски на неточність обробки;
- е) вид термічної обробки.

На кресленнях складальних і загальних видів має бути вказано:

- а) конструктивні зазори;
- б) допуски на розміри, що визначають взаємне розташування деталей;
- в) особливі вимоги щодо складання з'єднань або монтажу всієї машини.

У специфікаціях деталей за кожним виробом мають бути:

- а) найменування деталей (включаючи купівельні);
- б) вага (маса) – чиста і чорна;
- в) вид матеріалу і його марка, хімічний склад і механічні властивості;
- г) вид заготовки;
- д) кількість деталей на один виріб;
- е) для нормалізованих деталей – номер державного стандарту або нормалі.

Опис конструкції виробів має надавати правильне і повне уявлення про їхню роботу, призначення і функції окремих частин і їх взаємодії.

Технічні умови на виготовлення і здачу виробів визначають вимоги, що висуваються до виробу (машини) в цілому і до його деталей; залежно від цього вибирається метод їх обробки.

Розробка технологічного процесу обробки деталей вирішує такі основні питання:

- 1) встановлення виду (типу) виробництва та організаційної форми виконання технологічного процесу;
- 2) визначення величини партії деталей, що запускаються у виробництво одночасно, для серійного виробництва і визначення величини такту випуску деталей – для поточного виробництва;
- 3) вибір виду заготовок і визначення їхніх розмірів;
- 4) встановлення плану і методів механічної обробки поверхонь деталей із зазначенням послідовності технологічних операцій;
- 5) вибір типів і визначення технічних характеристик верстатного устаткування, пристроїв, різального і вимірювального інструменту, а також визначення їх кількості, необхідної для виконання наміченої обробки;
- 6) визначення розмірів оброблюваних поверхонь деталей;

- 7) визначення режимів роботи на обраних верстатах за кожною операцією;
- 8) визначення норми часу на обробку за кожною операцією;
- 9) визначення кваліфікації роботи;
- 10) оцінювання техніко-економічної ефективності спроектованого технологічного процесу;
- 11) оформлення документації технологічного процесу.

Для серійного і масового виробництва технологічні процеси виготовлення окремих деталей розробляються докладно, з висвітленням усіх зазначених факторів і складанням технологічних карт, в яких фіксуються всі необхідні відомості з вищезазначених питань.

В одиничному виробництві технологічні процеси так докладно не розробляються, тут складається тільки схематичний план процесу обробки – маршрут операцій із зазначенням послідовності операцій, обладнання, пристроїв та інструменту (різального та вимірювального) і наближеного сумарного часу, потрібного на обробку.

Проектуванню технологічного процесу передують докладне вивчення робочого креслення деталі, технічних умов на її виготовлення і умов її роботи у виробі. Перевіряють достатність проєкцій, правильність проставлення розмірів, вивчають вимоги до точності і шорсткості оброблених поверхонь, а також інші вимоги технічних умов. Нерідко конструктори завищують клас точності і зменшують регламентовану шорсткість поверхонь деталі, що ускладнює технологічний процес її виготовлення. В цьому випадку технолог може запропонувати відповідні корективи, і на основі обговорення технолог з конструктором знаходять правильне рішення.

Під час контролю робочого креслення виявляють можливість поліпшення технологічності конструкції деталі. Звертають увагу на зменшення розмірів оброблюваних поверхонь, що знижує трудомісткість механічної обробки; підвищення жорсткості деталі, що забезпечує можливість багатоінструментної обробки; застосування багатолезових інструментів і високопродуктивних режимів різання; полегшення підведення і відведення різальних інструментів, у результаті чого зменшується допоміжний час; уніфікацію розмірів пазів, канавок,

перехідних поверхонь і отворів, що скорочує номенклатуру розмірних і профільних інструментів; забезпечення надійного і зручного базування заготовки, а при проставлянні розмірів – можливість суміщення технологічних і вимірювальних баз; зручність здійснення багатомісної обробки заготовок. У результаті поліпшення технологічності конструкції може бути отримано значний ефект від зниження трудомісткості і собівартості виконання процесів обробки.

Таким чином, вивчення робочих креслень машини має проводитися не тільки з точки зору розуміння її службового призначення, а й з урахуванням можливостей найбільш економічного її виготовлення при запланованій кількості [29].

5.5. Основні положення розробки технологічного процесу виготовлення деталей машин

Завдання розробки технологічного процесу виготовлення деталі полягає у знаходженні для даних виробничих умов оптимального варіанта переходу від напівфабрикату, що поставляється на машинобудівний завод, до готової деталі. Обраний варіант має забезпечувати необхідну якість деталі при найменшій її собівартості. Технологічний процес виготовлення деталі рекомендується розробляти в такій послідовності [29]:

1) вивчити за кресленнями службове призначення деталі і проаналізувати відповідність йому технічних вимог і норм точності;

2) виявити число деталей, які потребують подальшого виготовлення у одиницю часу і за незмінними кресленнями, намітити вид і форму організації виробничого процесу;

3) вибрати напівфабрикат, з якого має бути виготовлена деталь;

4) вибрати технологічний процес отримання заготовки, якщо неекономічно або фізично неможливо виготовляти деталь безпосередньо з напівфабрикату;

5) обґрунтувати вибір технологічних баз і встановити послідовність обробки поверхонь заготовки;

6) вибрати способи обробки поверхонь заготовки і встановити кількість переходів з обробки кожної поверхні виходячи з вимог до якості деталі;

- 7) розрахувати припуски і встановити міжперехідні розміри і допуски на відхилення всіх показників точності деталі;
- 8) оформити креслення заготовки;
- 9) вибрати режими обробки, що забезпечують необхідну якість деталі і продуктивність;
- 10) пронормувати технологічний процес виготовлення деталі;
- 11) сформулювати операції з переходів і вибрати обладнання для їх здійснення;
- 12) виконати розмірний аналіз технологічного процесу;
- 13) визначити необхідне технологічне оснащення для виконання кожної операції і розробити вимоги, яким має відповідати кожен вид оснащення;
- 14) розробити інші варіанти технологічного процесу виготовлення деталі, розрахувати їх собівартість і вибрати найбільш економічний варіант;
- 15) оформити технологічну документацію;
- 16) розробити технічні завдання на конструювання нестандартного обладнання, пристроїв, різального і вимірювального інструменту.

При розробці технологічного процесу виготовлення деталі використовують креслення складальної одиниці, до складу якої входить деталь, креслення самої деталі, відомості про кількісний випуск деталей, стандарти на напівфабрикати і заготовки, типові і групові технологічні процеси, технологічні характеристики обладнання та інструментів, різного роду довідкову літературу, керівні матеріали, інструкції, нормативи.

Технологічний процес розробляють або з прив'язкою до діючого, або для створюваного виробництва. В останньому випадку технолог має більшу свободу в прийнятті рішень щодо побудови технологічного процесу і вибору засобів для його здійснення.

Проектування технологічних процесів виготовлення деталей машин має на меті встановити найбільш раціональний та економічний спосіб обробки; при цьому, як зазначалося вище, обробка деталей на металорізальних верстатах має забезпечити виконання вимог щодо точності і чистоти оброблюваних поверхонь, взаємного розташування осей і поверхонь, правильності контурів, форм і т. д. Таким чином, спроектований

технологічний процес механічної обробки деталей має при його здійсненні забезпечити виконання вимог, що обумовлюють нормальну роботу зібраної машини.

При проектуванні технологічних процесів виготовлення деталей машин необхідно враховувати основні напрямки в сучасній технології машинобудування, які зводяться до такого.

1. Прагнення до максимального скорочення обробки металу різанням шляхом надання заготовкам деталей машин найбільшої точності і наближення їх за формою, розмірами і якістю поверхонь до готових деталей.

При точних заготовках не тільки економиться метал внаслідок зменшення припусків, а й значно зменшується трудомісткість обробки, скорочується потреба в металорізальних верстатах і інструментах, знижується собівартість усього процесу виготовлення деталей і машин.

2. Інтенсифікація технологічних процесів і підвищення продуктивності праці шляхом застосування для механічної обробки високопродуктивного автоматизованого обладнання і агрегатних верстатів, робота яких побудована на принципі високої концентрації операцій; шляхом застосування твердосплавного і металотермічного інструменту, пристроїв зі швидкодіючими затискними пристроями (пневматичними, гідравлічними, пневмогідравлічними, електричними); шляхом підвищення режимів обробки, максимального скорочення допоміжного часу за рахунок механізації і автоматизації процесів завантаження деталей у верстат і розвантаження їх з верстата; за допомогою застосування нових, більш досконалих методів обробки, найбільш широкого використання верстатів з програмним керуванням.

3. Досягнення найбільш продуктивними методами обробки високої точності розмірів і форм деталей, якості їхніх поверхонь, точності з'єднань, що забезпечують зносостійкість деталей, надійність, міцність і довговічність сучасних машин з високими показниками основних параметрів (швидкість, тиск, температура, які підвищені через відносне зменшення ваги і високі питомі навантаження).

Заміна механічних зв'язків гідравлічними, пневматичними, пневмогідравлічними та електричними також сприяє підвищенню точності роботи механізмів.

4. Розвиток так званої зміцнювальної технології, тобто підвищення міцності і експлуатаційних властивостей деталей шляхом зміцнення поверхневого шару механічними (наприклад дробоструминною обробкою) або термохімічними (наприклад азотуванням) засобами.

5. Застосування для виконання різних технологічних процесів верстатів (і інших машин) дедалі більшої потужності, що викликається збільшенням габаритів оброблюваних деталей, концентрацією значної кількості операцій, що здійснюються одночасно великою кількістю інструментів, високими режимами обробки, механізацією і автоматизацією різних допоміжних робіт.

6. Висування при проектуванні на перший план оптимального технологічного процесу, за яким компонуються зі стандартних вузлів спеціальні високопродуктивні верстати.

7. Застосування переносних агрегатних верстатів для обробки важких деталей (вагою понад 15 т) для потужних гідротурбін, прокатних станів, потужних пресів і т. д.

Зазвичай при обробці таких важких деталей витрачається багато машинного часу і часу на установлення і вивірення деталі на верстаті. Найбільш раціональним методом, що потребує в кілька разів менше часу, є обробка таких деталей у нерухомому стані, для чого вони встановлюються на обробленій металевій плиті; переносні агрегатні верстати, що встановлюються на тій самій плиті навколо оброблюваної деталі, обробляють одночасно кілька її поверхонь методом концентрації операцій.

8. Дедалі більш широке застосування поточного методу не тільки в масовому виробництві, де він застосовується з давніх пір (тракторо- і автомобілебудування, виробництво швейних машин, велосипедів і т. д.), а й у великосерійному і серійному виробництві (верстатобудування, електромашинобудування, транспортне, текстильне машинобудування та ін.).

9. Дедалі більше використання різноманітних методів автоматизації технологічних процесів холодної та гарячої обробки деталей і складання виробів - автоматичні лінії; комплексна автоматизація всіх процесів виробництва виробів з повним закінченим циклом – автоматичні цехи, заводи.

10. Застосування електрофізичних і електрохімічних способів розмірної обробки матеріалів, призначених, головним

чином, для галузей нової техніки, де широко застосовуються жароміцні, нержавіючі, магнітні та інші високолеговані сталі і тверді сплави, напівпровідники, рубіни, алмази, кварц, ферити та інші матеріали, обробка яких звичайними механічними способами складна або часто неможлива. До електрофізичних способів обробки належать електроіскрова, електроімпульсна, електроконтактна і анодно-механічна.

11. Застосування високоперспективного променевого способу обробки, використовуваного для розрізання матеріалу, прошивання отворів і інших видів обробки, ультразвукового способу, що дає можливість обробляти тверді і крихкі матеріали.

При розробці технологічного процесу доводиться враховувати вплив великої кількості різних, раніше вивчених факторів, виявляти і оцінювати їхнє питоме значення і на основі синтезу розробляти технологічний процес. Розробку технологічного процесу зручно проводити в певній послідовності:

1) вивчити за складальними і робочими кресленнями, технічними умовами, нормами точності і вимогами технології складання службове призначення деталі і всі вимоги, яким деталь має відповідати;

2) виявити кількість деталей, що потребують подальшого виготовлення в одиницю часу і за незмінними кресленнями;

3) намітити вид і організаційні форми майбутнього виробничого процесу (потокове або непотокове виробництво, вид потоку, форма організації);

4) вибрати напівфабрикат, з якого виготовлятиметься деталь;

5) вибрати технологічний процес отримання заготовки, якщо виготовляти деталь безпосередньо з напівфабрикату неекономічно або фізично неможливо;

6) розробити технологічний процес виготовлення деталі із заготовки;

7) розробити викладеним вище шляхом кілька можливих варіантів виготовлення деталі і вибрати з них найбільш економічний.

1. Вивчення службового призначення деталі. Аналіз технічних вимог і норм точності.

Розробка технологічного процесу виготовлення будь-якої деталі має починатися з глибокого вивчення її службового

призначення (СП) і критичного аналізу технічних вимог і норм точності, заданих кресленням.

Деталь є елементарною частиною складальної одиниці (СО). Тому на початку формулювання її СП необхідно вивчити креслення і СП складальної одиниці, в яку входить ця деталь.

Формулюючи СП деталі, необхідно не тільки чітко окреслити завдання, для вирішення яких призначена деталь, але і описати умови, в яких деталь має виконувати своє СП протягом усього терміну служби.

З'ясовуючи службове призначення деталі і її роль у роботі СО, необхідно вивчити функції, виконувані її поверхнями, які можуть бути: виконавчими, основними, допоміжними або вільними.

Наприклад, деталь – зубчасте колесо.

У першу чергу необхідно «знайти» виконавчі поверхні деталі. Це ті поверхні, якими деталь виконує своє СП і заради яких вона створюється. У зубчастого колеса це бічні поверхні зубчастого вінця.

Потім виявляються основні поверхні, що визначають положення деталі у СО, її бази. Таких поверхонь кілька, і вони мають створювати координатний кут своїм розташуванням.

Допоміжні поверхні визначають положення інших деталей, що приєднуються до даної. Вони служать базами приєднання деталей, так само, як і основні, часто об'єднуються в комплект баз. Комплектів допоміжних баз буває стільки, скільки деталей приєднується до даної.

Для того щоб деталь могла економічно виконувати своє СП, вона має бути необхідної якості. Найважливішим і найбільш трудомістким при досягненні показника якості деталі, як і СО, є її точність. Характеризується вона низкою технічних вимог (ТВ).

З огляду на значущість ТВ, які є підставою для прийняття найважливіших рішень при проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі, необхідно кожні ТВ проаналізувати з урахуванням рішень, прийнятих при розробці технологічного процесу (ТП) складання СО, в яку входить ця деталь. Таким чином, при аналізі ТВ на деталь необхідно враховувати: СП складальної одиниці, ТВ на СО, методи досягнення необхідної точності за кожною ТВ на СО, ТП складання СО.

Аналіз і корегування ТВ на деталь зручно виконувати кількома етапами. На першому етапі аналізується і корегується номенклатура ТВ, яка умовно складається з двох груп. До першої групи належать показники, що характеризують точність кожної поверхні деталі: точність розмірів (довжина, висота тощо); точність форми (макровідхилення, хвилястість, мікровідхилення); твердість, покриття тощо.

До другої групи належать показники, що характеризують відносне розташування всіх поверхонь деталі (паралельність, симетричність, співвісність тощо).

Виявлені неточні або неправильні формулювання ТВ корегуються, а відсутні ТВ формулюються заново.

На другому етапі аналізуються і корегуються, в разі необхідності, числові значення всіх ТВ.

Для скорочення витрат часу можна використовувати обчислювальну техніку.

2. Вибір виду і форми організації виробничого процесу виготовлення деталі.

Вид і форма організації виробничого процесу виготовлення деталі залежать від програми її випуску в рік і за незмінними кресленнями.

Безперервно-потокowe виробництво доцільно організовувати тоді, коли технологічне обладнання можна повністю завантажити виготовленням деталі одного найменування, тобто при масовому типі виробництва.

При виготовленні малотрудомістких деталей у відносно невеликих кількостях (великосерійне, серійне виробництво) доцільно організовувати змінно-потокowe виробництво. При цьому деталі об'єднують у групи за ознаками близькості СП, конструктивних форм, розмірів, ТВ, матеріалів і розробляється групова технологія.

Виготовлення незначної кількості однойменних деталей доцільно організовувати на технологічно замкнених ділянках з використанням високопродуктивного обладнання і технологічного оснащення, наприклад ділянках валів, зубчастих коліс тощо.

У дрібносерійному і одиничному виробництві організовуються ділянки, які об'єднують обладнання з подібним СП, наприклад ділянка токарних верстатів, фрезерних тощо.

3. Вибір вихідної заготовки і методу її отримання.

Основними факторами, що впливають на рішення, що приймаються на даному етапі розробки технологічного процесу виготовлення деталі, є: конструкція деталі, матеріал, службове призначення, технічні вимоги, програми випуску в рік (N_p) і за незмінними кресленнями ($N_{н.к.}$); тип виробництва, вид і форма організації виробництва, вартість матеріалу (напівфабрикату), собівартість вихідної заготовки, одержуваної тим чи іншим методом; витрата матеріалу, собівартість виготовлення деталі з вихідної заготовки.

Вибір вихідної заготовки і методу її отримання має забезпечувати мінімальну собівартість деталі. *Вихідна заготовка* – заготовка перед першою технологічною операцією механічної обробки.

Собівартість самих вихідних заготовок, отриманих різними методами, коливається в широких межах. Для отримання заготовок використовують різноманітні технологічні процеси і їх поєднання: різні способи лиття, пластичного деформування металів, різання, зварювання, комбіновані способи: штампування-зварювання, лиття-зварювання; порошкової металургії.

4. Визначення послідовності обробки поверхонь заготовки.

Обраний варіант базування служить основою при визначенні послідовності обробки поверхонь заготовки. Разом з тим, визначаючи послідовність обробки, враховують: конструктивні особливості деталі; вимоги до її якості; методи отримання розмірів, властивості заготовки (матеріал, маса, розміри, припуски на обробку); можливості обладнання, потребу термічної обробки; організацію виробничого процесу та ін.

Обробку заготовки починають зазвичай з підготовки технологічних баз. У комплекті баз у першу чергу обробляють поверхню (або поєднання поверхонь), що позбавляє заготовку більшого числа ступенів вільності (установлювальна або подвійна напрямна база). Базування заготовки по необроблених поверхнях у напрямку витримування розмірів допустиме лише один раз.

На початку технологічного процесу зазвичай прагнуть зняти із заготовки найбільші припуски з тим, щоб створити кращі умови для перерозподілу залишкових напружень у заготовці і виявити можливі дефекти на ранній стадії обробки.

Високі вимоги до точності форми, розмірів і відносного положення поверхонь деталі змушують вести обробку заготовки в кілька переходів. В окремих випадках попередню і остаточну обробку поверхні виконують послідовно при одному встановленні заготовки. Найчастіше ці етапи поділяють, відносячи остаточну обробку поверхонь на кінець технологічного процесу.

У кінець технологічного процесу виносять обробку легкопошкоджуваних поверхонь (наприклад зовнішніх різей).

На послідовність обробки поверхонь заготовки впливають термічна (ТО) і хіміко-термічна обробка (ХТО). Неминуче деформування заготовки в результаті такої обробки змушує передбачати в технологічному процесі попередню і остаточну обробку і починати останню з «правки» технологічних баз. Поверхні, виправлення яких після ТО є важким (наприклад кріпильні отвори в корпусних деталях), обробляють після її виконання. Деякі види ХТО ускладнюють процес механічної обробки. Так, при цементації, якщо потрібно науглецювати тільки окремі поверхні заготовки, інші захищають або обмідненим, або додатковим припуском, що видаляється після цементації, але до загартування.

Впливає на послідовність обробки поверхонь і необхідність дотримання черговості в утворенні різних конструктивних елементів деталі. Наприклад, кріпильні нарізні отвори потрібно обробляти після того, як буде остаточно оброблена поверхня заготовки, з якою вони зв'язані. В іншому випадку різі в отворах будуть зіпсовані.

Усе перелічене є основою для розробки технологічного процесу механічної обробки заготовки.

Для вирішення поставлених завдань необхідно мати такі вихідні дані і матеріали:

- 1) складальні і робочі креслення виробу і деталі;
- 2) технічні умови, норми точності та інші дані, що характеризують службове призначення деталі в працюючій машині, вимоги до деталі, виявлені при розробці технологічного процесу складання;
- 3) кількість деталей, які потребують подальшого виготовлення в одиницю часу за незмінними кресленнями;

4) умови, в яких має здійснюватися технологічний процес, знову проєктований або діючий завод, склад обладнання – наявність і перспектива поновлення шляхом модернізації, отримання нового, наявність виробничих площ, перспективи розширення, наявність і перспектива отримання кадрів;

5) стандарти і нормалі на напівфабрикати;

б) типові і робочі технологічні процеси на основні види деталей;

7) технологічні характеристики обладнання робочого (різального, давильного) і вимірювального інструменту;

8) різного роду довідкова література, керівні матеріали, інструкції, нормативи.

Основні вимоги, що висуваються до технологічного процесу механічної обробки, полягають у тому, щоб процес обробки відбувався в раціональній організаційній формі, з повним використанням усіх технічних можливостей верстата, інструменту та пристроїв при оптимальних режимах різання металу, які допускаються на даному верстаті, найменшій витраті часу і найменшій собівартості обробки.

Використання верстата має бути найбільш повним за часом, продуктивністю та потужністю.

Для найкращого використання верстата за часом необхідно прагнути до того, щоб верстат працював по можливості безперервно, без зупинок для допоміжних дій, без простоїв з яких-небудь причин та при найбільш вигідних режимах різання (швидкості різання, подачі, глибині різання).

Для повного використання продуктивності верстата необхідно, з одного боку, вибрати верстат, що має продуктивність, яка відповідає розміру виробничої програми, а з іншого – своєчасно забезпечувати її достатньою кількістю заготовок.

Для повного використання потужності верстата необхідно вибрати верстат відповідно до габаритних розмірів оброблюваної деталі і працювати з такими режимами різання, щоб потужність на різці, яка витрачається для зняття стружки, з урахуванням коефіцієнта корисної дії (ККД) верстата, максимально наближалася до потужності встановленого на верстаті електродвигуна. Особливо необхідно домагатися повного використання потужності верстата, виходячи з якої і

розраховується його конструкція, при обдирних роботах. При чистовій оздоблюваній обробці цю вимогу не завжди вдається виконати, оскільки вибір елементів режиму різання є залежним від необхідного ступеня точності і класу шорсткості оброблюваної поверхні.

Для досягнення найбільш повного використання устаткування і максимальної продуктивності праці необхідно, крім використання всіх технічних можливостей верстата, інструменту та пристроїв, зосередити особливу увагу на раціональній організації робочого місця, що має забезпечити безперервність роботи верстата, тобто мають бути усунені всякого роду затримки і втрати часу через зайві рухи і ходіння, через несвоєчасне подання матеріалу, інструменту, пристроїв, несвоєчасний ремонт, невдале планування робочого місця тощо.

Раціональна організація робочого місця передбачає належну попередню підготовку роботи і робочого місця, своєчасне і чітке обслуговування його в процесі роботи і найбільш раціональне планування його (тобто взаємне розташування робітника, обладнання, інструментів, пристроїв, заготовок, готових деталей).

Вид (тип) виробництва і відповідна йому форма організації роботи визначають характер технологічного процесу і його побудову. Тому, перш ніж розпочати проектування технологічного процесу механічної обробки деталей, необхідно виходячи із заданої виробничої програми (з урахуванням запасних частин) і характеру деталей, які підлягають обробці, встановити вид (тип) виробництва (одиничне, серійне, масове) і відповідну йому організаційну форму виконання технологічного процесу.

Розробка технологічного процесу виготовлення кожної деталі має починатися з докладного вивчення її службового призначення в машині. Для цього необхідно вивчити складальні креслення машини або тієї складальної одиниці, в яку як одна з взаємопов'язаних ланок входить ця деталь. Це вивчення необхідно супроводжувати критичним аналізом робочого креслення, технічних умов і вимог технічного процесу складання, яким має відповідати готова деталь.

Критичний аналіз технічних умов та робочих креслень деталей дає змогу привести їх у більшу відповідність до вимог

службового призначення деталі і встановити оптимальне число вимог технічних умов. У результаті цієї роботи чітко і зрозуміло формулюється завдання, для вирішення якого має розроблятися технологічний процес виготовлення кожної деталі.

У кожному машині різні деталі входять у різній кількості. Наприклад, для чотирициліндрового автомобільного двигуна потрібно: один блок циліндрів; поршнів, пальців і шатунів по чотири штуки; кріпильних деталей – у ще більшій кількості.

Тому наступним етапом є виявлення кількості кожної з деталей, які потребують подальшого виготовлення в одиницю часу за незмінними кресленнями. Знаючи кількість деталей, що потребують подальшого виготовлення, намічають вид і форму організації виробничого і технологічного процесів у цілому і за окремими стадіями.

Маючи відпрацьоване робоче креслення, технічні умови, яким має відповідати готова деталь, і знаючи число деталей, що потребують подальшого виготовлення в одиницю часу і за незмінними кресленнями, можна розпочати вибір економічного виду напівфабрикату і розробку технологічного процесу його перетворення в готову деталь з найменшими витратами живої і матеріалізованої праці. При цьому можливі варіанти.

При одних з них можна використовувати напівфабрикат, який максимально наближається за якісними показниками (розмірами, формою, шорсткістю поверхні, механічними властивостями, хімічним складом, якістю поверхневого шару матеріалу) до вимог готової деталі, що скорочує втрати, пов'язані з його перетворенням у готову деталь. Однак вартість такого напівфабрикату зростає зі збільшенням ступеня його наближення до вимог готової деталі і підвищенням рівня самих цих вимог. Інші напівфабрикати або заготовки, що відрізняються меншим ступенем наближення до вимог готової деталі, коштують менше, але потребують великих подальших витрат щодо їх перетворення в готову деталь, наприклад шляхом обробки різанням.

Отже, з кількох можливих варіантів перетворення напівфабрикатів у готову деталь необхідно використовувати найбільш економічний.

Питання про вибір виду напівфабрикату і варіанти перетворення його в готову деталь має вирішуватися на основі

порівняння собівартості деталі при кожному з можливих варіантів. При одних і тих самих вимогах до готової деталі собівартість механічної обробки зазвичай вище собівартості отримання заготовок. При цьому, чим більш віддаленими є розміри та інші показники якості заготовок від вимог до готової деталі, тим більшою мірою зростає собівартість обробки заготовок різанням і втрати матеріалу. У міру наближення заготовок до вимог готової деталі собівартість їх подальшої обробки досить швидко знижується.

Наприклад, наближення якості заготовки до вимог готових деталей шляхом переведення їх виготовлення із вільного кування на гаряче штампування, незважаючи на збільшення собівартості 1 т заготовок на 20 %, дало змогу скоротити собівартість виготовлення готових деталей у середньому на 45,6 % без урахування економії металу, втрати якого при цьому скоротилися з 75 до 60 % маси металу, витраченого на виготовлення деталей. Пояснюється це скороченням у 2 рази собівартості обробки різанням 1 т штампованих заготовок у порівнянні з обробкою таких заготовок, отриманих вільним куванням. Собівартість обробки різанням 1 т заготовок у 14,5 разу більша за собівартість 1 т заготовок, отриманих вільним куванням, і тільки в 6 разів більша за собівартість 1 т штампованих заготовок [29].

Сучасний прогрес у розвитку і вдосконаленні технологічних процесів і засобів виробництва породжує безперервне скорочення за інших рівних умов собівартості і підвищення якості напівфабрикатів і заготовок [5].

Досвід машинобудування показує, що чим раніше по ходу технологічного процесу напівфабрикат, заготовка і деталь, яка обробляється, наближаються до вимог, що висуваються до готової деталі, тим у кінцевому підсумку економічнішим стає процес перетворення напівфабрикату в готову деталь.

Зазначений напрямок є одним з провідних у розвитку сучасної технології машинобудування. З огляду на це, можна сказати, що першим, чим треба керуватися при виборі напівфабрикату, є виявлення можливості отримання напівфабрикату, який максимально наближається за якісними показниками до відповідних показників вимог, що висуваються до готової деталі.

Для перевірки правильності вибору напівфабрикату необхідно паралельно розробити один або кілька варіантів технологічних процесів виготовлення тієї самої деталі з інших напівфабрикатів. Зіставляючи різні варіанти, вибирають той, при якому виходить найменша собівартість деталі.

Сучасна металургійна та інші галузі промисловості випускають досить значну номенклатуру сортового та профільного матеріалу, з якої (хоча вона ще далеко недостатня) можна підібрати необхідні для виготовлення деталей напівфабрикати.

Максимальне наближення напівфабрикату за профілем і розмірами до готових деталей економить відходи металу і різко скорочує собівартість механічної обробки.

Якщо для виготовлення деталі можна підібрати напівфабрикат, що дає змогу перетворити його відразу в готову деталь, доводиться вибирати інший вид напівфабрикату, що дозволяє перетворити його спочатку з найменшими втратами і витратами в заготовку, яка наближається за вимогами до готової деталі, а потім уже заготовку – в готову деталь. У таких випадках як напівфабрикат використовуються метал у злитках, сортовий матеріал у вигляді прутків, листа, штаби або дроту для виготовлення кованих, штампованих, зварних, скорочених, висаджених, штампозварних, ливарно-зварних та інших видів заготовок.

5.6. Основні положення розробки технологічного процесу складання машин

Одним із важливих етапів створення машини є її складання з окремих деталей [29]. Відповідно до розподілу машини на складальні одиниці і деталі розрізняють загальне складання машини, складання вузлів (вузлове), складання підвузлів (підвузлове) і складання комплектів (комплектне).

Під *вузловим складанням* розуміють з'єднання, координування і фіксацію з необхідною точністю підвузлів, комплектів і деталей, складових вузла. В результаті вузлового складання має вийти вузол, що повністю відповідає службовому призначенню.

Під *підвузловим складанням* розуміють з'єднання, координування і фіксацію з необхідною точністю комплектів і деталей, складових підвузла.

Під *комплектним складанням* розуміють з'єднання, координування і фіксацію з необхідною точністю всіх деталей, складових комплекту. В результаті підвузлового складання і складання комплектів мають виходити підвузли і комплекти, що відповідають їхньому службовому призначенню.

До технологічного процесу складання зазвичай відносять також переходи, пов'язані з перевіркою правильності дії складальних одиниць і деталей, наприклад плавності і точності відносних переміщень, дії мастильної системи, послідовності включення окремих механізмів. У складальні процеси включаються також переходи, пов'язані з очищенням, миттям, фарбуванням і обробкою деталей, складальних одиниць і нерідко машини в цілому, а також переходи, пов'язані з регулюванням машини і її механізмів, і переходи з розбирання машини, якщо вона відправляється споживачеві в розібраному вигляді з метою зручності транспортування.

На основі вивчення службового призначення машини, її складальних і робочих креслень, розмірного аналізу і наміченої кількості машин, що потребують подальшого виготовлення в одиницю часу і за незмінними кресленнями, вибираються вид і організаційна форма виробничого процесу складання машини. Вирішальним фактором є кількість машин, що потребують подальшого виготовлення, причому до питання про вибір виду та організаційної форми виробничого процесу складання необхідно підходити з точки зору економічної ефективності.

Після того як попередньо намічені вид і організаційна форма технологічного процесу складання машини, розпочинають розробку послідовності її загального складання.

Для встановлення послідовності загального складання машини перш за все необхідно провести аналіз її конструкції для виявлення всіх складальних одиниць і окремих деталей, які мають надходити на загальне складання.

Аналіз зручно почати з виявлення номенклатури підрозділів складальних одиниць, з яких складається конструкція машини. Зазвичай конструкція складається з вузлів, підвузлів, комплектів і

окремих деталей. Конструкція ряду більш складних машин складається з вузлів першого, другого і так далі порядків, підвузлів, комплексів і деталей. Встановивши номенклатуру складальних одиниць, виявляють усі одиниці, з яких складається машина.

У кожній складальній одиниці має бути знайдена деталь, яка визначає положення всіх складових даної складальної одиниці, інших складальних одиниць і деталей.

Послідовність загального складання машини визначається її конструктивними особливостями і закладеними в конструкцію методами отримання необхідної точності.

5.7. Оформлення (документація) технологічних процесів механічної обробки

При проектуванні технологічного процесу виготовлення будь-якої машини для кожної деталі, що входить у цю машину, складають такі карти на механічну обробку [29]:

Маршрутна карта містить опис технологічного процесу виготовлення і контролю виробу за всіма операціями різних видів робіт у технологічній послідовності із зазначенням даних щодо обладнання, оснащення, матеріальних і трудових нормативів.

Карта ескізів містить графічну ілюстрацію технологічного процесу виготовлення виробу.

Операційна карта містить опис операцій технологічного процесу виготовлення виробу з розчленуванням на переходи і зазначенням відповідних даних щодо обладнання, оснащення і режимів різання.

Карта технологічного процесу містить опис технологічного процесу виготовлення і контролю виробу за всіма операціями окремого виду робіт, виконуваних в одному цеху в технологічній послідовності, із зазначенням даних щодо обладнання, оснащення, матеріальних і трудових нормативів.

Для складання карт механічної обробки необхідно мати такі вихідні дані: виробнича програма, креслення, специфікація, опис конструкцій, технічні умови і такі керівні і нормативні матеріали:

- а) паспорти металорізальних верстатів;
- б) каталоги або альбоми верстатів;
- в) каталоги або альбоми різальних інструментів;

- г) альбоми нормальних пристроїв;
- д) каталоги або альбоми допоміжних інструментів;
- е) керівні матеріали за режимами різання;
- ж) нормативи підготовчо-завершального і допоміжного часу;
- и) тарифно-кваліфікаційний довідник.

Коли технологічні процеси не розробляють докладно, а обмежуються встановленням порядку та переліку маршрутних операцій (із зазначенням верстатів, пристроїв, інструменту та кількості робітників, необхідних для виконання намічених операцій, а також часу на обробку, встановленого шляхом порівняння за аналогією або наближених підрахунків), складають маршрутні карти.

Для детальних розрахунків з нормування на додаток до маршрутних карт механічної обробки складають ще операційні карти на кожну операцію. У них докладно вказується, як треба проводити обробку на кожному переході, з якими режимами, яка встановлена норма часу на обробку і т. д. Ці карти можуть супроводжуватися ескізами, що ілюструють обробку, схемами налагоджень верстата, схемами, що вказують прийоми управління верстатом, який зображується на картах ескізів.

Технологічна карта механічної обробки зазвичай складається з двох основних частин: першої (верхньої) частини лицьового боку карти, в якій містяться всі необхідні відомості про деталь, що виготовляється, і заготовку для неї, а також креслення (ескіз) деталі; і другої (нижньої) частини лицьового боку карти, в яку вписуються проєктований план обробки і всі пов'язані з ним розрахунки (продовження цієї частини міститься на зворотному боці карти).

Ця (нижня) частина карти містить графі для опису проєктованого технологічного процесу з підрозділом на операції, установки, переходи, позиції із зазначенням необхідних верстатів, пристроїв, різального і вимірювального інструменту, а також із зазначенням розрахункових оброблюваних поверхонь, режимів різання, норм часу за основними елементами, розрядів (кваліфікації) роботи і необхідної кількості верстатів за операціями для виконання річного завдання.

До технологічної карти додаються креслення (ескізи) технологічних налагоджень за операціями або переходами і

позиціями, що ілюструють положення і кріплення деталі при обробці, положення, кріплення і тип інструменту, що застосовується, пристрої і оброблювану поверхню.

На кресленні (ескізі) мають бути вказані розміри з допусками, одержувані в результаті обробки на даній операції (переході або позиції), а також необхідний клас шорсткості обробки.

До технологічної документації, крім карт різних видів, належать: робочі креслення деталей і складальні креслення з проставлянням технологічних розмірів, допусків, посадок і класів шорсткості обробки, необхідні для розробки технологічних процесів креслення, або ескізи технологічних налагоджень за операціями або переходами, креслення пристроїв, спеціального різального, допоміжного (кріпильно-затискного) і вимірювального інструменту і т. д.

Основною умовою правильного планування і ведення виробничого процесу, яка забезпечує виконання виробничого завдання, є наявність добре і докладно розробленої технологічної документації та дотримання суворої технологічної дисципліни щодо виконання вказівок, передбачених технологічною документацією.

Документація, яка фіксує розроблений технологічний процес, сприяє прискоренню освоєння виробництва нових машин і досягненню заданих техніко-економічних показників. З цього випливає, що технологічна документація і точне виконання її вказівок мають дуже важливе значення для виробництва.

5.8. Приклад розробки технологічного процесу складання машини

Вирішальним фактором при виборі виду і форми організації процесу складання машини є кількість машин, що потребують подальшого виготовлення в одиницю часу і за незмінними кресленнями. Доцільність вибору тих чи інших видів і форм організації процесу складання має бути обґрунтована техніко-економічним розрахунком. При великій кількості машин, що випускаються, або складальних одиниць найбільш економічним є потокове складання.

Зі зменшенням кількості випущених машин потокове складання стає неекономічним, слід застосовувати непотоковий вид складання з об'єктами, що переміщуються. При виготовленні машин у малих кількостях доводиться використовувати стаціонарне складання.

Розробляючи послідовність складання машини, дуже зручно зображувати її у вигляді графічної схеми складання. Ця схема не тільки допомагає в розробці послідовності складання машини, але і є основним оперативним документом, за яким персонал складального цеху ознайомлюється з послідовністю складання нової машини, організовує виконання складального процесу, здійснює комплектування машини, подачу складальних одиниць і деталей у належній послідовності до місць збирання, веде облік, розставляє робітників, планує виробництво і дає змогу вносити удосконалення в конструкцію, технологічний процес і організацію виробництва.

Конструкції більшості машин не дозволяють проводити їх складання без попереднього часткового розбирання їхніх складальних одиниць, що надходять на загальне складання в зібраному вигляді. Тому при побудові схеми складання в неї необхідно включати і всі неминучі по ходу технологічного процесу розбирання складальних одиниць. Для машин, які надсилають споживачеві в розібраному вигляді, будують спеціальні схеми їх демонтажу у виробника і повторного складання у споживача, оскільки в таких випадках складальні одиниці зазвичай значно укрупнюються.

Схема складання та розбирання має бути наочною, показувати послідовність процесів і служити оперативним документом. Для цього схему загального складання машини найзручніше будувати в такий спосіб. Аркуш паперу ділять на кілька зон: деталей, комплектів, підвузлів, вузлів (останні, якщо необхідно, розбивають за зонами вузлів першого порядку, другого і т. д.) і машини в цілому. Кожному з елементів, що складають машину, дають умовне позначення, наприклад, деталь позначають невеликим прямокутником, в якому вказують найменування і номер деталі за кресленням. Прямокутниками великих розмірів або іншими геометричними фігурами позначають і всі інші елементи. На схему загального складання

машини наносять тільки умовні позначення деталей і складальних одиниць, які безпосередньо надходять на загальне складання.

Розглянемо розробку технології складання машини на прикладі розробки технологічного процесу складання одного вузла – шестеренного масляного насоса (рис. 5.1). Спільність методики розробки технології складання машини, вузла і будь-якої іншої складальної одиниці цілком допускає її розгляд на більш простому прикладі.

Шестеренний насос призначений для подачі мастильного матеріалу до поверхонь, що труться, деталей трактора під тиском 0,6 МПа. Насос має забезпечити подачу масла не менше 30 л/хв при частоті обертання зубчастих коліс 39 с^{-1} .

Проаналізуємо достатність і правильність технічних умов, що задаються кресленням, з подачі насоса, необхідних згідно із службовим призначенням.

Фактична подача насоса:

$$Q_{\phi} = 60Q_T n - Q_y - Q_{вс}, \quad (5.1)$$

де Q_T – теоретична подача насоса за один оборот зубчастих коліс, л/хв;

n – частота обертання зубчастих коліс, с^{-1} ;

Q_y – витік масла, л/хв;

$Q_{вс}$ – втрати при всмоктуванні, л/хв.

При нагнітанні можливий витік масла:

$$Q_y = Q_{y_p} + Q_{y_3} + Q_{y_T}, \quad (5.2)$$

де Q_{y_p} – витік через радіальні зазори між зубами і корпусом;

Q_{y_3} – витік, обумовлений нещільністю контакту зубів;

Q_{y_T} – витік через торцеві зазори між корпусом і зубчастими колесами.

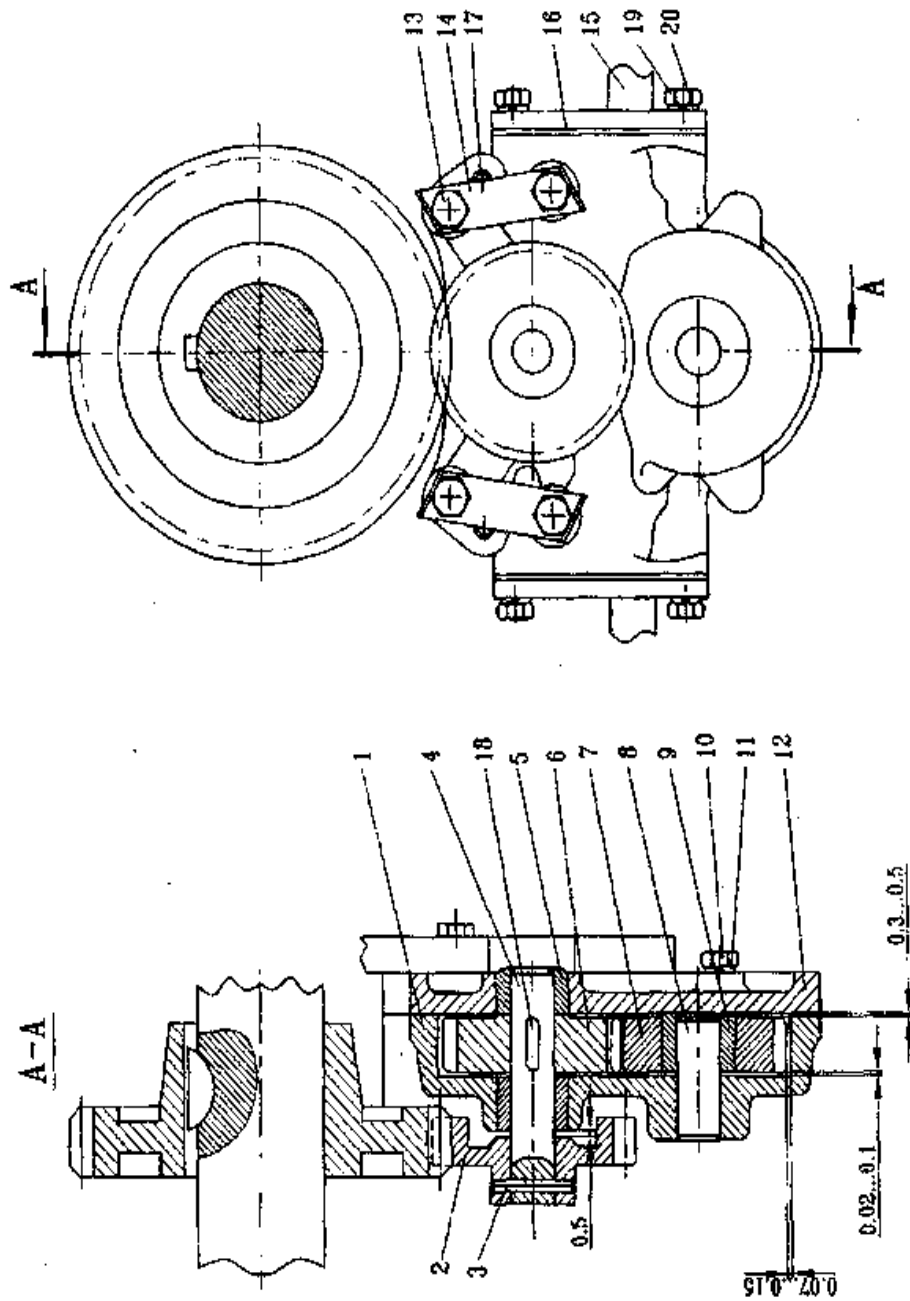


Рис. 5.1. Загальний вигляд шестеренного насоса трактора:

1 – корпус; 2 – ведене зубчасте колесо; 3, 17 – штифт; 4 – валик; 5, 9 – втулка;

6, 7 – зубчасті колеса; 8 – вісь; 10, 19 – гвинт; 11, 20 – шайба; 12 – кришка;

13 – болт; 14 – стопорна пластина; 15 – трубка приймача; 16 – прокладка; 18 – шпонка

Згідно з наведеними залежностями розрахунок насоса і розробка норм точності мають бути проведені за такою схемою. Виходячи з необхідної подачі слід встановити теоретичну подачу, норми витоків та втрат масла при всмоктуванні. Потім переходять до розмірів зубчастих коліс, їх модуля, ширини і параметрів зачеплення. Норми допустимих витоків і втрат при всмоктуванні дозволяють обмежити допусками параметри, від яких залежать витік і втрати. Зокрема, виходячи зі встановленої норми витоків масла, знаходять норми витоків Q_{yp} , Q_{y_3} , Q_{y_T} , а виходячи з них визначають найбільший допустимий радіальний зазор, бічний зазор між зубами, торцевий зазор. Встановлюючи найменші допустимі зазори, слід враховувати умови тертя зубчастих коліс об корпус і можливість заклинювання їх при нагріванні під час роботи.

При розрахунку допусків необхідно визначити, чи відповідають вимогам службового призначення насоса верхні граничні значення зазорів, задані в кресленнях. У табл. 5.1 наведені можливі витоків масла, знайдені за методикою розрахунку шестеренних насосів.

Втрати при всмоктуванні, однією з головних причин яких є розрідження у всмоктувальній камері насоса і неповне заповнення межзубових западин, $Q_{ec} = 4,83$ л/хв.

З огляду на те що теоретична подача насоса при розмірах зубчастих коліс і корпусу, зазначених у кресленнях, буде:

$$60Q_T n = 60 \cdot 0,01793 \cdot 39 = 41,95 \text{ л/хв,}$$

можна очікувати, що фактична подача насоса складатиме:

$$Q_{\phi} = 41,95 - 6,73 - 4,83 = 30,39 \text{ л/хв.}$$

Отже, верхні граничні відхилення зазорів встановлені правильно.

Серед технічних вимог є такі.

1. У зібраному насосі при прокручуванні від руки зубчасті колеса мають обертатися плавно.

2. Зібраний насос має бути чистим; його зубчасті колеса мають працювати плавно і безшумно; насос слід піддати випробуванням на спеціальній установці протягом 3–4 хв.

Вплив зазорів на витік масла

Причина витоку масла	Верхнє граничне відхилення зазору, мм	Можливий витік масла, л/хв
Радіальні зазори	0,15	0,44
Бічний зазор між зубами зубчастих коліс	0,45	4,49
Торцевий зазор між зубчастими колесами і корпусом	0,12	1,8
В с ь о г о		6,73

Вимоги щодо легкості і плавності, а також безшумності обертання зубчастих коліс задані в неявній формі, тому формулювання першої з них слід було б замінити такою: в остаточно зібраному насосі приводний вал має вільно провертатися від руки; крутний момент, що потрібен для повороту приводного вала, не має перевищувати 1–1,5 Н·м. Другу умову слід сформулювати так: рівень звукового тиску (шуму) при роботі насоса під навантаженням не має перевищувати 40 дБ.

У норми точності, задані кресленням, слід внести ще одне уточнення: на зазор між корпусом і торцем веденого зубчастого колеса привода слід встановити допуск; враховуючи, що для вільного обертання зубчастого колеса цілком достатній зазор 0,1 мм, можна встановити граничне відхилення зазору 0,1–0,5 мм.

З'ясувавши відповідність технічних вимог службовому призначенню шестеренного насоса і відкорегувавши їх, можна перейти до ознайомлення з наміченим випуском машин в одиницю часу і за незмінними кресленнями. Припустимо, що в рік треба виготовити 100000 насосів певної конструкції, причому загальний випуск насосів за незмінними кресленнями становить 800000 шт.

Розпочинаючи проведення розмірного аналізу, визначимо найбільш важливі завдання, які необхідно вирішити в процесі виготовлення насоса. Цими завданнями є забезпечення:

1) необхідного радіального зазору між зубчастими колесами і корпусом;

- 2) зазору між корпусом і торцями зубчастих коліс (торцевого зазору);
- 3) необхідного бокового зазору між зубами зубчастих коліс;
- 4) необхідного зазору між торцем осі веденого зубчастого колеса і кришкою корпусу;
- 5) зазору між корпусом і торцем веденого зубчастого колеса;
- 6) щільності контакту зубів зубчастого колеса;
- 7) легкості обертання зубчастих коліс.

Складання насоса слід проводити у такому порядку. В остаточно оброблені корпус і кришку необхідно запресувати втулки підшипників, зібрати корпус з кришкою, поставити контрольні штифти, що фіксують положення кришки відносно корпусу, і обробити остаточно втулки. Після цього слід зняти кришку з корпусу, встановити в корпус деталі насоса і знову поставити кришку на місце.

Більш докладно і наочно послідовність складання шестеренного насоса подано на рис. 5.2 (номери на схемі відповідають номерам деталей на рис. 5.1). На схемі показане не тільки складання, а й часткове розбирання, яке виявилось необхідним у процесі складання насоса цієї конструкції. Складання комплекту 4, що містить деталі 7 і 9, проводиться в механічному цеху, де виготовляють зубчасті колеса. На схемі можна також вказати всі операції додаткової обробки деталей, що виконуються в складальному цеху.

У процесі розробки технологічного процесу складання будь-якої складальної одиниці виникають завдання, від вирішення яких істотно залежить побудова технологічних процесів виготовлення деталей. Саме на етапі розробки технологічного процесу виготовлення машини або вузла дуже важлива ув'язка технологічних процесів виготовлення деталей зі складанням виробу.

З огляду на конструкцію об'єкта складання, масштаб його випуску і кількість зібраних об'єктів за незмінними кресленнями можна орієнтовно намітити форму і вид організації процесу складання насоса. Порівняно проста конструкція насоса, малі габарити, невелика маса і водночас значний масштаб випуску вказують на те, що найбільш придатним є потокове складання. Транспортувати об'єкт складання з одного робочого місця на інше зручніше за допомогою конвеєра, що безперервно рухається.

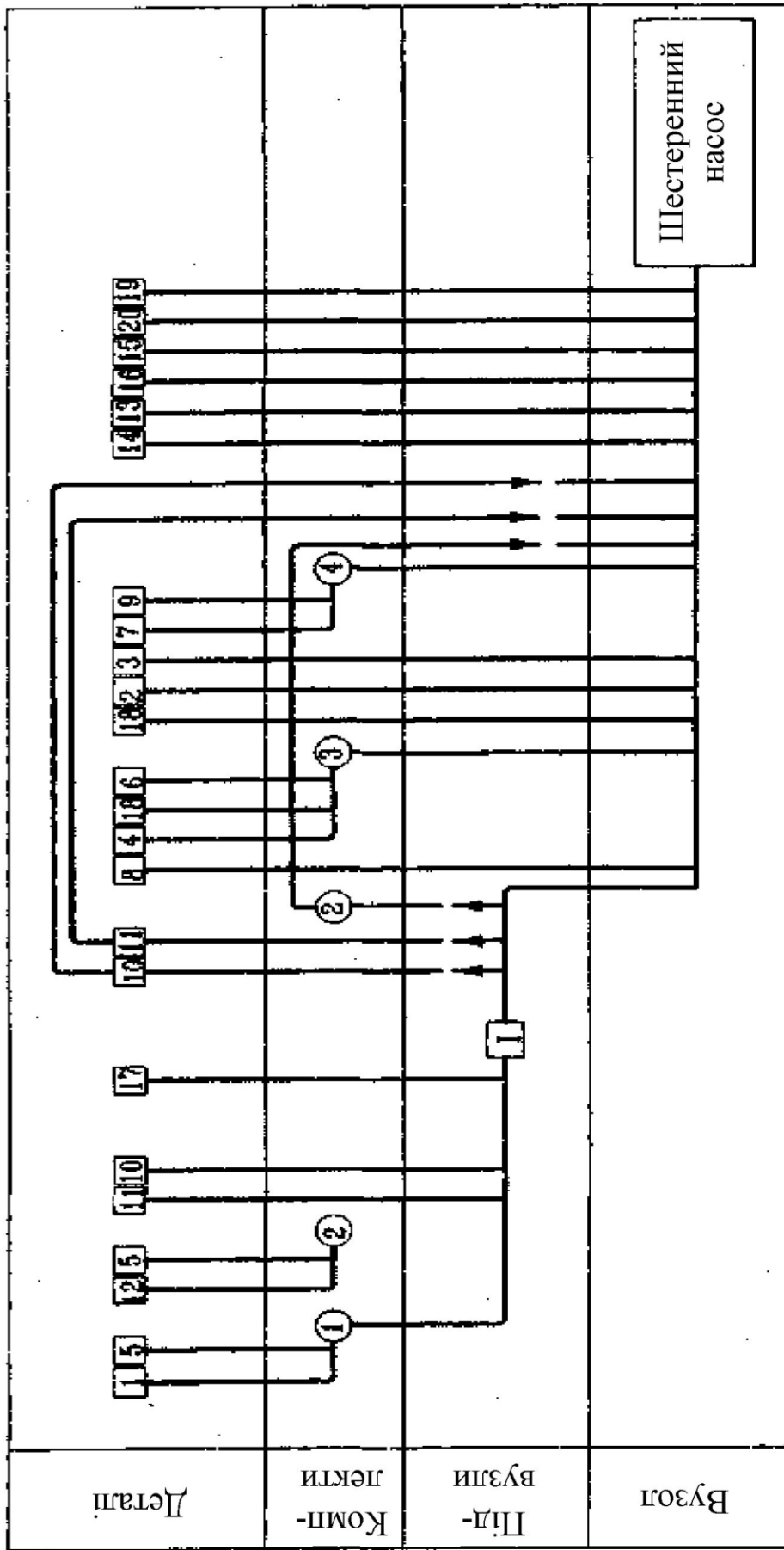


Рис. 5.2. Схема складання шестеренного насоса

Для полегшення праці складальників і підвищення її продуктивності при заданих масштабах випуску та серійності можна застосувати не тільки універсальне, але і спеціальне технологічне оснащення. Наприклад, для запресовування втулок підшипників у корпус і кришку найкраще використовувати пневматичний прес.

Щоб при запресовуванні не була зіпсована циліндрична поверхня валика, зубчасте колесо перед запресуванням необхідно нагріти. Тому в номенклатуру обладнання дільниці складання насоса треба включити нагрівальну установку з масляною ванною.

Підсумком всієї виконаної роботи з розробки технологічного процесу складання насоса є технологічна карта складання шестеренного насоса (табл. 5.2). На відміну від схеми складання в технологічній карті для зручності планування і організації складального процесу складання комплектів відокремлене від загального складання насоса.

У табл. 5.2 подано лише стислий зміст операцій без переліку всіх робіт, що становлять їх. Наприклад, операція 1 складання підвузла 1 передбачає установлення корпусу в пристрої, встановлення кришки і шайб, наживлення болтів, вивірення положення кришки відносно корпусу, доокручення болтів і зняття деталі. Відповідно до змісту операції визначена норма штучного часу. Оскільки складання насоса не переривається складанням інших виробів і складальникам не потрібно ознайомлюватися з технічною документацією, отримувати напівфабрикати, інструмент, то підготовчо-завершального часу у технологічній карті не наведено. Час обслуговування робочого місця і час перерв ураховано при нормуванні в розмірі 6 % оперативного часу.

При заданій програмі та двозмінній роботі такт T випуску насосів:

$$T = \frac{\Phi}{N} = \frac{4015 \cdot 60}{100000} = 2,41 \text{ хв/шт.}, \quad (5.3)$$

де Φ — фонд часу, год.

Таблиця 5.2

Технологічна карта складання шестеренного насоса

Номер операції	Операція	Інструмент		Устаткування і пристрої	Розряд робітника	Норма штучного часу, хв
		різальний і монтажний	контрольно-вимірвальний			
1	Запресувати втулку в корпус 1	-	-	Пневматичний прес	1	0,59
2	Запресувати втулку 5 в кришку 12	-	-	Пневматичний прес	1	0,59
1	Приєднати до корпусу кришку 12 чотирма гвинтами 10, поставивши попередньо шайби 11	-	Пристрої для вивірення положення кришки	Чотиришиндельний гвинтоверт	1	0,96
2	Просвердлити в корпусі 1 два отвори $\varnothing 7,8^{+0,2}$ мм під штифти 17	Свердло $\varnothing 7,8$ мм	-	Вертикально свердильний верстат, пристрої Те саме	1	1,98
3	Розгорнути в корпусі 1 два отвори $\varnothing 8^{-0,012}_{-0,028}$ мм під штифти 17	Спеціальна розгортка	Граничний калібр	Те саме	1	0,46
4	Встановити два штифти 17	Молоток	-	Алмазно-розточувальний верстат, пристрої	1	0,32
5	Розточити втулки підшипників $\varnothing 15^{+0,06}_{+0,09}$ мм	Алмазний різець	Граничний калібр	Алмазно-розточувальний верстат, пристрої	2	1,02
6	Помітити кришку по корпусу, розібрати підвузол 1	-	-	Чотиришиндельний гвинтоверт	1	1,10
Разом						5,84

Продовження табл. 5.2

Номер операції	Операція	Інструмент		Устаткування і пристрої	Розряд робітника	Норма штучного часу, хв
		різальний і монтажний	контрольно-вимірвальний			
1	Встановити валик 4 в пристрій, поставити шпонку 18, напресувати зубчасте колесо 6	-	-	Масляна ванна, пристрої	1	0,85
1	Запресувати вісь 8 у корпус 1	Загальне складання насоса		Камера для охолодження валика, пристрої	1	0,80
2	Встановити в корпус 1 комплект 3, посадити ведене зубчасте колесо 2 привода і зафіксувати його штифтом 3	Молоток		-	1	1,16
3	Посадити ведене зубчасте колесо 7 насоса	»	-	-	1	0,22
4	Приєднати до корпусу 1 кришку (комплект 2) чотирма гвинтами 10 з шайбами 11	-	-	Чотиришпindel'ний гвинтоверт	1	0,96
5	Встановити стопорні пластини 14, прикріпити їх до корпусу болтами 13	-	-	Пневматичний ключ	1	1,32
6	Встановити прокладку 16 і приєднати трубу приймача 15 гвинтами 19 з шайбами 20	-	-	Те саме	1	1,01
				Разом		5,47
				Загальна трудомісткість складання насоса		13,34

Кількість робітників, необхідна для виконання заданої програми:

$$q = \frac{T_o - T_c}{(T - t_{II})\gamma}, \quad (5.4)$$

де T_o – трудомісткість операції, хв;

T_c – трудомісткість суміщених операцій, хв;

t_{II} – час, що витрачається на переміщення об'єкта складання з операції на операцію;

γ – число паралельних потоків.

За відсутності суміщених у часі операцій, при суміщенні часу транспортування зібраних насосів з оперативним часом в одному потоці:

$$q = T_o / T = 13,34 / 2,41 = 5 \text{ робітників.} \quad (5.5)$$

Щоб приблизно однаково завантажити складальників роботою, операції складання насоса можна розподілити, як зазначено в табл. 5.3. Робітники на 2, 3, 4 і 5-му робочих місцях трохи перевантажені.

Для більш рівномірного завантаження складальників слід підвищити режими роботи обладнання і намітити пристрої, що сприяють збільшенню продуктивності праці робітників на цих місцях [29].

Таблиця 5.3

Розподіл роботи між складальниками

Номер робочого місця	Робота, яка виконується на кожному робочому місці	Трудомісткість, хв
1	2	3
1	Складання комплектів 1 і 2, складання підвузла 1, операція 1	2,14
2	Складання підвузла 1, операції 2–4	2,76
3	Складання підвузла 1, операції 5 і 6, складання комплекту	2,87

Продовження табл. 5.3

1	2	3
4	Загальне складання насоса, операції 1, 2 і 6	2,97
5	Загальне складання насоса, операції 3–5	2,50

Питання для самоконтролю

1. Які вихідні матеріали необхідні для розробки технологічного процесу виготовлення машини?

2. Назвіть основні положення розробки технологічного процесу виготовлення деталі машин.

3. Назвіть основні положення розробки технологічного процесу виготовлення машини.

4. Які види документації необхідні для забезпечення технологічного процесу виготовлення машини?

5. У чому полягає сутність дотримання службового призначення машини при розробці технологічного процесу виготовлення машини?

РОЗДІЛ 6

Організаційна і виробнича структури підприємства

6.1. Класифікація структур

Структури класифікуються за трьома основними напрямками [11]:

- за способом зв'язку;
- за змістом і функціональним призначенням;
- за об'єктами формування.

Спосіб зв'язку компонентів визначає будову структури, її організаційну форму.

Основною характеристикою, відповідно до якої здійснюється класифікація структур за способом зв'язку, є їх *конфігурація*. Формування будь-яких як завгодно складних структур ґрунтується на певних базових типах конфігурації. *Прості структури* мають будову якої-небудь певної базової конфігурації. Складні структури формуються на основі декількох простих структур. Відомі такі типи конфігурації структур (табл. 6.1): ланцюгова розімкнута, кільцева (ланцюгова замкнута), зіркова, «колесо», «подвійне кільце», віялова, всеканальна, стільникова.

1. Класифікація за конфігурацією структури.

Ланцюгова розімкнута структура побудована на лінійному зв'язку, може мати різну просторову орієнтацію: вертикальну, горизонтальну і вертикально-горизонтальну. Ланцюгова структура може базуватися на послідовному, на зустрічному з'єднаннях і на розбіжному з'єднанні. Конфігурації такого типу можуть становити самостійні структури (наприклад технологічна структура в потоковому виробництві), але переважно використовуються як додаткові компоненти складних структур, що забезпечують віртуальний миттєвий зв'язок периферійних ділянок з центром.

Кільцева (ланцюгова замкнута) структура побудована на послідовному зв'язку, має централізовану конфігурацію. Наприклад, структура тимчасової творчої дослідницької групи може складатися з таких компонентів і робіт: керівник (розробка програми досліджень), члени групи (послідовне проведення досліджень); провідний спеціаліст (узагальнення результатів); керівник (контроль і стимулювання).

Класифікація структур [11]

Ознака класифікації	Види структур
1. За конфігурацією структури	1.1 Ланцюгова розімкнута 1.2 Кільцева (ланцюгова замкнута) 1.3 Зіркова 1.4 «Колесо» 1.5 «Подвійне кільце» 1.6 Віялова 1.7 Всеканална 1.8 Стільникова
2. За родом зв'язків у структурі	2.1 Структура безпосередньої взаємодії 2.2 Структура відносин ієрархічної співвідпорядкованості 2.3 Структура пропорційних співвідношень
3. За сферами функціонування організації	3.1 Технологічна 3.2 Організаційно-управлінська 3.3 Економічна 3.4 Соціально-психологічна
4. За типом департаментизації підрозділів організації	4.1 Лінійна 4.2 Функціональна 4.3 Лінійно-функціональна 4.4 Лінійно-штабна

Зіркова структура – розімкнута конфігурація, що характеризується чіткою централізацією і відсутністю периферійних зв'язків. Ця структура сформована на основі з'єднання, що розширюється (структура керівництва), або звуженого (структура зворотного зв'язку) з'єднання.

Ця конфігурація може використовуватися в жорстко централізованих управлінських системах зі слабким делегуванням повноважень, а також як центральний елемент будь-яких централізованих структур. Посилення централізації може досягатися за рахунок «подовження променів» із центру «зірки».

«Колесо» – замкнута централізована конфігурація, сформована на основі з'єднань, що звужуються або розширюються. Являє синтез кільцевої і зіркової конфігурацій.

Крім централізованих зв'язків, конфігурація має ще й розвинені периферійні зв'язки. Структури цієї конфігурації належать до досить поширених. Такою може бути, наприклад, структура управління організацією: централізоване управління підрозділами з єдиного центру і периферійні зв'язки між самими підрозділами. Ця конфігурація теж може використовуватися як центральний елемент складних централізованих структур.

«Подвійне кільце» – замкнута конфігурація, сформована на основі з'єднань, що звужуються або розширюються. У структурі немає вираженої централізації. Але і цілком децентралізованою така структура не є, оскільки є відносний центр, що міститься у внутрішньому кільці, і відносна периферія – в зовнішньому кільці. Подібні структури характерні для організацій, управління якими здійснює рада, кожен член якої контролює якийсь напрямок діяльності.

Поєднання «подвійного кільця» із «зіркою» дає більш завершену, раціональну і значно поширену конфігурацію – «кільце з подвійним ободом», що має на відміну від «подвійного кільця» чітку централізацію.

Віялова структура – розімкнута централізована конфігурація, сформована на основі конвергентних і дивергентних з'єднань. Віялова конфігурація залежно від просторової орієнтації може бути вертикальною або горизонтальною, а залежно від типу базового з'єднання – розбіжною або збіжною. Прикладом вертикального розбіжного віяла є традиційна система лінійного управління; збіжного віяла – система зворотного зв'язку та інформаційної забезпеченості керівництва. Прикладом горизонтального розбіжного (збіжного) віяла є технологічна структура виробництва з розширенням (скороченням) по ходу технологічного процесу кількості виробничих ділянок.

Всеканальна структура – замкнута конфігурація, при якій кожен з елементів системи пов'язаний з усіма іншими елементами. Всеканальна конфігурація може бути сформована на основі простого багатоканального з'єднання, що звужується або розширюється. Основні різновиди конфігурацій для даної структури – децентралізована і централізована. Децентралізована аналогічна до кільцевої, але при повному розгортанні зв'язків за типом «усі з усіма». Цей вид конфігурації характерний для груп

неформального спілкування, творчих та інших груп, які не мають виражених лідерів. Централізована конфігурація аналогічна до конфігурації «колесо» і також характеризується повним розгортанням периферійних зв'язків. Прикладами організацій, що мають такі структури, є виробничі бригади з повною взаємозамінністю працівників або дослідницькі групи, які не мають яскраво вираженої спеціалізації виконавців за видами робіт, за умови, що в цих колективах є яскраво виражені керівники-координатори.

Стільникова структура – децентралізована конфігурація з високим ступенем регламентованості зв'язків, сформована на основі різних типів з'єднань. У завершеному вигляді ця конфігурація є замкнутою. Прикладом може бути структура системи формування, зберігання і використання конфіденційної інформації.

Складні структури формуються на основі не однієї, а кількох базових конфігурацій. Чим різноманітніше використовуються конфігурації, тим складнішою є відповідна структура. Більш складні структури, як правило, є і більш масштабними, в них широко розгорнуто периферійні зв'язки, сформовані і чітко позначені ланки середнього рівня. При цьому для ланок середнього рівня (а іноді і для складної структури в цілому) характерна поліцентричність, при якій формується кілька рівнозначних центрів, кожен з яких забезпечує регулювання певної групи відповідних структурних елементів. Природно, що складна структура більшою мірою характерна для великих організацій, що здійснюють багатопрофільну діяльність.

За типом просторової орієнтації структури поділяються на високі і плоскі. Високі структури орієнтовані переважно у вертикальному напрямку і мають розгорнуту мережу міжрівневих зв'язків. Плоскі структури орієнтовані, головним чином, у горизонтальному напрямку і мають розгорнуту мережу однорівневих зв'язків.

Однією з умов забезпечення адаптивності соціально-економічних (у тому числі виробничих) систем є проектування гнучких структур. *Гнучкість* – це здатність структури реагувати на зміну ситуації шляхом відповідної зміни своєї організаційної форми при збереженні існуючої якісної визначеності і функціонального призначення. Структури, що не мають такої

спроможності, вважаються *жорсткими*. При будь-яких змінах ситуації жорсткі структури строго зберігають власну будову, не змінюють типів зв'язків, з'єднань та своєї конфігурації. Для них необхідні стабільність ситуації і сталість середовища.

Гнучкість структури може проявлятися:

- у варіабельності (присосовності) зв'язків, з'єднань, конфігурацій;
- забезпеченні замінності окремих структурних блоків, а також в їх функціонуванні з дискретною схемою;
- формуванні вторинного контуру структурних зв'язків (доповнювальних, дублювальних, контрольних, корегувальних);
- у посиленні середньої ланки структури;
- у широкому розвитку мережі периферійних зв'язків.

2. Класифікація за родом зв'язків у структурі.

За цим критерієм структури поділяються на три типи:

- безпосередньої взаємодії;
- відносин ієрархічної співвідпорядкованості;
- пропорційних співвідношень.

Структури безпосередньої взаємодії забезпечують функціонування організації як єдиного цілого безлічі взаємодіючих компонентів. Ці структури передбачають взаємодію як між компонентами одного рівня (горизонтальні зв'язки), так і між компонентами різних рівнів (вертикальні зв'язки). До вертикальних зв'язків між вищим і нижчим членами організації в даному випадку можуть, наприклад, належати консультування, інформування, координація дій, поділ діяльності тощо. Структури безпосередньої взаємодії можуть мати різноманітні конфігурації, але для них зазвичай характерна розвинена периферійність зв'язків і досить часто – поліцентричність або повна децентралізованість.

Структури відносин ієрархічної співвідпорядкованості засновані на вертикальних зв'язках і в чистому вигляді можуть мати тільки цілком певні конфігурації, такі як зоряна, віялова або вертикальна ланцюгова. Вони забезпечують саме ієрархічну впорядкованість організації, визначення статусу всіх його компонентів, встановлення їх співвідпорядкованості між собою.

Структури пропорційних співвідношень визначають пропорційність будови організації, взаємоузгодженість

співвідношення найважливіших параметрів окремих компонентів системи між собою. Ці структури можуть бути виражені, з одного боку, кількісними характеристиками як зіставлення числових даних різних компонентів організації за різними параметрами, а з іншого – у вигляді схеми взаємоузгодження параметрів. Якщо члени організації взаємодіють одне з одним, то між ними за цілою низкою параметрів має бути певна відповідність, що дає змогу забезпечувати збереження стабільності організації.

У реальності всі три види структур перебувають у єдності і утворюють цілісну структуру організації, в рамках якої вони виконують свої цілком певні функції.

3. Класифікація за сферами функціонування організації.

За сферами функціонування організації може бути виділено безліч різних структур, що відповідають видам діяльності. Наприклад, на промислових підприємствах можуть бути виділені основні і специфічні функціональні структури: технологічна, організаційно-управлінська, економічна і соціально-психологічна; структури інформаційних, матеріальних, фінансових, людських та інших потоків.

Розглянемо основні функціональні структури.

Технологічна структура організації являє собою сукупність зв'язків технологічного процесу виготовлення продукту, конструкторської та технологічної підготовки виробництва, організації обслуговування виробництва (рис. 6.1, [11]).

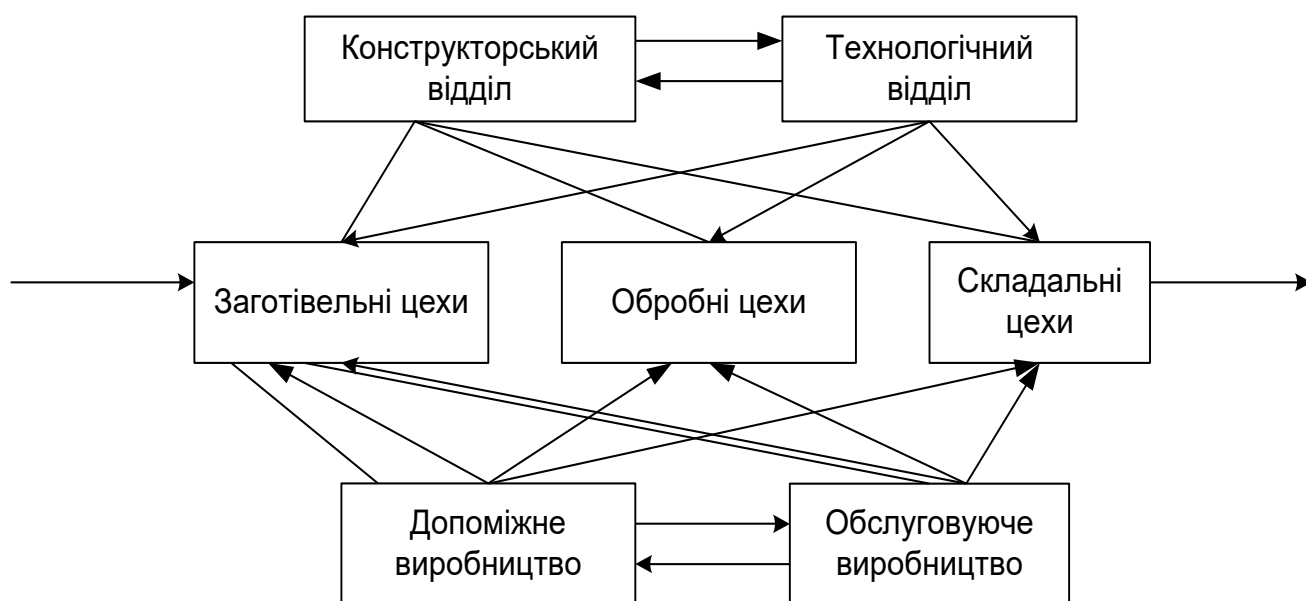


Рис. 6.1. Технологічна структура машинобудівного заводу

Організаційно-управлінська структура являє собою сукупність вертикальних і горизонтальних зв'язків, що забезпечують упорядкованість, координацію, регулювання діяльності організації для досягнення її цілей [11]. Основу організаційно-управлінської структури складають відносини ієрархічної співпідпорядкованості. Вони у свою чергу чинять визначальний вплив на організаційно-управлінські відносини безпосередньої взаємодії, як вертикальні – між ланками вищого і нижчого рівня управління, так і горизонтальні – між ланками одного рівня ієрархії.

Організаційно-управлінська структура є інформаційною. Основні інформаційні потоки:

- по вертикалі зверху вниз – планова, нормативна, командна, керівна інформація;
- по вертикалі від низу до верху – аналітична, рекомендаційна, обліково-статистична інформація тощо;
- по горизонталі – інформація, що забезпечує взаємокоординацію і горизонтальну інтеграцію діяльності.

Складовою частиною організаційно-управлінської структури є структура керівництва (менеджерів) організації (рис. 6.2).

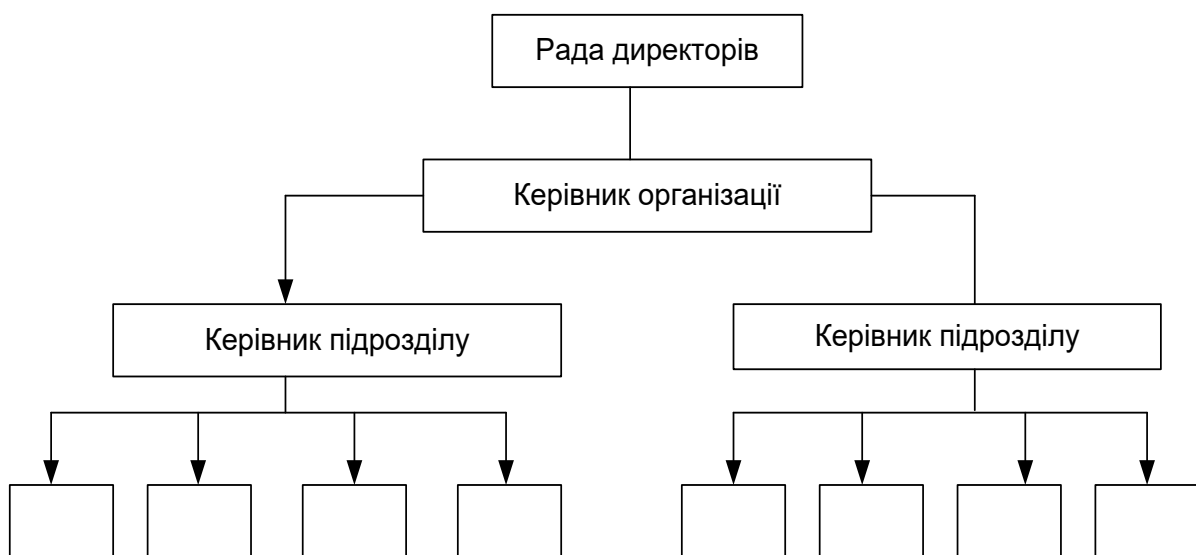


Рис. 6.2. Структура керівництва організації

Поряд зі структурою керівництва організації можуть бути структури за окремими видами інформаційних потоків. Якщо вважати, що в перелік основних функціональних структур

організації входять технологічна, організаційно-управлінська, економічна і соціально-психологічна (тобто структури, що охоплюють усі аспекти діяльності організації), то організаційно-управлінську складову діяльності організації доцільно подати у вигляді системи менеджменту.

Економічна структура організації являє собою сукупність відносин економічної взаємодії окремих членів організації одне з одним з питань: виконання місії, досягнення цілей, виділення ресурсів, оплати праці, розподілу отриманого доходу між власниками, менеджерами, фахівцями та робітниками і т. д. [11].

Соціально-психологічна структура організації являє собою сукупність вертикальних і горизонтальних зв'язків, що характеризують соціально-психологічні аспекти. Вона містить:

- структуру відносин ієрархічної співвідпорядкованості, що встановлює соціальний статус кожного члена організації;
- структуру безпосередніх соціально-психологічних взаємодій між функціональними, професійними, кваліфікованими групами, колективами підрозділів, групами неформального спілкування, окремими людьми.

Класифікацію структур за типом департаментизації підрозділів організації буде розглянуто далі.

6.2. Принципи організації структур і процесів

Принципи організації можна поділити на такі групи [26]:

1. Загальні принципи організації структур.
2. Загальні принципи організації процесів.
3. Принципи раціоналізації структур.
4. Принципи раціоналізації процесів.

Недолік подібного поділу полягає в тому, що іноді важко віднести принцип до тієї чи іншої групи, оскільки деякі з них починають реалізовуватися при проектуванні систем, а продовжують – при їх функціонуванні та розвитку. Перевага цієї класифікації полягає в тому, що принципи поділяються за рівнем абстракції і кількості. Загальні принципи більш абстрактні і їх менше, ніж принципів раціоналізації.

Існують різні класифікації принципів організації структур і процесів.

1. Розгляд будь-яких об'єктів з організаційної точки зору (на сьогодні цей принцип називається системним підходом).

2. Принцип відносності. Система буває такою лише по відношенню до будь-яких певних активностей, опорів, енергій. По відношенню до інших систем вона може бути організуючою (при збільшенні синергічного ефекту), нейтральною (синергічний ефект дорівнює нулю) або дезорганізуючою (синергічний ефект негативний).

3. Принцип співвідносності організаційної форми системи і її зовнішнього середовища.

4. Принцип сумісності компонентів системи один з одним за різними параметрами.

5. Принцип спеціалізації як необхідного етапу в прогресі форм організаційного досвіду, як способу розбіжності або диференціації організаційних методів.

6. Принцип єдності та узгодженості організаційних методів.

7. Принцип пропорційності компонентів системи за різними параметрами.

8. Принцип паралельності часткових процесів у просторі і часі.

9. Принцип слабкої ланки (на основі закону найменших).

10. Принцип безперервності змін у системах, дій і протидій, з'єднань систем (кон'югація), входження компонентів однієї системи в іншу (інгресія), розпаду систем (дезінгресія).

11. Принцип підбору (відбору) компонентів систем з різноманіття подібних до них (форм організації, працівників, обладнання тощо).

12. Принцип ланцюгового зв'язку компонентів у системі, їх взаємозалежності.

13. Принцип однорідності і наслідування штучних систем (соціальних, виробничих, технічних) біологічних систем і природи.

Виділимо три класифікації. Перша з них містить такі принципи організації:

- пріоритет функцій;
- пріоритет об'єкта над суб'єктом;
- відповідність між цілями і ресурсами;
- відповідність розпорядження і підпорядкованості;

- оптимальне поєднання централізації і децентралізації;
- відповідність ефективності і витрат.

Друга класифікація відносить до загальних принципів організації такі принципи, як:

- сумісність компонентів системи; актуалізація функцій як процес набуття властивостями компонентів функціонального характеру, їх регуляція (зміна);
- нейтралізація дисфункцій, тобто виключення (або зведення до мінімуму) негативного взаємовпливу функцій системи;
- зосередження на перетворенні зв'язків, відносин у системі в стійкі, необхідні і впорядковані функції;
- лабільність функцій як процес вдосконалення організації.

Третя класифікація виділяє:

- принципи організації структури управління;
- принципи організації процесу управління.

До принципів організації структури управління належать:

- економічність і гнучкість структури управління;
- відповідність генеральним і територіальним схемам управління;
- скорочення числа ступенів і ланок у структурі;
- скорочення витрат на утримання апарату управління;
- чітке розмежування лінійного і функціонального управління;
- єдність розпорядництва і відповідальності;
- дотримання норм керованості;
- відповідність прав і обов'язків.

До принципів організації процесу управління належать:

- забезпечення максимальної керованості, тобто зведення до мінімуму некерованих об'єктів;
- орієнтація на досягнення поставлених цілей, а не на усунення збурювальних впливів;
- визначення ступеня раціональності централізації управління;
- рівномірність розподілу робіт;
- забезпечення необхідних інформаційних характеристик управління;
- спрощення процедурної частини;

- зведення до мінімуму зворотно-поступальних дій по горизонталі і вертикалі;
- максимальне виключення впливу суб'єктивних факторів;
- узгодження процесів у просторі і часі;
- раціональне поєднання регламентування, нормування та інструктування;
- відповідність організаційних форм використання технічних систем організації процесу управління;
- використання стандартизації в управлінні.

Об'єктивні засади організації (це принципи системного підходу, відносності, слабкої ланки, безперервності, цінного зв'язку) віднесені до загальних принципів, а решта (суб'єктивно ставляться і реалізуються) - до принципів раціоналізації структур або процесів. Разом з тим аналіз світового досвіду розвитку теорії та практики організації показує, що загальні принципи діють об'єктивно, в глобальному масштабі неможливо призупинити їх прояв. Спроба ігнорувати в окремо взятій країні або іншій соціально-економічній системі принципи організації призводить до її деградації.

6.3. Принципи раціоналізації структур

Єдиного підходу до принципів формування структури організації та раціоналізації процесів їх функціонування не існує. Є лише різні класифікації.

До принципів структуризації належать [26]:

- визначення мети;
- пріоритет функцій над складом ланок;
- пріоритет об'єкта над суб'єктом;
- адаптивність;
- повна координація;
- мінімум складності;
- повномасштабність;
- межі автономності;
- поєднання централізації і децентралізації;
- взаємоузгодженість по вертикалі і горизонталі;
- єдність розпорядження;
- оптимальність діапазону контролю.

Принципи процесуалізації:

- спрямованість;
- прямопотоковість;
- результативність;
- ефективність;
- сприйнятливість;
- інформативність;
- надійність;
- оперативність;
- гнучкість;
- паралельність;
- синхронність;
- ритмічність.

Принципи раціоналізації:

- алгоритмізація;
- нормалізація;
- систематизація;
- класифікація;
- концентрація;
- спеціалізація;
- стандартизація;
- персоніфікація;
- регламентація.

Необхідно зазначити такі принципи раціоналізації структури організацій [26].

1. *Правова обґрунтованість структури організації* – економіко-правове регулювання процесів створення організації, дотримання міжнародних та національних нормативних актів, що регламентують різні процеси в усіх сферах економіки. Цей принцип дає зниження суб'єктивізму в управлінні, створення правового поля, що відповідає міжнародним вимогам, глобалізацію національної економіки, розвиток міжнародної інтеграції і кооперування, збереження екосистеми. Умовою реалізації цього принципу є наявність нормативних актів зі створення організацій, що відповідають концепції, стратегії і тактиці розвитку суспільства.

2. *Формулювання місії організації* – констатація філософії і призначення, сенсу створення і існування організації, в чому її

особливості та відмінності від інших, які її цінності і цілі, принципи та методи управління. Цей принцип є базисом, точкою опори для всіх планових рішень, допомагає зосередити потенціал на вибраному напрямку, об'єднує зусилля працівників. Забезпечує розуміння і підтримку серед зовнішніх учасників організації. Допомагає сформулювати орієнтири розвитку організації. Умовою для реалізації принципу є участь усіх працівників організації у формулюванні її місії, комплексність змісту місії.

3. Орієнтація діяльності на досягнення конкурентоспроможності – здатність об'єкта витримувати конкуренцію в порівнянні з аналогічними об'єктами на даному ринку. Цей принцип забезпечує процвітання організації, вирішення техніко-економічних і соціальних проблем. Умовою реалізації цього принципу є підвищення наукового рівня системи менеджменту як системи досягнення конкурентоспроможності керованих об'єктів.

Цей принцип можна оцінити питомою вагою продукції, що випускається організацією, яка конкурентоспроможна на зовнішньому і внутрішньому ринках.

4. Вивчення механізму дії законів організації – до законів організації, що виявляються переважно в статичності, належать закони композиції, пропорційності, найменших і онтогенезу. Цей принцип має на меті визначення закономірностей становлення і розвитку організації, дає змогу визначити перелік конкретних принципів і управляти ними.

5. Застосування системного підходу до формування структури організації. Системний підхід – це філософія управління, метод виживання на ринку. Цей принцип дозволяє підвищувати якість і ефективність управління.

6. Застосування маркетингового підходу до формування структури організації і стратегії – орієнтація керуючої підсистеми системи менеджменту на споживача при вирішенні будь-яких завдань. Цей принцип дозволяє підвищити якість управління, ефективність використання ресурсів. Для його реалізації необхідне дотримання пріоритетів: підвищення якості, економії ресурсів у споживача, зниження собівартості об'єктів.

Цей принцип можна оцінити питомою вагою технічних і нормативно-методичних документів, в яких чітко регламентовані вимоги щодо орієнтації конкретної діяльності на споживача.

7. *Структуризація цілей організації* – побудова дерева цілей організації в цілому і за кожним видом товару. Цей принцип дає змогу ранжувати цілі і завдання за їх важливістю та ефективністю, раціонально використовувати ресурси для досягнення цілей.

8. *Забезпечення пріоритету стратегічних питань перед тактичними* – техніко-організаційна основа досягнення конкурентоспроможності та ефективності функціонування організації створюється на стадії проектування її структури, формування стратегій. Поточні результати роботи організації закладаються в попередній період, при формуванні стратегій. Підвищення якості розроблених стратегій дає значний ефект у період їх реалізації.

9. *Забезпечення кількісної визначеності структури управління* – кількісне вираження параметрів структури (числа компонентів і зв'язків, продуктивності, міцності, довговічності і т. д.) у конкретних натуральних одиницях. Цей принцип дозволяє краще пізнати структуру систем, їх зміст, взаємозв'язки і підвищити якість управління.

10. *Вивчення властивостей системи* – до властивостей системи належать первинність цілого, неадитивність, розмірність, складність, жорсткість та ін. Цей принцип дозволяє краще пізнати структуру систем, їх зміст, взаємозв'язки і підвищити якість управління.

11. *Глобалізація стратегії організації* – орієнтація структури організації на глобальну конкуренцію, розвиток транснаціональних і багатонаціональних корпорацій. Цей принцип дозволяє підвищити конкурентоспроможність товарів, що випускаються, за рахунок міжнародної інтеграції в галузі науки, техніки та ін.

12. *Забезпечення інноваційного характеру структури організації*. Інновація – кінцевий результат упровадження нововведення з метою зміни об'єкта управління та одержання будь-якого ефекту в даній сфері діяльності. Інноваційний шлях розвитку на основі створення високих технологій і конкурентоспроможних об'єктів є пріоритетним напрямом розвитку промислово розвинених країн.

Цей принцип рекомендується визначати питомою вагою продукції, що випускається, виготовленої на основі власних патентів і ноу-хау, в обсязі валового доходу, а також кількістю отриманих за звітний період патентів.

13. Забезпечення адаптивності структури організації до зовнішнього середовища – пристосування структури організації та її окремих компонентів до постійно змінюваних умов середовища, потреб ринку. Цей принцип дозволяє виробляти те, що необхідно споживачеві, своєчасно реагувати на багато змін і корегувати поведінку виробника.

14. Орієнтація на проблеми – при проектуванні структури організації можна орієнтуватися на використання типових стандартних компонентів і зв'язків, або на створення нових компонентів для вирішення конкретної проблеми. Цей принцип дозволяє створювати конкурентоспроможні організаційні структури з оригінальних компонентів.

15. Скорочення числа компонентів і зв'язків у системі – простота конструкції (проекту) – мірило розуму конструктора (проектувальника). Цей принцип дозволяє знизити трудомісткість проектування, створення і обслуговування системи.

16. Застосування комплексного підходу до формування структури організації – принцип, що враховує всі аспекти формування структур. Він дозволяє всебічно вивчити проблему, створити працездатну структуру організації. Ігнорування хоча б одного з аспектів формування структур знижує ефективність системи.

17. Застосування інтеграційного підходу до формування структури організації – принцип, націлений на дослідження і посилення взаємозв'язків. Він дозволяє отримати додатковий ефект взаємодії (ефект синергії), підвищити організованість управління, оперативність прийняття рішень, рівень спеціалізації працівників.

18. Застосування нормативного підходу до формування структури організації – принцип, який полягає у встановленні нормативів управління за всіма підсистемами системи менеджменту на стадії проектування структури. Дозволяє встановити економічно обґрунтовані нормативи якості та конкурентоспроможності товарів, використання ресурсів та ін. В умовах підвищення рівня автоматизації роль нормативів зростає.

Цей принцип можна оцінити двома показниками:

- кількістю методичних документів, які використовуються організацією при проектуванні і функціонуванні організації;
- питомою вагою норм і нормативів, розроблених розрахунково-аналітичним методом, у загальній кількості норм і нормативів, які застосовуються організацією.

19. Застосування ситуаційного підходу до формування структури організації – принцип, орієнтований на вивчення впливу конкретних ситуацій на процес розробки структури організації, види ситуацій, що характеризують зміну факторів зовнішнього і внутрішнього середовища. Він дозволяє опрацювати альтернативні варіанти досягнення цілей і в момент прийняття рішення приймати до виконання варіант, який максимально відповідає вимогам конкретної ситуації. Забезпечує адаптацію до зовнішніх і внутрішніх ситуацій, підвищує гнучкість організації.

20. Уніфікація і стандартизація компонентів структури. Уніфікація – раціональне скорочення числа типорозмірів системи, її компонентів та ін. Стандартизація – діяльність, спрямована на встановлення в стандартах та інших нормативних документах норм, правил і характеристик стандартизованих об'єктів з метою підвищення їх якості, ефективності та взаємозамінності.

Цей принцип можна оцінити такими трьома основними показниками:

1. Коефіцієнт міжпроектної уніфікації структури

$$K_{ун.м.} = \frac{H_3}{n}, \quad (6.1)$$

де H_3 – число компонентів, запозичених з інших структур для проектованої структури;

n – загальна кількість компонентів одного рівня ієрархії в проектованій структурі.

2. Коефіцієнт повторюваності компонентів одного рівня ієрархії в проектованій структурі

$$K_n = \frac{n}{N} > 1, \quad (6.2)$$

де n – загальне число компонентів одного рівня ієрархії в проєктованій структурі.

3. Коефіцієнт стандартизації структури

$$K_{ст} = \frac{N_{ст}}{n}, \quad (6.3)$$

де $N_{ст}$ – число стандартизованих компонентів (блоків) одного рівня в проєктованій структурі.

Ці коефіцієнти можуть розраховуватися тільки за компонентами одного рівня ієрархії.

21. Забезпечення гнучкості структури організації. Гнучкість – це здатність об'єкта до змін структури під впливом оперативних факторів зовнішнього або внутрішнього середовища. Він дозволяє адаптувати параметри функціонування організації до зовнішнього середовища, підтримує стійкість організації.

22. Забезпечення оптимального рівня спеціалізації організації та її підрозділів. Спеціалізація – це поділ праці і концентрація однорідних видів робіт в одному місці. Спеціалізація буває предметною, подетальною, технологічною, функціональною. Дозволяє за рахунок ефекту масштабу підвищувати рівень автоматизації виробництва, знижувати витрати ресурсів на одиницю продукції (робіт, послуг), підвищувати її якість.

23. Забезпечення оптимального рівня універсалізації. Універсалізація – концентрація в одному місці (працівникові) різнобічних функцій при неможливості зростання масштабу організації. Дозволяє економити ресурси і підвищувати якість продукції при виконанні разових робіт (виробництво одиничної продукції).

24. Забезпечення оптимального рівня централізації управління. Централізація – форма управління, при якій головні управлінські функції виконуються центральним апаратом, що не

делегуються нижчими органами. Централізація тісно пов'язана з децентралізацією, слід забезпечувати їх оптимальне співвідношення за рівнем ієрархії управління. Рівень централізації управління є в прямій залежності від вимог до якості управлінських рішень.

25. Забезпечення пропорційності структури організації. Пропорційність в організації – необхідне співвідношення між частинами цілого. Забезпечення пропорційності організаційних структур за потужністю (продуктивністю), якістю виконання робіт, термінами та іншими параметрами є головною умовою їх ритмічної, якісної та ефективної роботи.

Цей принцип можна оцінити за формулою:

$$K_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{max}}}, \quad (6.4)$$

де $K_{\text{пр}}$ — коефіцієнт пропорційності аналізованого об'єкта;

M_{min} — мінімальне значення цього параметра об'єкта;

M_{max} — максимальне значення цього параметра.

26. Забезпечення прямопотоковості структури організації. Прямопотоковість характеризує оптимальність шляху проходження предмета праці, інформації і т. д. Дозволяє економити ресурси, залучені для виконання виробничої програми.

27. Стимулювання формування оптимальної структури організації та її розвитку. Стимулювання – створення зацікавленості працівників у досягненні чого-небудь. Забезпечує мобільність і гнучкість структури організації, її конкурентоспроможність, ефективність і стійкість її роботи.

28. Розробка системи менеджменту організації. Менеджмент – система досягнення конкурентоспроможності керованих об'єктів. Забезпечує підвищення якості та ефективності управлінських рішень, конкурентоспроможності виробів, що випускаються, рівня управління організацією.

Перелічені принципи раціоналізації структури організації охоплюють майже все коло проблем економіки і створення підприємств. Більшість з них орієнтовано на оптимізацію і пристосування структур до вимог споживачів і ринку, на випуск конкурентоспроможних товарів.

6.4. Організаційне проектування

Організаційне проектування – це комплекс робіт зі створення підприємства, формування структури і системи менеджменту, забезпечення його діяльності всім необхідним.

Метою організаційного проектування є забезпечення високого рівня організованості діяльності підприємства (організації). Для забезпечення високого рівня організованості будь-якої діяльності необхідно, щоб вона була спроектована, націлена, регламентована, забезпечена необхідними інструкціями, інформацією і ресурсами, здійснювалася за раціональною для певних умов технологією [11]. Місце організаційного проектування структури і процесів у виробничому циклі показано на рис. 6.3.

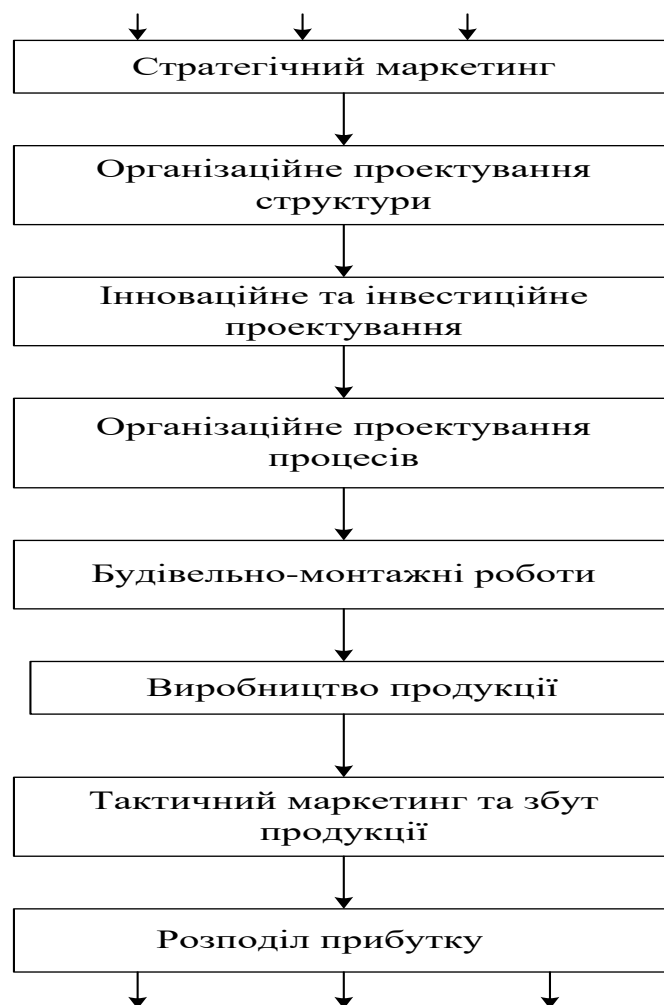


Рис. 6.3. Місце організаційного проектування структури і процесів у виробничому циклі

Організаційний проект структури може складатися з таких розділів:

- ідея організаційного проекту структури, що впливає зі стратегії організації, сформованої на стадії стратегічного маркетингу;

- виробнича структура організації;
- організаційна структура організації;
- персонал організації;
- потреба в матеріальних ресурсах організації на планований період;

- фінанси;
- інформаційне забезпечення управління;
- взаємодія структур організації;
- ефективність проекту.

Етапи організаційного проектування:

- формулювання ідеї організаційного проектування на основі маркетингових досліджень;

- системний аналіз і структуризація проблеми (об'єкта);
- розробка виробничої структури організації (кількості і взаємозв'язків виробничих підрозділів та ін.);

- розробка організаційної структури організації;
- розробка положень (посадових інструкцій) про служби;
- розробка норм і нормативів;
- підбір персоналу і комплектування штату організації;
- розрахунок потреби в різних видах ресурсів (за їхніми видами, об'єктами та ін.);

- техніко-економічне обґрунтування організаційного проекту;

- узгодження і затвердження проекту, передача його для використання (реалізації).

За окремими розділами або проблемами організаційного проекту можуть застосовуватися різні методи розробки. Планування підрозділів може бути спроектоване із застосуванням методів аналогії і побудоване на апробованих проектах. Норми і нормативи витрат ресурсів, нормативні документи можуть бути розроблені із застосуванням дослідно-статистичних методів, що ґрунтуються на використанні досвіду працівників, або із застосуванням експериментальних (дослідно-промислових) і

розрахунково-аналітичних методів. При проектуванні окремих складових організаційного проекту може застосовуватися також блоковий метод. В умовах автоматизації і управління значного поширення набули методи організаційного проектування.

6.5. Види організаційних структур

Організаційна структура – це сукупність відділів і служб, що займаються побудовою та координацією функціонування системи менеджменту, розробкою і реалізацією управлінських рішень щодо виконання бізнес-плану, інноваційного проекту [30].

Основними факторами, що визначають тип, складність та ієрархічність (кількість рівнів управління) організаційної структури підприємства, є:

- масштаб виробництва і обсяг продажу;
- номенклатура продукції, що випускається;
- складність і рівень уніфікації продукції;
- рівень спеціалізації, концентрації, комбінування і кооперування виробництва;
- ступінь розвитку інфраструктури регіону;
- міжнародна інтегрованість підприємства.

Структура організації залежно від розглянутих факторів може бути кількох типів.

1. Лінійна. Планування робіт і контроль їх виконання здійснюються по вертикалі від керівника до виробничих підрозділів, які виконують управлінські функції.

2. Функціональна. Планування робіт і контроль їх виконання здійснюються функціональними підрозділами. Роботи виконуються виробничими підрозділами за кожною функцією.

3. Лінійно-штабна. Планування робіт здійснюють функціональні підрозділи, роботи виконують виробничі підрозділи. Всі підрозділи підпорядковуються керівнику.

4. Матрична. До лінійно-функціональної структури додаються генеральні конструктори або менеджери з проектів, які відповідають за конкурентоспроможність об'єктів. Зв'язки відкриті по горизонталі і по вертикалі.

5. Бригадна. На підприємстві (в організації) формуються комплексні бригади з 10 – 15 осіб для виконання окремих видів робіт і виготовлення складових частин продукції.

6. Дивізійна. Цей тип структури прийнятний для диверсифікованих концернів, що підрозділяються на виробництва за типами продукції. Функціональні підрозділи є як у виробництв, так і у концерну в цілому.

Кожен з перелічених типів структур має свої недоліки і переваги. Для вибору (проектування) конкретної структури конкретного підприємства (організації) необхідно виконати аналіз основних факторів, що впливають на формування структури.

До факторів розвитку структури підприємства належать такі:

- розвиток спеціалізації і кооперування виробництва;
- автоматизація управління;
- застосування сукупності наукових підходів до проектування структури та функціонування системи менеджменту;
- дотримання принципів раціональної організації виробничих процесів (пропорційність, прямопотоковість і ін.);
- переведення існуючих структур управління на проблемно-цільову структуру.

Основні принципи формування **проблемно-цільової структури** підприємства:

- цільовий підхід, тобто формування структури на основі дерева цілей підприємства;
- комплексність у визначенні кількості заступників керівника підприємства;
- орієнтація на проблеми, тобто формування підрозділів для вирішення конкретної проблеми або виконання конкретних функцій у цілому по підприємству;
- орієнтація на конкретні товари або ринки при побудові структури підрозділів за окремими товарами або ринками, формування фінансового плану підприємства;
- відсутність спеціальних підрозділів для обов'язкової горизонтальної координації виконання цілей підприємства;
- забезпечення мобільності та адаптивності структури до змін;

- забезпечення маркетологами координації вирішення проблем досягнення конкурентоспроможності конкретних товарів (по горизонталі).

Таким чином, структура визначається кількістю і докладністю розробки принципів і вимог до її формування, структурою дерева цілей, змістом положень про відділи та посадових інструкцій.

Кількість відділів, цехів та інших підрозділів, їхня структура і чисельність залежать від обсягу продажу, номенклатури, складності та масштабу продукції, що випускається, рівня спеціалізації, кооперування, концентрації, комбінування виробництва та інших факторів. Мінімальна чисельність управлінського апарату підприємства – 2 особи (керівник і головний бухгалтер). Максимальна кількість відділів великої компанії може досягати 30, із загальною чисельністю управлінського персоналу до 500 осіб.

6.6. Види виробничих структур

Виробнича структура підприємства – це сукупність основних, допоміжних і обслуговуючих підрозділів підприємства, що забезпечують переробку входу системи в її вихід – готовий продукт з параметрами, заданими в бізнес-плані [11]. Характер побудови підрозділів, їх кількість визначаються такими формами організації виробництва, як спеціалізація, концентрація, комбінування, кооперування. Початковою ланкою виробничої структури служить робоче місце. Розташування робочих місць залежить від типу виробництва.

Залежно від форми спеціалізації виробничі підрозділи підприємства організовуються за технологічним, предметним і змішаним принципами.

За *технологічним принципом* на машинобудівних підприємствах спеціалізуються ливарні, ковальські, термічні, складальні цехи; на текстильних підприємствах – прядильні, ткацькі, оздоблювальні (фарбувальні) цехи; на металургійних підприємствах – доменні, сталеливарні, прокатні цехи та ін. При використанні технологічного принципу обладнання розташовують виходячи з виконання однорідних технологічних операцій для

обробки різних деталей. Устаткування формують за однотипними групами, в механічному цеху на одній дільниці можуть бути згруповані тільки токарні верстати, на другій – стругальні, на третій – фрезерні.

Технологічний принцип полегшує керівництво цехом або дільницею: майстер, який відповідає за групу однорідних верстатів, може всебічно вивчити їх, при надмірному завантаженні одного верстата робота може бути передана на будь-який верстат, що звільнився. Однак технологічний принцип має і недоліки. Так, при великій різноманітності продукції потрібні часті переходи від одних технологічних операцій до інших. Це потребує додаткового часу на переналагодження верстатів, подовжує цикл виготовлення, ускладнює планування і виробничі зв'язки підрозділів та ін. Тому цей принцип неекономічний. Його застосовують в умовах одиничного і дрібно-серійного типу виробництва з великою номенклатурою деталей.

При використанні *предметного принципу* побудови цехів кожен з них спеціалізується на виготовленні якогось певного виробу або його складової частини. За цим принципом сформовані цехи у великосерійному і масовому виробництві. Устаткування в цехах при використанні предметного принципу розташовують у порядку (послідовності) виконання технологічних операцій. Воно тут різноманітне і призначене для виготовлення окремих деталей або складових частин виробу. Цехи поділяються на окремі предметні дільниці, наприклад, дільниці з виготовлення валів, шестерень, поршнів і т. д. Устаткування встановлюється так, щоб забезпечити прямолінійний рух деталей, закріплених за дільницею. Деталі обробляють партіями, часу операції на окремих дільницях не погоджено з часом операції на інших. Деталі під час роботи зберігають біля верстатів, потім транспортують усією партією. Предметні дільниці часто мають замкнутий цикл. Як правило, вони оснащені всім комплексом обладнання, необхідним для виготовлення продукції.

При організації цехів і дільниць за предметним принципом створюються сприятливі умови для застосування передових методів організації виробництва і праці. Розстановка устаткування за ходом виконання технологічних операцій різко

скорочує шлях руху оброблюваних деталей і витрати часу на їх транспортування. Виникають сприятливі передумови для організації поточкових і автоматичних ліній, більш повно використовується обладнання, робітники спеціалізуються на виконанні вузького кола операцій, у результаті чого підвищується їх кваліфікація, поліпшується організація праці, посилюється відповідальність за якість виробів, що випускаються. При цьому майстер повністю відповідає за весь цикл виготовлення виробів. Усе це сприяє зростанню продуктивності праці і зниженню собівартості продукції. До недоліків, властивих предметним цехам і дільницям, можна віднести неповне завантаження обладнання на окремих операціях внаслідок невеликого обсягу робіт. Організація таких дільниць найбільш доцільна при відносно постійній і невеликій номенклатурі виробів, тобто вона властива великосерійному і частково масовому виробництву.

При *потоковому принципі* побудови цехів відбувається поділ дільниць на поточкові лінії. Поточкові лінії організують або у вигляді окремих поточкових дільниць, спеціалізованих на обробці одного або декількох виробів, або у вигляді однієї наскрізної поточної лінії. Поточкові методи роботи властиві масовому виробництву.

При *предметно-технологічному (змішаному) принципі* побудови цехів заготівельні цехи спеціалізуються за технологічним принципом, а оброблювальні та складальні – за предметним.

Основними факторами розвитку виробничих структур підприємств є:

- регулярне вивчення досягнень у сфері проектування і розвитку виробничих структур з метою забезпечення мобільності та адаптивності структури підприємств до нововведень і нової продукції;

- оптимізація кількості і розмірів виробничих підрозділів підприємства;

- забезпечення раціонального співвідношення між основними, допоміжними і обслуговуючими підрозділами;

- забезпечення конструктивної однорідності продукції, що випускається;

- раціональність планування підрозділів і генерального плану підприємства;
- підвищення рівня автоматизації виробництва;
- забезпечення відповідності компонентів виробничої структури підприємства принципам пропорційності за виробничою потужністю, прогресивності технологічних процесів (з точки зору вимог конструкції), рівню автоматизації, кваліфікації кадрів та іншим параметрам;
- забезпечення відповідності структури принципам прямопотоковості технологічних процесів з метою скорочення тривалості (шляху) проходження предметів праці;
- забезпечення відповідності рівня якості процесів у системі (виробничій структурі підприємства) рівню якості входу системи. Тоді і вихід системи буде високим;
- створення всередині великого підприємства (об'єднання, акціонерного товариства, фірми та ін.) юридично самостійних дрібних організацій з предметною, технологічною спеціалізацією виробництва [11].

6.7. Шляхи вдосконалення виробничої структури підприємства

Кожному етапу розвитку промисловості відповідає певна виробнича структура підприємства, яка багато в чому сприяє підвищенню ефективності роботи підприємства.

На початковому етапі розвитку промисловості виникали універсальні підприємства, що були складної виробничої структури, оскільки мали повний набір заготівельних, обробних і виробничих цехів. Така виробнича структура давала змогу виконувати будь-яке виробниче замовлення, забезпечувала підприємству високу конкурентоспроможність, незалежність від зовнішніх умов, перш за все від нерозвиненості транспортних засобів. На цьому етапі розвитку промисловості безроздільно панував технологічний тип побудови виробничої структури, що було зумовлено існуючим рівнем розвитку техніки. Такий рівень розвитку техніки змушував розташовувати обладнання за групами однорідних верстатів.

Також панування технологічного типу виробничої структури було пов'язано з тим, що на виробництві переважали одиничний і серійний типи виробництва.

Розвиток народного господарства викликав велику потребу в машинах, а отже, у великих спеціалізованих машинобудівних заводах. Науково-технічний прогрес сприяв створенню більш досконалих технологій, виникненню заводів з предметною побудовою обробних цехів. Однак заготівельна стадія виробничого процесу все ще була невід'ємною частиною майже кожного (навіть середнього і малого) підприємства, причому заготівельні цехи залишалися спеціалізованими технологічно.

Подальший прогрес техніки і технології виробництва сприяв створенню наскрізних предметно-замкнених цехів і дільниць, які об'єднали заготівельні і обробні операції.

Ефективність предметно-замкнених дільниць досягається в результаті скорочення і спрощення внутрішньовиробничого кооперування за рахунок скорочення кількості дільниць, на яких проходять обробку кожна деталь, вузол, виріб; зниження кількості, різноманітності маршрутів і номенклатури оброблюваних виробів на дільниці; скорочення втрат часу на переналагодження обладнання; зменшення міждільничного та міжопераційного часу пролежування деталей.

Ефективність предметно-замкнених цехів виражається в підвищенні продуктивності праці робітників і зниженні собівартості продукції у зв'язку з тим, що підвищується відповідальність керівників виробничих підрозділів за випуск продукції, закріпленої за цехом, у встановлені терміни, в заданій кількості і відповідної якості. Створюються сприятливі умови для впровадження поточкових методів організації виробництва, комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів, скорочується тривалість виробничого циклу виготовлення виробів.

Важливий шлях вдосконалення виробничої структури підприємств – зменшення питомої ваги допоміжних і обслуговуючих цехів і служб без шкоди для нормальної роботи основного виробництва. Це може бути досягнуто за рахунок розширення кооперування підприємств з обслуговування виробництва на основі створення спеціалізованих ремонтних та інструментальних заводів. Передача капітального і, частково,

малого ремонту обладнання, виготовлення інструменту на спеціалізовані заводи надасть можливість або ліквідувати ряд допоміжних і обслуговуючих підрозділів, або значно скоротити чисельність працівників у них.

Нині багато заготовок для деталей отримують, використовуючи недосконалі методи їх виготовлення. Для доведення деталей до необхідного стану використовується механічна обробка. Висока питома вага механічних цехів у виробничій структурі підприємства є показник відсталості використовуваних на заготівельній стадії виробничого процесу техніки і технології виробництва. Скорочення питомої ваги механічних цехів у виробничій структурі підприємств за рахунок впровадження прогресивних методів отримання заготовок – точного лиття, зварювання, точного штампування – забезпечує значний економічний ефект на основі скорочення трудомісткості обробки заготовок і зниження витрат сировини, матеріалів на кожен деталь виробу.

Складовою частиною виробничого процесу на підприємствах є заготівельна стадія. Зараз заготівельні цехи у своїй виробничій структурі мають не тільки середні і великі, навіть і малі підприємства. Устаткування заготівельних цехів на середніх і малих підприємствах має низький коефіцієнт завантаження, самі заготівельні цехи займають значні виробничі площі.

Передача виробництва заготовок на спеціалізовані заводи, де в результаті створюються умови для серійного і масового виробництва, дасть змогу кожному окремому підприємству не мати у своїй виробничій структурі пресових, зварювальних, ливарних дільниць.

Таким чином, аналіз шляхів удосконалення виробничої структури показує, що в перспективі підприємства мають дійти такої виробничої структури, де не буде заготівельних і інструментальних цехів, де буде скорочено кількість механічних і ремонтних цехів. Усе це дозволить значно скоротити кількість працівників на допоміжних і обслуговуючих процесах виробництва, на заготівельній стадії виробничого процесу, на оброблювальній стадії, а отже, знизити собівартість продукції, збільшити прибутковість і рентабельність виробництва [11].

6.8. Виробничі потужності підприємства

На підприємстві програма випуску продукції визначається виходячи з таких факторів, як: сукупність попиту на вироблену ним продукцію і виробнича потужність підприємства.

Виробнича потужність підприємства (цеху, дільниці) – це потенційно можливий річний (квартальний, годинний і ін.) обсяг випуску продукції, робіт, послуг та ін. необхідної кількості при заданих номенклатурі і асортименті на основі прогресивних норм використання устаткування і виробничих площ з урахуванням здійснення заходів з прогресивної технології, передової організації праці і виробництва [30].

При плануванні та аналізі діяльності підприємства розрізняють три види виробничої потужності.

1. *Перспективна виробнича потужність* відображає очікувані зміни технології і організації виробництва, номенклатури основної продукції, закладені в перспективних планах підприємства.

2. *Проектна виробнича потужність* являє собою можливий обсяг випуску продукції умовної номенклатури в одиницю часу, задану при проектуванні або реконструкції підприємства, цеху, дільниці. Цей обсяг є фіксованим, тому що розрахований на постійну умовну номенклатуру продукції і постійний режим роботи. Однак із часом у результаті реконструкції та технічного переозброєння, впровадження нових технологій та ін. початкова проектна потужність зміниться, але буде зафіксована як нова проектна потужність.

3. *Діюча проектна потужність* підприємства відображає його потенційну здатність виробити протягом календарного періоду максимально можливу кількість продукції, передбачену планом виробництва товарної продукції заданої номенклатури і якості. Вона має динамічний характер і змінюється відповідно до організаційно-технічного розвитку виробництва. Тому її характеризують кілька показників:

- потужність на початок планового періоду (вхідна);
- потужність на кінець планованого періоду (вихідна);
- середньорічна потужність.

Вхідна виробнича потужність підприємства – це потужність на початок планового періоду. *Вихідна виробнича потужність* – потужність на кінець планового періоду, яка визначається як алгебраїчна сума вхідної потужності, що діяла на початок року (на 1 січня), і нової потужності, що вводиться протягом року і вибуває в цьому самому році. *Середньорічна виробнича потужність* – це потужність, яку має підприємство в середньому за рік з урахуванням приросту та вибуття наявних потужностей.

Виробнича потужність вимірюється в тих самих одиницях, що і виробнича програма (штуках, тоннах, метрах і т. д.).

Виробнича потужність підприємства – це змінна величина. Вона змінюється з часом, тобто збільшується або зменшується. На зміну виробничих потужностей впливають багато факторів. Ось деякі з них:

- структура основних виробничих фондів, питома вага їх активної частини;
- рівень прогресивності технологій на основних виробничих процесах;
- продуктивність технологічного обладнання;
- фонд часу одного верстата (агрегату), норма часу на обробку (виготовлення) одиниці продукції, год.

Якщо цех, дільниця оснащені різнотипним обладнанням, виробнича потужність визначається продуктивністю (пропускною спроможністю) парку провідних груп устаткування, що характеризують профіль цього підрозділу.

Виробнича потужність підприємства (цеху, дільниці) є категорією динамічною, змінюється протягом планового періоду. Ці зміни обумовлені такими факторами:

- зносом і, отже, списанням і вибраковуванням обладнання;
- введенням в експлуатацію нового обладнання замість зношеного;
- модернізацією обладнання під час капітального ремонту, що може змінити його продуктивність;
- реконструкцією і технічним переозброєнням усього підприємства або окремих його виробничих підрозділів та ін.

З метою планування виробництва необхідно відстежувати і своєчасно уточнювати фактичну потужність підприємства. Це

здійснюється за допомогою середньорічних виробничих потужностей: що вибуває і вводиться.

Виробнича потужність середньорічна, що вибуває $M_{с.виб}$, визначається як сума виробничих потужностей, що вибувають $M_{виб}$, помножена на кількість місяців n_i , що залишаються з моменту вибуття до кінця певного року, та поділена на 12:

$$M_{с.виб} = \frac{\sum M_{виб} \cdot n_i}{12} . \quad (6.5)$$

Виробнича потужність середньорічна, що вводиться $M_{с.ввод}$, визначається як сума нових потужностей M_H (у порівнянних одиницях натурального або грошового вираження), помножена на кількість місяців з їх використанням до кінця року n_i та поділена на 12:

$$M_{с.ввод} = \frac{\sum M_H \cdot n_i}{12} . \quad (6.6)$$

З урахуванням зазначених показників, крім виробничої потужності на початок року (вхідна потужність $M_{вх}$), визначаються її приріст або вибуття протягом року в i -му місяці M_i , а також вихідна потужність $M_{ввых}$, тобто потужність на кінець року:

$$M_{вих} = M_{вх} \pm \sum_{i=1}^{12} M_i . \quad (6.7)$$

Нерівномірність зміни потужності протягом року обумовлює необхідність визначення її середньорічного значення:

$$M_{ср} = M_{вх} \pm \frac{1}{12} \sum_{i=1}^{12} \Delta M_i (12 - i) . \quad (6.8)$$

За даними розрахунків виробничих потужностей складаються звітні та планові баланси виробничих потужностей. При складанні балансу за звітний рік потужність на початок звітного періоду приймається за номенклатурою і в асортименті продукції року, що передуює звітному, а потужність на кінець року –

за номенклатурою і в асортименті продукції звітного року. При розробці балансу на плановий період потужність на початок періоду приймається за номенклатурою і в асортименті продукції звітного року, а потужність на кінець періоду (року) – за номенклатурою і в асортименті продукції планового періоду (року).

На виробничу потужність впливає величезна кількість факторів. При цьому характер їх впливу різний і змінюється істотно. Стосовно до конкретних умов можна розрахувати n -ну кількість значень виробничої потужності. Завдання зводиться до визначення оптимальної величини виробничої потужності за допомогою дослідження функції на екстремальність. Для цього використовуються методи лінійного програмування.

При розгляді факторів, що впливають на виробничу потужність, в їх взаємозв'язку виявляється така особливість: усі вони визначають фонд робочого часу, машиномісткість, трудомісткість продукції і зайнятість обладнання при випуску продукції певної якості і певного типу. Принципова залежність виробничої потужності M_v від зазначених факторів має такий принциповий вигляд:

$$M_v = \sum_{i=1}^n \frac{B}{t_i} \cdot q_i \cdot \eta_i, \quad (6.9)$$

де n — кількість типів продукції;

B — фонд робочого часу виробничої одиниці продукції i -го типу за один цикл, год;

q_i — обсяг продукції i -го типу, виробленої за одиницю часу (за один цикл), шт.;

η_i — питома вага продукції i -го типу в загальному випуску продукції (за один цикл).

Аналіз наведеної залежності показує, що на виробничу потужність істотно впливає фонд часу роботи виробничого обладнання, що залежить від режиму роботи підприємства. У поняття режиму роботи підприємства входять кількість робочих змін, тривалість робочого дня і робочої зміни.

Залежно від урахованих втрат часу при розрахунку виробничої потужності і планування розрізняють фонди часу

роботи обладнання: календарний, номінальний (режимний), дійсний (робочий) або плановий.

Календарний фонд часу роботи обладнання Φ_k служить базою для розрахунку інших видів фондів часу використання обладнання і визначається як добуток кількості днів у поточному календарному періоді D_k на кількість годин на добу:

$$\Phi_k = D_k \cdot 24. \quad (6.10)$$

Номінальний (режимний) фонд часу роботи обладнання Φ_p залежить від кількості календарних днів D_k і кількості робочих днів у році D_n , а також від прийнятого режиму змінності роботи на добу:

$$\Phi_p = D_n \cdot t, \quad (6.11)$$

де t — середня кількість роботи обладнання на добу в робочі дні за прийнятим режимом змінності і з урахуванням скорочення тривалості зміни у святкові дні.

Для підприємств з безперервним процесом виробництва фонд часу роботи устаткування і виробнича потужність розраховуються виходячи з три-, чотиризмінного режиму роботи. Якщо основні цехи підприємства працюють у дві зміни (або менше, ніж у дві зміни), фонд часу роботи обладнання і виробнича потужність обчислюються виходячи з дво-, тризмінного режиму роботи.

Дійсний (робочий, нормативний) фонд часу роботи обладнання Φ_d дорівнює різниці між режимним (номінальним) фондом у поточному періоді Φ_p та сумою витрат часу на ремонт, налагодження і т. д. протягом року T_n , год:

$$\Phi_d = \Phi_p - T_n. \quad (6.12)$$

Час на ремонт, налагодження тощо враховується тільки тоді, коли зазначені операції виконуються в робочий час.

6.9. Ефективність використання виробничої потужності підприємства та шляхи її підвищення

Показники використання виробничої потужності складають систему показників, що виражають ступінь використання виробничої потужності. Вони дають змогу виявити резерви виробництва і є показниками його ефективності. Розглянемо показники, що характеризують виробничу потужність [30]:

- коефіцієнт використання середньорічної потужності підприємства. Він являє собою відношення обсягу планового випуску продукції і середньорічної виробничої потужності;

- коефіцієнт використання проектної потужності підприємства. Він являє собою відношення фактичного обсягу виробленої продукції до проектної потужності підприємства.

Аналіз наведених коефіцієнтів показує, чи існують на підприємстві резерви виробничих потужностей.

В умовах ринкових відносин для швидкого реагування на зміни споживчого попиту підприємствам необхідно мати резервну потужність. Це дозволяє їм на цих резервних виробничих потужностях освоювати нові види продукції. Такий підхід дає змогу скорочувати час переходу виробництва на випуск нових виробів.

Існує також низка інших показників, які доповнюють характеристику виробничої потужності:

- коефіцієнт екстенсивності навантаження обладнання K_e характеризує використання устаткування в часі і визначається відношенням фонду часу фактичної роботи обладнання Φ_f до планового ефективного фонду часу роботи Φ_E за той самий період:

$$K_e = \frac{\Phi_f}{\Phi_E}; \quad (6.13)$$

- коефіцієнт інтенсивного навантаження обладнання K_H характеризує використання обладнання щодо продуктивності (потужності) в одиницю часу і визначається відношенням фактичного обсягу випуску продукції (роботи) V_f в одиницю часу (годину) до встановленої норми вироблення продукції V_H :

$$K_H = \frac{B_\phi}{B_\Pi}; \quad (6.14)$$

- коефіцієнт використання обладнання за потужністю:

$$K_H = \frac{W}{t_i \cdot N_w \cdot K_w}, \quad (6.15)$$

де W — витрата електроенергії обладнання, що має електропривод, за аналізований період, кВт·год;

t_m — машинний час роботи за аналізований період, год;

N_w — потужність встановленого електропривода на цьому обладнанні, кВт;

K_w — коефіцієнт використання потужності встановленого електропривода;

- добуток коефіцієнтів екстенсивного і інтенсивного навантажень обладнання дає сумарне уявлення про рівень використання обладнання як за продуктивністю, так і за часом:

$$K_\Sigma = K_e \cdot K_H; \quad (6.16)$$

- коефіцієнт змінності обладнання $K_{зм}$ застосовується для оцінки рівня завантаження устаткування і розрахунку виробничої потужності підприємства з переривчастим процесом виробництва. Він визначається відношенням кількості відпрацьованих машино-змін (верстато-годин) t_c до загальної кількості верстатів (машин, агрегатів), закріплених за дільницею, цехом, підприємством N :

$$K_{зм} = \frac{t_c}{N}; \quad (6.17)$$

- коефіцієнт завантаження (використання) агрегатів, машин, установок, обладнання K_3 застосовується для оцінки рівня використання обладнання підприємств з безперервним процесом виробництва і визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{B}{\Pi \cdot \Phi_d}, \quad (6.18)$$

де B — річний обсяг випуску продукції в натуральних одиницях виміру;

Π — встановлена (проектна) добова (годинна) продуктивність одиниці обладнання у відповідних натуральних одиницях виміру;

Φ_d — річний дійсний фонд часу одиниці обладнання, доб (год).

Поряд з розглянутими кількісними показниками застосовуються вартісні, серед яких необхідно зазначити такі, як фондвіддача і фондомісткість [30].

Фондовіддача визначається шляхом відношення вартості товарної продукції до середньорічної вартості основних виробничих фондів.

Фондомісткість продукції — показник, зворотний фондвіддачі. Він показує витрати основних фондів на 1 грн виробленої продукції.

Фондовіддача застосовується при аналізі рівня використання основних виробничих фондів, плановому обґрунтуванні обсягів виробництва і приросту нових потужностей. Фондомісткість використовується в ціноутворенні, при розробці перспективних планів, при виборі найбільш ефективних шляхів технічного прогресу.

Фондовіддача відображає фактичну ефективність діючих основних виробничих фондів, дозволяючи порівняти витрати на їх створення з результатами від їх експлуатації. Збільшення фондвіддачі дає величезний вигравш, оскільки забезпечує на діючих підприємствах додатковий приріст продукції.

До основних шляхів підвищення фондвіддачі, а отже, підвищення ефективності використання виробничих потужностей належать:

- технічне переозброєння підприємства;
- оновлення і модернізація обладнання;
- підвищення екстенсивного навантаження устаткування;
- прискорення заміни морально застарілої техніки;

- підвищення ступеня пов'язаності в потужностях діючих цехів, дільниць, груп обладнання;
- інтенсифікація виробничих процесів;
- поглиблення і розвиток спеціалізації і кооперації підприємств.

Рівень використання виробничих потужностей залежить, перш за все, від рівня організації виробничого процесу, що забезпечує безперервну і ритмічну роботу при максимальному завантаженні обладнання та виробничих площ. *Ритмічність виробництва* – це рівень рівномірності випуску продукції протягом року, місяця, доби, зміни. Ритмічний випуск продукції забезпечує більш повне використання виробничих потужностей, служить основою випуску високоякісної продукції та своєчасного виконання підприємством зобов'язань перед споживачем.

Підвищення коефіцієнта змінності роботи устаткування завжди є найбільш важливим резервом підвищення фондівіддачі. Він показує ступінь завантаження устаткування за часом.

Збільшення випуску продукції на діючому обладнанні досягається за рахунок:

- підвищення якості сировини, що переробляється, і матеріалів;
- впровадження нових технологічних процесів;
- модернізації обладнання;
- широкого використання передового досвіду інших підприємств.

У сучасних умовах підприємства повинні постійно оновлювати виробничий потенціал на передовій технічній і технологічній основі, формувати і здійснювати програму безперервної модернізації матеріально-технічної бази, зосереджувати зусилля і ресурси на технічному переозброєнні і реконструкції виробництва [22].

Питання для самоконтролю

1. Які основні види структур управління підприємством Вам відомі?
2. Назвіть шляхи раціонального управління підприємством.
3. Що таке організаційне проектування?

4. Що Ви розумієте під організаційною та виробничою структурами підприємства?

5. Дайте визначення функціональної структури управління підприємством.

6. Дайте визначення лінійно-функціональної структури управління підприємством.

7. Що таке виробничі потужності підприємства?

8. Назвіть основні шляхи підвищення ефективності використання виробничих потужностей підприємства.

РОЗДІЛ 7

Організація основних виробничих процесів

7.1. Сутність і принципи організації виробничих процесів

Виробничий процес – поєднання предметів і знарядь праці та живої праці в просторі та часі, що функціонують для задоволення потреб виробництва [11]. Це системне поняття, що складається із сукупності таких окремих понять: предмет праці, знаряддя праці, жива праця, простір, час, задоволення потреб.

Виробничі процеси поділяються на такі види:

- основні;
- допоміжні;
- обслуговуючі.

У свою чергу основні виробничі процеси поділяються на такі:

- підготовчі (заготівельні);
- перетворювальні (обробні);
- завершальні (складальні).

За вертикаллю виробничі процеси можуть відбуватися на робочому місці, в підрозділі і між підрозділами організації. За горизонталлю: організація – підрозділ – робочі місця.

Розглянемо сутність і особливості видів виробничих процесів:

1. *Підготовчий етап основного процесу.* Процес підготовки живої праці в просторі та часі, а також знаряддя праці для перетворення предмета праці в корисний продукт.

2. *Перетворювальний етап основного процесу.* Процес перетворення предмета праці шляхом зміни його форм і (або) розмірів, фізичних, хімічних властивостей, зовнішнього вигляду, виду з'єднання з іншими предметами праці, характеристик і показників, стану або потенціалу відповідно до планових документів, творчих задумів та ін.

3. *Завершальний етап основного процесу.* Процес підготовки перетвореного предмета праці до набуття ним форми товару для відправлення або здачі замовнику.

4. *Допоміжний процес.* Процес, що сприяє нормальному ходу основного процесу перетворення предмета праці і пов'язаний із забезпеченням основного процесу устаткуванням, пристроями, різальними та вимірювальними інструментами та ін.

5. *Обслуговувальний процес.* Процес, конкретно не пов'язаний з даним предметом праці, що забезпечує нормальний хід основних і допоміжних процесів шляхом надання транспортних послуг, послуг з логістики «на вході» і «виході» організації тощо.

6. *Виробничий процес на рівні підрозділу.* Процес, що відбувається в підрозділі між робочими місцями, або природний процес.

7. *Виробничий процес на робочому місці.* Будь-який вид процесу, що відбувається на конкретному робочому місці.

8. *Міжцеховий виробничий процес.* Процес, що відбувається між підрозділами організації.

Організація виробничого процесу в просторі являє собою поєднання основних, допоміжних і обслуговуючих процесів на території організації з переробки її «входу» у «вихід». Оскільки «вхід» і «вихід» організації належать до її найближчого зовнішнього оточення, то відповідно до правил застосування системного підходу, «вхід», процес і «вихід» слід розглядати як взаємопов'язані компоненти єдиної системи. Звідси випливає, що параметри прямих і зворотних зв'язків на «вході» визначають параметри функціонування об'єктів, а параметри процесів, у свою чергу, визначають параметри «виходу» [11].

Для забезпечення високої якості процесу в системі на першому етапі слід проаналізувати:

- силу конкуренції на «вході» системи;
- обґрунтованість параметрів «виходу», наскільки вони відповідають вимогам конкурентоспроможності;
- ступінь впливу на процес параметрів зовнішнього середовища, а також інфраструктури регіону;
- конкурентоспроможність постачальників комплектувальних виробів, сировини, матеріалів та ін.

На другому етапі аналізуються параметри процесу в системі.

Наше завдання зводиться до забезпечення конкурентоспроможності всіх компонентів системи. Якщо організація володіє конкурентоспроможною технологією, висококваліфікованими кадрами, новітніми технічними засобами, а постачальники («вхід» системи) не можуть виробляти комплектувальні вироби належної якості, то на «виході» системи товар буде низької якості.

Звідси випливає два правила:

1) рівень якості кінцевого етапу будь-якого процесу визначається рівнем якості проміжного етапу, що має найгірший показник якості;

2) відпрацьовувати процес слід починаючи з входу системи, з першого об'єкта, попередньо проаналізувавши весь процес.

Організація виробничих процесів у просторі реалізується у виробничій структурі (по горизонталі і вертикалі), тобто щоб представити виробничий процес у просторі, потрібно накласти організаційну структуру на виробничу і визначити просторові, територіальні зв'язки.

Для дотримання *принципу прямопотоковості*, тобто скорочення шляху проходження предмета праці в організаційній і виробничій структурах, необхідно розташовувати підрозділи на території по ходу управлінських і виробничих процесів. Крім того, підрозділи одного функціонального і виробничого призначення на території мають розташовуватися поруч. Наприклад, спочатку мають один за одним розташовуватися відділи директора з маркетингу, потім відділи комерційного директора і т. д.

Після аналізу дотримання принципу прямопотоковості розраховується *коефіцієнт прямопотоковості* найважливіших часткових управлінських і виробничих процесів за формулою:

$$K_{\text{пр}}^i = \frac{D_{\text{опт}}^i}{D_{\text{ф}}^i} \rightarrow 1, \quad (7.1)$$

де $D_{\text{опт}}^i$ – оптимальна довжина проходження предмета праці по i -му процесу;

$D_{\text{ф}}^i$ – фактична (проектна) довжина проходження предмета праці по i -му процесу.

Основними факторами оптимізації прямопотоковості процесів є:

- розташування підрозділів організаційної та виробничої структур по ходу відповідних процесів;
- концентрація процесів під одним «дахом»;
- скорочення відстані між компонентами процесів;

- системний аналіз та оптимізація коефіцієнта прямопотоковості одиничних управлінських і виробничих процесів;
- автоматизація процесів;
- забезпечення пропорційності часткових процесів;
- аналіз раціоналізації структур і процесів.

Організація виробничого процесу в часі являє собою поєднання в часі основних, допоміжних і обслуговуючих процесів з переробки «входу» організації в її «вихід». Найважливішим параметром організації виробничого процесу в часі є виробничий цикл виготовлення предметів праці, надання послуги або виконання роботи від підготовчих організацій до завершальних. Тривалість виробничого циклу складається з робочого часу і часу перерв (рис. 7.1).



Рис. 7.1. Структура виробничого циклу

Розглянемо зміст окремих складових виробничого циклу. Робочий період виготовлення предмета праці складається з часу технологічних операцій, транспортно-складських операцій і контрольних операцій.

У свою чергу час технологічних операцій складається з підготовчо-завершального часу і штучного часу. Підготовчо-завершальний час витрачається на початку робочої зміни на підготовку робочого місця, налагодження устаткування, пристроїв, установлення інструментів та наприкінці робочої зміни на зняття пристроїв, інструментів і т. д. Цей час витрачається на партію оброблюваних протягом зміни предметів праці.

Перерви в робочий час поділяються на природні процеси (сушка, нормалізація після термообробки та інші операції, що відбуваються без участі людини), організаційні перерви (очікування звільнення робочого місця, затримка поставки комплектувальних виробів тощо), регламентовані перерви.

Тривалість виробничого циклу виготовлення виробу в цілому розраховується після побудови графіка ходу складного процесу складання виробу і розрахунку тривалості виробничих циклів виготовлення штучних деталей або їх партій. Ця робота виконується технологами. Наприклад, тривалість виробничого циклу виготовлення партії однойменних деталей визначається як сума часу всіх операцій, підготовчо-завершального часу, штучного часу (при цьому враховується одночасність виконання однієї і тієї самої операції на декількох робочих місцях, паралельність виконання всіх операцій, запланований коефіцієнт перевиконання норм виробітку), часу природних процесів, транспортування, контролю якості, перерв.

Основними факторами скорочення тривалості виробничих процесів є [11]:

- спрощення схеми виробу, його конструкції, підвищення рівня блочності для виробів великосерійного і масового виробництва;

- спрощення та вдосконалення технологічних процесів виготовлення виробу;

- уніфікація і стандартизація складових частин виробу, його конструктивних елементів, елементів технологічних процесів, обладнання, оснащення, організації виробництва;

- поглиблення подетальної, технологічної та функціональної спеціалізації на основі уніфікації і збільшення програми випуску виробів та їхніх складових частин;

- скорочення питомої ваги механічно оброблюваних деталей;

- аналіз дотримання принципів раціональної організації виробничих процесів: пропорційності, паралельності, ритмічності та ін.;

- механізація і автоматизація обліку часу, контрольних і транспортно-складських операцій;

- скорочення часу природних процесів шляхом заміни їх відповідними технологічними процесами;

- скорочення міжопераційних перерв;

- збільшення питомої ваги технічно обґрунтованих норм часу, норм обслуговування, норм витрат ресурсів. Стимулювання економії часу і виконання вимог щодо якості.

Організація виробничих процесів у часі ґрунтується на аналізі дотримання принципів пропорційності, безперервності, паралельності, ритмічності та ін [11]. Розглянемо ці принципи.

Пропорційність – принцип, виконання якого забезпечує рівну пропускну спроможність різних робочих місць одного процесу, пропорційне забезпечення робочих місць інформацією, матеріальними ресурсами, кадрами та ін.

Що необхідно зробити, щоб підвищити пропорційність процесу? Є ряд напрямів:

1) перегляд конструкції деталі з метою забезпечення пропорційності операцій за трудомісткістю;

2) перегляд технологічного процесу, режимів обробки;

3) розробка та реалізація організаційних заходів щодо заміни обладнання, перепланування дільниці;

4) дозавантаження робочих місць іншими аналогічними деталями.

Принцип пропорційності слід пам'ятати при вирішенні будь-яких питань. *Коефіцієнт пропорційності* визначається за формулою:

$$K_{\text{пр}} = \frac{M_{\text{min}}}{M_{\text{max}}}, \quad (7.2)$$

де M_{\min} — мінімальна пропускна спроможність, або параметр робочого місця в технологічному ланцюжку (наприклад потужність, розряд робіт, обсяг і якість інформації і т.п.);

M_{\max} — максимальна пропускна спроможність.

Неперервність – принцип раціональної організації виробничих процесів, виконання якого забезпечує скорочення різного роду перерв та загальної тривалості виробничого процесу. На виробництві бувають місце перерви через серійне та групове завантаження устаткування, міжопераційне та міжзмінне пролежування предметів праці, нераціональну організацію транспортування деталей або розміщення робочих місць та виробничих цехів. Для оцінки рівня неперервності виробничого процесу розраховують *коефіцієнт неперервності* (або *щільності*) виробничого циклу ($K_{\text{непр}}$), який визначається за формулою:

$$K_{\text{непр}} = \frac{T_{\text{техн}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (7.3)$$

де $T_{\text{техн}}$ – тривалість технологічних операцій;

$T_{\text{ц}}$ – загальна тривалість процесу, яка включає простой або пролежування предмета праці між робочими місцями, на робочих місцях і т. д.

Паралельність – принцип раціональної організації процесів, що характеризує ступінь суміщення операцій у часі. Види поєднання операцій: послідовне, паралельне, паралельно-послідовне.

Коефіцієнт паралельності визначається за формулою:

$$K_{\text{пар}} = \frac{T_{\text{ц}}^{\text{пар}}}{T_{\text{ц}}^{\text{посл}}}, \quad (7.4)$$

де $T_{\text{ц}}^{\text{пар}}$ – тривалість циклу при паралельному поєднанні операцій;

$T_{\text{ц}}^{\text{посл}}$ – тривалість циклу при послідовному поєднанні операцій.

Ритмічність – принцип раціональної організації процесів, що характеризує рівномірність їх виконання в часі.

Коефіцієнт ритмічності визначається за формулою:

$$K_{\text{ритм}} = \frac{\sum V_{\phi}^i}{\sum V_{\psi}^i}, \quad (7.5)$$

де V_{ϕ}^i – фактичний обсяг виконаної роботи за аналізований період у межах плану;

V_{ψ}^i – запланований обсяг робіт.

Одним із шляхів поліпшення перелічених показників раціональної організації виробничих і управлінських процесів є збільшення повторюваності процесів і операцій. У свою чергу методом збільшення повторюваності процесів є уніфікація і типізація різнохарактерних часткових процесів. Переваги збільшення повторюваності процесів пов'язані з тим, що кінцеві результати в масовому виробництві кращі, ніж в одиничному.

Перелічені принципи раціональної організації процесів є основним фактором підвищення організованості системи управління, яка характеризується ступенем кількісної визначеності зв'язків між компонентами системи.

7.2. Значення вдосконалення організації основного виробництва

Удосконалення організації виробництва – це проблема розробки системи заходів, що забезпечують найбільш ефективно поєднання процесів праці і матеріальних елементів виробництва в просторі і в часі. Методи організації виробництва на підприємстві дедалі більшою мірою визначають можливість ефективного використання існуючої техніки і технології.

Щоб забезпечити максимальну продуктивність і найбільший економічний ефект, нова техніка і технологія мають поєднуватися з найбільш раціональною організацією виробництва.

Найважливішими питаннями, пов'язаними з удосконаленням організації виробництва і на цій основі підвищенням його ефективності, є такі:

- розбивка виробничого процесу на часткові процеси і операції, закріплення часткових процесів і операцій за певними цехами, виробничими дільницями і робочими місцями;

- розташування обладнання з відповідною розстановкою робітників;

- встановлення певного порядку переміщення предметів праці за фазами і операціями виробничого процесу та розрахунки ритму часткових процесів і виробничого процесу в цілому;

- суворе дотримання встановлених технологічних процесів і взаємозв'язків між ними, наміченого порядку і ритму;

- оперативне керівництво і контроль.

Раціональна організація виробництва дедалі більшою мірою стає активним фактором технічного прогресу, сприяє не тільки кращому використанню техніки, а й обумовлює ряд змін у техніці і технології.

Технічний прогрес різко підвищив роль і значення організації виробництва. Постійно ускладнюється виробництво, урізноманітнюються вироби, що випускаються сучасними підприємствами. Та й сама технологія, стаючи різноманітнішою, обумовлює в ряді випадків складні маршрути міжопераційного і межцехового переміщення деталей і вузлів. Разом з тим можливість використання різних технологічних процесів виключає однозначне вирішення питання про традиційні технології виготовлення того чи іншого виробу і потребує дослідження і вибору одного з багатьох альтернативних варіантів.

Технічний прогрес проявляється в зростанні потужності і технічних можливостей обладнання. Удосконалюється оснащення до обладнання, що дає змогу краще поєднувати предмети і знаряддя праці у виробничому процесі. Встановлення устаткування на поточкові та автоматичні лінії робить надзвичайно відповідальною організацію догляду за ним і його ремонту. Розміщення всіх елементів виробничого процесу в просторі, тобто питання планування робочого місця, виробничої дільниці, цеху набувають все більшого значення, часто надаючи вирішального впливу на продуктивність праці і собівартість продукції.

Значно розширилися можливості вирішення одних і тих самих виробничих завдань різними технологічними і організаційними методами. Разом з тим вибір кожного з цих

методів має великий вплив на рівень ефективності виробництва. Різноманіття можливих варіантів технології та організації виробництва істотно ускладнило вибір оптимального варіанта і породило складну техніку аналізу і розрахунків у цій галузі.

Значення вдосконалення організації виробництва полягає також і в тому, що технічний прогрес зумовлює більш часті зміни типів і моделей виробів, що випускаються. Моделі виготовленої продукції застарівають і змінюються значно раніше, ніж зношуються знаряддя праці, нерідко спеціально спроектовані для випуску саме цих виробів. У промисловості велика питома вага виробів, які виготовляються серійно, тому проблема гнучкості виробництва є важливою економічною проблемою технічного прогресу. Промислові підприємства вживають заходів для зведення до мінімуму втрат, що виникають при недостатній пристосованості виробництва до коливань і змін завантаження устаткування, до динамічних умов сучасного технічного прогресу [26].

7.3. Форми організації виробництва

Форма організації виробництва являє собою певну взаємодію елементів виробничого процесу (часткових процесів) у часі та просторі, що виражається системою стійких зв'язків між ними. Різні структурні побудови у часі та просторі основних елементів усього виробничого процесу утворюють сукупність форм організації виробництва, серед яких основними є спеціалізація, кооперація, концентрація та комбінування [11].

Спеціалізація – це розподіл праці за її окремими видами, формами; зосередження діяльності на відносно вузьких, спеціальних напрямках, окремих технологічних операціях або видах продукції, що випускається. Спеціалізація виробництва в промисловості здійснюється в трьох формах:

- 1) предметній;
- 2) подетальній;
- 3) технологічній.

Предметна спеціалізація означає зосередження виробництва певних видів продукції кінцевого споживання. Об'єктом такої спеціалізації може стати верстатострументальний або автомобільний завод, швейна фабрика, підприємства, що випускають певні види продукції.

Подетальна спеціалізація – зосередження виробництва певних деталей і агрегатів, заготовок і напівфабрикатів, а також виконання окремих технологічних процесів. В окремих галузях вона може мати конкретні різновиди, наприклад у машинобудуванні – подетальну, агрегатну, вузлову. Приклад подетальної спеціалізації – кулькопідшипниковий завод, завод поршнів і т. д.

Технологічна спеціалізація (або стадійна) – перетворення окремих фаз виробництва або операцій у самостійні виробництва, наприклад, ливарний завод, прядильна фабрика і т. д.

Слід ще виділити *спеціалізацію допоміжних виробництв* і *спеціалізацію міжгалузевих виробництв*. Прикладом спеціалізації допоміжних виробництв можуть служити ремонтні заводи, прикладом спеціалізації міжгалузевих виробництв – підприємства з випуску продукції загальномашинобудівного призначення.

Відповідно до закону потреб, що збільшуються, і з розвитком інноваційної діяльності постійно виникають нові потреби і нові товари. Тому постійно створюються нові види виробництв, які виділяються в самостійні дільниці і виробничі одиниці. Разом з тим при розробці проектно-технічної документації на будівництво нових і реконструкцію діючих підприємств недостатня увага приділяється створенню високоспеціалізованих виробництв, не забезпечується випереджального розвитку спеціалізованого виробництва стандартних і уніфікованих деталей і вузлів галузевого застосування. В результаті спеціалізації виникає протиріччя між збільшенням та оновленням номенклатури продукції, з одного боку, і повільним зростанням кількості подетально і технологічно спеціалізованих підприємств – з іншого. Подолати цю суперечність має подетальна спеціалізація на основі уніфікації виробів, їхніх частин та розширення застосовності однакових деталей у найрізноманітніших výroбах.

Оптимальний рівень спеціалізації визначається на основі економічних розрахунків. Ми наведемо лише логічну залежність між програмою (масштабом) і трудомісткістю (собівартістю) виробу (рис. 7.2).

На рис. 7.2 видно, що при програмі $N_{\text{нас}}$ вже не відбувається зниження трудомісткості одиниці виробу. Ефект масштабу використаний повністю, автоматична лінія завантажена на 100 %. При збільшенні програми випуску виробів потрібно будувати

другу автоматичну лінію. Тому правіше точки А спостерігається спочатку зростання трудомісткості одиниці виробу, друга автоматична лінія перебуває у стадії освоєння, трудомісткість одиниці виробу починає знижуватися за рахунок зменшення частки умовно-постійних витрат на одиницю виробу.

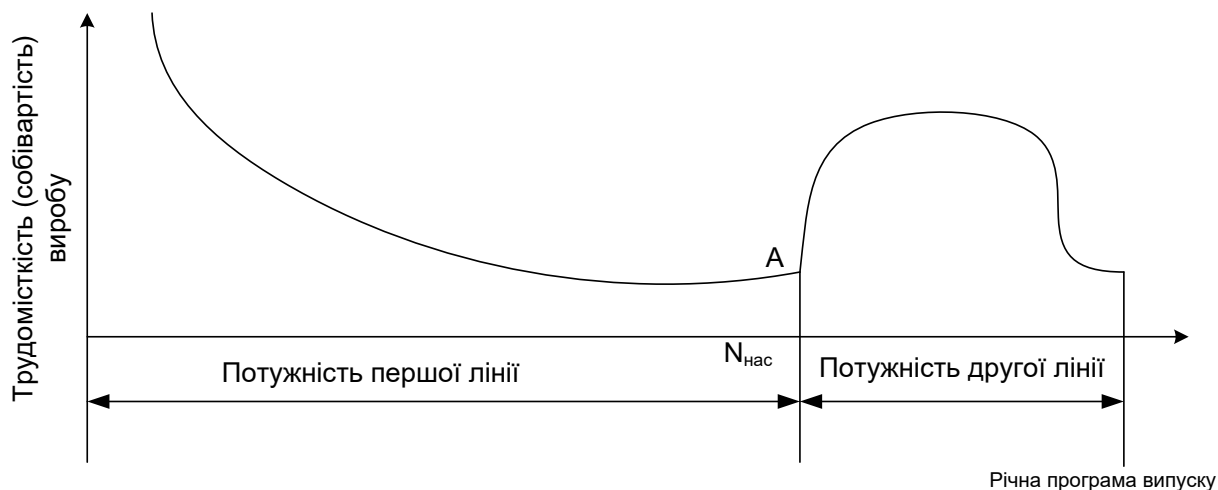


Рис. 7.2. Залежність між програмою випуску і трудомісткістю виробу

Розвиток спеціалізації виробництва і управління може відбуватися тільки на основі розвитку внутрішньо- та міжвиробничого кооперування.

Кооперування – це встановлення та використання порівняно тривалих виробничих і управлінських зв'язків між підприємствами, організаціями та іншими структурами, кожна з яких спеціалізується на виробництві окремих складових частин цілого або на виконанні окремого виду робіт (послуг). Кооперування може здійснюватися як на «вході» структури, так і на її «виході».

Кооперування може бути *регіональним*, коли у випуску продукції або виконанні роботи задіяно кілька організацій різних галузей певного регіону, *галузевим* або *міжнародним*. На практиці важко віддати перевагу якомусь одному виду кооперування.

Критеріями вибору виду кооперування на «вході» організації є:

- якість продукції (комплектувальних виробів, комплексів та інших складових кінцевого продукту) організації-постачальника;
- ціна цієї продукції;
- імідж і місія постачальника;
- надійність постачальника;
- якість сервісу, що надається постачальником продукції;
- витрати на експлуатацію (застосування) продукції постачальника в організації-споживача та ін.

Перелічені окремі критерії можна замінити одним інтегральним критерієм – конкурентоспроможністю постачальника. Однак на сьогодні немає затвердженої методики оцінки конкурентоспроможності організації. Тому на цьому етапі можна користуватися окремими критеріями вибору постачальника. Слід більше уваги приділяти вибору конкурентоспроможного постачальника, оскільки якщо на «вході» організації оцінка конкурентоспроможності буде на «задовільно», то в процесі виробництва продукції організація (при будь-якому рівні технології і кваліфікації кадрів) не зможе цю задовільну оцінку виправити на «добре» і, тим більше, на «відмінно».

Ці критерії, зрозуміло, мають застосовувати споживачі до організації-виробника продукції. Остання теж має аналізувати на «виході» надійність, імідж і місію свого споживача. На практиці постачальники не завжди вивчають запити споживачів, внаслідок чого вони іноді мають великі неприємності.

Концентрація виробництва – це зосередження виробництва одного або кількох аналогічних видів продукції або послуг у великих організаціях, у межах невеликого регіону.

Галузеві особливості не дозволяють встановити єдиних для всіх галузей оптимальних розмірів виробництв і підприємств.

Концентрація виробництва здійснюється в трьох основних формах:

- концентрація спеціалізованого виробництва;
- концентрація комбінованого виробництва;
- збільшення розмірів універсальних підприємств.

Найбільш ефективною є перша форма, що забезпечує зосередження однорідного виробництва на великих підприємствах. Це дає змогу застосовувати високопродуктивні спеціалізовані машини, автоматизовані і потокові лінії, сучасні

методи організації виробництва. Високоєфективна також і друга форма концентрації, яка забезпечує послідовність виконання технологічних процесів, комплексну переробку сировини, використання побічних продуктів і відходів, скорочення викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. Менш ефективною є третя форма, при якій здійснюється концентрація виробництв, не пов'язаних між собою ні однорідністю і послідовністю технологічних процесів, ні комплексною переробкою сировини.

Концентрація виробництва та її окремі форми розвиваються на основі впливу двох головних факторів:

- зростання потреби в певних видах продукції;
- науково-технічного прогресу в даній галузі, що дає змогу підвищувати якість продукції, яка випускається, і знижувати ціну. Переконцентрація ускладнює управління, завдяки чому вона небажана.

Концентрація шляхом збільшення розмірів підприємства, яка здійснюється в промисловості, пов'язана з підвищенням одиничних потужностей машин і устаткування, а також розмірів споруд, збільшенням кількості однакових машин і устаткування, а також їх поєднанням.

Питомі витрати на управління на великих підприємствах менші, ніж на більш дрібних, оскільки вони збільшуються непропорційно зростанню масштабів виробництва. В умовах великого підприємства економічно виправдовується створення спеціалізованих функціональних відділів і лабораторій, які забезпечують створення конкурентоспроможних об'єктів. Концентрація виробництва дозволяє використовувати висококваліфіковані кадри і автоматизовані виробництва, сучасні інформаційні технології і ресурси. Однак подальша концентрація ускладнює управління. Тому в кожній галузі свої оптимальні рівні концентрації виробництва.

Комбінування виробництва – це одна з форм організації виробництва, побудована на поєднанні в одному підприємстві (комбінаті) багатьох виробництв різних галузей або національного господарства у цілому з метою спрощення міжвиробничих зв'язків за технологічним ланцюгом. Це, наприклад, концерни, комбінати з виробництва кінцевого

продукту – сортового прокату, у які входять виробництва з видобутку та збагачення руди, виплавки чавуну та сталі, виготовлення прокату.

Комбінування виробництва дає змогу: комплексно використовувати (переробляти) відходи виробництва; виробляти із сировини максимально можливу кількість корисних речовин (компонентів); мати високий науково-технічний і кадровий потенціал; маневрувати ресурсами в межах об'єднання; випускати конкурентоспроможну продукцію за рахунок зниження матеріаломісткості комбінату.

Залежно від характеру виробництва, технології та об'єднання у виробничому процесі окремих стадій переробки сировини та матеріалів комбінування в промисловості виступає в трьох основних формах.

Комбінування на основі послідовної переробки сировини є типовим для чорної металургії та текстильної промисловості. Є такі комбінати також у хімічній та інших галузях промисловості. Як правило, вони прості за структурою. Отримані в процесі виробництва різні напівфабрикати виходять із комбінату або як проміжний продукт (напівфабрикат), що йде в подальшу переробку в інші галузі, або як кінцевий продукт. Наприклад, у чорній металургії предметом переробки для різних видів прокату є залізна руда. На першій стадії із залізної руди в доменних печах виплавляють чавун, потім у сталеливарному виробництві його переплавляють у сталь, а потім у прокатному виробництві переробляють у сортовий або листовий прокат.

Комбінування на основі використання відходів виробництва найбільш поширене в деревообробній, харчовій та інших галузях промисловості. Прикладом може служити сполучення кольорової металургії з хімічною промисловістю, коли побічні відходи переробки руди (сірчистий ангідрид) використовуються для вироблення інших видів продукту (у даному прикладі – сірки).

Ця форма комбінування має велике значення, тому що при переробці багатьох видів сировини разом з основним продуктом одержують різні відходи та побічні продукти. Їх ефективне використання дає можливість знизити матеріаломісткість продукції, розширити сировинну базу промисловості.

Комбінування на основі комплексної переробки сировини поширено в галузях і на підприємствах, зайнятих переробкою органічної сировини (нафти, вугілля, торфу, сланців тощо), а також комплексних руд, наприклад поліметалевих. Прикладом такої форми комбінування є коксохімічні комбінати, що здійснюють комплексну хімічну переробку вугілля та попутних газів.

Існують також поняття вертикального, горизонтального та змішаного комбінування. *Вертикальне комбінування* відбувається в тому випадку, коли здійснюється послідовна переробка сировини в напівфабрикат або готову продукцію. *Горизонтальне комбінування* припускає комплексну переробку сировини. *Змішане комбінування* – це, коли з одного виду сировини, послідовно переробляючи його, одержують основні напівфабрикати або готові вироби, а з відходів, що утворилися, одержують побічні напівфабрикати або готові продукти.

7.4. Організація технічної підготовки виробництва

Найважливішою складовою науково-технічного прогресу, тобто процесу безперервного вдосконалення засобів і предметів праці, є технічна підготовка виробництва, що містить усю сукупність заходів щодо вдосконалення виробів, впровадження нових технологічних процесів і оснащення виробництва. Всі роботи з технічної підготовки виробництва передбачаються в бізнес-планах підприємства.

Очікувані результати від упровадження нововведень, обґрунтовані техніко-економічними розрахунками, сприяють переконанню інвесторів у тому, що ступінь ризику вкладення коштів у нову техніку і розвиток виробництва виробників продукції мінімальний [21].

Технічна підготовка містить такі види робіт:

- проектування нових і вдосконалення раніше освоєних видів продукції та забезпечення виробників усією необхідною документацією за цією продукцією;
- проектування нових і вдосконалення вже освоєних технологічних процесів;

- дослідна перевірка і впровадження нових удосконалених технологічних процесів безпосередньо в цехових умовах, на робочих місцях;

- проектування і виготовлення нової технологічної оснастки, що містить пристрої, всі види робочого і вимірювального інструменту, моделі, прес-форми та ін.;

- розробка технічно обґрунтованих норм і нормативів для визначення трудомісткості і матеріаломісткості продукції, потреби в обладнанні, оснащенні, виробничих і допоміжних площах, технологічному паливі, енергії, розрахунки за визначенням самої потреби в зазначених ресурсах;

- проектування і виготовлення нестандартного устаткування, розробка планів придбання відсутнього і модернізація наявного обладнання;

- розміщення і раціональна розстановка обладнання за виробничими підрозділами;

- підготовка кадрів виконавців за новими професіями;

- організаційна перебудова окремих виробничих підрозділів, розробка та впровадження нових систем планування і управління ходом виробничого процесу.

Усі зазначені види робіт через їх складність та величезний обсяг не можуть бути виконані тільки силами самого промислового підприємства. Технічною підготовкою виробництва займаються різноманітні непромислові організації.

Наступною ланкою є система галузевих науково-дослідних інститутів, конструкторських бюро, науково-дослідних і проектно-технічних інститутів. Цими організаціями проводиться широке коло теоретичних, експериментальних, дослідно- і проектно-конструкторських та інших робіт. Крім того, вони проводять дослідне виготовлення нових зразків продукції і перевірку технологічних процесів.

Розроблена організаціями технічна документація надходить на підприємства, де подальша робота проводиться відділами головного конструктора, головного технолога, головного металурга, механізації та автоматизації виробництва, які є основними органами технічної підготовки виробництва на великому підприємстві. Тут проводиться доопрацювання отриманої документації стосовно до своїх умов, проектування технологічної оснастки, уточнення норм і т. д.

Роботи, виконані переліченими підрозділами, складають зміст внутрішньофірмової технічної підготовки.

Технічна підготовка виробництва в найбільш повному вигляді поділяється на чотири стадії.

1. Дослідницька підготовка.
2. Конструкторська підготовка.
3. Технологічна підготовка.
4. Організаційна і матеріальна підготовка.

Зміст *конструкторської підготовки виробництва* великих проектів визначається єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД), що являє собою комплекс державних стандартів, які встановлюють правила і положення про порядок розробки, оформлення та обігу конструкторської документації в організаціях і на підприємствах.

Конструкторська робота підприємства проводиться кількома етапами.

1. Розробка *технічного завдання* (ТЗ). У завданні встановлюється цільове призначення, задаються допустимі інтервали значень основних техніко-експлуатаційних характеристик певного виробу.

2. Розробка *технічної пропозиції* (ТП). На основі аналізу ТЗ визначається найбільш імовірний варіант вирішення поставленого завдання і проводиться уточнення як цільового призначення нового виду продукції, так і основних його характеристик і умов використання.

3. *Ескізне проектування*. Основне його призначення – обґрунтування технічної можливості здійснення вимог, сформульованих у ТЗ і ТП.

4. *Технічне проектування*. Остаточо виробляються всі найважливіші технічні рішення, які дають повне уявлення про будову і дію нового виду продукції.

5. *Робоче проектування*. В результаті має бути створений комплект документації, що дозволяє розпочати підготовку виробництва для випуску нової продукції.

Конкретний зміст робіт на кожному етапі і сама кількість етапів будуть залежати від низки факторів, найважливішими з яких є складність і новизна виду продукції, що розробляється, масштаб майбутнього виробництва, характер розподілу робіт між організаціями-виконавцями, наявність експериментальної бази.

Технологічна підготовка виробництва містить великий комплекс робіт з проектування та створення матеріальної бази процесу виробництва нових видів продукції.

Технологічна підготовка може бути поділена на чотири етапи.

1. Технологічний контроль креслень (нормоконтроль).
2. Проектування технологічних процесів. Зміст робіт визначається видом продукції, що випускається.
3. Проектування і виготовлення спецобладнання і нестандартного обладнання.
4. Налаштування та впровадження запроектованих технологічних процесів.

Планування технічної підготовки виробництва являє собою складний багатоетапний процес, що виконується на різних рівнях [12].

Питання для самоконтролю

1. Що Ви розумієте під виробничим процесом? Назвіть основні складові виробничого процесу.
2. Які принципи раціональної організації виробничого процесу Вам відомі? Дайте характеристику кожного з них.
3. Які існують форми організації виробництвам?
4. Що таке концентрація виробництва? Назвіть її переваги та недоліки.
5. Що таке спеціалізація виробництва? Визначте її економічне значення.
6. Що таке кооперування виробництва? Яку роль відіграє кооперування у підвищенні ефективності виробництва?
7. Дайте визначення технічної підготовки виробництва.
8. Дайте визначення технологічної підготовки виробництва.

РОЗДІЛ 8

Техніко-економічні показники технологічних процесів виготовлення машини

8.1. Собівартість машини

Кожна знову виготовлена машина має не тільки відповідати всім вимогам її службового призначення, а й відрізнятися від раніше випущених машин такого призначення меншими витратами матеріалів і витратами живої та минулої праці.

Витрати на витрачені засоби виробництва і зарплату на виготовлення машини на заводі, виражені в грошовій формі, прийнято називати її *собівартістю* [30]. Одним з основних завдань технології машинобудування є безперервне зниження собівартості машин, що випускаються. Розрізняють собівартість машини у цілому і собівартість її окремих складальних одиниць, деталей і окремих операцій технологічного процесу їх виготовлення.

Підрахунок собівартості називається *калькуляцією*. Розрізняють попередню калькуляцію, яку іноді називають кошторисною, і подальшу, що називається зазвичай звітною або виконавчою.

Попередня калькуляція служить для визначення можливої або планової собівартості наміченої до виробництва машини, її складальних одиниць і деталей та вибору найбільш економічного варіанта технологічного процесу виконання окремої операції виготовлення деталей і машини в цілому.

Звітна калькуляція служить для виявлення фактичних витрат на виготовлення машини, її складальних одиниць, деталей або на виконання окремих операцій.

Таким чином, за допомогою звітної калькуляції визначають дійсну собівартість машини або її частин за той чи інший проміжок часу. Зіставлення даних звітної і попередньої калькуляцій дає змогу судити про відповідність дійсного технологічного процесу запроектованому, про ефективність заходів щодо його подальшого вдосконалення, а іноді і про те, наскільки правильною є попередня калькуляція.

8.2. Трудомісткість одиниці продукції і виробіток

На додаток до собівартості одиниці продукції, в якій, як у фокусі, відображаються результати діяльності всього колективу заводу, спрямованої на зниження собівартості та підвищення тим самим продуктивності праці, є ряд додаткових техніко-економічних показників. Вони характеризують вплив змін окремих факторів процесу, що здійснюють той чи інший вплив на зміну собівартості.

Одним з таких показників є трудомісткість одиниці продукції. *Трудомісткістю* називається кількість часу, витраченого людиною на виготовлення одиниці продукції, виконання операції або переходу. Одиницею виміру трудомісткості служить людино-година [11].

Трудомісткість являє собою витрати тільки живої праці, тому становить одну зі складових собівартості.

Трудомісткість одиниці продукції зазвичай складається з трудомісткості її складальних одиниць, трудомісткість одиниць – з трудомісткості деталей, трудомісткість деталей – з трудомісткості операцій і трудомісткість операції – з трудомісткості переходів.

Розрізняють фактичну трудомісткість, розуміючи під нею час, фактично витрачений працівником на виконання роботи, і розрахункову, або нормовану, трудомісткість, розуміючи під нею час, який має бути витраченим на виконання тієї чи іншої роботи.

Для нормування праці та планування виробничого процесу використовують норму часу. *Нормою часу* називають встановлену (нормовану) кількість праці належної кваліфікації і нормальної інтенсивності, необхідну для виконання будь-якої операції або цілого технологічного процесу в нормальних виробничих умовах. Норму часу вимірюють в одиницях часу (годинах, хвилинах) із зазначенням кваліфікації роботи, наприклад 10 год 5-го розряду.

При встановленні норми часу на малотрудомісткі операції буває важко скласти чітке уявлення про її величину, яка обчислюється іноді частками хвилини або навіть секунди. У цих випадках замість норми часу встановлюють зворотну їй величину – норму виробітку.

Нормою виробітку називають встановлене (нормоване) число заготовок, деталей або виробів, яке має бути оброблено або

зроблено у встановлену одиницю часу (годину, хвилину). Одиницею виміру норми виробітку є число штук в одиницю часу із зазначенням кваліфікації роботи, наприклад 1200 шт. за годину, робота 3-го розряду.

Зниження трудомісткості є одним з основних засобів скорочення собівартості одиниці продукції.

Основними засобами скорочення трудомісткості є: озброєння працівників найбільш продуктивним обладнанням, пристроями та інструментом; найкраща організація робочих місць; механізація ручної праці; автоматизація виробництва і ряд інших, розглянутих нижче.

8.3. Технічне нормування

Під *технічним нормуванням* розуміється встановлення норми часу на виконання певної роботи або норми виробітку в штуках в одиницю часу.

Правильне нормування витрат робочого часу на обробку деталей, складання та виготовлення всієї машини має дуже велике значення для виробництва. Величина витрат часу на виготовлення тієї чи іншої продукції при її належній якості є одним з основних критеріїв для оцінки досконалості технологічного процесу.

Норму часу визначають на основі технічного розрахунку і аналізу з огляду на умови максимально повного використання технічних можливостей обладнання та інструменту відповідно до вимог до обробки даної деталі або складання виробу [8].

У машинобудівному виробництві при обробці деталей на металорізальних верстатах визначається норма часу на окремі операції (комплекс операцій) або норма виробітку деталей (виробів) у штуках в одиницю часу (годину, зміну).

Отже, під *технічною нормою часу* розуміють час (у хвилинах або частках хвилини), який встановлюється на виконання заданої операції при певних організаційно-технічних умовах і найбільш ефективному використанні всіх засобів виробництва з урахуванням передового виробничого досвіду.

Технічна норма часу, яка визначає витрату часу на обробку (складання або інші роботи), служить основою для оплати праці,

калькуляції собівартості деталі та виробу. На основі технічних норм розраховуються тривалість виробничого циклу, необхідна кількість верстатів, інструментів і робітників, визначається виробнича потужність цехів (або окремих дільниць), проводиться все планування виробництва.

При виборі оптимальних варіантів технологічних процесів обробки деталей або складання виробів поряд з іншими техніко-економічними показниками користуються нормою часу для оцінки технологічного процесу.

При встановленні норми часу необхідно забезпечити такі умови [8]:

- 1) роботу має виконувати робітник відповідної кваліфікації;
- 2) застосовувати найбільш ефективні для певної роботи пристрої та інструменти;

- 3) встановлювати оптимальні режими різання виходячи з можливості раціонального застосування одночасної обробки декількох деталей, одночасної роботи кількома інструментами і в тих випадках, де це можливо, одночасного обслуговування одним робітником кількох верстатів;

- 4) припуски на обробку мають бути оптимальними, сорт і якість матеріалу – нормальними для даного заводу; верстат має бути справним, а якість інструменту нормальною;

- 5) у норму часу не включаються ті ручні прийоми, які можуть бути виконані одночасно з роботою верстата, тобто перекриті машинним часом;

- 6) у норму часу не входить час на виправлення забракованих деталей або на виготовлення замість них нових;

- 7) організація робочого місця має передбачати попередню доставку до нього креслень і нарядів на роботу, матеріалів, інструментів, пристроїв, а також здачу їх після закінчення роботи допоміжними робітниками;

- 8) заточування інструменту має бути централізованим, тобто інструмент заточується в заточувальному відділенні цеху спеціальними робітниками-заточувальниками. Інструмент замінюється через встановлені проміжки часу (примусова заміна інструменту) або на вимогу верстатника. Кожне робоче місце має бути забезпечене додатковим комплектом інструменту. Заточений інструмент подається до робочого місця в готовому вигляді;

9) в норму часу не входять втрати часу через будь-які організаційні неполадки; до цих неполадок належать: перерва в подачі електроенергії, затримка в доставці матеріалу, пристроїв, інструменту, затримка транспортних засобів, наряду на роботу або здачі роботи, несправність електродвигуна і т. д.; отже, має бути передбачено безперервне і своєчасне обслуговування робочого місця всім необхідним для виконання безперебійної роботи;

10) норма часу має встановлюватися в розрахунку на нормальні умови роботи, і будь-які втрати часу, пов'язані з відхиленнями від нормальних умов, які залежать від робітника, так і ті, що не залежать від нього, не входять у норму.

Для розрахунку норми часу необхідно визначити розрахункові розміри оброблюваних поверхонь для кожної операції або переходу, що входить до складу операції, виконуваної на даному верстаті. Ці розміри відрізняються від розмірів остаточно обробленої деталі, поставлених на кресленні. За розрахунковими розмірами оброблюваної поверхні – діаметром і довжиною або шириною та довжиною – підраховується час, необхідний для виконання обробки на даному переході. Крім того, за діаметром і числом оборотів може бути обчислена швидкість різання.

8.4. Структура норми часу на обробку

Норма штучного часу при виконанні верстатних робіт складається з таких основних частин [8]:

- 1) основного або технологічного часу;
- 2) допоміжного часу;
- 3) часу обслуговування робочого місця;
- 4) часу перерв на відпочинок і фізичні потреби.

Основний і допоміжний час у сумі становить час оперативної роботи, або **оперативний час**.

Коли норма часу дається на виготовлення однієї штуки, вона називається **нормою штучного часу**.

Крім того, передбачається **підготовчо-завершальний час**, який у норму штучного часу не входить і визначається окремо на всю партію деталей; при цьому величина підготовчо-завершального часу залежить від розміру партії.

Таким чином, загальний калькуляційний час на одну штуку, або, інакше, **штучно-калькуляційний час**, складається з штучного і підготовчо-завершального часу, що припадає на одну штуку.

Основний (технологічний) час – це час, протягом якого виробляється зняття стружки, тобто відбувається зміна форми, розмірів і зовнішнього вигляду деталі. Якщо цей процес відбувається тільки верстатом без безпосередньої участі робітника, то цей час буде *машинно-автоматичним*; а якщо процес зняття стружки відбувається верстатом при безпосередньому управлінні інструментом або переміщенні деталі рукою робітника, то цей час буде *машинно-ручним*.

В основний час входить час, що витрачається на врізання і перебіг (підхід і вихід) різального інструменту, на зворотні ходи (у стругальних, довбальних і інших верстатах), на прохід інструменту при пробних струганнях; тому при підрахунку основного часу розрахункова довжина обробки приймається з урахуванням усіх цих прийомів.

У **допоміжний час** входить:

а) час управління верстатом – пуск у хід, остановка, зупинка швидкості і подачі тощо;

б) час на переміщення інструменту;

в) час на установлення, закріплення і зняття пристроїв, інструменту і деталі під час роботи;

г) час на прийоми вимірювання деталі: взяти інструмент, встановити, виміряти, відкласти інструмент тощо.

Ці дії (або частина їх) повторюються з кожною оброблюваною деталлю або в певній послідовності через встановлену кількість деталей.

Допоміжний час може бути ручним, машинним або машинно-ручним (наприклад автоматичне переміщення супорта верстата, установлення і зняття оброблюваної деталі за допомогою підйомно-транспортних пристроїв і т. д.).

З метою найменшої витрати часу на обробку слід, наскільки можливо, деякі дії, час на виконання яких входить у допоміжний час, виконувати під час автоматичної роботи устаткування, тобто допоміжний час перекривати машинним часом.

З огляду на це допоміжний час слід розрізняти на той, що перекривається і не перекривається машинним часом.

При автоматичному вимірюванні деталі в процесі її обробки (активний контроль) час на вимірювання перекривається машинним часом.

Обслуговування робочого місця підрозділяється на технічне і організаційне, тому і час на обслуговування робочого місця підрозділяється на час технічного обслуговування і час організаційного обслуговування.

Час технічного обслуговування робочого місця витрачається робітником на догляд за робочим місцем у процесі певної роботи; сюди входить:

- а) час на підналагодження і регулювання верстата в процесі роботи;
- б) час на зміну затупленого інструменту;
- в) час на правку інструменту бруском (різця) або алмазом (шліфувального круга) в процесі роботи;
- г) час на видалення стружки в процесі роботи.

Час організаційного обслуговування робочого місця витрачається робітником на догляд за робочим місцем протягом зміни; сюди входить:

- а) час на розкладання інструменту на початку зміни та прибирання його після закінчення зміни;
- б) час на чищення і змащення верстата;
- в) час на огляд і випробування верстата.

Час перерв на відпочинок і фізичні потреби може бути прийнятий лише в розмірі, регламентованому умовами виробництва і умовами роботи саме на цьому верстаті, причому час перерв на відпочинок вводиться в норму часу тільки в разі фізично важких або утомливих робіт. Час перерв на відпочинок і на фізичні потреби обчислюється сумарно у процентах до оперативного часу.

Підготовчо-завершальний час, як уже зазначалося, встановлюється на всю партію деталей і в норму штучного часу не входить; він включається в калькуляційний час.

У підготовчо-завершальний час входить:

- а) час на ознайомлення робітника з роботою і на читання креслення;
- б) час на підготовку робочого місця, налагодження верстата, інструменту та пристроїв для обробки заданої партії деталей;

в) час на зняття інструменту і пристроїв після закінчення обробки заданої партії деталей.

8.5. Визначення кваліфікації роботи

При встановленні норми часу на виконання певної операції на обраному верстаті визначається також розряд кваліфікації роботи за тарифно-кваліфікаційним довідником відповідної галузі промисловості. Правильне віднесення нормованої верстатної операції до кваліфікаційного розряду, так само як і правильне визначення норми часу, має дуже важливе значення для ефективного використання фонду заробітної плати. Вимоги, що ставляться до робітника для виконання роботи щодо знання, навичок і ступеня самостійності, зумовлюють *розряд кваліфікації робітника* [8].

Чим більше при виконанні певної роботи потрібно знань, досвіду і самостійності, тим вище має бути розряд виконавця.

При одиничному виробництві потрібне вміння налагоджувати верстати, встановлювати деталі та інструмент, користуватися вимірювальним інструментом загального призначення, тому кваліфікація робітника має бути вищою.

У серійному виробництві робота спеціалізована і тому кваліфікація робітника може бути нижчою.

У масовому виробництві при високій механізації праці або використанні автоматів і автоматичних верстатних ліній, концентрації операцій на одному верстаті потрібні робітники високої кваліфікації; при диференціації процесу обробки на елементарні операції можуть бути використані робітники низької кваліфікації.

Тарифна сітка складається з кваліфікаційних розрядів, для яких співвідношення ставок оплати праці виражається *тарифним коефіцієнтом*, що визначає відношення кожного тарифного розряду до першого розряду.

Ставка оплати праці встановлюється для першого розряду; для інших розрядів оплата визначається множенням ставки першого розряду на тарифний коефіцієнт даного розряду.

8.6. Верстатомісткість одиниці продукції

При обробці деталей на верстатах (або інших видах устаткування) останні бувають зайняті деякий час, протягом якого деталь, що оброблюється, розташовується на верстаті. Для розрахунку зайнятості верстатів виконанням окремих операцій і для розрахунку кількості верстатів, необхідних для виконання однієї або кількох операцій або обробки деталі на всіх операціях, служить поняття верстатомісткість.

Верстатомісткістю називають час, протягом якого фактично зайнятий (*фактична верстатомісткість*) або має бути зайнятий (*розрахункова верстатомісткість*) верстат, кілька верстатів або інших видів обладнання для виконання окремих або всіх операцій з обробки деталі або цілого виробу. Відповідно до цього розрізняють верстатомісткість операції, верстатомісткість деталі і верстатомісткість виробу. Одиницею вимірювання верстатомісткості зазвичай служить верстато-година [30].

8.7. Скорочення циклу виробничого процесу

Кожна операція обробки або технологічний процес виготовлення деталі чи машини в цілому триває протягом певного календарного часу. Проміжок календарного часу, який вимірюється від початку будь-якої періодично повторюваної операції технологічного або виробничого процесу до її закінчення, прийнято називати *циклом*.

Розрізняють *цикл операції* – проміжок календарного часу від початку до кінця операції; *цикл виготовлення деталі* – проміжок календарного часу від початку першої до закінчення останньої операції виготовлення деталі; *цикл виготовлення машини* – проміжок календарного часу, починаючи від запуску у виробництво першої заготовки до закінчення пакування готової машини.

Цикл може бути розрахунковий (або нормований) і фактичний. Якщо операції або процеси не повторюються періодично, слушно говорити не про цикли, а про тривалість операції або процесу.

Скорочення циклу дає змогу збільшити випуск продукції в одиницю часу і з одиниці площі даного цеху або заводу і тим самим скоротити собівартість; прискорити вивільнення коштів, вкладених у виробництво у вигляді витрат на матеріали, заробітну плату і накладних, і тим самим використовувати вивільнені кошти для раціоналізації виробництва і збільшення випуску продукції, тобто в кінцевому підсумку і для зниження собівартості.

Для ілюстрації впливу скорочення циклу виготовлення на зменшення потрібних коштів, вкладених у виробництво, на рис. 8.1 показані криві, побудовані в координатах: сума коштів, вкладених у виробництво, – календарний час виготовлення одиниці продукції.

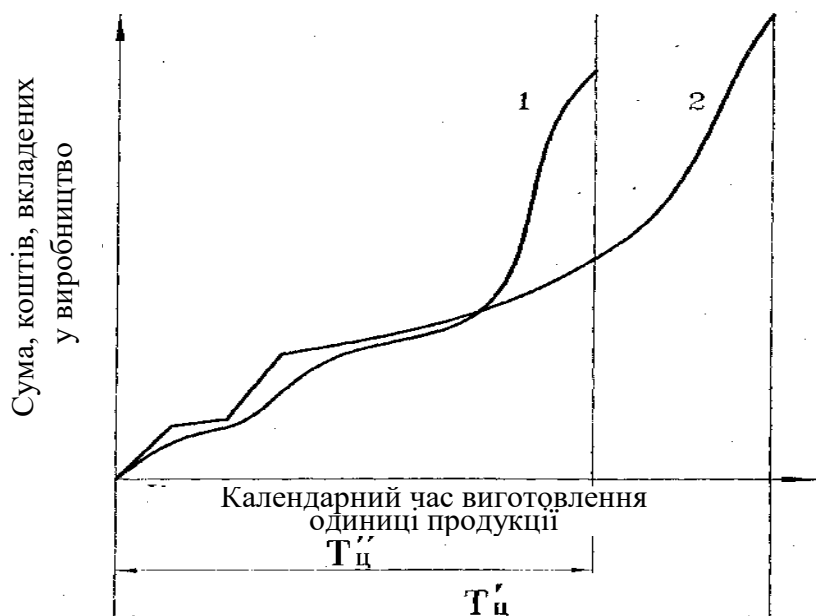


Рис. 8.1. Залежність суми коштів, вкладених у виробництво, від тривалості циклу виготовлення

Площі, обмежені відповідними кривими і віссю абсцис, є кількість коштів, вкладених на належний проміжок часу у виробництво. З рис. 8.1 видно, що при більш короткому циклі виготовлення T , площа під відповідною кривою 1 значно менша за площу під кривою 2, що відповідає більш тривалому циклу виготовлення T .

Отже, скорочення тривалості циклу є одним з основних заходів для зменшення коштів, вкладених у виробництво. Швидке наростання кривих до кінця циклу показує, що для прискорення вивільнення коштів, вкладених у виробництво, необхідно прагнути того, щоб скорочувати тривалість циклу виготовлення в першу чергу за рахунок останніх операцій, оскільки це дає найбільший ефект [13].

Питання для самоконтролю

1. Що таке собівартість виготовлення машини?
2. Що Ви розумієте під трудомісткістю виготовлення машини?
3. Що собою являє технічне нормування виготовлення машини?
4. Що таке норма часу?
5. Що таке норма виробітку?
6. Назвіть основні складові структури робочого часу. Дайте їм визначення.
7. Що Ви розумієте під кваліфікацією роботи?
8. Що таке верстатомісткість одиниці продукції?
9. Дайте визначення циклу виробничого процесу.
10. Назвіть основні шляхи скорочення виробничого процесу.

РОЗДІЛ 9

Основи управління собівартістю виробництва машини

9.1. Вибір найбільш економічного варіанта технологічного процесу

Технологічний процес виготовлення кожної деталі можна спроектувати в кількох варіантах, що забезпечують виконання заданих технічних умов. Найбільш економічний варіант вибирають, зіставляючи техніко-економічні показники, що характеризують порівнювані варіанти. Повну оцінку варіантів здійснюють, порівнюючи собівартість виготовлення деталі, оскільки при цьому враховують витрати живої і уречевленої праці.

Розрізняють цехову собівартість, що враховує тільки цехові витрати, і заводську, що враховує і загальнозаводські витрати. Для порівняння варіантів технологічних процесів використовують цехову собівартість. Існує кілька методів визначення собівартості. При бухгалтерському методі собівартість виготовлення деталі

$$C = M + L + Z, \quad (9.1)$$

де M – собівартість виготовлення заготовки за вирахуванням суми, що повертається за здачу відходів, грн;

L – заробітна плата виробничих робітників, грн;

Z – сума всіх інших цехових витрат; ці витрати виражають у процентах від величини L .

Тоді

$$C = M + L \left(1 + \frac{z}{100} \right), \quad (9.2)$$

де z – процент величини Z від L , він залежить від типу та ступеня автоматизації виробництва.

Цей метод простий, але не придатний для порівняння варіантів, оскільки не виділяє складових Z .

Найбільш точним є метод прямого розрахунку всіх складових собівартості. При цьому можна не враховувати тих витрат, які не залежать від технологічного процесу і залишаються незмінними в порівнюваних варіантах (витрати на заробітну плату цехових працівників, внутрішньоцеховий транспорт, поточний ремонт і амортизацію будівель, споруд та ін.).

У цьому випадку собівартість

$$C = M + L + L_H + R + M_D + A + W + V + E, \quad (9.3)$$

де L_H – заробітна плата наладників з нарахуваннями, грн;

R – витрати на ремонт обладнання, грн;

E – витрати на електроенергію, яка споживається обладнанням, грн;

M_D – витрати на допоміжні матеріали (мастила, мастильно-охолодні рідини та ін.), грн;

A – витрати на амортизацію обладнання, грн;

W – витрати на експлуатацію та амортизацію інструменту, грн;

V – витрати на експлуатацію та амортизацію спеціальних пристроїв, грн.

Величина

$$M = M' - G * a, \quad (9.4)$$

де M' – собівартість виготовлення заготовки, грн;

G – маса реалізованого відходу матеріалу на деталь, кг;

a – ціна 1 кг відходів, грн.

При виконанні n операцій обробки заробітна плата з нарахуваннями:

$$L = K_H \sum_{1}^n l * t_{ш}, \quad (9.5)$$

де K_H – коефіцієнт, що враховує витрати з соціального страхування і на додаткову заробітну плату;

l – годинна тарифна ставка верстатника на даній операції, грн;

$t_{ш}$ – норма штучного часу на операцію, год.

Заробітна плата наладників у серійному виробництві на всі операції обробки даної деталі

$$L_H = \frac{K_H \sum_1^m l_H * T_H}{60N}, \quad (9.6)$$

де l_H – годинна тарифна ставка наладчика, грн;

T_H – тривалість налагодження, хв.;

m – кількість партій деталей протягом року;

N – річна програма, шт.

У потоково-масовому виробництві заробітна плата наладників визначається за фактичною кількістю наладників, що обслуговують лінію.

Витрати на ремонт обладнання, віднесені до однієї деталі,

$$R = \sum_1^k \frac{G_p * r_p * t_{ш}}{60T_{mp}}, \quad (9.7)$$

де G_p – витрати на виконання всіх видів ремонтних робіт за міжремонтний цикл на одну ремонтну одиницю, грн;

r_p – категорія складності ремонту, що виражається кількістю ремонтних одиниць даного верстата;

k – кількість верстатів для обробки деталей;

T_{mp} – міжремонтний цикл, верстато-годин.

Значення цих величин визначають за нормативами планово-запобіжного ремонту.

Витрати на електроенергію

$$E = \sum_1^k \frac{N_{вст} * \alpha * \beta * s_e * t_o}{60}, \quad (9.8)$$

де $N_{вст}$ – сумарна встановлена потужність усіх електродвигунів верстата, кВт;

α і β – коефіцієнти використання встановленої потужності за часом і за величиною відповідно; $\alpha * \beta = 0,5 \div 0,9$;
 s_e – ціна 1 кВт*год електроенергії, грн;
 t_o – основний час на операцію, хв.

Витрати на допоміжні матеріали:

$$M_B = \sum_1^k \frac{D_{\text{річ}}}{F_D * 60} t_{\text{ш}} , \quad (9.9)$$

де $D_{\text{річ}}$ – витрати на ці матеріали на один верстат у рік, грн;
 F_D – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Витрати на амортизацію універсальних верстатів:

$$A_y = \sum_1^k \frac{a * t_{\text{ш}}}{F_D 60 \eta_3} , \quad (9.10)$$

де a – щорічні амортизаційні відрахування, грн;
 η_3 – коефіцієнт завантаження верстата у часі.

Витрати на експлуатацію та амортизацію різальних інструментів залежать від повного або часткового їх використання за період випуску виробу. Витрати на експлуатацію та амортизацію різальних інструментів при їх повному використанні розраховуються за формулою:

$$W = \sum_1^k \frac{S_w + m * S_{\text{пер}}}{T(1 + m)} * t_o , \quad (9.11)$$

де S_w – первісна вартість інструмента, грн;
 m – число переточувань до повного зносу інструмента;
 $S_{\text{пер}}$ – витрати на одне переточування;
 T – стійкість інструмента між двома переточуваннями, хв;
 t_o – основний час, хв.

При неповному використанні інструмента:

$$W = \sum_1^k \left(\frac{S_w}{N} + \frac{m' * S_{nep}}{T(m'+1)} * t_o \right), \quad (9.12)$$

де N – число деталей, що оброблюються;
 m' – число переточувань даного інструмента.

Витрати на експлуатацію та амортизацію універсальних пристроїв можна через малість не враховувати. Витрати на експлуатацію та амортизацію спеціальних пристроїв:

$$V = \sum_1^k \frac{S_{np} + r_K * n_K + r_C * n_C + r_n * n_n}{60 p F_n} * t_{us}, \quad (9.13)$$

де S_{np} – собівартість виготовлення пристроїв, грн;
 r_K, r_C, r_n – витрати на капітальний, середній та поточний ремонт пристосування, грн;
 n_K, n_C, n_n – число капітальних, середніх та поточних ремонтів пристроїв за весь термін його служби;
 p – термін служби пристроїв, р.;
 F_n – річний фонд часу роботи пристроїв, год.

Метод прямого розрахунку собівартості трудомісткий. При зіставленні проєктованих варіантів допустимими є наближені розрахунки. Часто можна обмежитися урахуванням тих витрат, які найбільш впливають на собівартість [9].

Нормативний метод розрахунку собівартості значно скорочує трудомісткість розрахунків. При цьому методі використовують таблиці, в яких вказані періодично кореговані витрати за всіма елементами собівартості, приведеними до однієї хвилини роботи верстата. Розрахунок собівартості зводиться до вибору з цих таблиць витрат за кожним елементом, підсумовування їх і множення отриманої суми на штучний час проєктованої операції.

Часткову оцінку варіантів технологічного процесу можна отримати, порівнюючи їх за трудомісткістю механічної обробки, коефіцієнтами основного часу і коефіцієнтами використання матеріалу.

Трудомісткість процесу дорівнює сумі трудомісткостей усіх n операцій, що складають даний процес:

$$T = \sum_1^n t_{ui} . \quad (9.14)$$

При переналагодженні обладнання варіанти слід зіставляти не тільки за трудомісткістю, але і за часом, який витрачається на переналагодження. При обробці партії n_0 заготовок за першим варіантом технологічного процесу загальні витрати часу на обробку партії складатимуть:

$$T_{\text{парт1}} = t_{u1} * n_0 + T_{nz1} . \quad (9.15)$$

При обробці такої самої партії за другим варіантом загальні витрати часу на обробку партії складатимуть:

$$T_{\text{парт2}} = t_{u2} * n_0 + T_{nz2} . \quad (9.16)$$

Прирівнюючи $T_{\text{парт 1}}$ і $T_{\text{парт 2}}$, можемо визначити кількість деталей у партії, при якій обидва варіанти будуть однаково вигідні за витратами часу:

$$n_0 = \frac{T_{nz2} - T_{nz1}}{t_{u1} - t_{u2}} . \quad (9.17)$$

Варіанти порівнюють також за верстатоемністю. Останню можна визначати окремо для операції і деталі.

Для оцінки технологічних варіантів використовують відносні критерії.

1. Коефіцієнт основного часу являє собою відношення основного часу до штучного.

$$\eta_o = \frac{t_o}{t_{ш}} . \quad (9.18)$$

Цей коефіцієнт використовують для оцінки побудови верстатних операцій. Чим вище його величина, тим продуктивніше використовується верстат. Він може бути застосований і для оцінки всього процесу в комплексі. В цьому випадку

$$\eta_o' = \frac{T_o}{T}, \quad (9.19)$$

де T_o – сумарний основний час за всіма операціями обробки;

T – сума штучного часу за всіма операціями.

2. Коефіцієнт використання матеріалу визначають відношенням маси готової деталі до маси заготовки:

$$\gamma_1 = \frac{g}{G}. \quad (9.20)$$

У масовому виробництві $\gamma_1 = 0,85$; у серійному $\gamma_1 = 0,7$; в одиничному (включаючи важке машинобудування) $\gamma_1 = 0,5 \div 0,6$. Для підвищення коефіцієнта γ_1 необхідно наближати форму заготовки до конфігурації готової деталі, підвищувати точність її виготовлення і покращувати якість її поверхонь.

Ступінь використання матеріалу в заготівельних цехах характеризується коефіцієнтом γ_2 , що є відношенням маси заготовки, яка надходить на механічну обробку, до маси вихідного матеріалу, який витрачається на виготовлення цієї заготовки. Цей коефіцієнт також менший за одиницю (для виливків і штампованих заготовок $\gamma_2 = 0,75$). Збільшення γ_2 досягається зменшенням відходів металу (облою у штампованих заготовок, ливників і напливів у виливків), а також переходом до більш прогресивних методів отримання заготовок (безоблойне штампування, висадка, пресування, поперечно-гвинтова прокатка). Загальний коефіцієнт використання матеріалу $\gamma = \gamma_1 \cdot \gamma_2$ характеризує весь технологічний процес виготовлення деталі.

3. Коефіцієнт завантаження устаткування характеризує відношення розрахункового числа верстатів до фактично прийнятого:

$$\eta_3 = \frac{k_p}{k_{II}}. \quad (9.21)$$

Цей коефіцієнт також прагнуть наблизити до одиниці. У масовому виробництві $\eta_3 = 0,85 \div 0,9$; у серійному $\eta_3 = 0,6 \div 0,7$. Цей коефіцієнт може бути застосований для оцінки окремих операцій і для всього технологічного процесу. В останньому випадку він являє собою середнє арифметичне з η_3 за всіма верстатами, на яких здійснюють обробку деталей.

Відносні критерії використовують на додаток до абсолютних. Самостійного значення для оцінки технологічних варіантів вони не мають. Якщо зіставляються технологічні процеси, однорідні за структурою, то їх порівнюють і оцінюють за операціями, які мають різну побудову. У цьому випадку як критерії оцінки можна використовувати величини t_o , $t_{ш}$, C_o , η_o та η_3 .

9.2. Зниження собівартості за рахунок скорочення витрат на матеріали

Основними шляхами скорочення витрат на матеріали для виготовлення машини є [27]:

- скорочення маси матеріалів, що витрачаються на виготовлення однієї машини;
- використання, по можливості, більш дешевих матеріалів;
- отримання відходів матеріалів у найбільш цінному вигляді з метою подальшого використання їх для виготовлення інших деталей.

Скорочення маси матеріалів, що витрачаються на виготовлення однієї машини, залежить у першу чергу від того, наскільки раціонально розроблена конструкція машини. Недостатнє знання властивостей матеріалів, недостатньо стабільна якість матеріалів і наближені методи розрахунку призводять у кінцевому підсумку до значних величин запасів міцності, тобто до зайвої витрати матеріалів.

Підвищення однорідності властивостей матеріалів є одним із засобів скорочення їх витрати. Наприклад, використання однорідних вихідних матеріалів при складанні шихти,

раціональне ведення технології плавлення, лиття та охолодження виливків підвищує однорідність властивостей металу литих заготовок, сприяє зменшенню коливань маси виливків, скорочення браку і до підвищення продуктивності операцій подальшої обробки.

Скорочення різного роду відходів і втрат матеріалів є одним з основних технологічних і організаційних заходів, що сприяють скороченню витрат на матеріали. Значну кількість відходів і втрат маємо на машинобудівних заводах при отриманні заготовок, деталей. До такого роду відходів і втрат належать чад металів при плавленні, скрап, залишки в плавильних агрегатах, окалина при нагріванні, відходи у вигляді задирок, обрізки, облой, брак заготовок і ін.

При механічній обробці частина матеріалів йде в стружку, в обрізки при розкрої деталей з листового матеріалу, в обрізки, що виходять через некратну довжину деталі довжині шматка вихідного матеріалу при пруткових заготовках і у вигляді шматків, необхідних для закріплення деталей при обробці.

Скорочення втрат і відходів економить не тільки матеріали, дозволяючи збільшити випуск виробів, а й непродуктивні витрати живої і минулої праці як на даній, так і на всіх попередніх стадіях виробництва.

Для висновків про раціональність використання матеріалів зазвичай служить коефіцієнт використання матеріалу γ_2 .

Втрати матеріалів скорочуються зі зменшенням числа стадій, які проходить продукт природи до його перетворення в готовий придатний виріб. Ідеальним було б безпосереднє перетворення продукту природи в придатний виріб. У машинобудуванні ця тенденція зводиться до безпосереднього отримання придатного виробу з напівфабрикату або до скорочення до мінімуму кількості операцій, які має пройти напівфабрикат до його перетворення в готовий виріб.

Ретельне виявлення службового призначення кожної деталі в машині і чіткі формулювання всіх умов, в яких має працювати та чи інша деталь, дають можливість використовувати для її виготовлення дешевші матеріали без зниження якості машини. Прикладом може служити заміна сталевих шпинделів у ряді верстатів литими чавунними, заміна ряду сталевих деталей

(наприклад важелів, вилок та ін.) деталями з ковкого або модифікованого чавуну і т. д.

У багатьох випадках економія металу виходить при переведенні ряду деталей на виготовлення з різного роду заміників – древопластики, пластмаси та ін.

Відходи, одержувані при обробці деталей з різних матеріалів, можуть мати різну вартість, що залежить від тієї чи іншої можливості їх подальшого використання. Дійсно, якщо при обробці відходи, наприклад металу, перетворюються в стружку, обрізки, задирки тощо, то вартість відходів виходить значно нижчою за первісну вартість матеріалу. Якщо відходи можуть бути використані для отримання повноцінних заготовок для виготовлення інших деталей, вартість їх звичайно або не відрізняється від початкової вартості матеріалу, або близька до неї.

9.3. Зниження витрат на заробітну плату, що припадають на одиницю продукції

Скорочення витрат на заробітну плату, що припадають на одиницю продукції, може бути здійснено шляхом [30]:

- 1) скорочення часу, що витрачається на виконання операції;
- 2) збільшення кількості одиниць обладнання, що обслуговуються робітником і наладником;
- 3) зниження кваліфікації роботи шляхом її спрощення;
- 4) зменшення кількості операцій, необхідних, за всіх інших рівних умов, для виготовлення виробу.

Зменшення факторів 1, 2 і 4 здійснюється шляхом скорочення часу, що витрачається на виконання операцій, тобто їх трудомісткості, або, іншими словами, за рахунок збільшення продуктивності праці робітника і наладника.

Скорочення витрат на заробітну плату виробничих робітників і наладників може бути здійснено шляхом зменшення числа операцій, необхідних для виготовлення виробу, зниження кваліфікації роботи за рахунок її спрощення, скорочення часу, що витрачається на виконання операції, збільшення числа одиниць обладнання, яке обслуговується робітникам і наладником. Впровадження обслуговування одним робочим декількох одиниць обладнання вимагає комплексного вирішення декількох технологічних і організаційних питань.

9.4. Збільшення продуктивності праці

Продуктивність праці характеризує ефективність трудової діяльності людини у сфері виробництва і визначається кількістю продукції, виробленої в одиницю часу.

Продуктивність праці може бути збільшена за рахунок скорочення підготовчо-завершального часу. Підготовчо-завершальний час складається з часу отримання та ознайомлення робітника з завданням, яке йому необхідно виконати; часу на отримання та установаження на верстаті різального інструменту і пристроїв, що служать для установаження і закріплення оброблюваних об'єктів.

Чітко і вичерпно ясно описаний технологічний процес і розроблене креслення дають змогу робітникові швидко зрозуміти завдання.

При сучасній організації виробництва вважається необхідним усю технологічну оснастку і оброблювані об'єкти доставляти до робочого місця. Скорочення часу, що витрачається на установаження різального інструменту, здійснюється за допомогою швидкозмінних пристроїв, наприклад, для зміни свердел, розгорток, блоків із заздалегідь встановленими різальними інструментами тощо при використанні для досягнення точності методів взаємозамінності.

Одним з радикальних засобів, що служать для цієї мети, є використання верстатів з програмним управлінням [22].

Програмні верстати можуть бути досить швидко переналаштовані з обробки однієї деталі на іншу шляхом зміни програми. Програма дозволяє забезпечити необхідні початкові переміщення вузлів верстата і їхні робочі і холості рухи.

Продуктивність праці може бути збільшена за рахунок штучного часу. З аналізу формули штучного часу:

$$t_{ш} = t_o + t_d + t_T + t_{орг} + t_{п}, \quad (9.22)$$

де t_o – основний (технологічний) час;

t_d – допоміжний час;

t_T – час технічного обслуговування;

$t_{орг}$ – час організаційного обслуговування;

$t_{п}$ – час перерв роботи.

Отже, штучний час може бути скорочено, головним чином, за рахунок основного (технологічного) і допоміжного часу, що становлять найбільшу частку серед інших складових.

Основний (технологічний) час враховує зміну стану продукту виробництва в процесі обробки або складання. При обробці на верстатах основний час визначають розрахунком для кожного технологічного переходу:

$$t_o = \frac{Li}{s_m}, \quad (9.23)$$

де L – розрахункова довжина переміщення інструмента, мм/хв;

i – число робочих ходів у даному переході;

s_m – хвилинна подача інструмента, $s_m = n \cdot s_{об}$, мм; величини $s_{об}$ та n беруть за нормативами або розраховують.

При ручному підведенні інструмента величину L отримують підсумовуванням довжини l оброблюваної поверхні, довжини $l_{вр}$ врізання та довжини $l_{сх}$ сходу різального інструмента:

$$L = l + l_{вр} + l_{сх}; \quad (9.24)$$

при автоматичному циклі обробки до величини L додають довжину $l_{пд}$ підведення інструмента до заготовки для запобігання удару на початку різання:

$$L = l_{пд} + l_{вр} + l + l_{сх}. \quad (9.25)$$

Час дій, які супроводжують виконання основної роботи, належить до допоміжного. Воно включає час на установлення, закріплення і зняття оброблюваної заготовки або збирання складової частини виробу, управління механізмами обладнання, підведення і відведення робочого інструмента, а також вимірювання оброблюваної заготовки. Допоміжний час знаходять підсумовуванням елементів часу на виконання перелічених дій на всіх переходах операції, що встановлюються за нормативами допоміжного часу. Суму основного і допоміжного часу називають

оперативним часом t_{on} . Як і основний, допоміжний час може бути ручним, машинно-ручним і машинним (автоматичним). Так, усі рухи супортів токарного багаторіздцевого напівавтомата (крім безпосередньо пов'язаних з процесом різання) вважаються машинним допоміжним часом.

Тривалість допоміжних дій при виготовленні деталі входить до складу допоміжного часу і визначається за нормативами, розробленими на підставі дослідних даних, отриманих у результаті вивчення та узагальнення досвіду роботи новаторів, а також на підставі керівних матеріалів науково-дослідних і проектних організацій.

Оскільки до складу допоміжного часу входить багато різноманітних дій і прийомів, то нормативи часу зводяться в групи для окремих дій залежно від їх характеру. Так, окремо складаються:

а) нормативи допоміжного часу на встановлення та зняття деталей;

б) нормативи допоміжного часу, пов'язаного з переходом, обробкою однієї поверхні і операцією;

в) нормативи допоміжного часу на контрольні вимірювання обробленої поверхні.

Нормативи часу, який витрачається на установлення і зняття деталі, даються на комплекс прийомів (установлення, зняття, закріплення, відкріплення) залежно від виду і конструкції пристроїв, способів установлення, закріплення і вивірення деталі, ваги (маси), довжини і способу підйому її.

Нормативи допоміжного часу, пов'язаного з переходом, встановлюються для певної групи верстатів (токарних, карусельних, розточувальних, револьверних, свердлильних, фрезерних, стругальних та ін.), для яких даються:

1) час на прийоми управління верстатом, пов'язані з переходом (включення і виключення подачі, підведення і відведення інструмента, встановлення на стругання і т. д.);

2) час на переміщення механізмів верстата;

3) час на виведення інструмента (наприклад свердла) для видалення стружки.

Допоміжний час на прийоми вимірювання оброблюваних поверхонь універсальними і спеціальними вимірювальними

інструментами передбачає час на всі прийоми, пов'язані з вимірюванням:

- а) взяти і піднести інструмент до деталі;
- б) проміряти деталь і попередньо встановити на розмір, якщо це потрібно за характером інструмента;
- в) прочитати результати вимірювання;
- г) покласти інструмент на місце.

Допоміжний час обчислюється сумарно на кожен перехід технологічного процесу.

Допоміжний час, що перекривається машинним часом, у норму допоміжного часу не входить.

Скорочення допоміжного часу здійснюється двома шляхами: безпосереднім скороченням часу, що витрачається при виконанні технологічного процесу на допоміжні прийоми, і частковим або повним суміщенням витрат часу допоміжних прийомів з основним технологічним часом. Найбільший ефект дає одночасне використання обох цих шляхів.

Безпосереднє скорочення допоміжного часу здійснюється:

- зменшенням часу, що витрачається на заміну одних оброблених деталей іншими, шляхом використання методів взаємозамінності і визначеності базування для досягнення необхідної точності установлення при зміні оброблюваних деталей, шляхом скорочення часу закріплення при зміні оброблюваних деталей, автоматизації зміни оброблюваних деталей та ін.;

- зменшенням часу, що витрачається на управління обладнанням та устаткуванням, шляхом спрощення управління, його механізації та автоматизації;

- зменшенням часу, що витрачається на контроль за ходом виконання технологічного процесу, шляхом правильного вибору методів, засобів вимірювання, механізації і автоматизації контролю;

- комплексною автоматизацією технологічного процесу.

Час технічного обслуговування витрачається на зміну затупленого інструменту, підналагодження обладнання, заправку і регулювання інструменту. Його величину беруть у процентах (до 6 %) від основного або оперативного часу або розраховують за формулами залежно від виду виконуваних робіт за нормативами.

При чорновій обробці

$$t_T = \frac{T_I}{k}, \quad (9.26)$$

де T_I – час на зміну затупленого інструменту;

$k = \frac{T}{t_o}$ – число заготовок, що обробляються за час стійкості T

різального інструменту.

При чистовій обробці

$$t_T = \frac{t_{II} * k_{II} + t_3 * k_3 + T_{II}}{k}, \quad (9.27)$$

де t_{II} і t_3 – час, що витрачається на кожне підналагодження і заправлення інструменту;

k_{II} і k_3 – число підналагоджень і заправлень інструменту за час його стійкості.

Час організаційного обслуговування робочого місця враховує витрати часу на підготовку робочого місця до початку роботи, прибирання робочого місця в кінці зміни, змащення і очищення верстата та інші аналогічні до цього дії протягом зміни. Він визначається у відсотках від оперативного часу за нормативами (0,6–8 %).

Час перерв у роботі відводиться на відпочинок і особисті потреби робітника; його беруть за нормативами в процентному відношенні до оперативного часу (~ 2,5 %).

9.5. Автоматизація виробничих процесів

Одним із потужних засобів збільшення продуктивності праці є автоматизація виробництва. Відомо, що механізація процесу праці людини полегшує працю, не звільняючи, однак, людини від безпосередньої участі у виконанні механізованого процесу. Наприклад, механізація піднімання деталей при їх установленні і зніманні з верстата або при складанні машини,

шляхом використання електричних тельферів або кранів, значно скорочує витрати фізичної праці, що не звільняє людину від управління тельфером або краном при підніманні, опусканні і переміщенні деталей.

Автоматизація знарядь виробництва звільняє людину від безпосередньої участі у виконанні тієї частини (або цілого) технологічного процесу, яка виконується на автоматизованому або на автоматичному обладнанні. Праця людини при автоматизації якісно змінюється, оскільки за людиною зберігаються функції спостереження за правильністю дії автоматизованого обладнання за різного роду приладами, які показують хід процесу. Робітник перетворюється в наладника обладнання.

Таким чином, автоматизація знарядь праці дозволяє не тільки полегшити працю і збільшити її продуктивність, а й якісно змінює працю, роблячи її більш кваліфікованою [16, 23].

Автоматизація технологічних процесів обробки деталей почалася із заміни важкої фізичної праці людини (для зміни форми оброблюваного об'єкта) механічною обробкою, здійснюваною верстатом. Наступним кроком у цьому напрямку була автоматизація управління верстатом; виникли верстатинапівавтомати, на яких усі рухи інструменту, необхідні для обробки деталі, а також і управління верстатом, виконувалися автоматично. Надалі, на ряді верстатів було автоматизоване завантаження заготовок і матеріалу, з яких виготовлялися деталі, і, таким чином, верстат перетворився в автомат. Прикладами можуть служити одно- і багатошпиндельні пруткові токарні автомати.

Однак зміна оброблюваних деталей на більшості верстатів залишалася довгий час неавтоматизованою. Це завдання набуло особливої актуальності, коли введення різальних інструментів, армованих твердими сплавами, дозволило перейти на обробку деталей з високими режимами. Результатом було різке скорочення питомого значення машинного часу в штучному, що призвело до збільшення частки допоміжного часу, який витрачається, головним чином, на зміну оброблюваних деталей, і часу, який витрачається робітником на обслуговування верстата. У зв'язку з цим подальше збільшення продуктивності праці потребувало проведення ряду заходів, спрямованих на

скорочення допоміжного часу, і, в першу чергу, таких, що забезпечують автоматизацію зміни оброблюваних деталей. Було створено ряд верстатів різного призначення з автоматичною зміною оброблюваних деталей, прикладами яких можуть служити зуборізні і зубообробні верстати, токарні багатшпindelні верстати для обробки деталей із штучних заготовок і т. д.

Паралельно зі створенням нових верстатів виникла необхідність автоматизації парку діючих верстатів, що було особливо важливим у зв'язку з переходом на потокове виробництво. Було створено значну кількість різного роду спеціальних пристроїв, призначених для зміни оброблюваних виробів.

Одним з радикальних рішень задачі автоматизації знарядь виробництва було створення автоматичних поточкових ліній, призначених для обробки однієї деталі або групи деталей. В останньому випадку автоматичні лінії здобули назву переналагоджуваних. Спочатку такі автоматичні лінії почали створюватися на базі діючого обладнання, що з'єднується за допомогою різного роду транспортних і завантажувальних пристроїв.

Поряд зі створенням автоматичних ліній, на базі наявного на заводах обладнання проектують і будують автоматичні лінії на базі нових агрегатних і універсальних верстатів (рис. 9.1, 9.2). У конструкції останніх закладають можливості включення їх в автоматичні лінії.

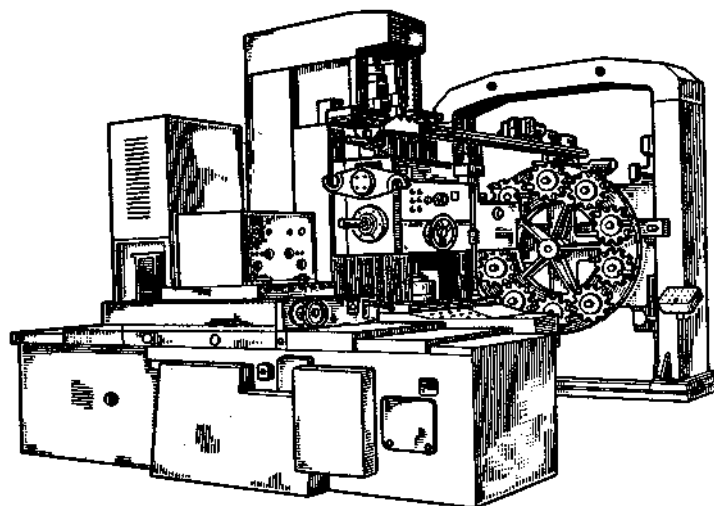


Рис. 9.1. Верстат з програмним управлінням і автоматичною зміною 100 інструментів

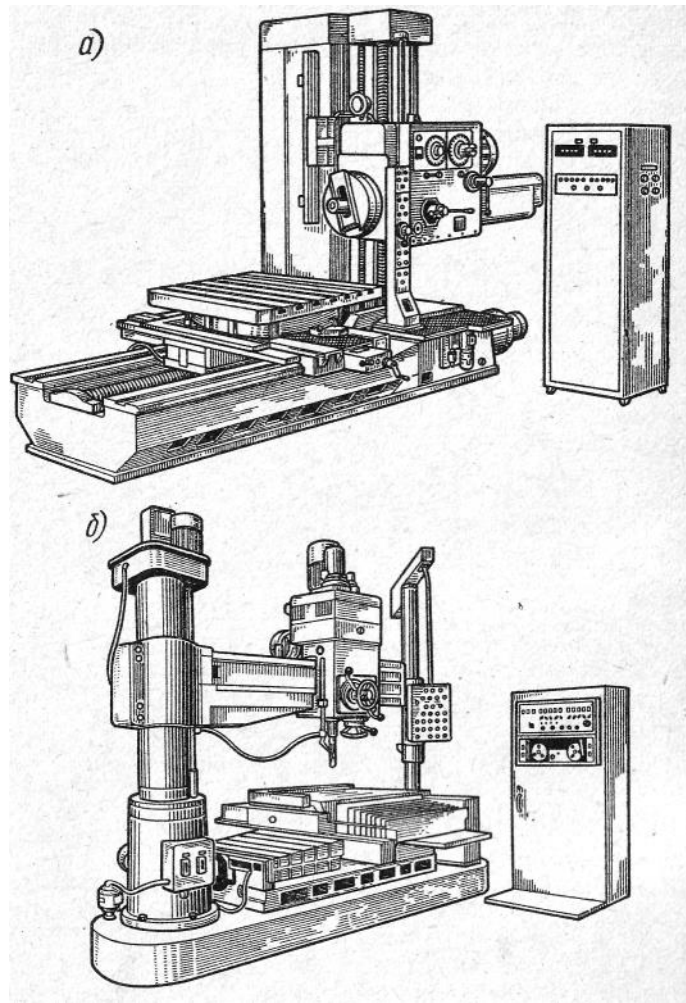


Рис. 9.2. Верстати з програмним управлінням:
 а – горизонтально-розточувальний;
 б – радіально-свердлильний

Заміна автоматичними лініями окремих працюючих верстатів дозволяє в кілька разів знизити собівартість обробки, підвищити продуктивність праці та інші техніко-економічні показники. Наприклад, при випуску блоків автомобільного двигуна з тактом 2,4 хв (~ 400 шт. у дві зміни) для обробки отворів на звичайних верстатах потрібні 32 верстати, що займають площу 480 м², і 64 робітники. На обробку отворів витрачається 75,2 хв. При обробці тих самих отворів на автоматичних лініях потрібні чотири автоматичні лінії із 47 силовими головками, що займають площу 250 м² (тобто на 48 % меншу), і вісім робітників (у 8 разів менше); витрати часу на обробку становлять 9,4 хв, тобто у 8 разів менше.

Собівартість операцій з обробки інших деталей, які виконуються на автоматичних лініях, знижується в кілька разів у порівнянні із собівартістю аналогічних операцій, які виконуються на неавтоматизованих лініях. Наприклад, собівартість обробки штовхача клапана двигуна скорочується в 3,5 разу, клапана – в 3,7 разу, напрямні втулки клапана – в 4,4 разу, сідла клапана – в 13,7 разу.

Таким чином, основними перевагами автоматичних ліній є: збільшення продуктивності праці і вивільнення у зв'язку з цим значної кількості робітників для використання їх на інших роботах; більш низька собівартість виробу (при достатньому завантаженні і використанні лінії) в порівнянні з обробкою такої самої кількості деталей на звичайних високопродуктивних верстатах; збільшення випуску з 1 м² площі або зменшення потреби в площах; скорочення циклу виробництва.

Одним із недоліків автоматичних ліній є труднощі переведення лінії на виготовлення деталі за новим кресленням. Усі ці роботи пов'язані зі значними витратами. Тому автоматичні лінії економічні при випуску на них достатньої кількості виробів за одним незмінним кресленням. Це, у свою чергу, вимагає збереження стійкості конструкції виробу в часі.

Від вирішення проблеми швидкого та економічного переведення ліній з обробки одного виробу на обробку іншого залежить розширення сфери їх застосування.

Іншим недоліком автоматичних ліній є більш низький коефіцієнт використання устаткування, обумовлений випадками простоїв усіх або частини верстатів і машин, внаслідок зупинки будь-якого одного з них, і труднощами синхронізації операцій, що виконуються на окремих верстатах на рівні максимальної продуктивності кожного з них. Безперервне поліпшення конструкцій верстатів і інших пристроїв автоматичних ліній сприяє скороченню кількості і тривалості простоїв ліній і тим самим підвищенню їх продуктивності і кращому використанню устаткування.

На автоматичних лініях обробляють корпусні деталі (блоки двигунів, корпуси коробок швидкостей, станини, рами), вали (електродвигунів, автомобільних двигунів), зубчасті колеса, втулки, важелі, ресори та інші деталі.

Автоматичні лінії використовують як для виконання всіх операцій виготовлення заготовок і обробки різних деталей, так і для виконання лише частини операцій. Автоматичні лінії застосовуються при отриманні заготовок ряду деталей, виготовлених у великій кількості.

Широке впровадження автоматичних ліній є одним з основних шляхів подальшого збільшення продуктивності праці, зниження собівартості і збільшення випуску виробів на тих самих виробничих площах. Автоматизуються процеси отримання заготовок: литих, кованих, штампованих, зварних, із пластмас. Автоматизуються процеси обробки різанням, термічної обробки, хімічних та інших видів покриттів.

9.6. Поліпшення умов праці та скорочення стомлюваності

Продуктивність праці кожного працівника в значній мірі залежить від його інтересу до виконуваної роботи і тих умов, в яких вона здійснюється. Робота, що захоплює працівника, породжує його ініціативу, виконується швидше і краще, викликаючи до того ж менше стомлення. Тому працівник, який одержує роботу, повинен не тільки чітко розуміти поставлене перед ним завдання, але, що не менш важливо, і розуміти значення своєї роботи, її зв'язок із загальними завданнями, які розв'язуються на підприємстві, в країні. Уміло поставлене завдання пробуджує творчі здібності людини, роблячи її працю більш продуктивною.

Не менше значення мають умови, в яких виконується робота. Приємне для очей забарвлення обладнання і стін приміщення, зручне положення працівника на робочому місці, простота і зручність управління процесом і спостереження за його ходом, чистота, свіже повітря, відсутність різких коливань температури і шуму понад допустимі межі, налагоджена, чітка організація праці, зручний для роботи одяг, товариське ставлення членів виробничого колективу, як показує досвід, впливають вирішальним чином на продуктивність праці. Механізація і автоматизація технологічних процесів, що полегшує працю, є одним з потужних засобів збільшення продуктивності.

Турбота про людину має бути в основі розробки технологічних процесів, розробки конструкцій устаткування і технологічної оснастки, планування обладнання, організації робочих місць і культурно-побутового обслуговування працівників [8].

9.7. Зниження накладних витрат

Розглянувши технологічні основи підвищення продуктивності праці і скорочення витрат на заробітну плату, що припадають на одиницю продукції, необхідно стисло зупинитися на скороченні накладних витрат.

Зниження собівартості залежить не тільки від розглянутих вище факторів, але і від скорочення накладних витрат.

Основними шляхами скорочення накладних витрат є:

- зменшення витрат на амортизацію та утримання обладнання, технологічної оснастки (пристроїв, транспортного і іншого піднімального встаткування, стелажів) та інструменту;

- зменшення інших статей накладних витрат (спрощення управлінського апарату підприємства, скорочення циклу виробництва для збільшення оборотності оборотних коштів, скорочення браку, втрат).

Зменшення витрат на амортизацію здійснюється шляхом вибору найбільш дешевих видів обладнання, технологічної оснастки та інструменту, раціонального планування обладнання, цехів та інших служб заводу з метою скорочення витрат на будівництво будівель цехів і заводу. Цій самій меті служить підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення часу виконання технологічних процесів.

Зменшення витрат на утримання здійснюється підвищенням коефіцієнта корисної дії обладнання і технологічної оснастки, підбором до обладнання електродвигунів необхідної потужності для скорочення витрат на електроенергію, підвищенням якості догляду за обладнанням і технологічною оснасткою шляхом їх періодичного змащення, очищення, регулювання, профілактичного ремонту.

Примусова зміна різального інструменту, його централізоване якісне заточування і переточування, робота з

необхідними режимами і використанням мастильно-охолодних засобів, відновлення і використання зношеного інструменту, дбайливе його зберігання є засобами зменшення витрат на утримання різального інструменту. Правильний вибір методів і засобів контролю скорочує витрати на амортизацію. Дотримання умов правильної експлуатації зменшує витрати на утримання вимірювального інструмента [30].

9.8. Обсяги виробництва машин

Найбільш істотний вплив на зниження собівартості машини має кількість машин певної моделі, які потребують подальшого виготовлення. Чим краще в конструкції машини відображені сучасні досягнення, тенденції та перспективи розвитку науки і техніки, тим вище її техніко-економічні показники, тим за інших рівних умов менше буде її моральний знос, тим довше в часі, а отже, і в більшій кількості, така машина буде виготовлятися без зміни. Зі збільшенням кількості машин, що випускаються, змінюється собівартість машини внаслідок зменшення частки витрат живої праці та збільшення частки витрат уречевленої праці при одночасному зниженні їх суми. Пояснюється це тим, що зі збільшенням кількості машин, які потребують подальшого виготовлення, зростає можливість використання більш дорогого, але і більш продуктивного обладнання, інструменту та іншої технологічної оснастки, що сприяє скороченню трудомісткості виготовлення машини [19].

З викладеного випливає, що одним з основних заходів, які сприяють зниженню собівартості машини при заданій у них потребі, є всебічне збільшення кількості машин, їхніх складальних одиниць і деталей, які потребують подальшого виготовлення з незмінними кресленнями. Засобами для цього служать:

- розробка конструкції машини з максимальним урахуванням досягнень і перспектив розвитку науки і техніки і внаслідок цього створення машини з найменшим моральним зносом;

- широка уніфікація машин на основі конструктивної наступності, тобто використання в різних машинах одних і тих самих складальних одиниць і деталей;

- нормалізація і обмеження номенклатури застосовуваних у конструкції машини діаметрів отворів різей, діаметрів валів, шліців і т. д.

Питання для самоконтролю

1. Що Ви розумієте під собівартістю виготовлення одиниці продукції?

2. Які шляхи скорочення собівартості виготовлення машини Вам відомі?

3. Назвіть основні шляхи збільшення продуктивності праці при виготовленні одиниці машини.

4. Що таке автоматизація виробничих процесів? Наведіть переваги та недоліки автоматизації виробничих процесів.

5. У чому полягає значення поліпшення умов праці? Назвіть основні шляхи поліпшення умов праці.

6. Що таке накладні витрати? Які шляхи їх зниження Вам відомі?

7. Як впливає обсяг виробництва машин на їх собівартість?

РОЗДІЛ 10

Економічна і соціальна ефективність виробництва

10.1. Сутність, критерії і показники економічної ефективності виробництва

Ринкова економіка за своєю сутністю є засобом, який стимулює зростання продуктивності праці, всебічне підвищення ефективності виробництва. Однак і в цих умовах важливим є визначення основних напрямків підвищення ефективності виробництва, факторів його зростання, методів визначення ефективності. Для правильного визначення найважливіших напрямків підвищення економічної ефективності суспільного виробництва необхідно сформулювати критерії і показники ефективності [7].

Узагальнювальним критерієм економічної ефективності суспільного виробництва служить рівень продуктивності суспільної праці.

Продуктивність суспільної праці $P_{заг}$ вимірюється відношенням виробленого національного доходу *НД* до середньої чисельності працівників, зайнятих у галузях матеріального виробництва:

$$P_{заг} = \frac{НД}{Ч} . \quad (10.1)$$

Як відомо, *національний дохід* являє собою новостворену в галузях матеріального виробництва вартість. Іншими словами, це та частина валового суспільного продукту, яка залишається за вирахуванням спожитих у процесі виробництва сировини, палива, енергії та інших засобів виробництва. Обчислюється національний дохід як сума чистої продукції всіх галузей матеріального виробництва. У свою чергу чиста продукція окремої галузі визначається як різниця між валовою продукцією і матеріальними виробничими витратами.

У деяких галузях матеріального виробництва продуктивність обчислюється за валовою продукцією. При зіставленні темпів зростання продуктивності суспільної праці необхідно витримати порівнянність показників. Для цього національний дохід слід обчислювати в порівнянних цінах.

Найважливішими показниками економічної ефективності суспільного виробництва служать трудомісткість, матеріаломісткість, капіталомісткість і фондомісткість.

Трудомісткість продукції – величина, зворотна показнику продуктивності живої праці, визначається як відношення кількості праці, витраченої в сфері матеріального виробництва, до загального обсягу виробленої продукції:

$$t = \frac{П}{Q}, \quad (10.2)$$

де t – трудомісткість продукції;

$П$ – кількість праці, витраченої у сфері матеріального виробництва;

Q – загальний обсяг виробленої продукції (як правило, валової продукції).

Матеріаломісткість суспільного продукту обчислюється як відношення витрат сировини, матеріалів, палива, енергії та інших предметів праці до валового суспільного продукту. Матеріаломісткість продукції галузі (об'єднання, підприємства) визначається як відношення матеріальних витрат до загального обсягу виробленої продукції:

$$m = \frac{M}{Q}, \quad (10.3)$$

де m – рівень матеріаломісткості продукції;

M – загальний обсяг матеріальних витрат на виробництво продукції у вартісному вираженні.

До певної міри близькі між собою показники капіталомісткості і фондомісткості продукції. **Капіталомісткість** продукції показує відношення величини капітальних вкладень до обумовленого ними приросту обсягу продукції, що випускається:

$$K_Q = \frac{K}{\Delta Q}, \quad (10.4)$$

де K_Q — капіталомісткість продукції;

K — загальний обсяг капітальних вкладень;

ΔQ — приріст обсягу продукції, що випускається.

Капіталомісткість можна розрахувати і по відношенню до приросту виробленого національного доходу.

Фондомісткість продукції обчислюється як відношення середньої вартості основних виробничих фондів народного господарства до загального обсягу виробленої продукції:

$$f = \frac{F}{Q}, \quad (10.5)$$

де f — фондомісткість продукції;

F — середня вартість основних виробничих фондів народного господарства;

Q — загальний обсяг виробленої (як правило, валової) продукції.

Фондомісткість, як і капіталомісткість, можна розрахувати і по відношенню до виробленого національного доходу.

У народному господарстві, в окремих галузях, зокрема, в промисловості, широко застосовується показник **фондовіддачі**, зворотний показнику фондомісткості. Обчислюється фондовіддача як відношення обсягу виробленої продукції до середньої вартості основних виробничих фондів [30].

10.2. Загальна і порівняльна економічна ефективність витрат

Наведені вище показники використовуються обмежено, всі вони (крім показника продуктивності суспільної праці) не дають повного, всебічного уявлення про економічну ефективність виробництва і витрат, а характеризують лише використання певного виду ресурсів. Для повного уявлення про загальну ефективність витрат потрібна узагальнена характеристика вартісних і натуральних показників. Цій меті служать загальна й порівняльна економічна ефективність витрат.

У плануванні і проектуванні загальна економічна ефективність визначається як відношення ефекту до капітальних вкладень, а порівняльна – як відношення різниці поточних витрат до різниці капітальних вкладень за варіантами. При цьому загальна і порівняльна ефективність доповнюють одна одну. Загальна економічна ефективність витрат обчислюється з урахуванням місця застосування витрат. Так, по народному господарству в цілому загальна економічна ефективність витрат визначається як відношення приросту виробленого національного доходу (або чистої продукції) ΔHD у порівнянних цінах до виробничих капітальних вкладень K , які викликали цей приріст:

$$E_{HT} = \frac{\Delta HD}{K}. \quad (10.6)$$

За народногосподарським комплексом, окремими галузями, а також формами відтворення основних фондів (технічного переозброєння, реконструкції і розширення підприємств і організацій) загальна економічна ефективність витрат розраховується як відношення приросту прибутку (зниження витрат виробництва) або госпрозрахункового доходу $\Delta \Pi$ до капітальних вкладень K :

$$E_{\Pi} = \frac{\Delta \Pi}{K}. \quad (10.7)$$

Для новозбудованих підприємств, цехів, інших об'єктів і окремих заходів показник ефективності E_{Π} визначається як відношення планованого прибутку до капітальних вкладень (кошторисної вартості):

$$E_{\Pi} = \frac{(\Pi - C)}{K}, \quad (10.8)$$

де K — повна кошторисна вартість об'єкта, що будується (за приростом);

Π — річний випуск продукції в оптових цінах підприємства (без податку з обороту) за проектом;

С — витрати виробництва (собівартість) річного випуску продукції (за проектом) після повного здійснення будівництва та освоєння введених потужностей.

У кожному окремому випадку отримані в результаті розрахунків показники загальної економічної ефективності витрат порівнюються з нормативами і аналогічними показниками за попередній період, а також з показниками ефективного виробництва інших підприємств і фірм.

При зіставленні варіантів господарських або технічних рішень, розміщення підприємств і їхніх комплексів, будівництва нових або реконструкції діючих підприємств, виборі взаємозамінної продукції, впровадження нових видів техніки тощо розраховується *порівняльна економічна ефективність* витрат. Основний показник найбільш оптимального варіанта, який визначається в результаті розрахунків порівняльної економічної ефективності, — *мінімум приведених витрат*.

Приведені витрати за кожним варіантом являють собою суму поточних витрат (собівартості) та капітальних вкладень, приведених до однакової розмірності відповідно до нормативу ефективності за формулою:

$$ЗП_i = C_i + E_n K_i \rightarrow \min , \quad (10.9)$$

де $ЗП_i$ — приведені витрати за цим варіантом;

C_i — поточні витрати (собівартість) за тим самим варіантом;

K_i — капітальні вкладення за кожним варіантом;

E_n — нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень.

Якщо по народному господарству в цілому коефіцієнт загальної ефективності постійний ($E_n = 0,16$), то за окремими галузями і районами він може коливатися. Така диференціація необхідна для стимулювання науково-технічного прогресу, обліку зональних і галузевих рівнів заробітної плати, відмінностей рівня цін, довготривалості будівельних програм і районних розбіжностей.

Розглянемо особливості визначення ефективності витрат за окремими етапами їх здійснення і напрямів. Так, при оцінюванні ефективності витрат на створення матеріально-технічної бази науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР), спрямованих на вдосконалення матеріального виробництва, поряд з економічними виявляються також соціальні та екологічні результати. Такі результати не відображаються повністю у вартісній оцінці, вони можуть містити: ліквідацію важкої фізичної праці, оздоровлення і полегшення умов праці; підвищення рівня техніки безпеки, усунення виробничого травматизму і професійних захворювань; поліпшення умов праці і побуту працівників; поліпшення стану навколишнього середовища; поєднання прискорення науково-технічного прогресу (а тепер і переходу до ринкових відносин) з оптимальною зайнятістю усього працездатного населення.

При визначенні ефективності витрат за цільовими комплексними програмами розраховуються загальна ефективність і ефективність окремих заходів і завдань. При цьому показники загальної ефективності визначаються з розрахункових періодів отримання ефекту і здійснення витрат. За тими самими цільовими комплексними програмами, кінцева продукція яких – елемент приросту кінцевого продукту народного господарства, найважливішим показником ефективності є відношення кінцевої продукції програми у вартісному або натуральному вираженні до повних (з урахуванням пов'язаних галузей) витрат у створенні програми.

Найбільш раціональні форми відтворення основних фондів – технічне переозброєння і реконструкція діючих підприємств. При розрахунку ефективності витрат на ці цілі як додаткові показники застосовуються умовне вивільнення працівників і економія матеріальних та паливно-енергетичних ресурсів. Водночас розрахунки ефективності витрат на нове будівництво при розширенні діючих підприємств проводяться в обов'язковому зіставленні з ефективністю технічного переозброєння і реконструкції діючих підприємств. При цьому враховується весь обсяг витрат, включаючи витрати на створення об'єктів соціальної інфраструктури. Враховуються також втрати в часі в порівнянні з технічним переозброєнням і реконструкцією діючих підприємств. Оцінюються соціальні наслідки заходів щодо нового

будівництва або розширення діючих підприємств. У числі їх – поліпшення і полегшення умов праці, запобігання забрудненню навколишнього середовища та ін.

Істотне місце в народному господарстві країни посідає виробнича інфраструктура. До неї належать об'єкти всіх видів транспорту, зв'язку, системи електро-, нафто- і газопостачання, водозабезпечення, матеріально-технічного забезпечення (склади, сховища і т. д.). Сюди також входять системи обробки інформації та обчислювальної техніки, комплекси інженерних мереж і комунікацій.

Ефектом витрат у розвиток виробничої інфраструктури приймається виробничий ефект, а також ефект, здобутий у народному господарстві. Він містить: зниження витрат на розвиток базових галузей матеріального виробництва внаслідок розвитку галузей інфраструктури; поліпшення кооперування і спеціалізації виробництва; підвищення надійності і оперативності управління виробництвом у результаті забезпеченості засобами зв'язку та обробки інформації; прискорення оборотності оборотних коштів і матеріальних ресурсів і обумовлене ним скорочення запасів у базових галузях; зниження собівартості продукції в базових галузях за рахунок впливу інфраструктури; скорочення і ліквідацію втрат матеріалів і обладнання та іншого матеріального збитку; соціальний ефект у вигляді впливу галузей інфраструктури на розширення асортименту послуг населенню, поліпшення якості його обслуговування, економію особистого часу населення та інші соціально-економічні наслідки.

При визначенні ефективності витрат у невиробничу сферу одержувані соціальні та економічні результати зіставляються з витратами, необхідними для отримання цих результатів.

Нарешті, економічна ефективність витрат у природоохоронні об'єкти визначається порівнянням природоохоронного ефекту, отриманого в результаті збереження природного стану природи (при освоєнні нових регіонів), поліпшення екологічного стану навколишнього середовища або скорочення збитків від його забруднення (в освоєних регіонах), і витрат на створення і розвиток природоохоронних об'єктів.

При розрахунках як загальної, так і порівняльної економічної ефективності витрат не слід обмежуватися

зазначеними вище узагальнювальними показниками. Для всебічного обґрунтування та аналізу економічної ефективності витрат, виявлення резервів підвищення їх ефективності при прийнятті остаточних рішень слід використовувати додаткові показники, що характеризують окремі сторони одержуваного ефекту: продуктивність праці, фондівіддачу, питомі капітальні вкладення, економію сировини, матеріалів, палива, енергії, зниження витрат виробництва, соціальні результати.

В умовах ринкової економіки основним критерієм оцінки господарської діяльності підприємств, фірм служать прибуток і рентабельність стосовно фондів. Якщо на рівні народного господарства найбільш достовірним узагальнювальним вираженням мети виробництва є національний дохід, то критерій оптимальності для підприємства ніяк не може збігатися з подібним критерієм для народного господарства. Це впливає з одного з найважливіших принципів побудови механізму інтенсивного господарювання на базі ринкової економіки, який полягає в тому, що в плануванні необхідно розрізняти економічні системи різного рівня.

Таким чином, на народногосподарському рівні можливі і вкрай необхідні планування і аналіз на основі таких показників, як валова і чиста продукція. Як не можна розглядати народне господарство в цілому як просту арифметичну суму його частин, так і не можна вимагати, щоб критерій оптимальності для народного господарства збігався з критерієм оптимальності для підприємства (об'єднання). Звісно, виникає питання щодо узагальнювального, єдиного для оцінювання всієї діяльності підприємства, об'єднання показника ефективності виробництва. Пропозиції про так звану «систему показників» нереальні і неефективні. Дійсно, що має робити підприємство? Стежити за виконанням безлічі окремих показників, що входять у «систему», або працювати розкуто, самостійно, ініціативно, контролюючи і прямуючи до досягнення показника економічної ефективності виробництва – прибутку і рентабельності по відношенню до фондів? Відповідь на це питання тільки одна – прибуток і рентабельність.

Але як не допустити «сповзання» підприємств до одержання прибутку за будь-яку ціну? Як розумно обмежити їх у цьому

прагненні? Адже сьогодні підприємство може збільшити прибуток не тільки за рахунок кращої роботи, зростання обсягу виробництва потрібної народному господарству продукції і зниження її собівартості, але і за рахунок рентабельної продукції, довільного збільшення цін на вироби без відповідного підвищення якості тощо.

Оптимальним доповненням до показника прибутку стало б виділення в тому числі питомої ваги збільшення прибутку, отриманого в результаті зниження собівартості. Таке доповнення орієнтувало б первинну ланку на здійснення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зростання продуктивності праці, економію і раціональне використання сировини, матеріалів, палива, енергії, на краще використання основних фондів і виробничих потужностей, а в підсумку – на зниження витрат на виробництво продукції в цілому. Це не виключало б і збільшення обсягу виробництва, в результаті чого зменшується питома вага умовно-постійних витрат у складі собівартості продукції.

У міру формування цивілізованих ринкових відносин, ліквідації дефіциту, монополії окремих виробників у підприємств залишиться лише один шлях збільшення прибутку – збільшення обсягу випуску продукції і зниження витрат на її виробництво [25].

Слід звернути увагу на показники ефективності інвестиційних проектів. Як основні показники, що використовуються для розрахунків ефективності цих проектів, рекомендуються [12, 24]:

- чистий дохід;
- чистий дисконтований дохід;
- внутрішня норма прибутковості;
- потреба в додатковому фінансуванні;
- індекси прибутковості витрат та інвестицій;
- термін окупності;
- група показників, що характеризують фінансовий стан підприємства – учасника проекту.

Чистим доходом (ЧД) називається накопичений ефект (сальдо грошового потоку) за розрахунковий період:

$$\text{ЧД} = \sum_m \Phi_m . \quad (10.10)$$

Найважливішим показником ефективності інвестиційного проекту є **чистий дисконтований дохід** (ЧДД, інтегральний ефект) – накопичений дисконтований ефект за розрахунковий період; розраховується за формулою:

$$\text{ЧДД} = \sum_m \Phi_m a_m(E). \quad (10.11)$$

ЧД і ЧДД характеризують перевищення сумарних грошових надходжень над сумарними витратами для даного проекту відповідно без урахування і з урахуванням нерівноцінності ефектів (а також витрат, результатів), що відносяться до різних моментів часу.

Різницю ЧД та ЧДД називають **дисконтом проекту**.

Внутрішньою нормою прибутковості (ВНП; інші назви – внутрішня норма дисконту, внутрішня норма рентабельності) називається таке додатне число E_v , коли при нормі дисконту $E = E_v$ чистий дисконтований дохід проекту перетворюється в нуль, при всіх більших значеннях E він від'ємний, при всіх менших значеннях E – додатний. Якщо не виконана хоча б одна з цих умов, вважається, що ВНП не існує.

Терміном окупності називається тривалість періоду від початкового моменту до моменту окупності.

Терміном окупності з урахуванням дисконтування називається тривалість періоду від початкового моменту до моменту окупності з урахуванням дисконтування.

Моментом окупності з урахуванням дисконтування називається той найбільш ранній момент часу в розрахунковому періоді, після якого поточний чистий дохід ЧД (К) стає і надалі залишається додатним.

Серед показників, що характеризують фінансовий стан підприємства – учасника проекту, є потреба в додатковому фінансуванні (ПФ), потреба в додатковому фінансуванні з урахуванням дисконту (ДПФ), індекс прибутковості витрат, індекс прибутковості дисконтованих витрат, індекс прибутковості інвестицій (ВД) і індекс прибутковості дисконтованих інвестицій (ІДД).

10.3. Основні напрямки підвищення ефективності виробництва

Перехід до ринкових відносин потребує глибоких зрушень в економіці – найважливішій сфері людської діяльності. Необхідно здійснити стрімкий поворот до інтенсифікації виробництва, переорієнтувати кожне підприємство, організацію, фірму на повне і першочергове використання якісних факторів економічного зростання. Потрібно забезпечити перехід до економіки вищої організації і ефективності зі всебічно розвиненими продуктивними силами і виробничими відносинами, добре налагодженим господарським механізмом.

Найважливішим фактором підвищення ефективності суспільного виробництва, забезпечення високої його ефективності був і залишається *науково-технічний прогрес (НТП)*. До останнього часу НТП відбувався, по суті, еволюційно. Перевага віддавалася вдосконаленню діючих технологій, частковій модернізації машин і устаткування. Такі заходи давали певну, але незначну віддачу.

Недостатньо стимулювалися розробка і впровадження заходів щодо впровадження нової техніки. У сучасних умовах формування ринкових відносин потрібні революційні, якісні зміни, перехід до принципово нових технологій (мембранної, лазерної, плазмової, з використанням надвисоких тисків та імпульсних навантажень та ін.), до техніки наступних поколінь. Необхідне докорінне переозброєння всіх галузей народного господарства на основі новітніх досягнень науки і техніки.

Надзвичайно важливу роль відіграє також *автоматизація виробництва* – швидкий розвиток робототехніки, роторних і роторно-конвеєрних ліній, гнучких автоматизованих виробництв, що забезпечує високу продуктивність праці; створення і використання нових видів металопродукції, пластичних мас, композитів, металевих порошків, кераміки та інших прогресивних конструкційних матеріалів.

В умовах переходу до ринкової економіки, її початкового етапу дуже важливі заходи науково-технічного характеру. Колективи підприємств, їх керівники головну увагу приділяють матеріальному стимулюванню праці. Велика частина прибутку

після сплати податків направляється до фонду споживання. Такий стан не є нормальним. Очевидно, у міру розвитку ринкових відносин підприємства почнуть приділяти належну увагу розвитку виробництва на перспективу і будуть направляти необхідні кошти на нову техніку, оновлення виробництва, на освоєння та випуск нової продукції.

Крім цього, необхідно створити організаційні передумови, економічні та соціальні мотивації для творчої праці вчених, конструкторів, інженерів, робітників. Докорінні перетворення в техніці і технології, мобілізація всіх, не тільки технічних, але і організаційних, економічних і соціальних факторів створять передумови для значного підвищення продуктивності праці. Необхідно забезпечити впровадження новітньої техніки і технології, широко застосовувати на виробництві прогресивні форми наукової організації праці, вдосконалювати її нормування, домагатися зростання культури виробництва, зміцнення порядку і дисципліни, стабільності трудових колективів.

Одним з важливих факторів інтенсифікації і підвищення ефективності виробництва є *режим економії*.

Ресурсозбереження має перетворитися у вирішальне джерело задоволення зростаючих потреб у паливі, енергії, сировині і матеріалах. У вирішенні всіх цих питань важлива роль належить промисловості. Належить створити і оснастити народне господарство машинами, устаткуванням, що забезпечить високу ефективність використання конструкційних та інших матеріалів, сировинних і паливно-енергетичних ресурсів, створення і застосування високоефективних маловідходних і безвідходних технологічних процесів.

Сьогодні Україна в розрахунку на одиницю національного доходу витрачає палива, електроенергії, металу істотно більше, ніж розвинені країни. Це призводить до дефіциту ресурсів при великих обсягах виробництва, що змушує виділяти дедалі більші кошти для нарощування сировинної і паливно-енергетичної бази. Тому так необхідна *докорінна* модернізація вітчизняного машинобудування – вирішальна умова прискорення науково-технічного прогресу, реконструкції всього народного господарства. При цьому досягнення довгострокових стратегічних цілей має поєднуватися з максимальним задоволенням насущних потреб народу.

Необхідно інтенсивніше використовувати створений виробничий потенціал, домагатися ритмічності виробництва, максимального завантаження устаткування, істотно підвищувати змінність його роботи і на цій основі збільшувати обсяг продукції з кожної одиниці обладнання, з кожного квадратного метра виробничої площі.

Один із факторів інтенсифікації виробництва, підвищення його ефективності – *вдосконалення структури економіки*. Більш високими темпами необхідно розвивати галузі, що забезпечують НТП і успішне вирішення соціальних завдань, домагатися поліпшення пропорцій між виробництвом засобів виробництва і предметів споживання, галузями агропромислового комплексу.

Інвестиційна політика покликана забезпечувати підвищення ефективності капітальних вкладень. Належить здійснити перерозподіл коштів на користь галузей, що забезпечують соціальні потреби, прискорення науково-технічного прогресу. Більша частка коштів має спрямовуватися на технічне переозброєння і реконструкцію діючих підприємств на противагу новому будівництву.

Прискореними темпами має розвиватися машинобудування – основа науково-технічного прогресу в усіх галузях народного господарства. Пріоритети віддаються верстатобудуванню, електротехнічній промисловості, мікроелектроніці, обчислювальній техніці, приладобудуванню, індустрії інформатики – каталізаторів прискорення НТП.

Поліпшення структури паливно-енергетичного балансу буде відбуватися в напрямку розвитку атомної енергетики при максимальному забезпеченні її безпеки, широкого використання відновлюваних джерел енергії, послідовного проведення в усіх галузях народного господарства активної та цілеспрямованої роботи з економії паливно-енергетичних ресурсів.

У низці заходів щодо структурної перебудови суспільного виробництва – забезпечення прискореного зростання виробництва товарів народного споживання і всієї сфери послуг, розвиток малого підприємництва, конверсія військового виробництва на підприємствах оборонного комплексу; технічне переозброєння і підвищення ефективності роботи транспорту, систем електро-, нафто- і газопостачання, зв'язку та інформаційного забезпечення всіх галузей виробничої інфраструктури.

Важливе місце в підвищенні ефективності виробництва посідають *організаційно-економічні фактори, включаючи управління*. Особливо зростає їх роль зі збільшенням масштабів суспільного виробництва та ускладненням господарських зв'язків. Перш за все це розвиток і вдосконалення раціональних форм організації виробництва – концентрації, спеціалізації, кооперування і комбінування.

Потребує подальшого розвитку і вдосконалення *виробнича соціальна інфраструктура*, що істотно впливає на рівень ефективності виробництва. В управлінні – це вдосконалення самих форм і методів управління, планування, економічного стимулювання всього господарського механізму; в плануванні – збалансованість і реальність планів, оптимально побудована система планових показників, що не стримує первинних ланок народного господарства (підприємств, фірм, організацій), а дає їм широкий простір застосування різноманітних важелів господарського розрахунку і матеріального заохочення, матеріальної відповідальності та інших госпрозрахункових економічних стимулів.

Велику роль у вирішенні завдань ефективного господарювання, створення і впровадження ресурсощадних техніки і технології покликана відігравати *наука*. Належить активізувати фундаментальні та прикладні дослідження з актуальних проблем прискорення НТП з метою зниження трудомісткості, матеріаломісткості та енергоємності виробництва, посилення режиму економії і підвищення якості продукції.

В умовах формування ринкових відносин істотно розширюються можливості дії всіх факторів підвищення ефективності виробництва. Здійснюються структурна перебудова народного господарства, переорієнтація його на споживача; модернізація найважливіших галузей народного господарства – промисловості, будівництва, транспорту і зв'язку – на основі високих технологій; подолання відставання від світового науково-технічного рівня; продумана конверсія військового виробництва; перехід до змішаної економіки, в якій створюються на рівних правах різні форми власності – державна і приватна, акціонерна і кооперативна; вільний розвиток усіх колективних і приватних форм господарювання; фінансове оздоровлення економіки; органічне залучення країни у світогосподарські зв'язки.

У результаті сформується регульоване, цивілізоване ринкове господарство, яке стане дієвим засобом, що стимулює зростання продуктивності праці, підвищення ефективності всього суспільного виробництва, примноження суспільного багатства в інтересах підвищення добробуту народу [19].

Питання для самоконтролю

1. Що Ви розумієте під ефективністю виробництва?
2. Дайте визначення трудомісткості продукції.
3. Дайте визначення матеріаломісткості продукції.
4. Дайте визначення капіталомісткості продукції.
5. Дайте визначення фондівдачі.
6. Дайте визначення фондомісткості продукції.
7. Які Вам відомі показники ефективності інвестиційних проектів?
8. Назвіть основні напрямки підвищення ефективності виробництва.

РОЗДІЛ 11

Науково-технічний потенціал і підвищення його ефективності

11.1. Науково-технічний потенціал і його складові

Оцінка ролі та місця науки як комплексу досягнень людського розуму, що накопичуються і втілюються в суспільному виробництві країни, може бути надана шляхом аналізу науково-технічного потенціалу національної економіки.

Науково-технічний потенціал країни створюється зусиллями національних науково-технічних організацій з використанням світових досягнень науки і техніки. Від нього багато в чому залежать рівень і темпи науково-технічного прогресу. Аналіз і оцінка науково-технічного потенціалу дають змогу зробити висновки про рівень економічного розвитку країни та її галузей, ступінь її науково-технічної самостійності, можливість економічного і науково-технічного співробітництва.

Отже, *науково-технічний потенціал* – це узагальнена характеристика рівня розвитку науки, інженерної справи, техніки в країні, можливостей і ресурсів, якими володіє суспільство для вирішення науково-технічних проблем [6].

Науково-технічний потенціал містить:

- матеріально-технічну базу науки;
- наукові кадри;
- інформаційну складову;
- організаційно-управлінську структуру наукової сфери.

Матеріально-технічна база науки – це сукупність засобів науково-дослідницької праці, зокрема наукові організації, наукове обладнання і установки, експериментальні заводи, цехи і лабораторії, обчислювальні центри тощо. На рівні галузі або підприємства йдеться, як правило, про матеріально-технічну базу прикладних науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт (НДДКР). Їхня мета – швидке і ефективно втілення наукових ідей у конкретні технічні та технологічні нововведення.

Засоби праці у сфері науково-технічного прогресу можна поділити на чотири групи.

Перша група містить наукові прилади, обладнання та вимірювальну апаратуру, що служать для отримання нової наукової інформації (специфічні засоби наукової праці, які виготовляються в індивідуальному або дрібносерійному порядку стосовно завдань конкретних досліджень і відрізняються швидкими термінами морального зносу).

До другої групи належать електронно-обчислювальні машини, які використовуються для напівнатурного моделювання об'єктів систем, автоматизованого конструювання, планування експериментів і реєстрації їхніх результатів, пошуку інформації, окремих інженерних і планово-економічних розрахунків, управління ходом науково-виробничого циклу.

Третя група – дослідно-виробниче обладнання, що відіграє особливу роль у процесі розробок і освоєнні нововведень. Від аналогічного виробничого обладнання воно відрізняється універсальним характером, меншими масштабами установок, використанням спеціальних вимірювальних систем і т. д.

У четверту групу входять засоби механізації досліджень і розробок (копіювальні, розмножувальні, обчислювальні пристрої, оргтехніка тощо), які служать для зниження трудомісткості науково-допоміжних робіт, інтенсифікації науково-виробничого циклу. Крім того, науково-технічні організації мають у своєму розпорядженні будівлі, споруди, передавальні пристрої, транспортні засоби, інвентар і т. д.

Важко виділити «суто» технічну базу науки, яка обслуговує тільки наукові, проектні та дослідницькі центри, оскільки НДДКР ведуться в рамках багатьох підприємств, фірм, об'єднань і спираються на загальну виробничо-технічну базу галузі або країни.

Предмети праці у сфері науково-технічного прогресу складають лише кілька процентів загального обсягу споживаних у народному господарстві матеріальних ресурсів. Для них характерні особливі вимоги до якості матеріалів, різноманіття номенклатури, швидкі темпи морального старіння, невеликий обсяг партій поставок, нерівномірність попиту, велика частка непередбачених замовлень, потреба у виробі спеціального призначення, що мають обмежене застосування [6].

Інформаційна складова в науково-технічному потенціалі відіграє особливу роль. Як специфічний предмет праці тут

виступає інформація про підсумки попередніх досліджень, розробок і освоєння нововведень. Її носіями є тематичні карти про розпочаті і звіти про закінчені дослідження і розробки, публікації і дисертації (реферати), що містять нові теорії, гіпотези, рекомендації, описи, формули, схеми, креслення і т. д.

За характером матеріальних носіїв можна виділити такі види інформації [15]:

- нормативно-технічну документацію – технічні завдання, рекомендації, методики, нормативи, стандарти і технічні умови, патенти;

- наукові звіти – ними найчастіше закінчуються фундаментальні дослідження;

- зразки нововведень – технологічні процеси, режими і регламенти, лабораторні та дослідні зразки;

- проектно-конструкторську документацію – комплекти робочих креслень;

- публікації і дисертації.

Для співробітників, зайнятих у науково-виробничому циклі, основне джерело інформації – це технічна документація, експерименти, відрядження та експедиції, індивідуальне спілкування з колегами. Найбільш важливими проблемами тут є широке використання принципу зворотного зв'язку між споживачами інформації та елементами системи, що здійснює її видачу (вивчення інформаційних потреб), об'єднання функцій науково-технічної інформації і планового регулювання. При цьому органи інформації вивчають нові ідеї та рішення, попередньо аналізують і вибирають напрямок розвитку, складають програму дій, аналізують стан пов'язаних із цією програмою елементів виробництва, готують пропозиції про завдання відповідним службам.

Організаційно-управлінська структура наукової сфери – це структура науково-дослідних організацій, що дає можливість швидкого формування науково-дослідних організацій для вирішення термінових завдань (гнучкість); система управління науковими дослідженнями в масштабах компанії або країни та ін.

У зарубіжній практиці виділяють три базові форми організації інноваційного процесу [21]:

- адміністративно-господарську;

- програмно-цільову;
- ініціативну.

Адміністративно-господарська форма припускає наявність науково-виробничого центру – велику чи середню корпорацію, яка об'єднує під загальним керівництвом наукові дослідження і розробки, виробництво і збут нової продукції. Більшість фірм, що виконують наукові дослідження і дослідно-конструкторські розробки, функціонує в промисловості. Це підтверджує, що курс на створення великих науково-виробничих об'єднань, прийнятий у нашій країні, в цілому відповідає світовим тенденціям організації управління науково-технічним розвитком.

У розвинених індустріальних країнах останнім часом підвищується роль маркетингу в науково-технічному розвитку. Віце-президент фірми з маркетингу нерідко керує організацією НДДКР і перспективного планування виробництва нової продукції.

Вирішенню завдань науково-технічних проривів, особливо в таких прогресивних галузях, як електроніка, біотехнологія, робототехніка та ін., служить *програмно-цільова форма* організації НДДКР. Координаційна форма управління цільовими науково-технічними програмами передбачає роботу учасників програм у своїх організаціях і узгодження їхньої діяльності з центру управління програмою. Однак більш ефективним є формування (навіть на тимчасовій основі) нових організацій для вирішення тих чи інших великих науково-технічних завдань (суто програмно-цільова структура).

Для посилення зв'язку між науковими дослідженнями, з одного боку, і проектуванням та розробленням різних принципово нових видів техніки, продукції, систем – з іншого, в промисловості США організуються *інженерні центри*. Велика увага приділяється також створенню університетсько-промислових і університетських дослідницьких центрів. Управляються такі центри радами, які розробляють плани досліджень, а також організують проведення НДДКР за договорами із замовниками.

Комплексною формою організації взаємодії фундаментальної науки з виробництвом, поширеною в розвинених індустріальних країнах, служить *науково-промисловий парк* – територія навколо великого університету з розвиненою господарською та науково-

технічною інфраструктурою. На цій території розміщуються науково-технічні підрозділи великих корпорацій, державні лабораторії, дослідні підприємства, науково-дослідні і дослідно-конструкторські центри, тобто взаємно зацікавлені суб'єкти науково-технічної та господарської діяльності, які здійснюють різні етапи інноваційних процесів і різні функції з їх обслуговування.

Проміжною формою між адміністративно-господарським і програмно-цільовим керівництвом процесами науково-технічного розвитку служать тимчасові центри для вирішення великих технічних проблем. Після реалізації поставленого перед ним завдання центр реорганізовується.

Ще однією формою організації НДДКР, яка інтенсивно розвивається в США, є *ініціативна*. Вона полягає у фінансуванні, наданні науково-технічної, консультативно-управлінської та адміністративної допомоги винахідникам-одинакам, ініціативним групам, а також малим фірмам, створюваним для освоєння технічних та інших нововведень. Значення подібних економічних і організаційних механізмів впливає із специфіки самого інноваційного процесу, особливо на ранніх стадіях, коли є великий ступінь невизначеності. Тут головна ставка робиться на людський фактор.

Зарубіжна практика підтверджує високу ефективність ініціативної форми. Так, дослідження, проведені в США, показали, що дрібні інноваційні фірми з чисельністю зайнятих до 300 люд, які спеціалізуються на створенні і випуску нової продукції, дають у 24 рази більше нововведень на кожен долар, вкладений у НДДКР, ніж великі корпорації (з чисельністю зайнятих понад 10 тис. люд) і в 2,5 разу більше нововведень на одну зайняту людину. Багато великих фірм, прагнучи активізувати інноваційний процес, створюють у себе організаційно-економічні умови для тих своїх співробітників, які здатні бути ініціаторами і реалізувати на практиці серйозні нововведення.

11.2. Діяльність науково-технічних організацій

За змістом діяльності в нашій країні видокремлено п'ять типів науково-технічних організацій [21]:

- інститути – організації, спеціалізовані на фундаментальних дослідженнях і відповідальні за розвиток у певній галузі науки;

- науково-дослідні інститути – галузеві організації, спеціалізовані на прикладних дослідженнях і відповідальні за науково-технічний рівень певної галузі виробництва чи науково-технічний напрям;

- проектні, конструкторські, технологічні організації, інститути техніко-економічних досліджень - галузеві організації, спеціалізовані відповідно на конструкторських, технологічних, проектних (для будівництва) або організаційних розробках, відповідальні за ефективність продукції, технології, проектів, організацію виробництва в певній галузі. Сюди ж можуть бути віднесені організації, що обслуговують ті чи інші інститути;

- монтажно-налагоджувальні (пусконалагоджувальні) управління, організаційно-технічні, а також центри, спеціалізовані на освоєнні розробок;

- інститути науково-технічної інформації та інші організації, що займаються поширенням нововведень.

Ці організації можна класифікувати також за підпорядкованістю і масштабами діяльності (міжмережеві, галузеві, підгалузеві, регіональні), за широтою профілю (спеціалізовані на одній фазі циклу, комплексні, які виконують кілька фаз, науково-виробничі комплекси).

У поняття «науково-технічний потенціал» входить і результат досліджень та розробок, який визначається кількістю та якістю науково-технічної інформації, підготовленої для виробничого застосування в країні, галузі або на підприємстві, і можливостями її ефективного використання. У цьому випадку потенціал вимірюється проектним і плановим ефектом завершених досліджень і розробок, насамперед відкриттів, винаходів і раціоналізаторських пропозицій.

Винаходи – нові результати, які мають істотні відмінності вирішення завдань у будь-якій галузі народного господарства, соціально-культурного будівництва і дають позитивний ефект. Винаходи є головним засобом впливу нових наукових ідей і відкриттів на науково-технічний рівень виробництва. Вітчизняні винаходи роблять значний внесок у розвиток економіки країни, її науково-технічний потенціал.

Науково-технічний потенціал включає також закінчені розробки, не захищені патентами. Потенціал цих розробок пов'язаний з поширенням уже відомих прогресивних технічних рішень на ті галузі, де вони до сих пір не застосовувалися. При їх оцінюванні, крім проектного економічного ефекту, враховується ступінь відповідності розробки світовим досягненням, її перспективність для науки і задоволення суспільних потреб, масштаб упровадження (міжгалузевий, галузевий, у рамках однієї організації), ймовірність освоєння.

В умовах ринкової економіки необхідно створити умови для функціонування науки, збереження і підвищення ефективності наукових досліджень, своєчасної концентрації наукових ресурсів на пріоритетних напрямках НТП. З цією метою необхідно розширити самостійність академічних науково-дослідних установ, перейти до конкурсно-контрактних принципів організації наукових досліджень і їх фінансування через цільові програми. Об'єктом фінансування при цьому стає конкретний проект, а суб'єктом – вчений, колектив або НДІ, які висунули його і в розпорядження яких спрямовуються кошти.

11.3. Показники науково-технічного потенціалу та економічна оцінка його ефективності

Внесок значних коштів у розвиток науки вимагає оцінки результативності діяльності наукових організацій та ефективності їх науково-технічного потенціалу.

При цьому слід враховувати: новизну і перспективність розробок; кількість висунутих і реалізованих наукових і технічних пропозицій; економічний ефект, отриманий у народному господарстві в результаті використання закінчених розробок і реалізованих робіт, практичний внесок у підвищення технічного рівня і техніко-економічних показників підприємства, галузі в порівнянні з витратами наукових організацій; техніко-економічні показники запропонованих і освоєних у виробництві розробок у порівнянні з найкращими закордонними зразками; кількість, значущість відкриттів і винаходів і проданих ліцензій; економічний ефект, отриманий у народному господарстві від реалізації відкриттів і винаходів; терміни проведення робіт при

високій їхній якості; економію грошових і матеріальних ресурсів та підготовку наукових кадрів.

В існуючих умовах, коли особливого значення набула проблема підвищення ефективності використання ресурсів, що спрямовуються на розвиток науки і техніки, необхідно вирішити завдання, пов'язане з визначенням обсягу витрат на забезпечення науково-технічного прогресу.

До сьогодні не вдалося встановити принципів, які дали б змогу розрахувати, який обсяг національного доходу слід направляти на розвиток науково-технічного прогресу. Це дуже складне завдання, і ще немає поки чіткого підходу до його вирішення.

Науково-технічний потенціал характеризують такі групи показників.

Кадрові: кількість і кваліфікація науково-технічних фахівців (з розподілом за типами організацій, галузей науки і техніки, вчених ступенів і звань тощо); кількість і якість підготовки осіб з вищою і середньою спеціальною освітою, які зайняті в народному господарстві і щорічно закінчують відповідні навчальні заклади (з розподілом за галузями і видами підготовки).

Матеріально-технічні: щорічні витрати держави на науково-технічні та дослідно-конструкторські роботи і підготовку науково-технічних фахівців; рівень оснащення науки та інженерної діяльності дослідно-експериментальним обладнанням, матеріалами, приладами, оргтехнікою, ЕОМ тощо.

Показники рівня розвитку і можливостей системи науково-технічної інформації. Вони відображають кількість і якість накопичених інформаційних фондів (бібліотек, пакетів прикладних програм, алгоритмів і математичних моделей, інформаційно-пошукових і експертних систем, банків даних та баз знань тощо); можливості і якість роботи органів поширення науково-технічної інформації; ступінь задоволення потреб науково-технічних фахівців у необхідній для роботи інформації тощо.

Організаційно-управлінські показники, які відображають стан планування та управління в науці і техніці; ступінь оптимальності взаємодії НДІ, ДКБ, ЗВО і виробництва в інтересах прискорення науково-технічного прогресу; ступінь відповідності організаційної та штатної структури науково-

технічної сфери завданням, які нею вирішуються, об'єктивним потребам науково-технічного прогресу; економічні та соціальні фактори стимулювання науково-технічного прогресу, які враховуються в державі.

Узагальнювальні показники, що характеризують функціонування і розвиток науково-технічного потенціалу: підвищення продуктивності праці, зростання ефективності суспільного виробництва, національного доходу в результаті впровадження досягнень науки і техніки; кількість нових машин, приладів, устаткування, освоєних за рік; економія від зниження собівартості продукції внаслідок проведення науково-технічних заходів; параметри потоку відкриттів, винаходів, раціоналізаторських пропозицій, ліцензій, патентів, ноу-хау тощо.

Кількісні показники науково-технічного потенціалу можуть мати як абсолютний, так і питомий (на душу населення, тисячу науково-технічних працівників тощо) вираз.

Основним фактором підвищення народногосподарської ефективності є *інтенсифікація виробництва*, на яку вирішальною мірою впливає наука. Тому важливо оцінити економічний ефект, одержуваний суспільством внаслідок реалізації наукових досягнень, а для цього необхідно перш за все оцінити загальний економічний ефект розвитку суспільного виробництва.

Приріст фізичного обсягу національного доходу в результаті *інтенсивного зростання виробництва* являє собою частину сукупного народно-господарського ефекту науково-технічного розвитку; крім того, суспільство отримує ефект, пов'язаний з якісними змінами виробництва. Цю частину сукупного економічного ефекту науково-технічного розвитку виробництва можна оцінити лише порівнянням рівнів загальної ефективності виробництва, оскільки вона виступає якісною мірою його стану.

Показником *якісного розвитку виробництва* є величина економії або перевитрати суспільних витрат праці при інтенсивному зростанні виробництва. Отже, поряд з величиною приросту фізичного обсягу національного доходу ця величина буде виступати як частина сукупного економічного ефекту науково-технічного розвитку виробництва.

Таким чином, *економічний ефект науки* складається з величини приросту фізичного обсягу національного доходу,

отриманого в результаті інтенсивного зростання виробництва, і величини економії або перевитрати суспільних витрат праці. Перша величина складається з тієї частини загального приросту національного доходу, яка отримана в результаті підвищення продуктивності праці, і частини додаткового приросту, пов'язаного зі зміною галузевої структури витрат живої праці:

$$\Delta \text{НД}_n = \Delta(v + m)_n \pm \Delta m_n, \quad (11.1)$$

де $\Delta \text{НД}_n$ — загальна величина приросту фізичного обсягу національного доходу, отримана за рахунок науково-технічного розвитку виробництва в n -му році;

$\Delta(v + m)_n$ — приріст фізичного обсягу національного доходу при інтенсивному розвитку виробництва в n -му році;

Δm_n — величина додаткового приросту чистого доходу, отриманого внаслідок зміни галузевої структури витрат живої праці в n -му році.

Величину економії або перевитрати витрат суспільної праці $V_{\text{суп.}}$ можна розрахувати за формулою:

$$V_{\text{суп.}} = (E_n - E_{n-1}) (v_n + MB_n + OF_n), \quad (11.2)$$

де E_n — загальний ефект науково-технічного розвитку виробництва в n -му році;

MB_n — матеріальні витрати в n -му році;

OF_n — вартість основних виробничих фондів у n -му році.

$$\begin{array}{ll} \text{При } E_n > E_{n-1} & V_{\text{суп.}} > 0, \\ E_n < E_{n-1} & V_{\text{суп.}} < 0, \\ E_n = E_{n-1} & V_{\text{суп.}} = 0. \end{array}$$

Наведені нерівності відображають різні напрями науково-технічного розвитку виробництва. При додатному $V_{\text{суп.}}$ відбувається капіталоекономний шлях розвитку виробництва, при від'ємному – капіталомісткий, при $V_{\text{суп.}} = 0$ – нейтральний.

Сукупний економічний ефект науково-технічного розвитку виробництва розраховується за формулою:

$$E_n = (\Delta(v + m)_n \pm \Delta m_n) \pm V_{\text{суп.}} . \quad (11.3)$$

Знак « \pm » перед Δm_n вказує на те, що зміна галузевої структури витрат живої праці не завжди може бути прогресивною, а знак « \pm » перед $V_{\text{суп.}}$ – що величина економії суспільних витрат може бути додатною або від'ємною, тобто приріст національного доходу $\Delta(v + m)_n$ у n -му році може супроводжуватися як відносною економією, так і перевитратою суспільних витрат на його виробництво.

Після визначення сукупного економічного ефекту науково-технічного розвитку слід встановити, в чому виражається *економічний ефект науки*, який являє собою частину сукупного ефекту. Оскільки останній складається з двох частин, можна припустити, що економічний ефект науки виступає або у вигляді частини приросту фізичного обсягу національного доходу, або у вигляді економії суспільних витрат праці.

Новостворений продукт, до складу якого входить величина приросту національного доходу, є результатом праці у сфері матеріального виробництва. Тільки праця цієї сфери є джерелом новоствореної вартості. Наука виступає лише як базис підвищеної продуктивності праці у створенні національного доходу, а підвищення продуктивної сили праці безпосередньо пов'язане з отриманням суспільством відносної економії суспільних витрат праці. Наука як фактор економічного зростання виробництва, створюючи передумови до підвищення продуктивності суспільної праці, виступає і як фактор його економії. Економічний ефект науки виражає величину економії суспільних витрат праці, що отримується суспільством за певний період внаслідок реалізації науково-технічних досягнень.

Застосування в практиці інтенсивного розвитку виробництва поряд з кількісними параметрами цього розвитку якісних показників, одним з яких є ефективність інтенсивного розвитку, дає змогу здійснити комплексне вирішення задач спільної оптимізації розвитку науки і виробництва. Це означає, що завдання кількісного і якісного розвитку матеріально-технічної бази виробництва в результаті реалізації останніх досягнень науки і техніки формують систему обмежень і для розвитку самої науки. Від того, які якісні та кількісні параметри закладаються в

програму розвитку виробництва, буде залежати і якість наукових рішень, оскільки тим самим вони орієнтують і науку на ці параметри [12, 30].

11.4. Технологічний уклад та особливості етапів його розвитку

Технологія як певна послідовність виробничих операцій і процесів з отримання певного продукту має чіткі технологічні межі, у рамках яких закладений у цій технології потенціал визначає її можливості та зумовлює перехід до більш досконалих технологічних процесів [16].

З часом наявна технологія вичерпувалась, виявляючи неспроможність до подальшого вдосконалення, а з нею необхідність переходу до нового, більш досконалого технологічного рівня – технологічного стрибка. Процес заміни діючої технології на досконалу відбувається у часі. Його проміжок, коли наступну технологію ще не розробили або не довели її переваг, назвали періодом технологічного розриву.

Ще істотнішим за значенням та більш дієвим засобом у пізнанні науково-технологічного прогресу є поняття «технологічний уклад». Уперше цей термін було введено у 1986 році в науковий обіг радянськими економістами Д. С. Львовим і С. Ю. Глазьєвим у статті «Теоретичні й прикладні аспекти управління НТП».

У загальному вигляді **технологічний уклад** може бути охарактеризований як утворення сполучених спеціалізованих виробництв, в рамках якого відбувається замкнутий відтворювальний цикл, що включає видобуток і отримання первинних ресурсів, усі стадії їх переробки і випуск набору кінцевих продуктів, спроможних задовільнити суспільні потреби. Будь-який технологічний уклад характеризується єдиним технічним рівнем складових його виробництв, пов'язаних потоками однорідних ресурсів, і спирається на загальну кваліфікацію робочої сили і загальний науково-технічний потенціал [25].

Комплекс базисних сукупних технологічно поєднаних виробництв утворює *ядро технологічного укладу*.

Технологічні нововведення, що визначають формування ядра технологічного укладу, мають назву «ключовий фактор». Галузі, що інтенсивно використовують ключовий фактор і відіграють провідну роль у поширенні нового технологічного укладу, є *ключовими галузями*.

Становлення технологічних укладів, так само, як і їх зміна, здійснюється під впливом інновацій, точніше – сполученої сукупності базисних інновацій, життєвий цикл якої визначає життєвий цикл відповідного укладу. Поява радикальних нововведень в окремих ланках технологічних ланцюжків старого укладу в умовах спряженості складових їхніх технологічних процесів та вміння останніх сприймати зміни, що відбуваються, обумовлює зародження нових взаємопов'язаних ланцюжків і поступове витіснення старих, що виливається в підсумку у зміну технологічних укладів.

Радикальні інновації при цьому виникають в умовах попереднього укладу, як правило, у фазі спаду. Тому формування нового технологічного укладу відбувається в несприятливих умовах функціонування попереднього укладу (рис. 11.1).

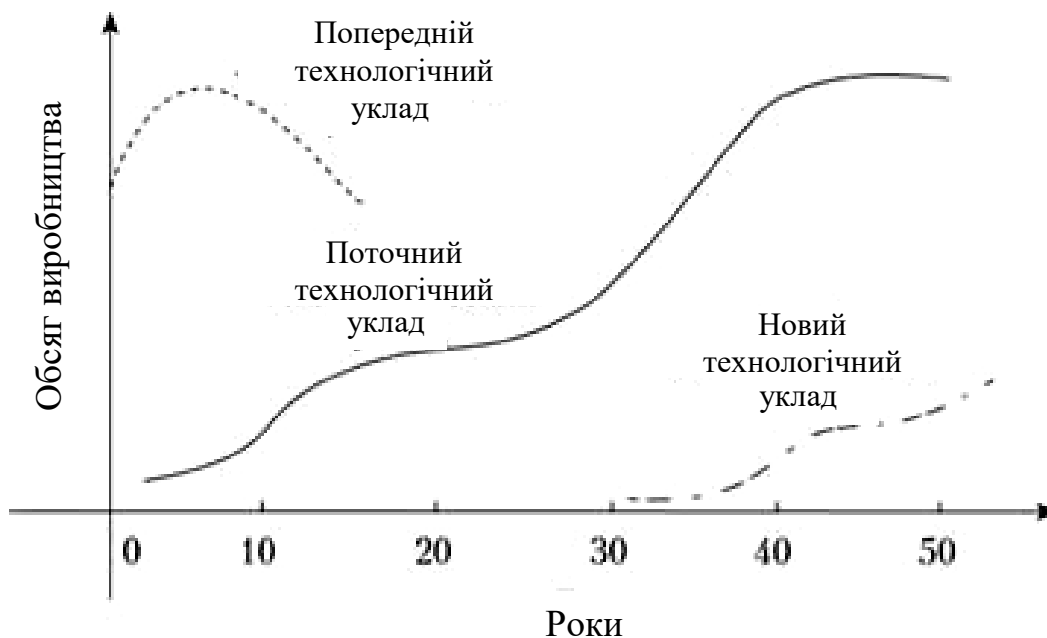


Рис. 11.1. Життєвий цикл технологічного укладу

Однак у міру досягнення останнім меж зростання і падінням прибутковості складових його виробництв починається

перерозподіл капіталу в елементи нового укладу. На цьому етапі відбувається нарощування обсягу інноваційної продукції (товарів і послуг), але в межах невеликої кількості виробництв.

Дифузія інновацій, підхоплених іншими господарюючими суб'єктами, тягне за собою розширення обсягів виробництва. Відбувається поступове заміщення технологічних сукупностей і ланцюжків старого укладу, що виражається в структурній перебудові економіки, модифікації соціальної та інституційної систем суспільства. Ці процеси супроводжуються скороченням виробництв старого укладу, посиленням соціальної напруженості і загальної нестабільності.

Після подолання складнощів паралельного існування старого і нового укладів настає фаза досить тривалого зростання. Вона характеризується завершенням структурної перебудови економіки, високими темпами економічного зростання, зниженням витрат, зростанням попиту і покращувальними нововведеннями, що дедалі інтенсивніше розвиваються.

Віддача таких нововведень з часом скорочується, відбувається насичення потреб і вичерпання можливостей подальшої модернізації, починається структурний перерозподіл обсягів капіталу і розвиток інших диспропорцій. Внаслідок спряженості елементів укладу, розвиток цих процесів відбувається більш-менш одночасно, що виражається в різкому уповільненні темпів розвитку економіки і вказує на досягнення технологічним укладом меж зростання. Тому починається масовий перерозподіл ресурсів в елементи нового технологічного укладу, в ході життєвого циклу якого повторюються описані вище процеси.

Протягом останніх століть у світі відбулося становлення і зміна п'яти технологічних укладів, включаючи домінуючий нині інформаційний уклад. За оцінками фахівців середня тривалість одного укладу становить близько 50 років, проте цей період поступово скорочується.

Після закінчення цього терміну відбувається заміщення укладів. Заміна одного технологічного укладу іншим означає технологічну революцію, яка визначає траєкторію і характер довгострокового розвитку і впливає на стан і прогрес усього суспільства. Інноваціям тут належить роль каталізатора еволюційних змін.

Для розуміння технологічних укладів, їх сутності та закономірностей розвитку дуже важливо витримувати принцип історизму, тобто розгляд технологічних процесів у часі, починаючи від їх виникнення, розвитку і до занепаду.

Перший технологічний уклад (1770–1830 рр.) сформувався під впливом промислової революції як завершення процесу досягнення промисловим капіталом розвинених форм. У цей період мануфактурі належала роль створення масового виробництва на продаж, але обмежувалося подальше зростання продуктивності праці на ручній основі.

Звідси в межах першого технологічного укладу починається формування нового типу розвитку продуктивних сил капіталу, де головним фактором кооперації стають побудовані на машинах ткацькі верстати, а ядром укладу – водяний двигун, виплавка чавуну, обробка заліза, будівництво каналів. Ткацькі верстати посилили масове виробництво на продаж, а водяний двигун дозволив подолати обмеження сили тварин, що до цього приводила верстати у дію. Однак силу води можна було використати тільки там, де вона була, а це обмежувало можливості розповсюдження машин.

Крім того, машини потребували більш міцного матеріалу, з якого вони були створені, ніж деревина, що викликало необхідність виготовлення металу, а з ним зародження та капіталізації галузей машинобудування і металургії, яка виробляла сировину для машинобудування. Однак технологічні ланцюжки, що давали виробництво тканин, виявилися досить короткими. Перешкодою на шляху подолання цієї проблеми стала відсутність розвиненої інфраструктури ринку, що стало одним із завдань, вирішення якого почалось уже в другому технологічному укладі.

У середині цього укладу почав формуватися **другий технологічний уклад (1830–1870 рр.)** у вигляді масового виробництва парових двигунів та машинобудування, що забезпечило виробництво паровозів, пароплавів, а з ними будівництво залізниць, причалів для суден, вугільної та металургійної промисловості. Характерною особливістю цього періоду, як зазначалось раніше, був інтенсивний розвиток інфраструктури ринку з метою його значного розширення як будівництва залізниць, так і перших потягів та пароплавів.

Технологічний ланцюжок у виробництві, що виник спочатку в ткацькому секторі, поступово розширює свої межі за територію цієї галузі, а паровий двигун створює умови для суттєвого подовження інших технологічних ланцюжків через усунення завад (будівництво фабрик тільки біля джерел води), розповсюдження промислового капіталу у формі фабрики по всій території. З часом наявна технологічна основа досягла своєї межі як низький коефіцієнт корисної дії парової машини, неможливість подальшого нарощування її потужності, зупинка у зростанні продуктивної сили праці при наявній ручній технології. Тому замість енергії пари починає впроваджуватись сила енергії електрики.

Одночасно в межах другого технологічного укладу окреслюється **ядро третього технологічного укладу** (1870 – 1930 рр.). Нарощується масове виробництво сталі, електроенергії та продукції неорганічної хімії. Ключовим фактором цього укладу стає електродвигун, що зумовило розвиток електротехнічного і важкого машинобудування, виготовлення продукції неорганічної хімії. Електродвигун стає новим приводом до роботи машин, замінюючи силу пари. Він прискорив процес оновлення технічної бази фабрики, де метал посів головне місце як матеріал для їх виготовлення.

Зазначені зрушення у промисловості потребували вирішення питань, які накопичились в аграрній сфері, де виникла потреба у штучних добривах, що дозволила б доповнити використання зростаючого дефіциту органіки. Новий розподіл праці, що почав формуватися з кінця 20-х років ХХ століття розширив, і значно, межі технологічних ланцюжків. Вони перекидаються на вдосконалення видів транспорту і розвиток його нових більш довершених форм, як наприклад, автомобілів.

Ключові фактори **четвертого технологічного укладу** (1930-1970 рр.) – двигун внутрішнього згорання та нафтохімія – зумовили інтенсивний розвиток будівництва автомобілів, кольорової металургії, авіаційної промисловості, видобутку і переробки газу. Це дозволило розв'язати проблеми, що виникли в період завершення третього технологічного укладу. З одного боку, розвиток електроенергетики потребував пошуку нових кольорових металів, а з іншого – інтенсивного розвитку

автомобілебудування для доставки продукції до дверей безпосереднього споживача. Зрозуміло, що новий вид транспорту поставив питання про пошук особливого двигуна для пересування, яким став двигун німецького механіка Р. Дізеля (1858–1913 рр.). Одночасно потрібно було дати розвиток сировинним галузям, як нафтова та газова промисловість, для забезпечення паливом указаних видів транспорту та функціонування інших виробництв.

Саме в цей період завершувалося масове впровадження у виробництво ланцюгового конвеєра, що дістав широкого застосування в 1913 році спочатку на заводах Г. Форда (1863–1947 рр.), а наприкінці 20-х років минулого століття ця технологія стала масовою.

П'ятий технологічний уклад (1970–2010 рр.) визначив основним фактором розвитку мікроелектронні компоненти, що базувалися на таких галузях, як електроніка, обчислювальна техніка, програмне забезпечення, телекомунікації, роботобудування, біотехнології. Основним видом енергії залишається електрика, але якщо спершу вона мала підвищувати продуктивність праці механічних агрегатів, то тепер її завдання більше полягало в оптимізації управління виробництвом.

Звідси стає зрозумілим і розвиток зазначених вище галузей, що забезпечують досягнення можливості встановлення пропорцій не через ринок, а в самому виробництві. Ключовим компонентом цього стає *мікропроцесор*.

Цей уклад знаменує вищий рівень технології, коли інформація і знання реально стають новими факторами виробництва. Він характеризує матеріально-технологічне підґрунтя переходу людства до вищого етапу цивілізаційного прогресу – *інформаційного постіндустріального суспільства*.

Крім перелічених в економічній літературі п'яти укладів, часто йдеться і про **шостий технологічний уклад**, хоча щодо його розвитку та специфіки превалюють здебільшого гіпотези, оскільки він перебуває у початковій стадії свого становлення. До нього частина науковців відносить біотехнології, ракетно-космічну техніку, тонку хімію та ін. Одночасно виникає пошук та використання нових видів енергії, які ймовірно замінять функціонуючий до цього часу основний вид енергії – електричну

енергію. Вчені прогнозують у найближчі десятиліття швидкий розвиток біотехнологій та генної інженерії, нанотехнологій, мембранних, квантових технологій тощо. Таким чином, взаємопов'язані ланцюжки, доповнені відповідним інституційним оточенням, являють собою основу для прогресивного функціонування і розвитку економічної системи і суспільства в цілому на базі інновацій.

При цьому слід пам'ятати, що найбільшого ефекту від інноваційної діяльності може бути досягнуто тільки при грамотному впровадженні та адекватному сприйнятті інновацій. Наявність в економіці не просто господарюючих суб'єктів, зайнятих виробництвом і поширенням нововведень, а й їхніх взаємопов'язаних сукупностей з розгалуженою системою відносин з іншими сукупностями є необхідною умовою ефективного розвитку інноваційного процесу. Створення таких ланцюжків, спроможних генерувати, сприймати і тиражувати інновації, потрібно для задіяння механізму «інноваційного мультиплікатора», який чинить потужний вплив на соціально-економічний прогрес суспільства.

Питання для самоконтролю

1. Що таке науково-технічний прогрес?
2. Що Ви розумієте під науково-технічним потенціалом?
3. Що являє собою матеріально-технічна база науки?
4. Дайте визначення організаційно-управлінської структури наукової сфери. Які основні її форми вам відомі?
5. Назвіть показники науково-технічного потенціалу.
6. Як здійснюється економічна оцінка ефективності науково-технічного потенціалу?
7. У чому полягає економічний ефект науково-технічного розвитку?
8. Що Ви розумієте під технологічним укладом?
9. Які існують етапи розвитку технологічних укладів і у чому полягає їх особливість (ядро укладу, його ключові фактори та галузі)?

РОЗДІЛ 12

Перспективи розвитку технології машинобудування

12.1. Організаційно-технічні завдання розвитку машинобудування

Безперервний процес науково-технічного прогресу постійно потребує вдосконалення сучасних технологій, зокрема технологій машинобудування. При цьому вони у своєму розвитку проходять всебічні перетворення, зазвичай значно ускладнюються і набувають нових властивостей і можливостей. Цьому сприяють дослідження фундаментального та прикладного характеру. Разом з тим в основі їх розвитку лежать загальні тенденції, які діють у техніці, а також нові принципи, що виникають завдяки прогресу науки і техніки.

До нових і перспективних тенденцій прогресивного розвитку технологій машинобудування можна віднести такі [17, 29]:

- підвищення концентрації і паралелізму технологічних зон обробки, що забезпечують підвищення продуктивності і нових можливостей технологічних систем;

- створення нетрадиційних прогресивних просторових структур технологічних зон обробки (створення багатовимірних циклічних структур, підвищення розмірності різноманіття і об'єктів у кожному різноманітті структури), що реалізують підвищення технологічних можливостей простору і середовища;

- забезпечення компонування технологічних зон обробки в лінійні, поверхневі та об'ємні структури; забезпечення компонування цих структур у виробничі осередки (потоково-просторові технологічні модулі); забезпечення компонування виробничих осередків у просторові структури і заповнення ними всього обсягу простору виробничого цеху з можливістю зміни їх просторового розташування;

- підвищення ступеня компанування структури за рахунок збільшення щільності (лінійної, поверхонь, об'ємної) технологічних зон обробки;

- створення нових класів технологічних машин, розробка і функціонування яких базується на основі нових принципів;

- організація потоковості функціонування технологічних зон обробки на основі багатовимірних замкнутих зворотних груп, які виконуються на базі їхніх складних транспортних рухів і підвищення інтенсивності;

- забезпечення одночасності або паралельності виконання функцій технологічних систем;

- підвищення безперервності і стійкості функціонування технологічних систем відповідно до заданого алгоритму;

- підвищення інформаційності технологій, зниження маси технологічних систем і підвищення їх енергоозброєності;

- створення технологій і технологічних систем з використанням принципів мехатроніки і адаптроніки;

- спрощення функціональної структури за рахунок поєднання різних функцій технологічних систем, виконання технологічних функцій за допомогою транспортних функцій і навпаки.

Аналіз процесу розвитку прогресивних технологій показує, що їх створення має здійснюватися комплексно як мінімум у двох напрямках: «вглиб» і «вшир». Тут розвиток технологій «вглиб» можна трактувати як забезпечення високого ступеня прецизійності обладнання, інструменту і оснастки. У цьому випадку необхідний певний спеціальний характер системи діагностики, контролю, робочого технологічного середовища тощо. Розвиток технологій «вшир» – це вдосконалення технічного забезпечення, спрямованого на автоматизацію та інтенсифікацію процесу отримання заданої безлічі виробів за рахунок підвищення продуктивності, надійності і оптимального використання всіх ресурсів. Такий комплексний підхід у розвитку технологій дає змогу створити технології нового покоління, які з часом перетворюються в технології майбутнього і будуть мати такі особливості:

- якісно нову сукупність властивостей виробів;

- якісно нову міру корисності виробів.

На основі запропонованих тенденцій розвитку технологій і розробленого теоретичного підходу у створенні і функціонуванні високоефективних технологічних систем розроблено якісно нові потоково-просторові технологічні системи безперервної дії. Ці технологічні системи належать до нового, 5-го класу технологічних машин нового покоління.

Основним при створенні потоково-просторових технологічних систем є перехід від лінійного компоновання технологічних елементів до поверхневого і потім до об'ємного компоновання технологічних елементів. Тут кожен вид, із трьох запропонованих, має відкрити безліч варіантів геометричних форм компоновань, що дає можливість створювати значну кількість варіантів технологічних систем і виявляти найбільш прийнятні для реалізації заданого технологічного процесу.

Для вирішення питань компоновання потоково-просторових технологічних систем запропоновано метод синтезу принципово-структурних моделей, на базі яких розробляються компоновальні варіанти технологічних систем. В основу цього методу покладено операцію декомпозиції просторової структури і складної принципової кінематичної схеми транспортного руху.

Високі технології в машинобудуванні і їхні робочі процеси слід розглядати на загальному тлі розвитку машинобудування і тих тенденцій, які можуть виявитися вирішальними для досягнень ХХІ століття.

Сучасне передове виробництво характеризується як гнучке, ринково орієнтоване. Це означає, що ринок визначає вимоги не тільки до кінцевого продукту, але і до його виробництва практично на всіх етапах розробки і освоєння.

При цьому необхідно враховувати малу партійність, велику різноманітність типів і варіантів, а також специфічні для кожного споживача вихідні дані, що підвищують вимоги до продукції, управління виробництвом, широти і глибини проектування.

У зв'язку з цим дедалі більшу увагу фахівців привертають нетрадиційні технології, які, на відміну від традиційних, називають «наукомісткими» (прецизійні, нанотехнології та ін.).

Серед питань, які потребують дослідження, розробки та інтенсивного вирішення випереджальними темпами, першочерговими є такі:

- створення комплексів різного технологічного призначення, які швидко перебудовуються, оснащених автоматизованим і механізованим технологічним обладнанням другого покоління;
- широке застосування систем автоматизованого проектування, технологічної підготовки виробництва і інтегральних систем управління виробництвом;

- застосування принципово нових видів матеріалів, які мають у порівнянні з традиційними матеріалами високі фізико-механічні властивості, стійкість до зносу і зміни геометричної форми;

- створення і вдосконалення промислової технології і обладнання для отримання широкої номенклатури високоміцних, корозійностійких, жаростійких композиційних покриттів на основі вакуумно-плазмового і детонаційно-газового методів;

- широке застосування при конструюванні та використанні технологічної оснастки композиційних матеріалів і пластичних мас, спроможних замінити чорні і кольорові метали і сплави та істотно поліпшити експлуатаційні властивості, якість і довговічність оснащення;

- розробка технології та обладнання із застосуванням високих тисків і вакууму для формування і калібрування виробів складної форми, синтезу інструменту.

Машинобудування як найважливіша галузь промисловості збереже свою провідну роль і на найближчі роки в розвитку народного господарства. Воно буде визначати темпи переозброєння новою технікою всі галузі народного господарства і промисловості. Провідна роль у машинобудуванні належатиме верстатостроительній промисловості, що виробляє засоби виробництва для машинобудівних заводів.

Необхідність безперервного підвищення продуктивності праці на основі сучасних засобів виробництва висуває перед машинобудуванням нові відповідальні завдання. Одне з головних завдань полягає в підвищенні якості машин. Підвищення надійності машин є актуальним завданням машинобудування. Його вирішення забезпечить скорочення витрат на обслуговування, простій і ремонт машин, що перебувають в експлуатації. З підвищенням довговічності машин зменшується їх випуск для народного господарства, що у свою чергу вивільняє виробничі потужності машинобудівних заводів.

Одна з головних причин виходу машин з ладу – це недостатня зносостійкість тертьових пар. Тому необхідно збільшити зносостійкість машин вжиттям ряду конструктивних і технологічних заходів. Інше завдання полягає в подальшому розвитку уніфікації і нормалізації (а на наступних етапах і

стандартизації) виробів і їхніх елементів. Уніфікація і стандартизація виробів, що планомірно проводиться, сприяє спеціалізації виробництва. При обмеженні числа типорозмірів виробів певного призначення мінімальним асортиментом найбільш досконалих зразків звужується номенклатура виробів при значному збільшенні програми їх випуску. Це дозволяє ширше застосовувати засоби автоматизації виробництва. Уніфікація і стандартизація елементів виробів має доповнюватися розробкою типових пристроїв і виконавчих механізмів, з яких в різних галузях машинобудування за принципом агрегування можна компонувати машини різного цільового призначення. При конструюванні нових машин ці заходи сприяють зменшенню кількості спеціальних елементів і підвищенню коефіцієнта конструктивної наступності, що значно скорочує підготовку виробництва нових машин.

Спеціалізація виробництва є найважливішою умовою технічного прогресу і раціональної організації суспільної праці. Галузева і технологічна спеціалізація виробництва підвищують продуктивність праці і радикально покращують структуру машинобудівної промисловості, сприяючи концентрації виробництва конструктивно і технологічно однорідних виробів. Спеціалізація виробництва збільшує програму випуску виробів, а це сприяє підвищенню рівня технології та застосування високопродуктивного обладнання [11].

Якість машин багато в чому залежить від якості вихідних матеріалів, напівфабрикатів і комплектувальних виробів, що надходять із суміжних підприємств, тому питання якості не можуть вирішуватися тільки на певному, конкретному підприємстві, а переростають у народногосподарське завдання. Спеціалізація і кооперування виробництва мають сприяти його повному вирішенню.

До технологічного обладнання, крім якості виготовлення, висуваються й інші вимоги. Воно має бути високопродуктивним, допускати швидке переналагодження при зміні об'єктів виробництва, стабільно працювати тривалий час без регулювання і ремонту (особливо в умовах безперервного потоку), не потребувати кваліфікованого обслуговування. Необхідність полегшення праці і вивільнення робочої сили висуває завдання повної автоматизації обладнання.

Велике значення має завдання підвищення технологічності конструкції вироблених машин. Поліпшення технологічності конструкції збільшує випуск продукції і знижує собівартість її виготовлення при тих самих засобах виробництва. Недооцінювання технологічності конструкції часто призводить до корегування робочих креслень після їх складання, до подовження термінів підготовки та додаткових витрат виробництва.

Поняття технологічності конструкції машин поширюється не тільки на галузь їх виробництва, а й на сферу експлуатації. Конструкція машини має бути зручною для обслуговування і ремонту. При конструюванні машини потрібно передбачити використання тих технологічних методів, які можуть підвищити її надійність. Практика роботи передових підприємств показала, що найкраще відпрацьовувати конструкцію виробу на технологічність у процесі створення самої конструкції. При цьому досягаються діловий контакт і творча співдружність конструкторів і технологів.

Актуальним завданням є підвищення і технологічне забезпечення точності в машинобудуванні. Точність у машинобудуванні має велике значення для підвищення експлуатаційних якостей машин і для побудови технологічного процесу їх виготовлення. З підвищенням точності збільшується надійність машин. Підвищення точності виготовлення заготовок знижує трудомісткість механічної обробки і скорочує витрату матеріалу через зменшення припусків на її виконання. Підвищення точності механічної обробки скорочує трудомісткість складання завдяки частковому або повному усуненню припасовувальних робіт, забезпечує взаємозамінність деталей машин, а це у свою чергу створює основу для організації потокового складання. Важливою умовою виробництва машин на сучасному етапі і в майбутньому є не тільки надійне забезпечення необхідної точності, але і збереження її протягом заданого терміну експлуатації машин. Особливе значення має точність при автоматизації виробництва. У цьому випадку необхідна якість продукції має виходити не внаслідок мистецтва робітника, а в результаті стійкої і надійної роботи технологічного обладнання. З розвитком автоматизації виробництва завдання отримання продукції стабільної якості стає дедалі більш актуальним. Його

вирішення має базуватися на дослідженні технологічних факторів, що впливають на точність, докладному вивченні умов роботи обладнання і оснастки, а також на вишукуванні нових прогресивних технологічних методів.

Встановлення заданої точності – відповідальне завдання конструктора. Точність визначається на основі аналізу умов роботи машини з урахуванням економіки її виготовлення і подальшої експлуатації, а також теоретичних і експериментальних даних з експлуатації машин аналогічного типу. Точність виготовлення має призначатися виходячи з експлуатаційних вимог до машини, з урахуванням витрат на її виготовлення, термінів служби, а також витрат на її експлуатацію, якщо вони залежать від точності виготовлення. Для обґрунтованого вирішення питання про доцільну точність виготовлення машин необхідно в подальшому розробляти методики розрахунків, збирати і систематизувати експериментальні і виробничі матеріали з метою складання нормативів і довідкових відомостей для машин даного типу в конкретних експлуатаційних і виробничих умовах.

12.2. Технологічні завдання

Технічний прогрес у машинобудуванні характеризується не тільки поліпшенням конструкцій машин, але і безперервним вдосконаленням технології їх виробництва. Від прийнятої технології виробництва залежать надійність роботи машин, а також економічність їх експлуатації. Розвиток нових прогресивних технологічних методів сприяє конструюванню більш досконалих машин, зниженню їхньої собівартості та зменшення витрат праці на їх виготовлення.

Безперервне зростання вітчизняного машинобудування ставить перед технологами ряд подальших актуальних завдань удосконалення заготівельних процесів для максимального наближення форми заготовок до конфігурації готових деталей, підвищення точності заготовок та поліпшення якості їхнього поверхневого шару. Від вирішення цих завдань залежать витрата матеріалу на вироблену продукцію, якість виготовлених деталей, кількість браку у виробництві, трудомісткість, собівартість

подальшої обробки різанням і можливість її автоматизації, тривалість циклу виготовлення машини в цілому, а також її собівартість. Коефіцієнт використання матеріалу при обробці деталей машин порівняно невисокий; у масовому виробництві він дорівнює 0,85; у серійному 0,7, а в одиничному (включаючи важке машинобудування) 0,5-0,6. Загальний коефіцієнт використання матеріалу, який визначається відношенням маси деталі до маси вихідного матеріалу, з якого виконується заготовка (злиток, прокат для гарячого штампування), ще більш низький (0,3-0,4). Задана якість машин забезпечується не тільки у сфері механоскладального виробництва. Її основи закладаються в заготівельних цехах. Для підвищення якості деталей необхідно покращувати характеристики заготовок за всіма якісними показниками (точність, зносостійкість, структура, підвищення статичної втомної міцності, усунення залишкових напруг та ін.), а також стабілізувати їх, що важливо для умов автоматизованого виробництва. Відносна трудомісткість основних етапів виробничого процесу в машинобудуванні безперервно перерозподіляється. Трудомісткість складання, що має тенденцію до подальшого зростання, становить 25–30 %; трудомісткість обробки різанням досягає 40–50 %, а зростаюча трудомісткість заготівельних процесів 20–25 %. Таким чином, завдання підвищення продуктивності праці і зниження собівартості продукції заготівельних цехів набуває великого значення. Основний шлях вирішення цього завдання – вдосконалення технологічних процесів виробництва заготовок, їх механізація і автоматизація. Для умов автоматизованого виробництва найбільш перспективними є безперервні технологічні процеси. Вони є найкращою основою створення комплексних автоматичних ліній для виробництва заготовок, а також ліній, які об'єднують виготовлення заготовок і їх подальшу механічну обробку. У галузі технології механічної обробки актуальними завданнями є підвищення точності обробки, якості поверхонь деталей машин, продуктивності і рентабельності, а також автоматизація процесів обробки, вдосконалення та розробка нових прогресивних методів і процесів.

Підвищення точності обумовлюється безперервним зростанням вимог до нових машин, а також тим, що основний

обсяг механічної обробки переміщується у сферу оздоблювальних операцій у зв'язку з удосконаленням технології виготовлення заготовок. Точність підвищується при збільшенні і вирівнюванні жорсткості технологічної системи; зменшенні розмірного зносу різальних інструментів; скороченні похибок настройки технологічної системи, зменшенні її теплових деформацій; створенні адаптивних і самооптимізуючих систем управління точністю, а також встановленні раціональних вимог до точності верстата і різального інструменту. У кожному окремому випадку необхідно проаналізувати можливості зменшення первинних похибок обробки і визначити сумарну похибку. Розвиток і вдосконалення подібних розрахунків важливі в потоковому і автоматизованому виробництві для обґрунтування технологічних рішень, встановлення оптимальних допусків на проміжні розміри заготовок і управління точністю.

На основі подальшого вивчення якості поверхонь деталей машин має бути розроблена необхідна конструкторам методика встановлення оптимальної якості поверхні за всіма її показниками (шорсткість поверхні, мікротвердість і структура поверхневого шару, залишкові напруги в поверхневому шарі) для заданих конкретних умов роботи з'єднаних деталей. Технологи мають забезпечувати цілеспрямоване формування поверхневого шару із заданими конструктором виробу стабільними властивостями методами технологічного впливу в процесі обробки. Невирішеним завданням залишається розробка швидких і ефективних методів виробничої оцінки якості поверхні за всіма її основними показниками. Цікавим є дослідження технологічного успадкування властивостей вихідної заготовки готовою деталлю і визначення закономірностей технологічного успадкування для управління ним при побудові технологічних процесів.

Продуктивність праці та рентабельність виробництва підвищуються в результаті дослідження методів інтенсифікації технологічних процесів шляхом підвищення режимів роботи обладнання; застосування багатоінструментного устаткування і багатолезових інструментів, швидкодійних пристроїв; раціональної побудови операцій обробки; зменшення обсягу механічної обробки шляхом застосування більш точних заготовок; розвитку потокових методів роботи; пошуку нових і розвитку існуючих

високопродуктивних і економічних методів обробки (обробної, зміцнювальної, без зняття стружки, для важкооброблюваних матеріалів – електрофізичної та електрохімічної). Наведений перелік заходів при планомірному і комплексному їх здійсненні дозволяє значно підвищити продуктивність праці і знизити собівартість продукції, що випускається.

Розширення автоматизації виробничих процесів дозволить не тільки підвищити якість продукції і знизити її собівартість, а й вивільнити робочу силу. Автоматизація має проводитися не тільки в масовому, але також у серійному і одиничному виробництві. Основою для її здійснення мають бути точні техніко-економічні розрахунки. У масовому і серійному виробництві треба широко застосовувати напівавтомати і автомати, агрегатні верстати, автоматичні лінії і системи машин, що забезпечують механізацію та автоматизацію всіх процесів виробництва і особливо допоміжних, транспортних і складських операцій. Велика увага має приділятися переналагоджуваним засобам автоматизації і засобам групової обробки. В одиничному і дрібносерійному виробництві необхідно широко використовувати верстати з програмним управлінням, у тому числі багатоопераційні верстати. Широко необхідно застосовувати механізовані і автоматизовані технологічні комплекси з автоматичною системою управління від ЕОМ. З метою механізації і автоматизації важких фізичних і монотонних робіт здобуватимуть значного поширення на всіх етапах виробництва автоматичні маніпулятори з програмним управлінням. Розвиток автоматизації викличе розробку нових структурних схем і компонувань обладнання, а також подальше вдосконалення різальних інструментів і засобів технічного контролю.

Прогрес у машинобудуванні викликає необхідність частішої заміни освоєних у виробництві машин новими, більш досконалыми. Підготовка виробництва нової машини, проте, потребує тривалого часу. Для прискорення розробки технологічних процесів виготовлення спеціальних деталей будуть більш широко використовуватися обчислювальні засоби (ЕОМ), які нададуть змогу вирішувати окремі і загальні завдання проектування. Вони не тільки будуть економити час і витрати на проектування, а й дозволять отримати оптимальний варіант

технологічного процесу. Значний час витрачається на виготовлення спеціальних пристроїв та іншого оснастки. На цьому етапі час скорочують, застосовуючи типову і зворотну оснастку, а також нормалізацію і уніфікацію технологічної оснастки та її елементів. Розвиватиметься технологія прискореного виготовлення спеціальної оснастки. Перебудова виробництва на випуск нових виробів прискорюється при наявності гнучкого швидкопереналаджуваного обладнання і при можливості швидкої і легкої перестановки його в цеху [11].

Питання для самоконтролю

1. Назвіть основні організаційно-технічні завдання машинобудування.
2. У чому полягає головне завдання конструктора в машинобудуванні?
3. Для чого необхідне підвищення технологічного забезпечення точності машини?
4. Що має на меті розширення автоматизації виробничих процесів?
5. Назвіть основні технологічні завдання машинобудування.

РОЗДІЛ 13

Промислове підприємство і навколишнє середовище

13.1. Екологічний фактор у розміщенні виробництва

При розміщенні промислових підприємств враховується багато традиційних економічних факторів – сировинний, паливно-енергетичний, водний, фактор наявності робочої сили, споживчий, транспортний. Залежно від значення кожного з них виділяється група матеріаломістких підприємств, де витрата сировини набагато перевищує обсяг виробленої готової продукції. До них можна віднести металургійні підприємства повного металургійного циклу, в яких витрата сировини становить не менше 2,5 т на тонну виробленого металу; заводи, підприємства з виплавки міді з концентратів – до 7,5 т; деякі підприємства хімічної, харчової галузей промисловості (виробництво соди, калійних добрив, первинна обробка сільськогосподарської сировини). Будівництво матеріаломістких галузей орієнтується на близькість до сировинних баз, щоб уникнути надмірно далеких і дорогих перевезень.

Група енергоємних виробництв потребує великої кількості електроенергії, паливно-енергетичні витрати в них є основними в структурі витрат, досягаючи 30–45 %. Найбільш яскравий приклад енергоємного виробництва – алюмінієві підприємства, які витрачають до 16–18 тис. кВт·год електроенергії на тонну виробленого алюмінію. Їх розміщення зазвичай прив'язане до джерел виробництва дешевої електроенергії – великих ГЕС.

Фактор трудомісткості має на увазі великі витрати праці для випуску одиниці готової продукції, особливо праці висококваліфікованої. Трудомісткі підприємства орієнтуються на промислові центри, що відрізняються не тільки наявністю робочої сили, а й закладами з її підготовки, навчання, мають у своєму розпорядженні мережу науково-дослідних, проектних інститутів, лабораторій. До трудомістких можна віднести більшість підприємств машинобудування, легкої, харчової, багато виробництв хімічної промисловості.

Важливу роль відіграє водний фактор, особливо при розміщенні підприємств хімічної промисловості, де вода є складовою технологічного процесу.

До найважливіших, у ряді випадків визначальних, факторів розміщення останніми десятиліттями додався фактор екологічний, що передбачає такі аспекти [18]:

- врахування можливих негативних наслідків від роботи промислового підприємства для природного комплексу в цілому, окремих його компонентів - атмосфери, водних джерел, ґрунтів;

- врахування сумарного впливу викидів різних підприємств, розміщених на одній території;

- врахування специфічних вимог до чистоти природного середовища при розміщенні деяких галузей виробництва з огляду на масштаби і характер його впливу на природний комплекс, здоров'я людини.

Екологічний фактор змушує враховувати можливості розвитку виробництва на певній території. Якщо з економічної точки зору розміщення та функціонування підприємства є ефективним, то з екологічної воно може дати різко негативний результат.

13.2. Вплив промислових підприємств на навколишнє середовище, здоров'я людини

Взаємовідносини суспільства і природи полягають у тому, що фактори економічного зростання – трудові ресурси, засоби виробництва і природні ресурси – у комплексі використовуються суспільством для розвитку виробництва. Питання взаємовідносин суспільства і природи та використання природних ресурсів стають дедалі актуальнішими. І це зрозуміло, тому що з розвитком виробництва вилучаються дедалі нові багатства природи, зростає вартість сировини, збільшується кількість відходів, які викидаються в навколишнє середовище. Однак, і це очевидно, було б неправильно вирішувати проблеми збереження ресурсів і середовища шляхом припинення збільшення або навіть скорочення обсягів виробництва. Такі припущення суперечать закономірностям розвитку людського суспільства і практично нездійсненні.

Отже, виникають дві взаємопов'язані проблеми: перша - вплив обмеженості природних ресурсів на їх використання і розвиток суспільного виробництва, зростаюче забруднення

середовища; друга – необхідність розробки комплексу заходів щодо ліквідації цієї небезпеки для подальшого розвитку суспільства [18].

Природокористування має загальний характер, оскільки будь-який вид діяльності людей викликає зміни природного середовища. Ускладнення взаємозв'язків у природних, виробничих і соціальних системах, зростання пріоритету природогосподарських зв'язків викликають необхідність їх регулювання.

Природне середовище – невід'ємна умова життя людини і суспільного виробництва, оскільки воно є необхідним середовищем існування людини і джерелом потрібних їй ресурсів. Природа в широкому розумінні – це весь світ у багатогранності його форм, тобто в цьому плані людина є частиною природи, у вузькому розумінні – сукупність натуральних умов існування людського суспільства.

Під впливом людини відбуваються величезні зміни природного середовища, з чим пов'язана необхідність його охорони. У ХХ ст. людина проклала нові шляхи переміщення енергії і речовини в географічній оболонці, подекуди значною мірою порушивши екологічну рівновагу. Величезні масштаби змін, які вносить сучасна людина в природні умови на Землі, передбачав ще на початку століття видатний вчений В. І. Вернадський. Справді, в природі денудація (руйнування) гранітних скель відбувається зі швидкістю 1 г за 6 тис. років, а людина за допомогою спрямованих вибухів і сучасної техніки змінює рельєф миттєво. Тільки за один рік людина при оранці полів, будівельних і гірничих роботах переміщує понад 4 тис. км³ ґрунту, видобуває з надр Землі близько 100 млрд т руди, забирає на господарсько-побутові потреби 13 % річного стоку, спалює 8,5 млрд т умовного палива, виплавляє 800 млн т різних металів, виробляє близько 60 млн т невідомих у природі синтетичних матеріалів, розкидує на полях понад 500 млн т добрив і 3 млн т різних пестицидів, з яких 1/3 змивається дощами у водойми і затримується в атмосфері.

Щорічно з надр Землі видобувається більше елементів, ніж включається в біологічний кругообіг: кадмію – в 160 разів, ртуті – 110, свинцю – 35, миш'яку, фтору – 15, урану – 6, олова – 5, міді – 4, молібдену – в 3 рази. За 10 тис. років до неоліту, коли почали

розвиватися екстенсивне тваринництво і вирубно-вогняна система землеробства, людство скоротило площу лісів удвічі, причому особливо бурхливо цей процес відбувався в останні 200 років. Освоєння людиною землі (промисли, сільськогосподарські, лісозаготівельні, транспортні підприємства, гірничі виробки тощо) складає 60 % поверхні суші. Дефіцит земельних угідь і скорочення площі лісів призвели до того, що запаси фітомаси за історичний період (особливо за останні століття) знизились більш ніж на одну чверть.

Глибокі зміни природного середовища під впливом господарської діяльності підбивають рівновагу, яка склалася за тривалий період його природного розвитку. У багатьох регіонах земної кулі подібні зміни призвели до забруднення середовища, зникнення багатьох видів рослин і тварин тощо.

Людство протягом усієї своєї історії неодноразово вступало в протиборство із силами природи, яке ставало причиною кризових ситуацій. Найтипівішими в минулому були продовольчі кризи.

Протягом тривалої і складної історії розвитку людського суспільства в різних районах земної кулі кризові ситуації виникали ще багато разів, але люди знаходили з них вихід, розробляючи нові способи виробництва, нові методи використання енергії, освоюючи нові види природних ресурсів.

Однак сучасна екологічна ситуація досить унікальна, оскільки значно збільшилась інтенсивність і змінилася сама суть впливу людини на природне середовище. Значне зростання населення планети тягне за собою низку проблем, уникнути яких неможливо. Вже сьогодні збільшення виробництва продуктів харчування на Землі зупинилося. Добрива і селекція себе вичерпали. У США зменшуються збори кукурудзи та інших зернових. Припинилося зростання врожаїв в Японії і в Китаї. Країни пострадянського простору продовжують безпрецедентні закупівлі зерна. Кардинально нових технологій для збільшення виробництва зернових культур наука не бачить.

Головний фундамент життя – ґрунти – всюди на Землі деградують, зменшуються за площею. Не менш драматична ситуація з водою. У посушливих зонах води не вистачає так само, як і хліба. Швидкими темпами винищуються ліси. Наприклад,

тропічні ліси зменшуються щосекунди на площу футбольного поля. За таких темпів у Південній Америці та Африці цих лісів не залишиться вже через 40 – 50 років. Знищення лісів призводить до ерозії ґрунтів, планетарних змін клімату, патологічних змін у рослинному і тваринному світі. Якщо на початку століття зникав один вид тварин за рік, то зараз один вид тварин зникає щодня. І цей процес прискорюється. В Європі під загрозою зникнення перебувають дві третини птахів, третина метеликів, більше половини рептилій і земноводних. Втративши сусідство з розмаїттям форм життя, людина багато чого втратить у собі самій, настане неминуча дегуманізація.

Глобальною є проблема відходів. У широкому розумінні відходи – це все те, чим людина засмічує планету в результаті господарювання, одержання енергії та всієї життєдіяльності. Це – вихлопні гази автомобілів, нечистоти промисловості і сільського господарства, побуту, дим і гази з труб. Лише вуглекислого газу в атмосферу щодня викидається 5 млрд т – по тонні на кожну людину. До відходів слід віднести і нафтові плями, згубні для життя океанів. На кожен квадратний кілометр океанської площі припадає 17 т різних відходів суші. Відходами є і важкі метали та отруйні речовини, які насичують ґрунт, повітря, воду і продукти. Відходи – це і паливо атомних електростанцій, надійно ховати які поки що не навчилися (а єдиний на території колишнього Союзу могильник радіоактивних відходів з атомних електростанцій в Краснодарському краї відмовився приймати відходи України).

Відходи – це пластики, що не розкладаються в землі (у воді їх ковтають морські тварини і від цього гинуть). Відходи – це хімікати, які потрапляють із звалищ у ґрунтові води. Велика тваринницька ферма отрує воду в річці приблизно так само, як місто із 100-тисячним населенням. Відходи – це і просто побутове сміття. Двадцять років тому звільнитися від тонни сміття коштувало в США 2 долари, зараз – 100.

Особливе занепокоєння викликає проблема, для якої не існує кордонів – глобальні зміни клімату. Викиди в атмосферу різних газів створюють парниковий ефект, знищують навколо планети озоновий шар. Наслідком цього є всесвітнє потепління – середня глобальна температура в північній півкулі за останні 100 років підвищилася на 0,5 °С. Якщо така тенденція збережеться,

найближчим часом почнеться танення льоду в Арктиці. У сукупності з іншими екологічними проблемами глобальне потепління може виявитися вирішальним для долі людства. Безсумнівним є зв'язок цих явищ з життєдіяльністю людини, і не зважати на них неможливо. Досвід показує, що закликів і побажань вчених, які краще за інших усвідомлюють, на краю якої прірви ми стоїмо, недостатньо. Необхідне пробудження громадських діячів, політиків, економістів, лікарів, технологів, зрештою – всіх людей. Усі життєві процеси в усіх державах треба розглядати насамперед з точки зору екології. Потрібне не просто екологічне мислення, треба всіма доступними засобами формувати екологічний світогляд.

Природокористування включає об'єктивно зумовлений процес залучення людиною природних ресурсів до виробничої і невиробничої діяльності, їх відтворення та охорону.

У сучасних умовах науково-технічного і соціального прогресу поняття природокористування стає дуже містким і не завжди однозначно розуміється. У Великій радянській енциклопедії природокористуванням називається сукупність впливів людини на географічну оболонку Землі, яка розглядається в комплексі (на відміну від галузевих понять – водокористування, землекористування, лісокористування тощо). Деякі автори розглядають природокористування як соціальний процес, інші – як соціально-економічний. Отже, термін «природокористування», адекватно відображаючи досить складний і багатогранний суспільно-природний процес в об'єктивній реальності, далеко не однозначний – він вживається, як мінімум, у п'яти основних значеннях:

1) людська діяльність щодо використання сил і ресурсів природи з метою виробництва матеріальних благ і різних послуг, тобто як загальний процес роботи. В такому розумінні природокористування рівнозначне поняттю «суспільне виробництво», а з урахуванням невиробничої сфери людської діяльності – навіть ширше за нього;

2) раціональне використання ресурсів і умов природного середовища, їх відтворення та охорона;

3) безпосереднє освоєння, експлуатація, відтворення та охорона природних ресурсів і умов конкретної території (району, окремої країни, групи країн, усього світу);

4) освоєння та експлуатація окремих видів природних ресурсів у локальному, регіональному і глобальному масштабах; у такому розумінні термін «природокористування» залежно від виду споживання природного ресурсу часто замінюється галузевими синонімами, без сумніву, вужчими за обсягом – водокористування, лісокористування, землекористування тощо;

5) синтетична прикладна наука, яка розробляє загальні принципи будь-якої діяльності, пов'язаної з користуванням природою.

Така диференціація досить відносна. В кожному окремому випадку вивчається один і той самий об'єкт – процес використання людиною сил і ресурсів природи, але з різних сторін і на різних рівнях галузевої, міжгалузевої і територіальної спільності. Серед перелічених значень терміна «природокористування» найширшим за обсягом є поняття, що відображає процес роботи (суспільне виробництво), найвужчим – освоєння та експлуатація окремого виду природного ресурсу в локальному масштабі.

Класифікація основних видів природокористування можлива з позицій тісно взаємопов'язаних галузевого, компонентного, функціонального (комплексного) підходів.

З галузевої системи народного господарства виділяють галузі природоспоживання (теплоенергетику, видобуток мінеральної сировини, лісоексплуатацію, металургію, вугленафтогазопереробку тощо), природокористування у вужчому розумінні (землеробство, тваринництво, гідро-, вітро-, геліоенергетику, транспорт, будівництво) і природовідтворення (рекультивацию і меліорацію земель, очищення та утилізацію відходів, регулювання стоків, перекидання вод, створення заповідників тощо). За найвищим ступенем узагальнення ці види можна об'єднати у поняття виробничого (промислового і сільськогосподарського) і невиробничого природокористування.

Функціональний підхід (комплексний) до класифікації природокористування передбачає виокремлення п'яти основних блоків найважливіших напрямів природокористування: ресурсоспоживання, конструктивного перетворення, відтворення природних ресурсів, охорони природних ресурсів, управління і моніторингу.

Компонентна класифікація видів природокористування базується на спільному використанні деякими сферами виробництва одного компонента природного середовища (наприклад води, повітря, ґрунту, лісу тощо), тобто на міжгалузевому споживанні природного ресурсу в рамках певної території. Основні види природокористування в цьому випадку відповідають головним структурним компонентам природного комплексу - водо-, лісо- і землекористуванню, використанню атмосфери, надр, тваринного світу. Не слід плутати поняття раціонального природокористування з охороною природи. Охорона природи - це розробка і здійснення заходів щодо її раціонального використання, які включають захист від надлишкових техногенних навантажень і негативних наслідків втручання людини, активне регулювання природних процесів, відтворення і поліпшення природного потенціалу ландшафтів.

Стратегічним напрямом природоохоронної діяльності мають стати більш повне і комплексне використання природних ресурсів, розробка і впровадження у виробництво маловідходних і безвідходних технологічних процесів, які дають можливість помітно скоротити або повністю виключити забруднення природного середовища і забезпечити глибшу переробку первинної сировини.

В окремих випадках використання природних ресурсів служить одним із способів їх охорони. Наприклад, санітарні вирубування сприяють підвищенню продуктивності лісів, правильно організований промисел звірів поліпшує їх популяцію.

Принцип єдності охорони природи та її раціонального використання – основний принцип у взаємовідносинах суспільства з природою. При цьому саме поняття охорони природи набуває ширшого змісту. В такому аспекті охорона природи є необхідною умовою використання її ресурсів і служить підтримуванию динамічної рівноваги між використанням природних ресурсів, з одного боку, і відтвореними можливостями природи – з іншого, що є особливо важливим за високої технічної оснащеності сучасного виробництва.

Національна екомережа є частиною Всеєвропейської екомережі, що реалізує на практиці впровадження Всеєвропейської стратегії збереження біотичного та

ландшафтного різноманіття в рамках процесу «Навколишнє середовище для Європи», а також Європейської ландшафтно-конвенції, підписаної від імені України Міністром охорони навколишнього природного середовища С. Поляковим 17 червня 2004 року. Ухвалення Закону продовжує формувати загальноправове поле щодо розвитку екомережі, розпочате прийняттям у 2000 році державної програми формування національної екомережі України.

За дорученням Кабінету Міністрів України, Департаментом біотичних, водних, земельних ресурсів та екомережі Мінприроди України розробляється план заходів, спрямованих на реалізацію Закону України про екомережу; разом з іншими центральними органами виконавчої влади ведеться розроблення наукових, фінансових, методичних та контрольних механізмів для ефективного виконання закону. Йдеться про створення таких умов для екомережі, щоб суспільство, всі громадяни відчули необхідність і вигідність її створення, прагнули мати причетність до неї. Мова про те, щоб екомережа стала практичною справою кожного, стала живим елементом національної ідеї, великою справою України, її шансом на здорове, комфортне майбутнє.

В основу формування державної екологічної політики покладено принцип, згідно з яким екологічна безпека стає важливим елементом і складовою національної безпеки держави.

Положення, яке розвиває цей принцип, було закріплено Конституцією України («Кожен має право на безпечне для життя і здоров'я довкілля та на відшкодування завданої порушенням цього права шкоди. Кожному гарантується право вільного доступу до інформації про стан довкілля, про якість харчових продуктів і предметів побуту, а також право на її поширення. Така інформація ніким не може бути засекречена» ст. 50) і цілою низкою законів і документів.

Розроблені Міністерством охорони навколишнього природного середовища та ядерної безпеки України Концепція і «Основні напрямки державної екологічної політики України в галузі охорони навколишнього природного середовища, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки» визначили мету, пріоритетні завдання, механізми їх реалізації та напрямки гармонізації екологічної політики України з європейським екологічним процесом.

Мета природоохоронної діяльності полягає в досягненні оптимального балансу між шкідливими для навколишнього середовища наслідками, які супроводжують розвиток суспільства, і потенційними можливостями природних ресурсів до самовідтворення.

Найбільший «внесок» у забруднення навколишнього середовища здійснюють теплові електростанції, металургійні і хімічні заводи. На частку теплових електростанцій припадає 35 % сумарного забруднення води і 46 % повітря. Вони викидають сполуки сірки, вуглецю та азоту, споживають велику кількість води. Стічні води теплових електростанцій забруднені і мають високу температуру, що стає причиною не тільки хімічного, а й теплового забруднення.

Металургійні підприємства відрізняються високим споживанням ресурсів і великою кількістю відходів, серед яких – пил, оксид вуглецю, сірчаний газ, коксовий газ, фенол, сірководень, вуглеводні. Металургійна промисловість споживає багато води, яка забруднюється в процесі виробництва [4].

Різними видами виробництва характеризується хімічна промисловість. Найбільш небезпечними є виробництво аміаку, кислот, амлінових фарб, фосфорних добрив, хлору, пестицидів, синтетичного каучуку, каустичної соди, ртуті, карбїду кальцію, фтору.

Сильно забруднюють атмосферу автомобілі. Автомобільний транспорт дає 70–90 % забруднень у містах. Якщо врахувати, що в містах мешкає більше половини населення Землі, то стане зрозумілим вирішальне значення автотранспорту щодо безпосереднього впливу на людину.

У вихлопних газах автомобілів переважають оксид вуглецю, діоксид азоту, свинець, токсичні вуглеводні. Взаємодія вуглеводнів та оксидів азоту при високій температурі призводить до утворення озону (O_3). Якщо в шарі атмосфери на висоті 25 км досить високий вміст озону необхідний для захисту органічного життя від надмірного ультрафіолетового випромінювання, то біля земної поверхні підвищений вміст озону викликає пригнічення рослинності, подразнення дихальних шляхів та ураження легень.

Значне забруднення спричинює целюлозно-паперова промисловість. За об'єктом забруднених стоків вона посідає

перше місце (більше 15 %). У стічних водах підприємств цієї промисловості налічується більше 500 компонентів, причому гранично допустиму концентрацію визначено лише для 55. Велику небезпеку становлять сполуки сірки та хлору, розкрита органіка.

Джерелами забруднення є тваринницькі комплекси: в навколишнє середовище потрапляють гній, залишки силосу і кормових домішок, в яких досить часто містяться сальмонели та яйця гельмінтів.

Підприємства різних галузей істотно різняться між собою масштабами виробництва, обсягами викидів шкідливих речовин в атмосферу, скиданням стічних вод, твердих промислових відходів. Різний і хімічний склад викидів.

За специфікою впливу особливо розрізняються підприємства добувної та переробної промисловості.

Основний вплив, який чинять підприємства добувної промисловості, позначається у зміні цілісності масивів гірських порід, пов'язаній з проходкою гірських виробок і свердловин; порушенні земель, утворенні антропогенних форм рельєфу; зміні водного балансу території; запиленні атмосфери, пов'язаному з вибуховими роботами при відкритому видобутку; зміні всього ландшафту, утворенні так званих техногенних ландшафтів, що характеризуються майже повною відсутністю ґрунтового покриву, рослинності, мікроорганізмів.

При спільності впливу підприємств добувної промисловості на природний комплекс можна простежити і відмінності, що пояснюються способом видобутку (відкритий або закритий), технологією видобутку; видом видобувного ресурсу; природними особливостями території, де йде видобуток.

Можна простежити особливості впливу на прикладі окремих промислових підприємств і способів видобутку [2].

Підземний (шахтний) спосіб розробки застосовується переважно для родовищ корисних копалин, що залягають на великих (до 2000 м і більше) і середніх (100 – 600 м) глибинах. Підземний спосіб видобутку значно поширений у вугільній промисловості. Найбільш відчутним є наслідок шахтного видобутку – просідання земної поверхні, викликане вибіркою вугілля з нижчих товщ гірських порід. Складовані шахтні відходи утворюють терикони, які забруднюють атмосферу в результаті їх

цвітіння і самозаймання. Зростання глибини шахт і розширення підземних виробок збільшують обсяг твердих відходів.

Після вироблення вугілля, закриття шахт територія стає непридатною для будь-якої господарської діяльності через обрушені дрібні шахти і невисокі горби вугільних відвалів.

Відкритий (кар'єрний) спосіб видобутку застосовується в разі неглибокого залягання копалин від поверхні (до 120 – 150 м). Він вважається кращим, економічно більш ефективним, оскільки при ньому немає потреби в проведенні дорогих робіт з проходки, спорудження шахт; немає витрат, пов'язаних із забезпеченням безпеки робіт у шахтах, і т. д. Однак у вартість робіт, що проводяться відкритим способом, як правило, не включають витрати, пов'язані з ліквідацією екологічних наслідків від видобутку. Вартість відшкодування збитків, завданих природі, людині, може істотно перевищувати весь отриманий ефект від видобутку.

Для зіставлення ефективності відкритого і шахтного видобутку будь-яких корисних копалин необхідно у вартість видобутого ресурсу включити витрати на проведення рекультивації – комплексу інженерних, гірничотехнічних, меліоративних, лісовідновлювальних і інших видів робіт, пов'язаних з поверненням порушених земель у господарське використання.

Для підприємств переробної промисловості характерний значно більший вплив на стан атмосфери і поверхневих вод, ніж для добувної. Із загального обсягу промислових викидів в атмосферу на частку переробної промисловості припадає близько 80 %, а її частка в обсязі скидання стічних вод становить майже 90 %. Підприємства переробної промисловості утворюють кілька десятків галузей, які відрізняються не тільки технологічними особливостями, характером спеціалізації, призначенням продукції, що випускається, але і специфікою впливу на навколишнє середовище, яка визначається великою різноманітністю шкідливих елементів, які викидаються.

Серед галузей переробної промисловості за обсягом викидів можна виділити великотоннажні. У цю групу входять підприємства чорної і кольорової металургії, нафтопереробки, промисловості будівельних матеріалів. Саме підприємства цих

галузей дають до 80 % викидів в атмосферу всієї переробної промисловості.

Більше 80 % усіх стоків галузей переробної промисловості дають підприємства целюлозно-паперової, хімічної та нафтохімічної промисловості, машинобудування, чорної і кольорової металургії.

Сумарно відходи на підприємствах чорної металургії перевищують обсяг випуску чорних металів у 2 – 4 рази.

Специфічною особливістю підприємств галузей переробної промисловості є виробництво особливо небезпечних речовин, невідомих у природі, а також викиди багатьох токсичних сполук, що становлять особливу небезпеку для природи і людини. Серед величезного переліку токсичних речовин особливо виділяється група, що викликає глобальні зміни в атмосфері і становить загрозу для здоров'я і життя населення. До таких сполук відносять:

- хлорфторвуглеці – гази, широко використовувані на підприємствах з випуску холодильних установок, виробів в аерозольній упаковці. На сьогодні вважається, що саме хлорфторвуглеці є причиною виснаження і руйнування озонового шару;

- поліхлорбіфеніли (ПХБ), що мають високу хімічну, термічну і біологічну стійкість і здатність накопичуватися в екосистемах, трофічних ланцюгах, у жирових тканинах тварин;

- діоксини, що надходять у навколишнє середовище від підприємств з хлорним виробництвом, які випускають пестициди, целюлозно-паперову продукцію.

Кожне з підприємств переробної промисловості має свій набір небезпечних і специфічних елементів.

До специфічних видів забруднення підприємствами переробної промисловості можна віднести також промислові шуми, вібрацію, електромагнітне, теплове випромінювання.

Інтенсивний шум реєструється практично в усіх технологічних процесах машинобудівних підприємств, особливо виділяються ковальсько-пресове, штампувальне, ливарне виробництва, в яких рівні звукового тиску на робочих місцях перевищують допустимі навантаження на 10 – 30 дБ. Джерелом аеродинамічних і механічних шумів і вібрацій високих рівнів є вентиляційні системи, насоси, компресорні установки. Особливо

сильне шумове забруднення створюють групи промислових підприємств, розташованих у межах промислових зон міст.

Особливу групу серед переробних галузей складають підприємства прогресивних, високотехнологічних галузей – виробництво напівпровідників, елементної бази ЕОМ, мікроелектроніка – обсяги викидів яких незрівнянно малі в порівнянні з великотоннажними виробництвами, і тому їх іноді відносять до екологічно чистих. Однак це не зовсім так. Викиди цих виробництв характеризуються великою кількістю речовин, часто високотоксичних. Відходи виробництва напівпровідників і елементної бази для ЕОМ містять важкі метали, сполуки кремнію, германію, миш'яку. Вплив багатьох з речовин ще слабо вивчено.

При виробництві напівпровідників використовуються токсичні сполуки боранів, силанів та їх хлорпохідних, які можуть призводити до забруднення атмосфери.

На підприємствах високотехнологічних галузей проявляється не зовсім звичайний вплив на зайнятих у виробництві робітників. Виробничі приміщення зазначених підприємств потребують підвищеної чистоти, навіть стерильності. У працівників у таких умовах часто послаблюється імунітет до різних захворювань. Потрапляючи із стерильного виробництва в більш забруднене навколишнє середовище, працівники зазначених виробництв частіше хворіють.

Вирішення проблеми поліпшення, оздоровлення навколишнього середовища можливо на декількох рівнях - глобальному, що охоплює всю біосферу, і локальному, який розглядає конкретне джерело забруднення, невелику за розмірами територію. Одне з найважливіших положень екології: «думай глобально, вирішуй локально». Локальних рішень потребує будь-яке промислове підприємство, яке є суттєвим джерелом зміни природного середовища, впливу на здоров'я людини, на елементи виробничої інфраструктури – будівлі, комунікації, споруди.

Вирішення проблеми поліпшення екологічного стану території неможливо без проведення природоохоронних заходів на кожному конкретному підприємстві. Основна інформація, необхідна для прийняття рішень, має міститися в екологічному паспорті підприємства.

13.3. Екологічний паспорт підприємства

Екологічний паспорт підприємства має містити докладну інформацію про потужності та спеціалізацію виробництва, технічну оснащеність, про здобуту сировину та випущену продукцію. У широкій інформації, що стосується виробничої діяльності підприємства, необхідно виділити ту її частину, яка пов'язана з природоохоронними проблемами. Розглянемо далі основні блоки інформації.

Загальні відомості про підприємство. Найменування підприємства, підпорядкованість, галузева належність, місцезнаходження підприємства – відстань від міста, найближчі транспортні магістралі. Якщо цехи підприємства розташовані в різних населених пунктах, обов'язково вказується місцезнаходження кожного цеху [2].

Особливо потрібно виділити: географічне розташування підприємства – по відношенню до навколишньої території, різних господарських, природних об'єктів, житлових кварталів, майданчиків інших підприємств, земель сільськогосподарських підприємств, лісопаркових зон; наявність санітарно-захисної зони, її розміри, особливості господарського використання.

Характеристика промислового майданчика – займана площа, геолого-інженерні особливості території (основні складові ґрунти території, рівень ґрунтових вод).

Постійні і тимчасові водотоки на території майданчика або в безпосередній близькості від нього. Час і тривалість паводків, служби підприємства, що зазнають їхнього впливу. Метеорологічні умови (середні температури найхолоднішого і найтеплішого місяців, роза вітрів, середня швидкість вітру, число днів у році зі штилями). Домінуючий напрям вітрів. Вплив підприємства на найближчі об'єкти, розташовані з навітряної сторони.

Особливо вказується можливість появи аномальних природних явищ – ураганів, пилових бур, катастрофічних повеней і т. д.

Характеристики промислового майданчика, особливостей його природних компонентів дуже важливі, тому що в значній мірі впливають на характер поширення або накопичення викидів,

визначають гостроту екологічної ситуації. Наприклад, деякі промислові підприємства, розміщені в промзонах міст, викидають у напрямі прилеглих житлових кварталів шкідливі речовини протягом великої кількості днів у році.

Склад підприємства. Основні цехи, дільниці, підрозділи. Віковий склад устаткування. Промислове підприємство є складним утворенням, що налічує велику кількість як основних цехів, що відіграють важливу роль у реалізації технологічної схеми, так і допоміжних, які допомагають основному виробництву. Окремі підрозділи підприємства не однакові й за впливом на навколишнє середовище. Тому необхідно знати структуру підприємства, перелік основних цехів, дільниць, підрозділів із зазначенням їхньої спеціалізації, потужності. Такі цехи підприємства є основними технологічними джерелами забруднення середовища, визначають обсяг і специфіку викидів.

Прикладом складного промислового підприємства, кожен з цехів якого є по суті самостійним заводом, є металургійний комбінат повного металургійного циклу. Основні цехи – агломераційна фабрика, коксові батареї, доменний, сталеплавильний, прокатний, коксохімічний. У складі комбінату допоміжні цехи – енергетичний, транспортний та ін.

Основні викиди в атмосферу за технологічними процесами нафтопереробного заводу також досить суттєво різняться за елементами, що викидаються. При каталітичному крекінгу в складі викидів переважають оксиди сірки, оксиди азоту, вуглеводні, альдегіди, аміак. При каталітичному риформінгу можуть викидатися вуглеводні, аміак, сірководень; при вакуумній перегонці утворюються феноли.

Нерівнозначним є внесок окремих підрозділів і в забруднення водних джерел. Так, на металургійному комбінаті доменне виробництво є найбільшим забруднювачем водойм. Для однієї доменної печі середньої потужності обсяг стічних вод становить 2000 м³, для надпотужних печей – 6000 м³. Стічні води забруднюються частинками руди, коксу, вапняку і різних хімічних сполук – сульфатів, хлоридів, родонітів. Особливо небезпечні стічні води утворюються в прокатних цехах у процесі травлення - видалення окалини з поверхні металу шляхом обробки її кислотами. Ці води містять сірчану кислоту,

сірчаноокислий закис заліза, хлориди, сульфати, зважені речовини. Доменні цехи відрізняються також виходом твердих відходів – доменних шлаків і шлаків. На 1 т чавуну припадає від 0,4 до 0,65 т доменних шлаків. Склад їх різний – у них трапляється до 30 елементів, головним чином, у вигляді оксидів.

Віковим складом устаткування в значній мірі визначаються обсяги шкідливих речовин, що викидаються. Старе обладнання, як правило, є джерелом численних аварійних викидів. Особливу небезпеку становить обладнання, яке пропрацювало понад 20 років, воно вважається морально і фізично застарілим.

Технологічна схема виробництва основних видів продукції. Обрана технологічна схема виробництва впливає на обсяг і специфіку впливу викидів. Розглянемо це на прикладі виробництва целюлози, де існують два основних технологічних процеси: сульфатний і сульфітний. У зв'язку з відмінностями реагентів, що використовуються у виробництві, розрізняється і їх вплив на природу. При сульфатному способі забруднюється переважно повітряний басейн, при сульфітному – велика частина відходів надходить у водний басейн.

Головна функція у вирішенні природоохоронних проблем може належати обраній технології. Впровадження екологічно чистих, сприятливих технологій є пріоритетним напрямком у світовій господарській практиці.

Так, для зниження впливу гірських розробок застосовуються геотехнології. При геотехнологічних методах видобуток ведуть через свердловину за допомогою робочого реагенту – теплоносія, розчинника. Різновидом геотехнологічних методів є методи технічної мікробіології. Вони побудовані на здатності ряду видів мікроорганізмів у певних умовах переводити деякі мінеральні сполуки в розчинний стан. У світовій практиці метод бактеріального вилуговування використовують для вилучення урану з руд.

На металургійному підприємстві повного циклу при традиційній технології значна частина викидів припадає на коксохімічне, агломераційне, доменне виробництва, тобто виробництва, які забезпечують отримання чавуну в доменному процесі. Найбільш чистим є безкоксвий і бездоменний метод отримання заліза безпосереднім відновленням залізородних

концентратів воднем або конвертованим природним газом, при якому з технологічного ланцюга повністю усуваються доменна переробка, виробництво коксу і агломерату.

Крім скорочення викидів в атмосферу, з упровадженням нової технології вирішується проблема переробки шламів агломераційного, доменного і сталеплавильного виробництв.

При технології плазмової плавки металургійні процеси відбуваються при дуже високих температурах у спеціальних електропечах. Внаслідок герметичності печей викиду шкідливих речовин немає.

Основні види сировини, напівфабрикатів, палива, які споживаються підприємством. Існує пряма залежність між використаними сировиною та паливом і викидами різних шкідливих речовин. Знаючи родовище, з якого надійшло паливо або будь-який вид сировини, можна визначити набір можливих елементів, що викидаються в середовище. Тому екологічний паспорт підприємства має містити всі дані про постачальників сировини, палива, напівфабрикатів, наявність особливо небезпечних елементів.

Мінеральна частина твердого палива – вугілля горючих сланців – містить різні метали, висока токсичність яких робить їх небезпечними. Серед металів високотоксичними є марганець, ванадій, хром, свинець, ртуть, миш'як, кобальт, уран. Вміст цих елементів різниться за вугільними басейнами. Ряд родовищ містить радіоактивні елементи. Підвищеною є радіоактивність вугілля Кузбасу, Донбасу, Екібастуза.

Відомо, наприклад, що ступінь переходу фтору і ртуті в процесах згоряння в повітрі досягає 80 – 90 % від вмісту у вихідному паливі. Ступінь переходу в повітря легких форм свинцю, кадмію і хлору перевищує 50 %. Для миш'яку і нікелю ця величина складає близько 20 % [27].

Особливості впливу підприємства на навколишнє середовище. *Забруднення атмосфери* відбувається в результаті потрапляння в неї твердих, рідких і газоподібних речовин, що негативно впливають на навколишнє середовище або безпосередньо після хімічних змін в атмосфері, або в поєднанні з іншими речовинами. Загальний обсяг викидів за рік складається з надходжень в атмосферу промислових викидів, які можуть бути

безперервними, періодичними, залповими або миттєвими. Безперервні і періодичні визначаються технологічними особливостями виробництва і враховуються технологічним регламентом. Залпові викиди можливі при аваріях, вибухових роботах, при спалюванні відходів виробництва, які швидко горять. При миттєвих викидах забруднення викидаються за частки секунди, іноді на значну висоту.

За агрегатним станом забруднення поділяють на тверді, рідкі, газоподібні і змішані. У викидах промислових підприємств суцільною фазою є гази, а дисперсною – тверді частинки або краплі рідини. Газові викиди поділяються на організовані та неорганізовані. Організовані надходять в атмосферу через спеціально споруджені газоходи, труби і т. д., неорганізовані – в результаті порушення герметичності устаткування, незадовільної роботи обладнання зі відсмоктування газу.

При оцінці забруднення атмосфери важливо враховувати сумарний обсяг викидів у цілому по підприємству, а також структуру викидів з виділенням специфічних елементів за чотирма класами небезпеки (1-й клас – особливо небезпечні).

За масою викидів переважаючими речовинами є сполуки сірки, азоту, вуглецю, пил. Речовини, що надходять в атмосферу від різних промислових джерел, створюють так зване первинне забруднення. Після виходу з джерела забруднення речовини не залишаються в атмосфері в незмінному вигляді. Відбуваються фізичні зміни – переміщення і поширення в просторі, турбулентна дифузія, розведення і т. д., а також і хімічні зміни, реакції – окиснення, фотохімічні перетворення, в яких утворюються фотохімічні смоги. Сонячне випромінювання викликає в атмосфері хімічні реакції між різними забруднювальними речовинами і навколишнім середовищем.

Хімічні реакції з участю деяких газоподібних забруднювальних речовин, що призводять до утворення кислот або кислотних іонів, викликають підвищення кислотності опадів. Основною забруднювальною речовиною, що обумовлює цей процес, є діоксид сірки. В ході окиснення він перетворюється в сірчану кислоту і гідросульфати. Оксиди азоту дають азотну кислоту. Кислотні опади на 2/3 зумовлені діоксидом сірки, а на 1/3 – оксидами азоту. Найбільші за масштабами викиди діоксиду

сірки пов'язані з роботою теплових електростанцій. Кислотні дощі належать до однієї з глобальних екологічних проблем, вони є причиною закислення озер, у результаті чого риба в них не може відтворюватися та й просто вижити. Величезна шкода завдається вічнозеленим лісам – ялиновим, смерековим, сосновим. Кислотні дощі підсилюють корозію металевих конструкцій, механізмів, устаткування, а також руйнують будівлі та історичні пам'ятники.

Ступінь небезпеки різних забруднювачів виражається *показником гранично допустимої концентрації (ГДК)*. Це норматив вмісту шкідливої речовини, що не завдає при постійному впливі шкоди людині або компонентам навколишнього середовища.

При визначенні ГДК ураховується ступінь впливу на здоров'я людини, а також вплив на різні компоненти природи – рослинний і тваринний світ, мікроорганізми, ґрунт.

Для деяких особливо токсичних елементів, що мають канцерогенний ефект, ефект іонізуючого випромінювання, не існує нижніх порогів безпеки, а отже, і ГДК. Будь-яке перевищення ними звичних природних фонів небезпечно для живих організмів генетично, в ланцюзі поколінь.

Як критерій ГДК застосовують масову концентрацію в атмосфері в мікрокілограмах на метр.

Більш сильною може виявитися дія сполук окремих елементів, що виражається в ефекті сумації. Для підприємств різних галузей промисловості можуть бути свої елементи, що дають ефект сумації.

Гранично допустимий викид (ГДВ) – це викид шкідливої речовини в атмосферу, що встановлюється для кожного джерела забруднення атмосфери за умови, що приземна концентрація цих речовин не перевищить гранично допустиму концентрацію (ГДК).

При оцінюванні забруднення атмосфери важливим є період часу, протягом якого забруднювальні речовини зберігаються в ній. Наприклад, середній час перебування в атмосфері гелію – 10^7 років, азоту – 10^6 – 10^7 років, діоксиду вуглецю – 5–10 років, оксиду вуглецю – 0,2–0,5 року, оксиду азоту – 8–11 діб, діоксиду сірки – 2–4 доби.

Для визначення особливостей впливу підприємства на навколишнє середовище необхідно знати характер поширення викидів від джерел забруднення. Територія поширення викидів визначається кількома складовими – метеорологічною ситуацією, висотою заводської труби, специфікою речовин, що викидаються. Підприємства різних галузей з урахуванням цих умов мають різні радіуси поширення викидів: металургійні – понад 5 км, машинобудівні – до 5 км, підприємства харчової, легкої промисловості – 1–2 км.

Можна виокремити промислові підприємства, які мають особливо сильний вплив на забруднення атмосфери – це заводи з випуску чорних і кольорових металів, нафтопереробні та нафтохімічні, з випуску будівельних матеріалів, особливо цементу.

В Україні наявний високий рівень забруднення атмосферного повітря. За даними Мінстату України, щорічно загальний обсяг викидів шкідливих речовин в атмосферу складає 5,9 млн т, причому 4 млн т – від стаціонарних джерел забруднення та 1,9 млн т – від автотранспорту (нестаціонарних джерел).

Високий рівень забруднення повітря залишається в містах України, які розташовані переважно в Донецько-Придніпровському промисловому регіоні: Кривому Розі, Маріуполі, Донецьку, Запоріжжі, Дніпрі та ін.

Обсяг викидів забруднювальних речовин підприємств Донецько-Придніпровського регіону становить 81 % від загального обсягу викидів по країні. Ця величезна промислова зона є однією з найнебезпечніших для навколишнього середовища. Високий рівень забруднення атмосфери в цих містах зумовлений в основному підвищеним вмістом у повітрі специфічних шкідливих речовин, а також наявністю двоокису азоту і пилу.

Найбільше забруднюють повітря підприємства обробної промисловості (1488,0 тис. т), паливно-енергетичного комплексу (1376,5 тис. т), добувної промисловості (1047,0 тис. т). Негативно впливають на атмосферу викиди підприємств будівництва (46,9 тис. т) і сільського господарства (9,4 тис. т).

Найбільше викидів окислів азоту, діоксиду сірки та пилу дають стаціонарні джерела підприємств паливно-енергетичного комплексу – відповідно 56, 70 і 52 %. Викидів вуглеводнів і

легких органічних сполук – підприємства добувної промисловості – 74 %, а викидів оксиду вуглецю – підприємства обробної промисловості – 70 %.

У цілому, середньорічні концентрації специфічних шкідливих речовин у містах України, де велися спостереження, перевищували гранично допустимі концентрації з формальдегіду у 2,2 разу, бензапірену – в 1,8 разу, фенолу, двоокису азоту – в 1,3 разу. Вміст аміаку, фтористого водню та пилу був близьким до рівня гранично допустимої концентрації.

Якщо в цілому по Україні відбулося зменшення викидів шкідливих речовин на 9,6 млн т (в основному за рахунок падіння обсягів виробництва), то в Дніпропетровській, Запорізькій та інших областях ситуація залишається небезпечною.

Так, викиди твердих речовин стаціонарними джерелами забруднень щорічно складають 700 тис. т, газоподібних і рідких речовин – 3,2 млн т, у тому числі сірчистого ангідриду – 1,0 млн т, оксидів азоту – 0,3 млн т, оксиду вуглецю – 1,2 млн т.

Кількість забруднювальних речовин від рухомих джерел, свідчить, що автотранспорт сьогодні є одним з найбільших забруднювачів атмосфери в Україні. Ним щорічно викидається в атмосферу близько 1950 тис. т забруднювальних речовин, що становить 33 % від загального обсягу викидів по країні. Більше як 63 % свинцю, 54 % – оксидів вуглецю, 36 % – вуглеводнів і більше як 25 % оксидів азоту від загальної кількості цих речовин по країні потрапляють у повітря саме від автотранспорту.

У багатьох областях країни викиди автотранспорту є основними забруднювачами повітря. Так, у Закарпатській області викиди автотранспорту складають 81 % від загального обсягу викидів по області, в Житомирській – 80 %, Одеській – 80 %, Волинській – 74 %, Чернівецькій – 88 %, Чернігівській – 69 %, Тернопільській – 78 %, у Сумській – 68 %, Миколаївській – 79 %, Хмельницькій – 74 %.

Другий напрямок впливу промислового виробництва – *забруднення водних джерел* – поверхневих і підземних вод.

Вода в промисловому виробництві виконує різні функції: використовується для охолодження рідких і газоподібних продуктів у теплообмінних апаратах; для розчинення і утворення пульп при збагаченні і переробці руд; для промивання

газоподібних, рідких і твердих продуктів і виробів. У промисловості від 65 до 80 % води витрачається на охолодження. Якщо вода використовується як охолоджувач, вона практично не забруднюється, а лише нагрівається. Технологічна вода контактує з продуктами і виробами і тому забруднюється, утворюючи стічні води. Кількісний та якісний склад виробничих стічних вод різноманітний і залежить від галузі промисловості, її технологічних процесів. Виробничі стічні води поділяють на дві основні групи:

- ті, що містять неорганічні домішки, в тому числі токсичні і з наявністю отрут. До цієї групи належать стічні води содових, сульфатних, азотно-тукових заводів і інших підприємств основної хімії, а також гірничо-збагачувальних фабрик. У стічних водах цих підприємств містяться кислоти, луги, іони важких металів, стічні води цієї групи в основному змінюють фізичні властивості води;

- стічні води другої групи скидаються нафтопереробними, нафтохімічними заводами, підприємствами органічного синтезу, коксохімічними і рядом інших. У цих стоках містяться нафтопродукти, аміак, альдегіди, смоли, феноли та інші шкідливі речовини. Небезпечний вплив стічних вод цієї групи полягає, головним чином, в окисних процесах, внаслідок чого зменшується вміст у воді кисню, збільшується біохімічна потреба в ньому, погіршуються органолептичні показники води. Зменшення кількості забруднених стічних вод може відбуватися при впровадженні безводних технологічних процесів. Сьогодні в більшості застосовуваних технологій питома витрата води на одиницю виробленої продукції ще велика. Основним шляхом зменшення водоспоживання є створення оборотних і замкнутих систем.

До галузей, що є джерелами забруднення поверхневих вод, належить і машинобудування. Основними видами забруднення є механічні суспензії – пісок, окалина, металева стружка. Виділяються високою токсичністю стічні води травильних відділень і гальванічних цехів. Травильний розчин при травленні сталевих заготовок складається із сірчаної і соляної кислот. Концентрація їх у свіжому травильному розчині становить 15–20 %, а в обробленому – 4–5 %. У стічних водах, що утворюються

при травленні кольорових металів і їх сплавів, містяться, крім залишків кислот, також метали з протравлених заготовок. У стічних водах гальванічних цехів можуть бути ціаністі сполуки та сполуки, що містять хром. Для оцінки рівня забруднення стічних вод існує кілька екологічних нормативів, як і для повітря, показники гранично допустимої концентрації (ГДК), які розраховані для багатьох речовин.

Стічні води характеризуються величиною БПК і ХПК. БПК – це біологічна потреба в кисні, або кількість кисню, використаного при біохімічних процесах окиснення органічних речовин за певний проміжок часу (2, 5, 10, 20 діб) у міліграмах O_2 на 1 мг речовини. ХПК - хімічна потреба в кисні, тобто кількість кисню, еквівалентна кількості витраченого окислювача, необхідного для окислення всіх відновників, що містяться у воді. ХПК також визначають в мг O_2 на 1 мг речовини.

Водні об'єкти України забруднені переважно нафтопродуктами, фенолами, органічними речовинами, сполуками азоту і важкими металами. Згідно з даними Мінводгоспу, середньорічний вміст основних забруднювальних речовин у воді багатьох річок перевищує гранично допустимі концентрації.

Більшість приток Дніпра забруднені переважно амонійним і нітратним азотом, нафтопродуктами, фенолами, сполуками важких металів. Найбільш забруднені річки – Горинь, Десна, Сула, Тетерів, Ворскла, Унава, Самара, Інгулець. Вміст основних забруднювальних речовин у цих річках становить відповідно азоту амонійного та нітратного – 1–9 ГДК, нафтопродуктів – 1–7 ГДК, фенолу – 1–10 ГДК, з'єднаннях міді – 1–39 ГДК, цинку – 1–26 ГДК.

Випадки високого забруднення спостерігалися на річках Сіверського Дінця (Сіверський Донець, Уди, Казенний Торець, Бахмут, Лугань, Біленька), Дністра (Дністер, Тисьмениця, Опір, Стрий), річках Приазов'я (Кальміус, Кальчик, Булавин, Молочна), басейнів Західного Бугу (Західний Буг, Полтва, Луга), Дунаю (Дунай, Латориця, Віча), на Південному Бузі, в Київському і Канівському водосховищах.

Основними забруднювальними компонентами Чорного і Азовського морів є нафтопродукти, феноли, хлорорганічні пестициди, сполуки азоту, фосфор. На рівень забруднення

морських вод суттєво вплинули аварійні виливи із суден, постійне скидання в море сільськогосподарських і промислово-побутових стоків. Останніми роками намітилася тенденція до зниження надходження забруднювальних речовин у моря внаслідок поліпшення якості очищення стічних вод і зниження обсягів скидання.

У поверхневій воді з промислових об'єктів скинуто 1972,5 тис. т забруднювальних речовин, з об'єктів житлово-комунального господарства – 1115,8 тис. т, сільського господарства – 151 тис. т. У річки потрапило десятки тонн натрію, магнію, кальцію, міді, карбаміду, фтору, марганцю, хрому, алюмінію, метанолу, свинцю тощо.

Значного техногенного впливу зазнають і підземні води. У долинах Сіверського Дінця, річок Західного Донбасу, Кривбасу, Прикарпаття і ін. зафіксовано понад двісті осередків стійкого забруднення водних горизонтів, тобто 6 % розвіданих запасів підземних вод. Близько 24 % опинилися під загрозою якісного виснаження.

Не відповідає усім вимогам і використання водних ресурсів. Безповоротне водопостачання в цілому в Україні становить 6946 млн м³ або 36 % від забраної води.

Основна причина зменшення обсягу забору і використання води – спад виробничої діяльності в Україні. Серед інших факторів, які мали вплив на їх зменшення, було введення в країні плати за спеціальне використання прісних водних ресурсів.

Щорічно на господарсько-питні потреби використовують 3311 млн м³, на виробничі – 6957 млн м³, на зрошення – 2168 млн м³, на сільськогосподарське водопостачання – 635,4 млн м³.

Забруднення ґрунтів України. Значної екологічної шкоди зазнали ґрунти внаслідок їх забруднення викидами промисловості, невмілого або надмірного використання в аграрному секторі засобів хімізації, а також забруднення значних площ внаслідок аварії на ЧАЕС.

До 20 % забруднених земель міських, приміських та індустріальних районів перебувають у кризовому стані. Спостерігається подальше окиснення ґрунтів, зменшення рухомого фосфору і обмінного калію. Зменшення площі

зрошення, сучасна технічна структура зрошувальних і осушувальних систем, значні площі підтоплених зрошуваних земель, кислих і зарослих чагарниками осушених земель тощо призвели до зниження загальної врожайності сільськогосподарських культур відносно її проектного рівня на 30–40 % на зрошуваних і на 15–37 % на осушених землях. У зв'язку з відсутністю фінансування в більшості регіонів припинено виконання комплексу протиерозійних заходів, зокрема агротехнічних, щодо захисту ґрунтів від водної та вітрової ерозії.

Після аварії на ЧАЕС площі забруднених територій в Україні значно збільшилися. Радіонуклідами уражено 8,4 млн га земель, у тому числі 3,5 млн га орних земель, близько 400 тис. га природних кормових угідь і понад 3 млн га лісів. З землекористування вилучено 119 тис. га сільськогосподарських угідь, у тому числі 65 тис. га ріллі.

Забруднення ґрунтів різними токсичними сполуками свідчить, що заборона використання персистентних високотоксичних пестицидів, особливо групи хлорорганічних сполук, сприяла зменшенню не тільки частоти виявлення їх залишків до декількох процентів, а й зниження абсолютних концентрацій до рівнів, які не перевищують ГДК у ґрунті і рослинній продукції. Спостерігалось також істотне зниження забруднення овочевої продукції нітратами. Так, кількість проб основних видів овочів (картопля, капуста, морква, огірки і буряки) з перевищенням ГДК становила в середньому 1–2 %.

Забруднювальні речовини, які потрапляють в атмосферу, осідають на ґрунтах у радіусі до 5 км від джерела забруднення. Практично всюди в містах джерелом забруднення ґрунтів важкими металами виступають підприємства чорної і кольорової металургії, легкої промисловості, ТЕЦ.

Для оцінки ступеня забруднення ґрунтів важкими металами використовувалися гранично допустимі концентрації для свинцю, марганцю, нікелю. Вміст таких важких металів, як мідь, цинк, кадмій оцінювався за фоновими показниками. Фоновий рівень вмісту важких металів є сумою природного вмісту важких металів з тією домішкою металів техногенного походження, які перенесені від постійного джерела забруднення в навколишнє середовище.

Так, у ґрунтах Київської області в усіх обстежених районах виявлено підвищений вміст свинцю 1,0–1,5 ГДК, а вміст цинку в Бориспільському районі у 2,2 разу перевищує фоновий рівень. Інших токсикантів у ґрунтах не виявлено.

Забруднення природного середовища зумовлено насамперед відходами промислових, сільськогосподарських і побутових об'єктів. Тверді відходи, до яких належать металургійні шлаки, відходи збагачення корисних копалин, звалища побутового сміття, розташовують часто на сільськогосподарських угіддях. Вони є джерелами токсичних речовин і елементів, які потрапляють в атмосферу, ґрунти, поверхневі і підземні води, завдаючи їм непоправної шкоди.

Проблема твердих відходів. Загальний обсяг токсичних відходів сягає 4,2 млрд т. Основними джерелами утворення відходів в Україні залишаються підприємства гірничопромислового, хіміко-металургійного, машинобудівного, паливно-енергетичного, будівельного, целюлозно-паперового та агропромислового комплексів. Продовжується накопичення золи та золошлакових відходів, основними джерелами яких є теплові електростанції. Рівень використання цих відходів залишається низьким.

У містах і селищах міського типу щороку нагромаджується близько 40 млн м³ сміття, яке знешкоджується на майже 700 міських звалищах, з яких близько 80 % експлуатується без дотримання запобіжних заходів проти забруднення підземних вод і повітряного басейну, та 4 сміттєспалювальних заводах, технологічне обладнання яких не відповідає сучасним екологічним вимогам.

Забезпечення безпеки населення і навколишнього середовища в умовах господарської діяльності - складна соціально-економічна проблема, вирішення якої залежить від характеру взаємодії економічних, соціальних, екологічних і демографічних факторів, які визначають розвиток як окремих держав, так і цивілізації в цілому.

З одного боку, сучасне суспільство не може задовольнити свої матеріальні і духовні потреби (тобто свою безпеку в соціально-економічній сфері) без збільшення масштабів суспільного виробництва, яке супроводжується зростанням техногенного впливу на біосферу. А з іншого боку, воно змушене

оберігати біосферу (тобто забезпечувати свою екологічну безпеку), оскільки від неї залежить і ефективність виробництва, і комфортність умов життя людей, їхнього здоров'я і сама можливість існування людини і життя на Землі.

У промисловому виробництві України налічується 1848 хімічно небезпечних об'єктів, які зберігають, виробляють або використовують близько 273 тис. тонн різноманітних сильнодійних отруйних речовин. У народному господарстві України діє понад 1200 вибухо- і пожежонебезпечних об'єктів, де зосереджено понад 13,6 млн т твердих і рідких вибухо- та пожежонебезпечних речовин.

Енергонасиченість сучасних промислових об'єктів стала колосальною – типовий нафтопереробний завод потужністю 10–15 млн т/рік зосереджує на своєму промисловому майданчику від 300 до 500 тис. т вуглеводного палива, енергоємність якого еквівалентна 3–5 мегатоннам тротилу. Постійно інтенсифікуються технології – такі параметри, як температура, тиск, вміст небезпечних речовин зростають і наближаються до критичних. Зростають одиничні потужності апаратів, кількість небезпечних сполук, які в них містяться. Номенклатура продукції хімічних підприємств з передовою технологією, яка забезпечує комплексну переробку сировини, складається з тисяч позицій, причому багато з продуктів виробництва надзвичайно токсичні. Економічна вигода кластеризації промислових підприємств призводить до створення індустріальних комплексів з вузлами енергорозподілу, тепло- і газозабезпечення, транспортних магістралей, що, як правило, розташовуються в населених місцях.

Таким чином, розвиток техносфери, спрямований на підвищення матеріального рівня життя, одночасно призводить до появи тих чи інших видів техногенної небезпеки як для здоров'я людини, так і для навколишнього середовища.

Шкідливий вплив промислових викидів на рослинність і ґрунти проявляється зазвичай у вигляді хронічних пошкоджень деревини малими концентраціями кількох забруднювальних речовин. Найбільш сильного збитку завдають викиди пилових частинок, діоксиду сірки, фтору. В радіусі 1 км від джерел викидів відбувається зниження продуктивності лісу на 30–50 %. Деревина абсолютно не можуть рости в безпосередній близькості від великих джерел викиду, вони зазвичай сохнуть і гинуть.

Забруднення атмосфери промисловими викидами призводить до забруднення і руйнування ґрунтового шару. Ступінь пошкодження сільськогосподарських культур – у зоні 2 км від підприємства відбувається зниження врожайності від 15 до 30 % внаслідок впливу викидів діоксиду сірки. Рослини мають здатність накопичувати велику кількість фтору, особливо в зеленій масі. Може бути зафіксовано 100-кратне збільшення вмісту фтору в рослинах, наприклад, у зоні, прилеглій до алюмінієвого заводу. Урожайність сільськогосподарських культур у безпосередній близькості від джерел викидів може бути настільки обмеженою, що їх вирощування стає недоцільним (у безпосередній близькості від джерела відбувається зниження врожайності кукурудзи на 60 %, конюшини – до 50 %, ячменю – до 37 %).

Вплив на здоров'я людини. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), несприятливий стан навколишнього середовища є причиною приблизно 20 % захворюваності населення (медико-генетичний фактор – 20 %, спосіб життя і якість харчування – 50 %, рівень розвитку охорони здоров'я – 10 %). При оцінці впливу особлива увага має приділятися небезпечним елементам, що викликають професійні захворювання, а також впливають на можливе погіршення здоров'я населення прилеглих територій.

Очисні і природоохоронні споруди підприємства. Пом'якшити вплив виробництва на навколишнє середовище, істотно знизити обсяг надходження шкідливих речовин в порівнянні з технологічними нормативами можна за допомогою спеціальної техніки для захисту середовища. Паспорт має містити дані про основні види очисного обладнання, застосовувані способи і ступінь очищення шкідливих викидів.

Штрафи підприємства за забруднення середовища. Природоохоронними органами країни встановлено розміри штрафів за викид підприємством від стаціонарних та пересувних джерел забруднення. Розміри плати залежать від обсягу викидів і ступеня токсичності елементів. Для підприємства встановлюються нормативи впливу – ГДВ, ГДС (гранично допустимі скиди), норми розміщення відходів і навантаження на навколишнє середовище.

Питання для самоконтролю

1. Назвіть екологічні фактори виробництва.
2. Який вплив може здійснювати виробництво на навколишнє середовище?
3. Назвіть особливості забруднення водних ресурсів.
4. Назвіть особливості забруднення атмосфери.
5. Назвіть особливості забруднення ґрунту.
6. Які шляхи покращення екологічної ситуації Вам відомі?
7. Що таке екологічний паспорт підприємства?
8. Що входить до складу екологічного паспорта підприємства?

Бібліографічний список

1. Богуслаєв В. О., Ципак В. І., Яценко В. К. Основи технології машинобудування: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів. Запоріжжя : Мотор Січ, 2003. 336 с.
2. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування: навч. посіб. Львів : Магнолія 2006, 2007. 500 с.
3. Борейко В. І. Вплив змін у промисловому комплексі на розвиток економіки України. *Наукові записки Національного університету «Острозька академія». Серія «Економіка»* : зб. наук. праць / ред. кол. : І. Д. Пасічник, О. І. Дем'янчук. Острог : Вид-во Національного університету «Острозька академія», 2014. Вип. 25. С. 4–8.
4. Васильєва Н. Ф., Кавура В. Л. Машинобудування як матеріально-технічна основа неоіндустріальної економіки України. *Економіка промисловості*. 2014. № 4 (68). С. 88–96.
5. Волчок І. П., Плескач В. М., Шестаков І. А. Сучасні виробничі технології у машинобудуванні та металургії: навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, Дике поле, 2006. 360 с.
6. Економіка й організація інноваційної діяльності: підручник / О. І. Волков, М. П. Денисенко, А. П. Гречан та ін.; за ред. проф. О. І. Волкова, проф. М. П. Денисенка. Вид. 3-є. Київ: Центр учбової літератури, 2007. 662 с.
7. Дикань В. Л., Заєць Г. П. Промислово-логістична система як основа забезпечення ефективної діяльності підприємств машинобудування. Адаптаційно-інтеграційні механізми управління інноваційними процесами в економіці: кол. моногр. за ред. д-ра екон. наук, проф. В. В. Прохорової. Харків: Вид-во Іванченка І. С., 2019. С. 122-131.
8. Дикань В. Л., Єлагін Ю. В., Сухорукова Т. Г. Економіка праці на підприємствах залізничного транспорту: підручник. Харків: УкрДАЗТ, 2012. 275 с.
9. Дикань В. Л., Зубенко В. О. Забезпечення ефективності інноваційної діяльності підприємств залізничного транспорту: монографія. Харків: УкрДАЗТ, 2008. 194 с.
10. Забезпечення конкурентоспроможності підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Т. Боровик, О. М. Полякова, Ю. М. Уткіна. Харків : УкрДАЗТ, 2012. 415 с.

11. Дикань В. Л., Маслова В. О. Організація виробництва: підручник. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 422 с.
12. Економіка і організація інноваційної діяльності на залізничному транспорті: навч. посіб. / В. Л. Дикань, О. Г. Кірдіна, І. Л. Назаренко, Ю. М. Уткіна. Харків: УкрДУЗТ, 2014. 225 с.
13. Ілляшенко С. М. Інноваційний менеджмент: підручник. Суми: ВТД — Університетська книга, 2010. 334 с.
14. Калабухін Ю. Є., Зоріна О. І., Каменева Н. М. Методологія визначення вартості життєвого циклу в контексті оцінки інноваційно-інвестиційних проектів тягового рухомого складу залізниць України. Випереджаючий інноваційний розвиток: теорія, методика, практика: монографія. Суми: Тритотрія, 2018. С. 395-404.
15. Каличева Н. Є. Вплив інформаційних технологій на ефективність функціонування вітчизняної транспортно-логістичної системи в сучасних умовах. Актуальні проблеми та напрями розвитку потенціалу соціально-економічних систем в умовах конкуренції: монографія / за заг. ред. д-ра екон. наук, проф. Л. Л. Калініченко. Харків : ФОП Панов А. М., Вид-во ТОВ «В справі», 2017. С. 201-210.
16. Каличева Н. Є., Масан В. В., Старцев Д. С. Вплив техніко-технологічних інновацій на ефективний розвиток підприємства. Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія «Економіка і управління». Київ, 2018. Т. 29 (68). № 5. С. 51–54.
17. Каличева Н. Є., Маслова В. О. Логістичні підходи, як основа раціональної організації виробничого процесу на підприємстві. *Вісник економіки транспорту і промисловості*: зб. наук. праць УкрДАЗТ. Харків: УкрДАЗТ, 2014. № 47. С. 83 – 86.
18. Каличева Н. Є. Принципи еколого-економічної оцінки виробничого процесу на підприємстві. *Науковий огляд*. Київ: ТОВ «Меганом», 2013. Вип. 1. С. 25–28.
19. Каличева Н. Є. Проблеми та перспективи розвитку економіки України в сучасній світовій економічній системі. *Наука й економіка* : науково-теоретичний журнал Хмельницького економічного університету. Хмельницький: ПВНЗ «Хмельницький економічний університет», 2015. Вип. 4 (40). С. 117–120.

20. Кириченко Л. С., Мережко Н. В. Основи стандартизації, метрології, управління якістю : навч. посіб. Київ: Київ. нац. торг-екон. ун-т, 2011. 446 с.
21. Краснокутська Н. В. Інноваційний менеджмент: навч. посіб. Київ: КНЕУ, 2003. 504 с.
22. Маслова В. А., Шраменко Е. В. Приоритетные направления инвестиций на усовершенствование технико-технологической базы в условиях ограниченных финансовых ресурсов. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2015. № 52. С. 132–136.
23. Маслова В. О., Каличева Н. Є. Обґрунтування пропозицій спрямованих на покращення стану основних фондів залізничного транспорту. *Scientific journal «Innovative solutions in modern science»*. 2016. № 3(3). С. 3-13.
24. Маслова В. О., Шраменко О. В., Сапронов В. М. Забезпечення ефективності управління інноваційним розвитком підприємств залізничного транспорту: функціональний аспект. *Вісник економіки транспорту і промисловості*. 2017. № 60. С. 245–251.
25. Несененко П. П., Артеменко О.А. Патлатой О. Є. Сучасні економічні теорії: навч. посіб. Одеса : ОНЕУ, 2017. 326 с.
26. Прохорова В. В., Давидова О. Ю. Організація виробництва: навч. посіб. Харків: Вид-во Іванченка І. С., 2018. 275 с.
27. Чумак М. Г. Матеріали та технологія машинобудування: підручник. Київ: Либідь, 2000. 368 с.
28. Цигилик І. І., Мозіль О. І., Кірдякіна Н. В. Економіка й організація виробництва: навч. посіб. Київ: Центр навчальної літератури, 2009. 176 с
29. Дикань В. Л., Калабухин Ю. Е., Мельник В. А. Технология машиностроения: учеб. пособ. Харьков: ООО «Олант», 2005. 160 с.
30. Дикань В. Л., Шраменко Е. В., Якименко Н. В. Экономика предприятия: учебник. Харьков: УкрГАЗТ, 2012. 278 с.

ТЕРМІНОЛОГІЯ, ЩО ЗАСТОСОВУЄТЬСЯ ПРИ ВИВЧЕННІ КУРСУ

I Метали та їх сплави. Механічні, технологічні і фізичні властивості металів

Пластичність – в'язка серцевина металу.

Крихкість – недостатня в'язкість серцевини.

Тертя – круговий або поступальний рух двох металевих виробів.

Знос – видалення частинок металу при терті.

Оброблюваність – визначення оптимальних кутів α і γ заточування передньої і задньої грані різця.

Прожарюваність – глибина проникнення загартованої зони, тобто це відстань від поверхні до напівмартенситної структури.

Зварюваність – найбільший час, при якому на зварюваних зразках при випробуванні починають утворюватися гарячі тріщини.

Корозія – руйнування металу під впливом кислот, лугів, оксидів.

Стійкість - визначається швидкістю руйнування металу від корозії, вимірюється руйнування в міліметрах за рік за 10-бальною шкалою.

Хіманаліз – визначення процента вмісту вуглецю та інших домішок у сталі, чавуні, сплавах методом спалення зразків до утворення газу.

Спектральний аналіз – визначення процента вмісту вуглецю та інших домішок за довжиною хвилі елементів розплаву.

Дефектоскопія – метод визначення сторонніх включень у металі магнітним полем.

Рентгено- та гамма-дефектоскопія – визначення часу, тріщин, усадки за допомогою рентгенівського і гамма-променів.

Сталь – сплав заліза з вуглецем; марка сталі визначається вмістом у ній вуглецю.

Діаграма сплаву – визначає зони фериту, цементиту, аустеніту, мартенситу та інших елементів у марці сталі.

Якості металу – визначення дефектів сталі (волосовини, усадки, свищі, бульбашки, пори) методом прокатки зливків.

Контроль якості – травлення зразків з метою визначення шкідливих домішок – сірки, фосфору та ін. елементів.

II Сталь

Вуглецева сталь – будівельна сталь звичайної якості.

Легована сталь – сталь із застосуванням хрому, нікелю, марганцю.

Конструкційна сталь – сталь, що має поліпшені властивості; застосовується в авіації, верстатобудуванні, автомобілебудуванні тощо.

Спеціальна сталь – сталь, що має властивості жароміцності, кислотостійкості, високоміцності, корозійностійкості властивостями.

Сортамент сталей – сталі різного перерізу (кругла, квадратна, кутова, таврова тощо).

III Чавун

Сірий чавун – чавун звичайної якості.

Білий чавун – чавун з підвищеною твердістю.

Вибілений чавун – високоміцний чавун.

Ковкий чавун – чавун, який піддається куванню.

IV Кольорові метали та сплави

Мідь та її сплави – мають корозійностійкість, електро- і теплопровідність.

Кадмій і його сплави – мають корозійностійкість.

Нікель і його сплави – мають корозійностійкість і пружність.

Свинець, олово і їх сплави – мають корозійностійкість і пластичність.

Цинк і його сплави – мають корозійностійкість і пластичність.

Алюміній і його сплави – мають високу корозійностійкість і теплопровідність.

V Технологія обробки металів різанням

Головний рух – обертання шпинделя і заготовки.

Рух подачі – переміщення інструменту по заготовці.

Інструмент врізання в метал – різець, свердло, фреза, довбач тощо.

Утворення стружки – зрізання із заготовки шару металу.

Стійкість і міцність інструменту – тривалість роботи інструменту, хв.

Нагрівання інструменту – викликається тертям інструменту і деталі.

Масильно-охолодні рідини (МОР) – застосовуються для відведення тепла.

Якість поверхні при обробці – класи чистоти обробки.

Обробка різцями – виконується на токарних, револьверних, розточувальних, карусельних, стругальних, довбальних верстатах.

Свердління – виконується на свердлильних, розточувальних та ін. верстатах.

Зенкування – виконується на свердлильних, розточувальних та ін. верстатах.

Розгортання – виконується на свердлильних, розточувальних, токарних та ін. верстатах.

Фрезерування – виконується на фрезерних, розточувальних та ін. верстатах.

Протягування – виконується на протяжних верстатах.

Різенарізування – виконується на свердлильних, токарних та ін. верстатах.

Зубонарізування – виконується на зубонарізних верстатах.

Шліфування – виконується на шліфувальних верстатах.

Доведення, хонінгування, суперфінішування, полірування – виконується на довідних, хонінгувальних, полірувальних та ін. верстатах і установках.

Точність обробки – ступінь відповідності виготовленої деталі заданим розмірам, формам тощо.

Пристрої верстатні – служать для установаження і закріплення заготовок під обробку.

Глибина різання – товщина шару металу, що знімається, мм.

Подача інструменту – переміщення інструменту за один оборот (подвійний хід) шпинделя (столу тощо), мм/об.

Швидкість різання – шлях переміщення інструменту за одиницю часу відносно заготовки.

Пластична деформація при різанні металу – зняття елементів відколу в стружку.

Геометрія інструменту – передній і задній кути заточування, бічні грані інструменту.

Сила різання – зусилля, що виникають у процесі обробки заготовки.

Режими різання – визначаються подачею, швидкістю і глибиною різання.

VI Інструменти при обробці металів різанням

Різці та їх типи – встановлюються на токарних, револьверних, розточувальних верстатах.

Свердла і їх типи – встановлюються на свердлильних, токарних та ін. верстатах.

Зенкери і їх типи – встановлюються на свердлильних, токарних та ін. верстатах.

Розгортки і їх типи – встановлюються на свердлильних, токарних та ін. верстатах.

Фрези і їх типи – встановлюються на фрезерних, розточувальних та ін. верстатах.

Протяжки, прошивки і їх типи – встановлюються на протяжних і прошивних верстатах.

Мітчики, плашки і їх типи – встановлюються на токарних, свердлильних, розточувальних та ін. верстатах і автоматах.

Головки зубонарізні – встановлюються на токарних і спеціальних верстатах.

Довбачі, гребінки – встановлюються на зубодовбальних і спеціальних верстатах.

Зубодовбальні головки і шевери – встановлюються на зубодовбальних і зубонарізних верстатах.

Шліфувальні круги і їх типи; алмазні олівці; шліфувальні стрічки; притири; паста гої; головки хонінгувальні; пасти шліфувальні та полірувальні – застосовуються на шліфувальних і

інших спеціальних верстатах, що забезпечують точність і якість деталі в процесі обробки.

VII Похибки при механічній обробці

Похибки при механічній обробці – фактори, що трапляються при обробці деталі і впливають на точність і якість оброблюваної деталі. Розрізняють: похибки схеми обробки; похибки настройки; похибки устанавлення і вивіряння деталі; похибки базування; похибки від недостатньої жорсткості системи ВПД (верстат – пристрій – інструмент – деталь); температурні деформації; внутрішня напруга.

VIII Типи виробництва

Типи виробництва – характеризуються продуктивністю, обсягами виробництва, ступенем механізації і автоматизації, новими технологіями, якістю та економічними показниками. Розрізняють: одиничний, дрібносерійний, серійний, великосерійний і масовий типи виробництва.

IX Металорізальні верстати

Універсальні токарні верстати – виконують обробку деталі різцями.

Токарно-револьверні одношпindelні – виконують обробку деталі різцями.

Токарські багатошпindelні пруткові автомати – виконують обробку деталі різцями.

Різні токарні верстати – виконують обробку деталі різцями.

Універсальні свердлильно-розточувальні; вертикально-свердлильні; радіальні; багатоцільові свердлильно-фрезерні; спеціальні верстати – виконують обробку свердлами, різцями, зенкерами, розгортками, фрезами та ін. інструментом.

Фрезерні верстати – виконують обробку деталі фрезами.

Протяжні верстати – виконують обробку деталі протяжками.

Зуборізні верстати – виконують обробку деталі фрезами модульними, довбачами.

Шліфувальні верстати – виконують обробку деталі шліфкругами, абразивом.

Довідні верстати – виконують обробку деталі хонами, притирами.

Спеціальні автомати і напівавтомати – виконують обробку деталі різним інструментом.

X Вимірювальний інструмент

Вимірювальний інструмент – призначений для вимірювання зовнішніх і внутрішніх поверхонь і кутових параметрів залежно від вимог креслення та іншої нормативної документації. До вимірювального інструменту належать: штангенциркулі; лінійки; пробки; скоби; дорни; штихмаси; мікрометри; мікроскопи; кутоміри; інші.

XI Поняття, пов'язані з фінансово-економічною діяльністю підприємства

Нова техніка, нові матеріали, передова технологія, винахідництво – використання досягнень науково-технічного прогресу в усіх напрямках діяльності підприємства.

Валова продукція - загальний обсяг випуску продукції.

Нормативно-чиста продукція – враховує витрати живої праці на одиницю продукції.

Собівартість – поточні витрати на виробництво і реалізацію продукції.

Прибуток – чистий дохід від господарської діяльності колективу.

Ціна – грошовий вираз вартості товару, показник її величини.

Основні фонди – будівлі, споруди, обладнання.

Оборотні фонди – грошові кошти, які використовуються для створення запасів сировини, матеріалів, палива тощо.

Фондовіддача – показник, що характеризує ефективність використання основних виробничих фондів.

Засоби виробництва – сукупність засобів праці і предметів праці.

Засоби праці – знаряддя праці (верстати, інструменти тощо).

Рентабельність – відношення прибутку до вартості основних фондів і нормованих оборотних коштів.

Продуктивні сили – засоби виробництва і люди.

Виробнича потужність – максимально можливий випуск продукції за рік (добу, зміну).

Маркетинг – діяльність підприємства, спрямована на вивчення ринку, пошук виробів для випуску.

Менеджмент – наука про управління виробничим процесом.

Заробітна плата (зарплата) – грошовий вираз оцінки праці у виробництві і управлінні.

Підручник

Дикань Володимир Леонідович,
Калабухін Юрій Євгенович,
Каличева Наталія Євгеніївна
та ін.

**ТЕХНОЛОГІЯ
МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Відповідальний за випуск Маслова В. О.

Редактор Буранова Н. В.

Підписано до друку 24.10.19 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 19,75. Тираж 500. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.