

ТЕМА 3.3. ПРОЕКТУВАННЯ І ВДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ

3.3.1. Виробничий процес і принципи його раціональної організації

Виробничий процес – це сукупність взаємозв'язаних процесів праці та природних явищ, в результаті яких початкова сировина та матеріали перетворюються на готову продукцію. Залежно від призначення продукції всі виробничі процеси розподіляються на основні, допоміжні та обслуговуючі.

Основні процеси – це технологічні процеси, що перетворюють сировину та матеріали на готову продукцію, на випуску якої спеціалізується підприємство. Під час їх виконання змінюються форми, розміри та внутрішня структура предмету праці, вигляд і якісна характеристика сировини. До основних процесів відносяться і природні процеси, що відбуваються під впливом сил природи без участі людини, але під її контролем.

Допоміжні процеси сприяють безперервному протіканню основних виробничих процесів. Отримана за їх допомогою продукція використовується на підприємстві для обслуговування основного виробництва. Наприклад, очищення, просушування та прокалювання зварювальних матеріалів, які використовуються для отримання з'єднань на машинобудівних підприємствах.

Обслуговуючі процеси покликані створювати умови для успішного виконання основних і допоміжних. До них належать між- і внутрішньоцехові транспортні операції, обслуговування робочих місць, складські операції, контроль якості продукції тощо.

Визначальну роль на підприємстві відіграють основні процеси виробництва, але їх нормальне функціонування можливе лише за чіткої організації всіх допоміжних і обслуговуючих процесів.

Виробничі процеси підприємства є досить складними і зазвичай поділяються на стадії, фази. Такими фазами на машинобудівних підприємствах є: заготовчі, оброблювальні, складальні. Кожна фаза складається з часткових процесів, що характеризуються певною закінченістю етапу виробництва продукції.

Часткові процеси розподіляють на технологічні операції, які є частиною технологічного процесу та виконуються робітниками або групою робітників на одному робочому місці на незмінних предметах праці та без переналагодження устаткування.

Операції розподіляються на основні (в результаті яких змінюються форма, розміри, властивості, взаємне розташування деталей) і допоміжні (пов'язані з переміщенням предмету праці з одного робочого місця на інше, складуванням і контролем якості).

Залежно від рівня технічної оснащеності розрізняють операції: ручні, машино-ручні, машинні, автоматичні.

За характером об'єкта виробництва розрізняють прості і складні виробничі процеси. Простими називаються процеси, що складаються з

послідовно виконуваних операцій. Складні процеси – послідовно і паралельно виконувани операції.

Раціональна організація виробничого процесу і його частин будується за такими принципами.

1. Диференціація припускає розподіл виробничого процесу на окремі технологічні процеси, операції, переходи, прийоми.
2. В результаті спеціалізації за кожним виробничим підрозділом (цехом, дільницею, робочим місцем) закріплюється певна номенклатура продукції або виконання технологічно однорідних робіт для виготовлення конструктивно різної продукції.
3. Підвищенню рівня внутрішньовиробничої спеціалізації сприяє уніфікація, тобто приведення до єдиної форми, розмірів, структури, складу продукції і методів її виробництва.
4. Паралельність передбачає одночасне виконання окремих частин виробничого процесу з виготовлення виробу.
5. Пропорційність вимагає забезпечення продуктивності праці в одиницю часу всіх виробничих підрозділів – основних, допоміжних та обслуговуючих цехів, а усередині них – дільниць і ліній, груп устаткування та робочих місць.
6. Безперервність припускає скорочення або зведення до мінімуму перерв у процесі виробництва продукції.
7. Ритмічність забезпечує випуск в рівні проміжки часу одного й того ж продукту або рівномірно зростаючої кількості продукції на всіх стадіях і операціях.
8. Прямоточність полягає в забезпеченні найкоротшого шляху проходження предметів праці за всіма стадіями й операціями виробничого процесу.
9. Автоматичність припускає автоматизацію виробничих процесів, що забезпечує збільшення обсягів виробництва, заміну ручної праці інтелектуальною працею операторів, виключення ручної праці на шкідливих роботах, підвищення якості робіт.
10. Гнучкість – мобільний перехід на випуск нової продукції у разі освоєння виробництва.

Правильне використання перерахованих принципів організації виробництва забезпечує скорочення тривалості виробничого процесу і підвищення його ефективності.

3.3.2. Типи виробництва та їх техніко-економічна характеристика

Промислові підприємства розрізняються за структурою і обсягом продукції, що випускається, широтою й постійністю її номенклатури. Залежно від цих показників робочі місця, дільниці, цехи й підприємства розподіляються на декілька організаційних типів виробництва.

Тип виробництва обумовлює структуру підприємств та цехів, характер завантаження робочих місць і рух предметів праці в процесі виробництва.

Кожен тип виробництва має свої особливості організації виробництва та праці, обладнання і технологічних процесів, що використовуються під час перетворення, складу і кваліфікації кадрів, а також матеріально-технічного забезпечення. Відповідно до конкретного типу виробництва розробляється система планування та обліку.

Тип виробництва – це комплексна характеристика організаційно-технологічного рівня виробництва, що є сукупністю номенклатури продукції, обсягів виробництва, повторюваності продукції, випуску однотипної продукції, характеру завантаження робочих місць, типу використаного устаткування, кваліфікації робітників, собівартості продукції.

Розрізняють три основні типи виробництва: одиничне, серійне, масове (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Порівняльна техніко-економічна характеристика типів виробництва

Параметр	Тип виробництва		
	Одиничне	Серійне	Масове
Номенклатура продукції	«Широка» (необмежена)	Обмежена серіями	«Однотипна» (один або декілька видів)
Постійність номенклатури продукції	Не повторюється	Періодично повторюється	Постійний випуск однотипних або однакових виробів
Спеціалізація робочих місць	Різні операції	Операції, що періодично повторюються	Одна операція, що постійно повторюється
Тип устаткування	Універсальне	Спеціалізоване	Спеціальне
Розташування устаткування	Технологічний принцип	Наочно- технологічний принцип	Наочний принцип
Кваліфікація робітників	Висока	Середня	Низька
Собівартість одиниці продукції	Висока	Середня	Низька

Основною ознакою розподілу на типи виробництва є спеціалізація робочих місць. Її рівень визначається коефіцієнтом закріплення операцій ($K_{3.o}$), що є відношенням кількості всіх технологічних операцій m , що виконуються на даному робочому місці, до робочих місць P :

$$K_{3.o} = \sum_{i=1}^n m_i / \sum_{j=1}^k P_{mj},$$

де $i = 1...n$ – кількість найменувань деталей, що виготовляються на робочому місці (дільниці, в цеху);

m_i – кількість операцій, які проходить i -та деталь у процесі її оброблення на робочому місці (дільниці, в цеху);

P_{mj} – кількість робочих місць на даній операції (дільниці, в цеху).

Тип виробництва може також характеризуватися таким показником, як рівень серійності, що визначається за формулою:

$$Y_c = \frac{\sum_{j=1}^k P_{mj}}{\sum_{i=1}^n m_i}.$$

Цей показник – величина, зворотна коефіцієнту закріплення операцій ($K_{з.о}$). Для масового виробництва його величина складає 0,8–1,0, для серійного – 0,2–0,8 і для одиничного менше 0,2.

Одиничний тип виробництва (див. табл. 3.1) характеризується широкою номенклатурою продукції, що виготовляється, та невеликим обсягом випуску однакових виробів. Технологічні процеси і нормативи розробляються із зазначенням міжцехових технологічних маршрутів та необхідного устаткування. Вони уточнюються і доопрацьовуються в цехах й на робочих місцях. Устаткування, інструменти і пристосування, що використовуються, є переважно універсальними. Їх габарити та кінематичні властивості повинні забезпечувати виконання різних робіт даного профілю. Устаткування розташовується групами однотипних верстатів. Доопрацювання технологічного процесу на робочих місцях вимагає застосування праці робітників високої кваліфікації. Робочі місця, зазвичай, не мають закріплених за ними операцій і завантажуються різними операціями без певного чергування. Коефіцієнт закріплення операцій може бути більше 40.

Підприємства з одиничним типом виробництва розраховані на виготовлення продукції обмеженого використання, наприклад: прокатних станів, екскаваторів великої потужності, турбін для електростанцій.

Серійний тип виробництва (див. табл. 3.1) характеризується виготовленням обмеженої номенклатури виробів, що періодично повторюється. Вироби запускаються у виробництво серіями, деталі обробляються партіями з певною, заздалегідь встановленою періодичністю.

Однорідність конструктивних рішень у виробі дозволяє виготовляти значну кількість уніфікованих деталей, що надає можливість закріпити за робочими місцями деталі (операції) для постійного або такого, що періодично повторюється, виконання.

Повторюваність виготовлення одних і тих самих виробів економічно виправдовує використання разом з універсальним й спеціалізованого устаткування, пристосувань та інструментів, що вимагає спеціалізації робочих місць.

Залежно від масштабів виробництва, номенклатури продукції, рівня спеціалізації робочих місць розрізняють: дрібно-, середньо-, великосерійне та масове виробництва.

Дрібносерійне виробництво характеризується випуском продукції різноманітної номенклатури в невеликих кількостях. Коефіцієнт закріплення операцій становить 21 – 40.

Середньосерійне виробництво є проміжним між дрібно- та великосерійним виробництвами.

Великосерійне виробництво спеціалізується на випуску продукції порівняно вузької номенклатури виробів великої кількості. Є характерним для багатьох процесів в машинобудуванні, легкій промисловості (взуттєвих і швейних підприємствах). Коефіцієнт закріплення операцій становить 2 – 10.

Для масового виробництва (див. табл. 3.1) характерна обмежена номенклатура оброблюваної продукції за великих масштабів її виробництва. Використовуються спеціальні: устаткування, інструмент і технологічне оснащення. Широко застосовуються верстати-автомати, маніпулятори, автоматичні лінії, конвеєри. Робочі виконують обмежену кількість операцій. Цей тип виробництва є характерним для металургійних, машинобудівних, хімічних підприємств. Коефіцієнт закріплення операцій дорівнює 1, що забезпечує їх вузьку спеціалізацію.

3.3.3. Організація виробничого процесу в просторі та часі

Однією з найважливіших вимог, що висуваються до раціональної організації виробничого процесу, є забезпечення найменшої тривалості виробничого циклу виготовлення продукції. Виробничим циклом є календарний період часу з моменту запуску сировини, матеріалів у виробництво до повного виготовлення готової продукції.

Показник тривалості виробничого циклу використовується під час розроблення виробничих програм, визначення величини незавершеного виробництва, розробці графіків матеріального забезпечення та оперативної підготовки виробництва.

Тривалість виробничого циклу залежить від:

- трудомісткості об'єкту, тобто необхідного для отримання готового виробу робочого часу, що визначається технічно обґрунтованими нормами часу;
- кількості предметів праці, що одночасно запускаються у виробництво (розміру партії);
- нетехнологічності операцій;
- перерв у виробничому процесі;
- прийнятого виду руху оброблюваного предмету в процесі виробництва.

Структурно тривалість виробничого циклу виготовлення будь-якої продукції складається з робочого періоду, часу природних процесів і часу перерв (рис. 3.5).

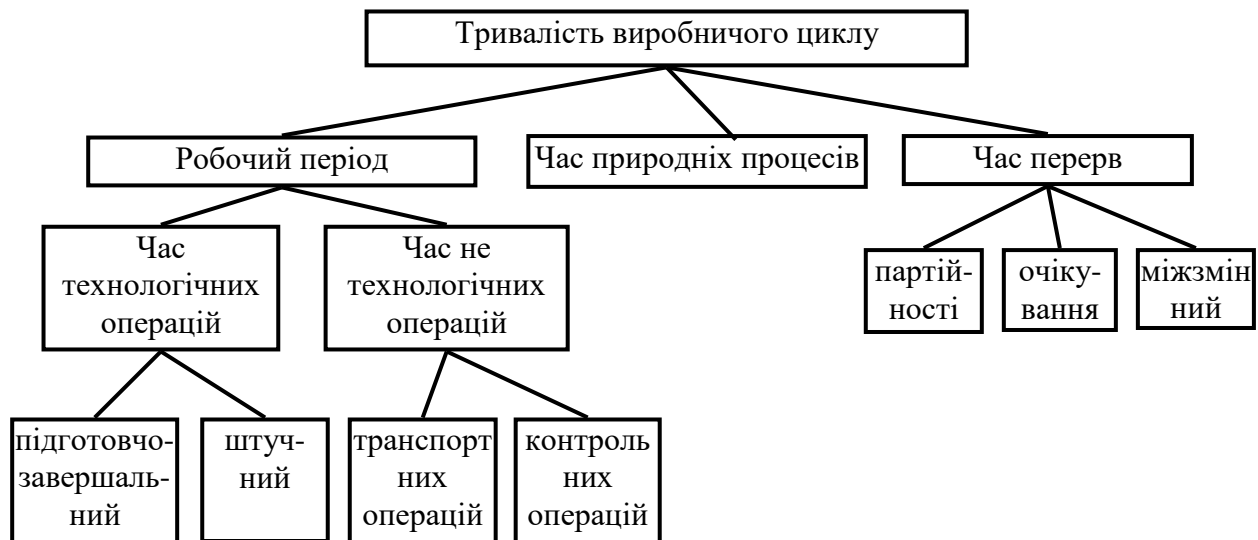


Рис. 3.5. Структура виробничого циклу

Впродовж робочого періоду в результаті переміщення предметів праці у виробничому процесі відбувається зміна їх форми, розміру, властивостей. Він включає час на проведення технологічних операцій (технологічний цикл), транспортування оброблюваних предметів праці, контроль якості тощо.

У виробничому процесі розрізняють п'ять видів перерв:

- що виникають під час оброблення деталей партіями через їх накопичення в очікуванні обробки всієї партії перед її транспортуванням на наступну операцію (перерви партійності). Ці перерви розраховуються разом з тривалістю технологічних операцій і складають операційний цикл;

- що з'являються через зайнятість робочого місця (устаткування), унаслідок чого деталі складуються в очікуванні його звільнення від виконання інших робіт (перерви очікування). Величина цих перерв багато в чому залежить від якості оперативного-виробничого планування;

- обумовлені режимом роботи підприємства і залежні від кількості робочих змін, тривалості перерв між ними, а також кількості вихідних і неробочих днів (міжзмінні перерви);

- що викликаються незадовільною організацією виробництва на даному підприємстві. Недосконала організація робочих місць, невчасне постачання матеріалів або інструменту, низька якість технічної документації або затримка її підготовки, недоліки ремонту – все це може призвести до вимушених перерв в роботі і, отже, до збільшення тривалості виробничого циклу;

- що пов'язані з випадковими обставинами, зокрема затримкою надходження матеріалу від постачальника, відключенням електроенергії, аварією устаткування, браком деталей тощо.

На підприємствах з безперервним процесом виробництва (в хімічній, металургійній, вугільній промисловості) тривалість виробничого циклу майже співпадає за часом з технологічним циклом. На підприємствах з дискретним процесом виробництва тривалість виробничого циклу значно перевищує тривалість технологічного.

У загальному вигляді тривалість виробничого циклу (T) розраховується таким чином:

$$T_{ц} = \sum_1^n t_{техн} + \sum_1^i t_{прир} + \sum_1^j t_{пр} + \sum_1^x t_{к} + \sum_1^y t_{м.о} + \sum_1^z t_{м.з} ,$$

де $t_{техн}$, $t_{прир}$, $t_{пр}$, $t_{к}$, $t_{м.о}$, $t_{м.з}$ – сума часу технологічних операцій, природних процесів, транспортних операцій, контрольних операцій, міжопераційного накопичення деталей в очікуванні обробки і міжзмінного зберігання деталей відповідно; n , i , j , x , y , z – кількість технологічних, природних, транспортних, контрольних операцій і перерв відповідно.

Партією називається кількість деталей, які безперервно обробляються на кожній операції виробничого циклу з одноразовою витратою підготовчо-завершального часу. Робота партіями організовується в серійному та великосерійному виробництві. Розмір партії впливає на багато сторін виробничої діяльності підприємства. Чим вона більша, тим рідше здійснюється переналагодження устаткування, забезпечується краще його використання, підвищується продуктивність праці, знижується собівартість продукції. Проте великі партії збільшують незавершене виробництво, скорочують рух обігових коштів, подовжують цикл виробництва.

Залежно від конкретних умов виробництва в основу визначення розміру партії можуть бути покладені різні ознаки: трудомісткість, рівень використання устаткування, продуктивність праці тощо. Через це всі оброблювані деталі класифікуються за їх розмірами, трудомісткістю, періодичністю запуску, місячною потребою в них. Це полегшує планування, створює передумови для організації рівномірної роботи.

Для складних і великогабаритних деталей розмір партії визначається з урахуванням наявності площ для їх зберігання. Розмір партії простих деталей встановлюється з урахуванням місячної, квартальної потреби в них.

Якщо дільниця, цех свою продукцію поставляє безпосередньо споживачу, то розмір партії деталей повинен бути рівним або кратним денній (тижневій) потребі споживачів і забезпечувати їх рівномірну роботу.

3.3.4. Проектування технологічного процесу

Головну частину виробничого (операційного) процесу складає технологічний процес. Технологічний процес – це сукупність операцій з добування, перероблення сировини та матеріалів у напівфабрикати й виготовлення готової продукції. Розроблення технологічного процесу полягає в плануванні економного методу або кількох методів виготовлення деталі чи виробу. Метою проектування технологічного процесу є забезпечення якості продукції (деталі), яка відповідає кресленням або специфікаціям.

Загальна послідовність розроблення технологічного процесу така:

1. Занести до технологічної карти всі необхідні дані: найменування деталі, номер креслення, моделі та специфікації, найменування матеріалу, розміри деталі, дату.
2. Записати в карті всі операції у встановленій послідовності, звернути увагу на контрольні, транспортні операції та переміщення, під час аналізу яких може виникнути можливість деякі з них усунути, змінити послідовність виконання, скоротити маршрут і обсяг перевезень.
3. Визначити устаткування, на якому будуть виконуватися операції, а також цехи або дільниці, де виконуватиметься робота.
4. Визначити перелік необхідного для виробництва деталей технологічного оснащення (включаючи нестандартне), робочих та контрольно-вимірювальних інструментів.
5. Вказати дані про необхідні параметри оброблення (подача та режими різання в процесі оброблення заготовки, деталі). Також зазначається підготовчо-завершальний час як частина часу використання устаткування.

Кожен технологічний процес може бути розділений на певну кількість типових технологічних ланцюгів або операцій і поданий як технологічна схема.

У технологічній схемі способу виробництва (виготовлення) послідовно записуються операції, що протікають у відповідних апаратах, машинах або іншому устаткуванні. Умовний розподіл процесів на фізичні, механічні і хімічні сприяє їх типізації та полегшує вибір найефективнішого способу перероблення сировини, оброблення матеріалів, складання вузлів та виробів.

Усі види технологічних та виробничих процесів на підприємстві можуть реалізовуватися лише завдяки праці робітників. Праця є доцільною діяльністю людини, спрямованою на видозміну і пристосування предметів природи до власних потреб. Кожен виробничий процес можливо розглядати як:

- сукупність змін, що їх зазнають предмети праці, - це технологічний процес;
- сукупність дій робітників із затратами нервово-м'язової енергії, що спрямовані на доцільну зміну предмета праці, - трудовий процес.

Отже, існує безпосередній зв'язок між технологічними, трудовими і виробничими процесами.

Трудовий процес – це сукупність методів і засобів впливу на предмет праці за допомогою знарядь праці або впливів контрольованого (керованого) людиною знаряддя праці на предмет праці з метою випуску матеріального або нематеріального продукту, що здійснюються в певних природних або штучних умовах.