

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

ПРОЄКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБНИЦТВ

посібник для здобувачів освітнього рівня магістр за спеціальністю
131 «Прикладна механіка»

Тернопіль
2024

Укладачі:

Комар Р.В., канд. техн. наук, доцент;
Барановський В.М., докт. техн. наук, професор;
Окіпний І.Б., канд. техн. наук, доцент.

Рецензент:

Гевко І.Б., докт. техн. наук, професор.

Методичні вказівки розглянуто й схвалено на засіданні методичного семінару кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Протокол №5 від 14 лютого 2024 року.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної ради факультету інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Протокол №6 від 22 лютого 2024 року.

Посібник з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» для здобувачів освітнього рівня магістр за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» / Укладачі: Комар Р.В., Барановський В.М., Окіпний І.Б. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. – 140 с.

Відповідальний за випуск: *доц. Комар Р.В.*

© Комар Р.В., Барановський В.М.,
Окіпний І.Б. 2024
© Тернопільський національний технічний
університет імені Івана Пулюя 2024

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ОСНОВИ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ	6
1.1 Основні поняття і визначення	6
1.2 Види цехів, їх класифікація та виробничий поділ	10
1.3 Завдання проектування машинобудівного виробництва	14
2 ОСНОВНІ СТАДІЇ ТА ВИДИ ПРОЄКТНИХ РОБІТ	15
2.1 Підготовка передпроектних робіт	15
2.2 Етапи та послідовність проектування	17
2.3 Стадії проектування	19
3 ПРОЄКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА	20
3.1 Планування місцезнаходження виробництва	20
3.2 Робочий проєкт підприємства	22
3.3 Системи автоматизованого проектування діляниць і цехів	25
4 ВИРОБНИЧІ ПРИМІЩЕННЯ ТА БУДІВЛІ	27
4.1 Класифікація виробничих будівель і напрямки їх проектування	27
4.2 Основні елементи будівельних конструкцій	30
4.3 Одно-, багатоповерхові та безліхтарні будівлі	37
5 ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЧИХ УМОВ НА ПІДПРИЄМСТВІ	41
5.1 Виробничі умови працюючих	41
5.2 Виробничий інтер'єр цеху	43
5.3 Системи освітлення, опалення, вентиляції та кондиціонування	46
5.4 Прецизійні виробництва у машинобудуванні	47
6 ДОПОМІЖНІ ПІДРОЗДІЛИ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБНИЦТВ	49
6.1 Системи інструментального забезпечення	49
6.2 Цехово-ремонтна база виробництва	52
7 ОБСЛУГОВУЮЧІ ВИРОБНИЧІ ВІДДІЛЕННЯ	54
7.1 Відділення відведення та переробки стружки, приготування мастильно-охолоджувальних рідин	57
7.2 Випробувальні та контрольні відділення	57
7.3 Системи електропостачання, стисненого повітря та мікроклімату	60
7.4 Склади та заготівельні відділення	61
8 ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА ТА ОСНОВНИЙ ВИРОБНИЧИЙ ТРАНСПОРТ ЦЕХУ	63
8.1 Класифікація транспортних систем	63
8.2 Напрямки проектування транспортної системи, транспортні зв'язки на виробництві	64
8.3 Основний виробничий транспорт і його види	66
8.4 Підйомно-транспортні засоби автоматичної дії	70
9 КОМПОНУВАННЯ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ЦЕХІВ	72
9.1 Взаємозв'язок компоновального та генерального планів підприємства ..	72
9.2 Умовні позначення на компоновальних планах	74
9.3 Компоновальні плани механоскладальних цехів	76

10 ПЛАНУВАННЯ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ЦЕХІВ	82
10.1 Планування цеху, дільниці, відділення	82
10.2 Вимоги до виробничого процесу та розміщення обладнання	83
10.3 Норми та схеми розміщення обладнання та робочих місць	86
11 СПЕЦІАЛЬНІ ЧАСТИНИ ПРОЕКТУ	102
11.1 Проектування адміністративно-господарських та побутових приміщень цеху	102
11.2 Вимоги і норми до приміщень для задоволення потреб працівників	106
11.3 Завдання на проектування спеціальних частин	108
11.4 Техніка безпеки та охорона праці на виробництві	109
12 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЄКТОВАНИХ ВИРОБНИЦТВ	110
12.1 Виробнича програма цеху	110
12.2 Визначення типу виробництва	112
12.3 Загальні форми організації механоскладального виробництва	114
13 ВИМОГИ ДО ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ, РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ ВИРОБНИЦТВ	119
13.1 Будівельна частина промислових споруд і вимоги до них	119
13.2 Режим роботи і фонди часу роботи обладнання і робітників	121
13.3 Використання обладнання з числовим програмним керуванням. Гнучкі виробничі системи	125
14 ГНУЧКЕ АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО	128
14.1 Вибір номенклатури технологічного обладнання	128
14.2 Механізація і автоматизація завантаження і розвантаження основного обладнання цеху	130
14.3 Автоматичні роторні лінії та контрольні пристрої	134
14.4 Встановлення та монтаж обладнання	136
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	137
ВИКОРИСТОВУВАНІ СКОРОЧЕННЯ	139

ВСТУП

Основною задачею вивчення дисципліни є надання студентам комплексу знань про загальні закономірності і тенденції розвитку сучасного машинобудівного виробництва, склад і призначення його основних елементів, їх організаційну структуру.

За результатами вивчення дисципліни студент повинен продемонструвати такі результати навчання:

- знання сучасних методів та структури організації виробництва; основних принципів розробки виробничих процесів; методик планування виробничих систем та підрозділів;

- вміння застосовувати методи розробки сучасних машинобудівних виробництв; проводити проектні розрахунки машинобудівного виробництва та планування виробничих площ та засобів виробництва; розробляти раціональні плани відділень та розміщення обладнання на виробництві; застосовувати сучасні ефективні засоби роботи з науковою та навчально-методичною літературою.

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів компетентностей, зокрема загальних:

- вміння вдосконалювати і розвивати свій інтелектуальний і загальнокультурний рівень володіння культурою мислення, здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановки мети і вибору шляхів її досягнення;

- здатність використовувати на практиці вміння і навички організації дослідних і проектних робіт в управлінні колективом;

- знання основних нормативно-правових документів необхідних для професійної діяльності;

- вміння ефективно використовувати технічні засоби комп'ютерних технологій як засіб управління інформацією.

Фахових компетентностей:

- вміння виявляти суть науково-технічних проблем, які виникають в ході професійної діяльності та залучати для їх вирішення відповідні методи та засоби;

- вміння критично аналізувати сучасні проблеми машинобудування з урахуванням потреб промисловості, сучасних досягнень науки та світових тенденцій розвитку техніки й технологій;

- вміння вирішувати складні науково-технічні завдання, які для свого вивчення вимагають розробки і застосування математичних і комп'ютерних моделей, застосування програмних систем;

- вміння формулювати технічні завдання і застосовувати програмні системи комп'ютерного проектування (САД-системи) в процесі розробки та модернізації машинобудівних виробництв;

- здатність розробляти плани і програми організації інноваційної діяльності науково-виробничого колективу, вміння виконувати техніко-економічне обґрунтування інноваційних розділів науково-технічних проектів.

1 ОСНОВИ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ВИРОБНИЦТВ

1.1 Основні поняття і визначення

Поняття «машина» (від лат.) означало технічний засіб, робота якого ґрунтується на використанні механічного руху з метою виконання певної роботи або одержання енергії. Сучасні «некласичні» машини вже здатні замінити людину під час виконання інтелектуальної роботи: моделювати будь-які процеси з використанням програмових продуктів, застосовувати комп'ютеризовані системи автоматизованого проєктування та системи безперервного управління виробничим циклом. Отже, машинобудування – система виробництв важкої промисловості, що складається з проєктування, виробництва та експлуатації різноманітних машин та устаткування.

Сучасні тенденції розвитку машинобудування полягають у застосуванні принципів інженерії, фізики, матеріалознавства. З розвитком сучасного машинобудування пов'язане формування у світі технопарків, які поєднують освітні, науково-дослідні, проєктні установи з виробничими підприємствами. Вони забезпечують підготовку та концентрацію висококваліфікованих спеціалістів, що сприяє якнайшвидшому запровадженню у виробництво наукових винаходів. Технопарки також забезпечують трансфер технологій – їх передачу підприємствам для запровадження у виробництво у формі ліцензій, інжинірингу (консультацій), лізингу (фінансової оренди), створення спільних підприємств. Сучасне машинобудування стало дуже наукомістким. Загальносвітовою тенденцією є постійне ускладнення машин та механізмів.

Основні проблеми машинобудівного комплексу України пов'язані із необхідністю розвитку економічних зв'язків у постачанні комплектуючих, втратою традиційних ринків збуту продукції, орієнтацією підприємств на випуск продукції військового призначення, а також технічною відсталістю і низькою, порівняно з міжнародними стандартами, якістю виробів. Зараз важливо налагоджувати випуск різноманітних комплектуючих деталей усередині країни, урізноманітнювати асортимент і якість продукції, яка необхідна, перш за все, для власного споживання, а також має важливе експортне значення.

Для кожного виробництва встановлюється певна *програма випуску*, під якою розуміють сукупність виробів встановленої номенклатури, які випускаються в заданому об'ємі в рік. Кількість виробів, які підлягають виготовленню за одиницю часу (рік, квартал, місяць), називають *об'ємом випуску*.

Кожне механоскладальне виробництво характеризується *виробничою потужністю*, під якою розуміють максимально можливий випуск продукції встановлених номенклатури і якості, який може бути здійснений за певний період часу при встановленому режимі роботи. Розрізняють дійсну і проєктну потужність. *Проєктна потужність* є встановлена в проєкті будівництва або реконструкції виробництва потужність, яка повинна бути досягнута за умови забезпечення виробництва прийнятими в проєкті засобами виробництва, кадрами і організації виробництва. Виробнича потужність діючого виробництва не є постійною і залежить від технічного рівня працюючих, рівня використання

основних та оборотних фондів, змінності роботи, рівня механізації і автоматизації виробництва та інших факторів.

Календарний час виготовлення виробів від початку виробничого процесу до його закінчення прийнято називати *виробничим циклом*. Цикл може бути розрахунковим (або нормованим) і фактичним.

Основні терміни і визначення:

Виробничий цех – це окремий адміністративно-господарський підрозділ заводу куди входять виробничі дільниці, допоміжні підрозділи, службові та побутові приміщення.

Виробничою дільницею називають частину об'єму цеху, де розміщені робочі позиції (місця), об'єднані транспортно-нагромаджувальними пристроями, засобами технічного, інструментального та метрологічного обслуговування і на якому здійснюються технологічні процеси виготовлення деталей чи вузлів.

Виробниче обладнання поділяють на основне (технологічне) і допоміжне. До *основного* відносять обладнання, яке безпосередньо виконує операції технологічного процесу. *Допоміжне* – це обладнання, яке не приймає безпосередньої участі в технологічному процесі виготовлення виробу, але виконує обслуговування основного обладнання.

Загальна площа цеху – це сума виробничої і допоміжної площі (без службово-побутової).

Виробнича площа – площа зайнята робочими позиціями (місцями), допоміжним обладнанням, яке знаходиться на виробничих дільницях, проходами і проїздами між обладнанням всередині виробничих дільниць (крім площі магістрального проїзду).

Допоміжна площа – призначена для розміщення обладнання і пристроїв допоміжних систем, які не знаходяться на виробничих дільницях, а також магістральних і пожежних проїздів.

На *службово-побутовій площі* цеху розміщують конторські та побутові приміщення. До *конторських приміщень* відносять площі, зайняті адміністративно-конторськими службами цеху, а також площі розміщених в цеху конструкторських і технологічних бюро. *Побутовою* називають площу приміщень, призначених для задоволення санітарно-гігієнічних і соціально-побутових потреб працюючих.

Для здійснення виробничих процесів в механоскладальному виробництві передбачений певний штат працюючих, яких поділяють на наступні *категорії*: виробничі (основні) і допоміжні робітники, інженерно-технічні працівники (ІТП), лічильно-конторський персонал (ЛКП) або службовці, молодший обслуговуючий персонал (МОП).

Виробничі робітники – це робітники механоскладального виробництва, які безпосередньо виконують операції технологічного процесу по виготовленню продукції.

Допоміжні робітники – це робітники, які не приймають безпосередньої участі в виконанні операцій по виготовленню виробничої програми випуску продукції, а зайняті обслуговуванням технологічних процесів.

Інженерно-технічними працівниками називають працівників, які виконують обов'язки по управлінню, організації і підготовці виробництва і які займають посади, для яких потрібна кваліфікація інженера або техника.

До *службовців* відносять працівників, які виконують у відповідності з посадою, яку вони займають, адміністративно-господарські функції, ведуть фінансування, облік, вирішують соціально-побутові і інші питання.

Молодший обслуговуючий персонал – це охоронці і працівники, які обслуговують виробничі, побутові та конторські приміщення.

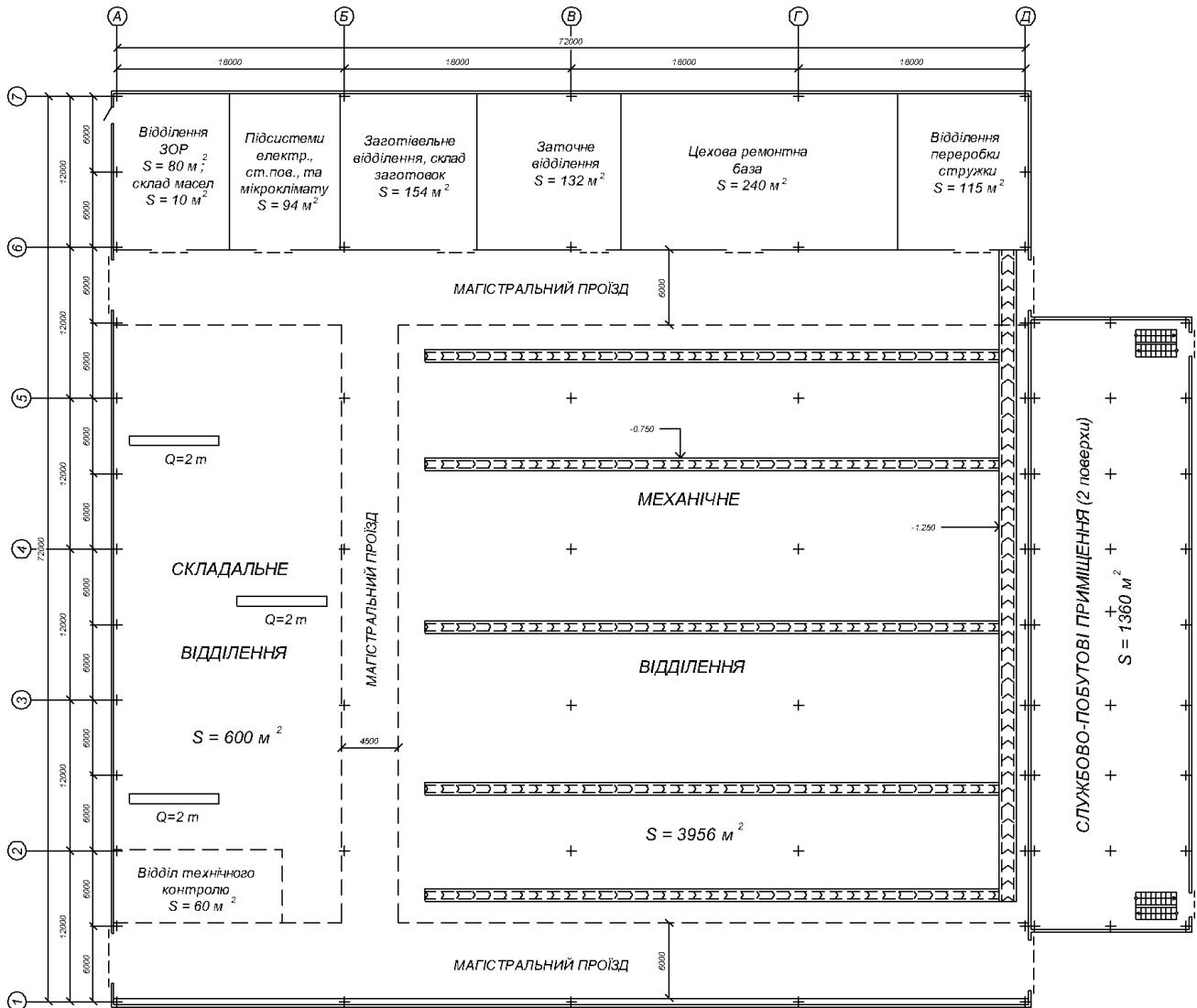


Рисунок 1.1 – Компонувальний план цеху

Компоновка цеху – це взаємне розташування виробничих дільниць, допоміжних відділень, проїздів і приміщень на площі цеху.

Планування цеху – взаємне розміщення технологічного і допоміжного обладнання та інших виробничих засобів та пристроїв на площах цеху.

Прольотом цеху називають частину будівлі, обмежену в поздовжньому напрямку двома паралельними рядами колон. Під *висотою прольоту* розуміють

відстань від рівня підлоги до нижньої частини несучих конструкцій покриття будівлі.

Світлові ліхтарі – застосовують для багатопрогонових цехів і встановлюють на покрівлі будівлі з метою освітлювання внутрішнього простору будівлі природним світлом і для аерації та вентиляції.

Відстань між осями колон в поздовжньому напрямку називають *кроком колон*, а в поперечному – *шириною прольоту*. Відстані між осями колон в поперечному і поздовжньому напрямках утворюють *сітку колон*.

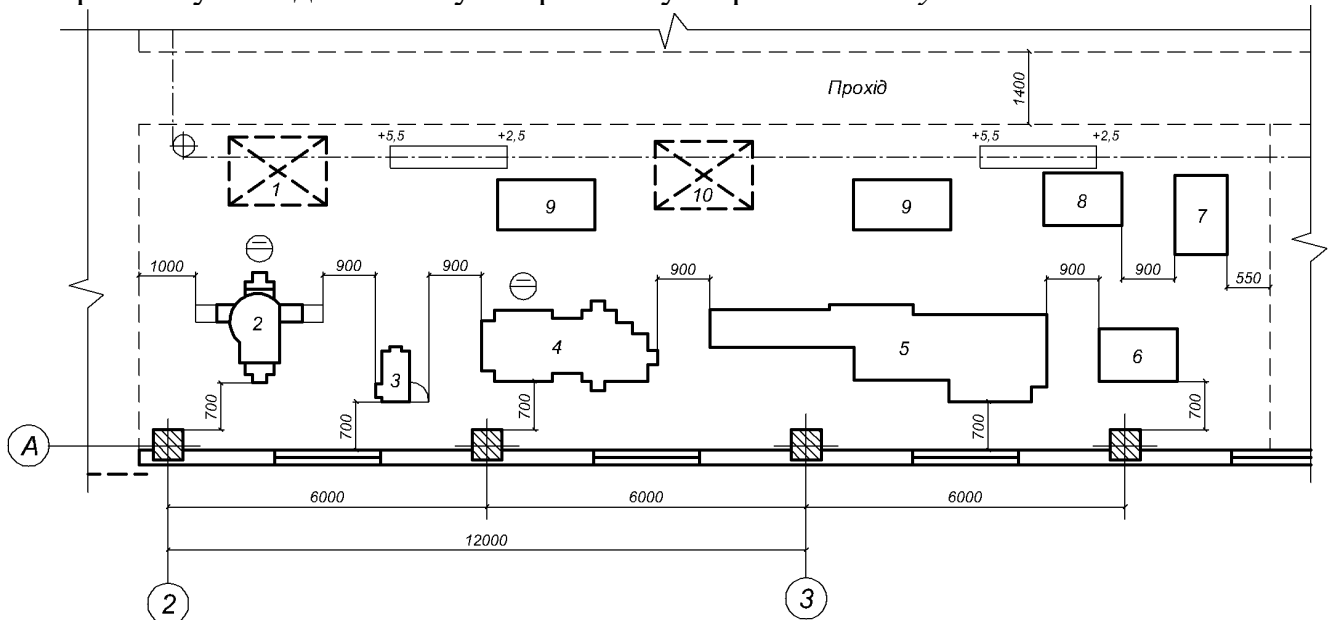


Рисунок 1.2 – Планування ділянки механічного цеху:

- 1 – місце складування заготовок; 2 – вертикально-фрезерний верстат;
- 3 – вертикально свердлильний верстат; 4 – токарно-гвинторізний верстат;
- 5 – горизонтально-протяжний верстат; 6 – слюсарний верстак;
- 7 – промивочна машина М2А; 8 – стіл для контролю ПР1460; 9 – стелаж для інструменту; 10 – місце складування деталей

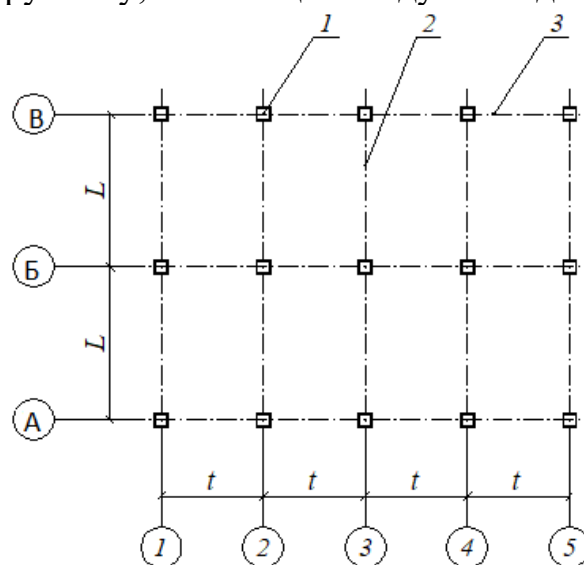


Рисунок 1.3 – Сітка колон:

- 1 – колона; 2 – поперечна координаційна вісь будівлі; 3 – поздовжня координаційна вісь будівлі

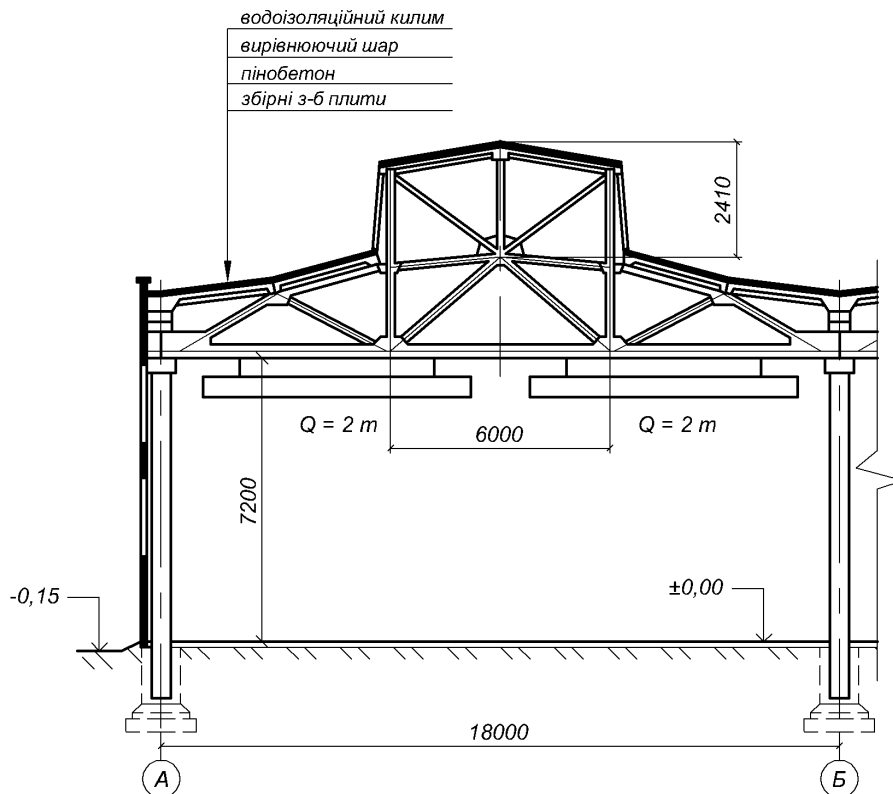


Рисунок 1.4 – Поперечний розріз прольоту виробничої будівлі

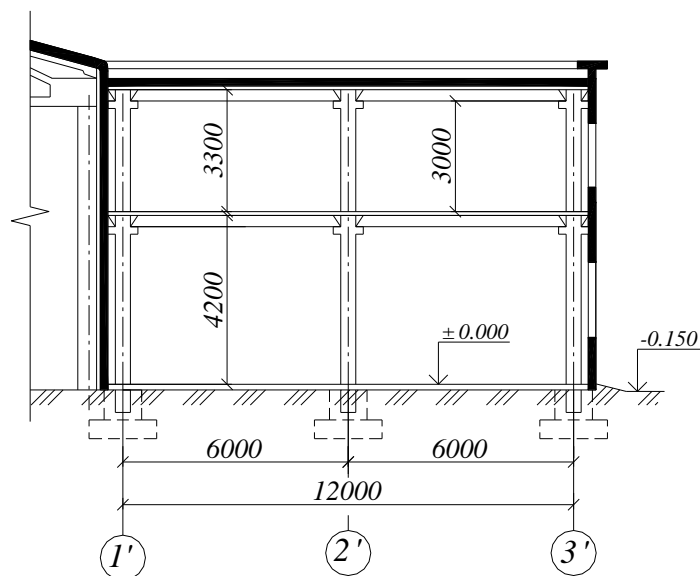


Рисунок 1.5 – Поперечний розріз прибудови до виробничої будівлі

1.2 Види цехів, їх класифікація та виробничий поділ

Основними (виробничими) цехами називаються цехи, у яких проводиться обробка, виготовлення та складання деталей у вузли, складання вузлів чи цілих виробів, які характеризують основну виробничу програму заводу. В свою чергу вони поділяються на заготівельні, оброблювальні та складальні.

До *заготівельних* належать цехи: розкрійно-заготівельні (правки, розрізання, центрування, обдирання сортового металу, розкрій листового матеріалу); ливарні (чавуноливарні, сталеливарні, кольорового литва, спеціальних методів литва); ковальські (ковальські, ковальсько-штампувальні, ковальсько-пресові) та інші.

До *оброблювальних* належать цехи: механічні, термічні, пресові (гарячого та холодного штампування, зварювальні, металевих конструкцій, металопокриттів, фарбувальні, дерево-оброблювальні та інші).

До *складальних* належать цехи: зварювально-складальні, складальні з вузловим чи загальним складанням, а також випробувальні відділення, цехи.

Слід відзначити, що до основних цехів належать і цехи, у яких виготовляється продукція, яка необхідна для забезпечення випуску готових виробів основними (виробничими) цехами, наприклад, цехи з виготовлення тари для пакування готової продукції заводу (тарні, картонажні та інші).

Допоміжними називаються цехи, які забезпечують нормальну роботу основних (виробничих) цехів і заводу в цілому. Сюди належать цехи: інструментальні, ремонтно-механічні, ремонтно-будівельні, електроремонтні, експериментальні, модельні, абразивні та інші.

До особливої групи допоміжних цехів належать енергетичні заводські установки: теплоелектростанції, котельні, компресорні, газові, кисневі та ацетиленові станції, електростанції, газо-паро-, повітро- та нафто- чи бензопроводи. На великих підприємствах енергетичні установки об'єднують у цехи, наприклад, електросиловий, теплосиловий і т.п. У цю групу входять також мережі водопостачання, каналізації, теплофікації, водозабірні споруди, водосховища, басейни, помпові та очисні станції, очисні споруди.

Обслуговуючими називаються цехи, які виконують функції господарського та частково технічного обслуговування заводу. Сюди входять транспортні цехи, складське господарство.

У *транспортне господарство* входять цехи рейкового транспорту (депо тепловозів, вагонів) і цехи безрейкового транспорту (гаражі автомобілів, електрокар, електронавантажувачів).

До *складського господарства* належать: матеріальні склади; склади засобів виробництва (обладнання, інструментів і пристроїв), склад купівельних виробів і напівфабрикатів; склади готової продукції, склади металу, металовідходів (стружка, листові та профільні відходи) із засобами для їх зберігання та перероблення (брикетування, пакетування) і завантаження із засобами для рейкового та безрейкового транспорту; склади мастил і мастильно-охолоджувальних рідин (МОР).

До групи обслуговуючих підрозділів належать також лабораторії, управління, їдальні, поліклініки та медпункти, технічні школи та училища при підприємстві, пожежне депо, охорона, пропускні пункти, зв'язок, сигналізація.

Залежно від об'ємно-планувальних вирішень і експлуатаційних режимів, а також типу виробництва, будівлі зводять одноповерховими, багатопверховими, з світловими або аераційними ліхтарями, безліхтарні, без кранового обладнання та кранові, будівлі для прецизійних виробництв. В свою чергу кранові будівлі

можуть бути обладнані мостовими опорними кранами, а безкранові – підвісним транспортом. За температурним режимом поділяються на термоконстантні з регламентованими температурою, тиском, вологістю, запиленістю. Вони можуть бути опалювальні та неопалювальні (холодні та гарячі). За формою покрівлі: плоскі та схилі. За відведенням атмосферних стоків покрівлі із зовнішнім і внутрішнім відведенням води. За габаритним розташуванням розмірів і формою: квадратні (менше зустрічаються) та прямокутні, на базі використання уніфікованих типових секцій (УТС), із вставками для розташування допоміжних і санітарно-технічних приміщень (дво-, п'ятиповерхові). Деколи цехи проєктують Г-, П- або Ш - подібної форми.

Виробничі, обслуговуючі та допоміжні будівлі також класифікуються за такими ознаками: ступенем капітальності, вогнетривкістю та пожежною безпекою.

Залежно від складу заводу і етапів виробничого циклу машинобудівні заводи розділяють на три види:

I) машинобудівні заводи з повним виробничим циклом, що включає усі етапи виготовлення машини (містять всі основні цехи – заготівельні, оброблювальні, складальні).

II) заводи, які виготовляють тільки заготовки деталей машин (відливки, поковки, штамповки, прокат), що постачаються на інші машинобудівні заводи. Основними цехами цих заводів є великі ливарні або ковальські цехи.

III) підприємства, що здійснюють механічну обробку заготовок, отриманих з інших підприємств і складання машин, а також цехи, що проводять тільки складання машин з деталей, вузлів і агрегатів, отриманих з інших підприємств. У першому випадку у складі заводу є основні оброблювальні і складальні цехи, в другому – тільки складальні.

До складу *заготівельних виробництв* механоскладальних цехів входять:

– заготівельний цех (призначений для виконання попередніх операцій по розрізанню, правці, центруванню і обдиранню сортового матеріалу для усіх механічних цехів заводу. Якщо механічний цех, що використовує такі заготовки, один, то у складі механічного цеху влаштовують заготівельне відділення, яке розташовується при складі матеріалів і заготовок).

– ливарний (має відділення: приготувальне, стержневе, формувальне, сушильне, заливальне, термічне; очисне, складське. До складу цехів входять також цехова контора і побутові приміщення).

– ковальсько-штампувальний (розміщені ковальське, пресове, термічне, травильне і заготівельне відділення, склади металу і готових виробів. На автомобільних заводах пресові цехи займають значну площу і зазвичай влаштовуються окремо від ковальських).

До складу *оброблювальних виробництв* механоскладальних цехів входять:

– механічний цех (входять верстатне відділення, склад матеріалів і заготовок (можливе розміщення заготівельного відділення), контрольне відділення, проміжний склад, інструментально-роздавальний склад, відділення для заточування інструменту, відділення для приготування МОР, відділення по утилізації масла і стружки і інші допоміжні відділення).

– складальний цех з відділеннями для слюсарної обробки деталей (у одиничному і дрібносерійному виробництві), призначений для вузлового і загального складання і регулювання машин. Верстаки для слюсарної обробки часто розташовуються там же, де проводиться загальне складання машин.

– цех металевих конструкцій призначений для виготовлення різних металевих конструкцій і котельних виробів: котлів, баків, резервуарів, кожухів, корит і т.п. виробів. Ці цехи у складі машинобудівних заводів влаштовуються у тому випадку, коли їх необхідність викликана характером продукції (мостові крани, хімічне і холодильне устаткування, харчова апаратура і машини). До складу цеху входять складальне відділення з відповідним устаткуванням (клепальними дугами, свердлильними верстатами), зварювальне відділення, заготівельне для розрізання металу, правки листів, пробивки отворів, обрізання кромки і т.п., склад металу.

– термічний цех призначений для термічної обробки деталей машин. До його складу входять складські відділення.

– фарбувальний цех містить підготовчі відділення, камери для пофарбування і сушіння, але у масовому виробництві фарбувальний цех розташовують як окреме відділення на ділянках складального цеху або ж включається в технологічний потік складального цеху.

– цех металопокриття призначений для нанесення на деталі металів з декоративною метою і для захисту їх від корозії, а також для захисту від вуглецювання окремих поверхонь при цементації і для інших подібних цілей.

– деревообробний цех містить відділення для верстатної обробки і складські приміщення та призначений для виготовлення деталей з дерева і тари (якщо немає окремого тарного цеху). Даний цех розміщують разом із з модельним цехом (залежно від їх розмірів).

До складу *допоміжних (обслуговуючих) виробництв* механоскладальних цехів входять:

– інструментальний цех з термічним відділенням. До складу інструментального цеху входять відділення для виготовлення різального і вимірювального інструменту, пристосувань, штампів, металевих моделей, кокілів, підмодельних плит, пресформ. На великих заводах деякі з цих відділень є самостійними цехами.

– модельний цех (з відділеннями для верстатної обробки) – призначений для виготовлення дерев'яних моделей.

– ремонтно-механічний цех призначений для ремонту устаткування усіх цехів заводу і містить верстатне відділення, відділення для слюсарних робіт, демонтажу і складання та ін.

– електроремонтний цех, на середніх і невеликих заводах замість цього цеху влаштовується електротехнічне відділення при ремонтно-механічному цеху.

– випробувальний відділ (іноді він є відділенням складального цеху).

– експериментальний цех – для проведення експериментальних робіт із вдосконалення конструкцій машин і їх окремих вузлів, модернізації об'єктів виробництва.

До обслуговуючих відносяться цехи і устаткування, які виконують функції господарського і частково технічного обслуговування заводу (транспортне і складське господарство). В групу обслуговуючих підрозділів входять котельні, трансформаторні, компресорні відділення, обчислювальний центр, пожежне депо, медичні пункти, заклади харчування, охорона, зв'язок.

1.3 Завдання проєктування машинобудівного виробництва

Для вирішення технологічних завдань необхідно з'ясувати питання технологічності виробу, детально розробити технологічні процеси, визначити трудомісткість і верстатомісткість операцій, встановити типаж і підрахувати кількість виробничою обладнання, транспортних засобів, перелік і кількість професійного складу працівників, норми розрахунку матеріалів, площу та розміри ділянок, цеху, розробити компоновальну схему цеху та план розташування обладнання на його ділянках і прийняти загальну схему самої будівлі, вибрати сітку колон, їх розміри, розташування проїздів і проходів, а також видати завдання для будівельного, сантехнічного та енергетичного проєктування.

Для вирішення економічних завдань необхідно визначити собівартість і рентабельність випуску виробів, встановити зведені витрати, величину основних і обігових статей, скласти кошториси, узгодити питання фінансування.

Для вирішення організаційних завдань, зокрема формування виробничих відділень (підрозділів), необхідно розробити структуру управління виробництва, наукову організацію праці, систему контролю за виготовленням продукції.

Під час розробки чи реконструкції виробництва повинні бути вирішені такі питання:

- забезпечення виробництва сировиною, матеріалами, водою, енергією та іншими ресурсами;
- створення раціональних транспортних потоків сировини та готової продукції;
- спеціалізації та кооперування виробництва, а також зв'язків нового підприємства з іншими галузями промисловості;
- широкого використання прогресивних технологічних процесів для виготовлення основних виробів, які б забезпечували високу продуктивність праці;
- організації економіки виробництва та застосування автоматизованих систем управління (АСУ);
- забезпечення кадрами;
- використання території під забудову та вибору оптимального варіанта плану виробництва;
- об'ємно-планувальних архітектурних і конструктивних рішень основних будівель і споруд; їх якості, номенклатури будівельних матеріалів, інженерного облаштування;
- створення умов з культури виробництва, технічної естетики та промислової санітарії на виробництві;
- забезпечення житлово-побутових умов працюючих;

- організації цивільного будівництва та продовження його виконання на перспективу;
- вартості будівництва;
- розроблення основних техніко-економічних показників (ТЕП) роботи нового підприємства з врахуванням продуктивності праці, собівартості продукції, рівня механізації та автоматизації процесів, енергоозброєності, економічної ефективності капітальних вкладень і їх терміну окупності.

2 ОСНОВНІ СТАДІЇ ТА ВИДИ ПРОЄКТНИХ РОБІТ

2.1 Підготовка передпроектних робіт

Створення сучасних виробництв машинобудівного профілю вимагає значних матеріальних витрат, певних термінів проєктування та впровадження, наявності великих зусиль спеціалістів різних спеціальностей, а також участі багатьох організацій та підприємств (генерального проєктанта, субпроєктантів, замовника, розробників з виготовлення обладнання, технічних засобів, монтажних і будівельних організацій). Особлива увага приділяється передпроектним роботам для збору вихідних даних, аналізу існуючого рівня виробництва в даній галузі, розробленню Техніко-економічного обґрунтування (ТЕО), а також багатоваріантних прорахунків доцільності створення нового, розширення, реконструкції або технічного переоснащення діючого виробництва, розробленню технічного замовлення (заявки) на проєкт і підготовку різноманітних технічних матеріалів для виконання проєктних робіт. Слід відзначити, що передпроектні роботи проходять у два етапи:

перший – передпроектне обстеження та розроблення ТЕО;

другий – розроблення та затвердження технічного замовлення (заявки) на створення та впровадження виробничої системи.

Під час вибору об'єктів для створення ефективної виробничої системи або реконструкції діючого виробництва, перед початком проєктування група проєктантів (технологи, механіки, будівельники, енергетики, теплотехніки, економісти, плановики та інші) вивчає виробництво, підбирає та систематизує необхідні відомості про діюче чи майбутнє підприємство і його цехи.

Якщо реконструкція підприємства передбачає повну зміну профілю виробництва для випуску нової продукції, яка ще ніде не виготовлялась, то обстеження ведеться, в основному, відповідно до даних майданчика, цехів заводу, їх обладнання, при цьому не торкаються питань трудомісткості та верстатомісткості попередніх виробів, продуктивності праці тощо.

Основна мета обстеження – вивчення виробничих, матеріальних витрат, фінансових і людських ресурсів діючого виробництва на випадок його реконструкції або споріднених виробництв галузі у разі проєктування майбутнього, тобто ще неіснуючого заводу.

Обстеження виробництва проводиться комплексно за такими частинами:

– *загальна та техніко-економічна частини* мають узагальнені дані діючого механоскладального виробництва, його складові, кількість та номенклатуру продукції, кооперування, виробничі фонди, чисельність працівників за професіями, рівень заробітної плати, собівартість продукції, техніко-економічні показники (ТЕП) та висновки;

– *генеральний план, транспорт і складське господарство* певною мірою характеризують загальну структуру заводу в плані його розташування, напрямки руху вантажопотоків тощо;

– *технологічна частина* містить дані щодо призначення цеху, виробленої продукції, кооперування цеху, його місцезнаходження, режиму роботи, верстатомісткості та трудомісткості робіт, організації виробництва, чисельності працівників цеху, в тому числі за професіями, а також дані про технологічні процеси;

– *у будівельній частині* наводяться природні та інженерно-геологічні дані майданчика, дається характеристика будівель, умови здійснення будівництва (його початок і завершення);

– *санітарно-технічна частина та виробниче водопостачання* містять дані з існуючих джерел водопостачання, системах і спорудах підземної каналізації, внутріцехових санітарно-технічних засобах;

– *в енерготехнічній та теплотехнічній частинах* вказуються дані з електропостачання, теплопостачання, джерелах тепла та паро-, повітропостачання, газопостачання, внутрішньоцехових трубопроводів, енерготехнологічних споруд (випробувальні станції, компресорні, котельня), дані з кооперування енергетичних ресурсів.

На основі узагальнених результатів обстеження та аналізу розробляється ТЕО доцільності створення виробничої системи з врахуванням масштабів впровадження та програми випуску готової продукції. Саме ТЕО, в основі якого є такі характеристики виробництва, як верстатомісткість, трудомісткість, кількість працівників, кількість технологічного та транспортного обладнання, потреба у виробничій та допоміжній площах тощо, розробляється на основі попередніх укрупнених розрахунків в мінімально стислі терміни. Потім воно уточнюється на наступних стадіях формування аванспроєкту та технологічної частини робочого проєкту. Разом із капітальними витратами в ТЕО відображаються і ТЕП та підходи, за якими можна досягти, наприклад, зниження верстатомісткості, трудомісткості, підвищення продуктивності праці, коефіцієнта завантаження обладнання, коефіцієнта змінності роботи обладнання, зменшення кількості працюючих, скорочення тривалості виробничого циклу і т.д.

Технічні рішення, які закладаються в ТЕО, повинні бути спрямовані на розвиток і впровадження нової техніки з врахуванням сучасних досягнень з прогресивної ресурсозберігальної технології, високоавтоматизованого устаткування, засобів обчислювальної техніки з високоефективним програмним забезпеченням.

Матеріали обстеження повинні мати звітні дані підприємства за рік, напередодні року завершення розроблення робочого проєкту, а також планові дані на момент введення та освоєння проєктної потужності. Матеріали кожної

частини ТЕО перевіряються та уточнюються на місці обстеження головним інженером та головним конструктором проекту.

Затверджене керівниками генерального проєктанта та замовника ТЕО являється підставою для розроблення аванспроєкту та технічного завдання на проєктування механоскладального виробництва.

2.2 Етапи та послідовність проєктування

Проєктування дільниць і цехів, їх реконструкцію чи розширення, а також технічне переоснащення здійснюють на основі «завдання на проєктування» до якого входять всі вихідні дані, які зібрані за передпроектний період.

В завданні подаються наступні дані:

- а) назва проєктувального підприємства, будівлі, споруди;
- б) підстава для проєктування (постанова Кабінету Міністрів, наказ міністерства чи відомства);
- в) район, пункт і місцезнаходження майданчика для будівництва, його розміри, форма та коротке обґрунтування;
- г) намічений режим роботи підприємства, його спеціалізація, виробниче та господарське кооперування;
- д) номенклатура продукції та потужність майбутнього виробництва за основними її видами (в натуральному чи вартісному вираженні) на повний розвиток і в першу чергу її випуску;
- е) основні технологічні процеси та обладнання, а також необхідність розроблення автоматизованих систем управління виробничими процесами;
- є) основні джерела забезпечення підприємства як на період будівництва, так і на період його експлуатації (сировиною, водою, теплом, газом, електроенергією, а також засобами очищення та відведення стічних вод);
- ж) намічені терміни будівництва (в цілому або по частинах), а також пропозиції щодо подальшого розширення всього підприємства;
- з) дані для проєктування об'єктів житлового та культурно-побутового будівництва;
- и) намічені розміри капітальних вкладень і основних техніко-економічних показників, які повинні бути досягнуті при проєктуванні;
- і) вимоги щодо розроблення варіантів технічного проєкту як в цілому, так і по його частинах, а також стабільність проєктування;
- ї) вимоги щодо захисту довкілля та утилізації відходів;
- й) вимоги щодо архітектурно-художнього оформлення інженерних службових, побутових і виробничих приміщень, а також благоустрою та озеленення території;
- к) висновок головного інституту галузі про технічний рівень продукції, яка випускається на даному виробництві, та перспективи її випуску у зв'язку з реконструкцією чи розширенням виробництва;
- л) назви генеральної проєктної та будівельної організацій генерального підрядника (субпідрядника), а також намічені можливості кооперування під час

будівництва об'єкта, що входить в цілий промисловий вузол (об'єднання, фірма, концерн).

Разом із зазначеними вище даними для прийняття рішень з будівництва великих і складних заводів з багатомоноклатурною продукцією до завдання на проєктування також додається ТЕО. Воно розробляється галузевими проєктними інститутами. До нього входять також результати висновків з геологорозвідувальною інформацією про доцільність вибору майданчика для будівництва майбутнього заводу за такими даними:

а) обґрунтування виробничої потужності проєктувального об'єкта та місцезнаходження цього будівництва відповідно до перспективного плану розвитку даної галузі;

б) обґрунтування доцільності нового будівництва і зіставлення його з можливістю розширення чи реконструкції діючих аналогічних підприємств;

в) обґрунтування можливого кооперування основних і допоміжних виробництв, енергопостачання, каналізації, інженерних споруд, транспорту з іншими діючими підприємствами або тими, що будуються чи проєктуються;

г) обґрунтування можливого злиття проєктувального об'єкта в єдиний промисловий вузол (об'єднання, фірма, концерн) з іншими підприємствами;

д) обґрунтування вибору самого майданчика для будівництва (дані ґрунту, глибина проникнення, твердість його пластів, географічний рельєф поверхні місцевості тощо);

е) основні (попередні) ТЕП проєктувального об'єкта (постатейно), а також орієнтовна вартість всього будівництва та будівництва по його частинах (етапах).

На підставі зазначених даних з вищеперелічених пунктів ТЕО знаходять оптимальну (найвигіднішу) виробничу потужність виробництва (заводу).

Разом із завданням на проєктування замовник видає такі документи:

а) затверджений акт з вибору майданчика для будівництва майбутнього заводу зі всіма матеріалами та погодженнями з іншими організаціями.

б) складене разом з місцевою Держадміністрацією області архітектурно-планувальне завдання з вимогами до забудови майданчика, оформлення будівель, кількість їх поверхів, прив'язка до міських інженерних комунікацій та інші дані на випадок будівництва в межах міста.

в) будівельний паспорт майданчика та його прив'язка до підземних споруд міста (району).

г) технічні умови на під'єднаний проєктувального підприємства до джерел постачання, інженерних мереж і комунікацій.

На основі виданого та затвердженого завдання на проєктування проєктна організація розробляє технічний чи техноробочий проєкт машинобудівного заводу.

Проєктування механоскладального виробництва являє собою складну динамічну систему, оскільки містить певні *етапи проєктування*, суть яких можна подати в такій послідовності:

а) *структурно-функціональний* – етап, який подається у вигляді структурної моделі, що відображає складові, тип і взаємозв'язок елементів із функціональної

моделі, що враховує властивості елементів системи, які необхідні для виконання ними певного свого функціонального призначення;

б) *алгоритмічний* – етап, який базується на складанні алгоритмічних моделей, що вміщують взаємні зв'язки між окремими елементами та системами під час виробництва;

в) *параметричний* – етап, який необхідний для визначення кількісних значень взаємозв'язків між окремими фізичними параметрами елементів системи; тобто етап складання рівнянь матеріально-енергетичного балансу в різних якостях;

г) *планувальний* – етап розв'язання задач розмірних зв'язків між окремими елементами системи. Моделі цього етапу аналогічні структурним, але співвідношення їх елементів оцінюються в просторових розміностях.

Після відповідного синтезу виробничої системи виконується формування систем матеріальних, енергетичних та інформаційних потоків, а їх проєктування здійснюється в такій самій послідовності, як і в основній системі.

Кожен варіант проєкту отримується після одноразового проходження блоків схеми. Для багаторазового проходження блоків проєктується декілька варіантів проєкту, які досягаються аналізом результатів проєктних рішень. Кількість розроблених варіантів залежить від рівня уніфікації проєктних рішень і складності самого об'єкта проєктування.

2.3 Стадії проєктування

Стадією проєктування називається обсяг проєктних робіт, які необхідно виконати за проєктний період. Проєктування заводів і цехів здійснюється в одну або дві стадії. За однією стадією виконується техноробочий проєкт, тобто технічний проєкт поєднується з робочими кресленнями (загальними видами цих креслень). За двома стадіями проєктування технічний проєкт і робочі креслення поєднуються. Останні складаються із креслень загальних видів і їх деталювання.

Для об'єктів, будівництво яких здійснюється за типовими проєктами, а також для об'єктів з нескладними виробничими процесами, їх проєктування виконується в одну стадію, що скорочує терміни проєктування. У всіх інших випадках проєктування машинобудівних заводів ведуть за двома стадіями.

В технічному проєкті при проєктуванні нового заводу або будь-якого підприємства, повинні бути вирішені такі питання:

а) забезпечення виробництва сировиною, матеріалами, водою, енергією та іншими ресурсами;

б) створення раціональних транспортних потоків сировини та готової продукції;

в) спеціалізації та кооперування виробництва, а також зв'язків нового підприємства з іншими галузями промисловості;

г) широкого використання прогресивних технологічних процесів для виготовлення основних виробів, які б забезпечували високу продуктивність праці;

д) організації економіки виробництва та застосування АСУ;

е) забезпечення кадрами;

є) використання території під забудову та вибору оптимального варіанта генерального плану заводу;

ж) об'ємно-планувальних архітектурних і конструктивних рішень основних будівель і споруд; їх якості, номенклатури будівельних матеріалів, інженерного облаштування будівель;

з) створення умов з культури виробництва, технічної естетики та промсанітарії на виробництві;

и) забезпечення житлово-побутових умов працюючих;

і) організації цивільного будівництва та продовження його виконання на перспективу;

ї) вартості будівництва;

й) розроблення основних ТЕП роботи нового підприємства з врахуванням продуктивності праці, собівартості продукції, рівня механізації та автоматизації процесів, енергозброєності, економічної ефективності капітальних вкладень і їх терміну окупності.

Великі підприємства проектуються за встановленою черговістю будівництва, тобто за етапами робіт, а їх тривалість, згідно з розрахунками про час виконання, не повинна перевершувати 3-4 роки. На даний час практикуються ще стисліші терміни, тобто 2-3 роки. Якщо проектування майбутнього заводу передбачає його будівництво з метою невід'ємного доповнення до загального промислового вузла, то на будівництво загальних об'єктів розробляються окремі технічні проекти. При цьому розроблення технічного проекту всього промислового вузла виконує головна проектна організація, а це скорочує терміни проектування.

3 ПРОЄКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНОГО ВИРОБНИЦТВА

3.1 Планування місцезнаходження виробництва

Вибір місця для будівництва майбутнього заводу здійснюється на основі відповідного «Положення про порядок вибору району чи пункту будівництва нових промислових підприємств і основних показників ТЕО з розташування підприємств» затвердженого Радою з вивчення виробничих сил при Кабінеті Міністрів України.

Відправним, тобто первинним документом для вибору району (пункту) будівництва є схема розвитку та розташування галузей народного господарства, промисловості та виробничих сил по економічних районах (регіонах) з врахуванням даних, поданих у ТЕО.

Вважається традиційно прийнятним підходом проектування майбутнього заводу з чіткою ув'язкою його єдиного промислового вузла зі спільним складським господарством, загальними інженерними спорудами, мережами комунікацій, загальними автомобільними і залізничними шляхами, спорудами зв'язку, зонами житлових і промислових забудов тощо.

Разом з тим до вибору майданчика під будівництво ставляться певні вимоги, а остаточне прийняття рішення здійснюється спеціальною комісією, до складу якої входять провідні фахівці проєктної організації, зокрема: головний інженер проєкту, головний спеціаліст з матеріального оформлення проєкту, інженери будівельники, сантехніки, енергетики, економісти, транспортник (фахівець з генерального плану), а також представники з міністерства та місцевої Держадміністрації (області, району, міста).

Вибираючи майданчик, комісія розглядає декілька варіантів для розташування заводу. Загальні вимоги до проммайданчика полягають в тому, щоб здійснити будівництво з найменшими витратами та максимальним використанням місцевих матеріальних ресурсів і людських резервів, а під час експлуатації заводу забезпечити високі ТЕРП виробництва.

Основними визначальними чинниками з огляду економічності та доцільності будівництва та подальшої експлуатації заводу з моменту запуску є:

– ув'язка даного будівництва з проєктом районного плану забудови промислового вузла;

– можливе використання місцевих матеріалів і кооперування підприємства під час його будівництва та подальшої експлуатації;

– забезпеченість його відповідною кількістю працюючих для будівництва та експлуатації майбутнього заводу з місцевого населення з найближчих населених пунктів, розташованих на відстані до 5 км по шосейних і до 30 км по залізничних дорогах;

– загальна придатність місця знаходження проммайданчика для розташування заводу з точки зору відповідності до санітарних норм і геологічним умовам, рельєфу місцевості;

– відповідність місця знаходження проммайданчика до географічного розташування території (наявність шосейних і залізничних доріг, електромереж, теплопостачання, водних ресурсів, сировини, матеріалів, корисних копалин і т.д.).

Суттєві вимоги ставляться до рельєфу вибраної території, який повинен мати пологий нахил в межах $0,003...0,03^\circ$. Максимальний нахил в напрямку, паралельному до напрямку залізничних шляхів, не повинен перевищувати $0,005^\circ$. Найчастіше промисловий майданчик має прямокутну форму із співвідношенням сторін 1:2 або 2:3 за шириною та довжиною. Вибираючи територію для заводу, необхідно орієнтуватися на напрямок руху повітряних потоків (рози вітрів) так, щоб створювалися найсприятливіші умови для аерації будівель і природного провітрювання території, достатнього природного освітлення та відведення з неї стічних вод, що вкрай важливо для дотримання санітарних норм.

Важливе значення при виборі проммайданчика мають і геологічні дані ґрунту. Він повинен бути однорідним з певною щільністю. Допустимі на нього навантаження повинні становити не менше $0,20 \text{ МПа/м}^2$; за товщиною залягання ґрунту не допустима присутність карстових чи вапнякових порід і зсувів пластів. Слід також враховувати рівень ґрунтових вод і їх агресивність до бетонних палів, глибину промерзання ґрунту, товщину снігового покриву та інші чинники.

Велике значення при виборі проммайданчика приділяється правильному розташуванню під забудову населеного пункту (житлового масиву, селища) для

працівників майбутнього заводу. Його розташовують з підвітряного боку та дотриманням санітарно-захисних смуг. Повинен забезпечуватися зручний транспортний зв'язок цього пункту із заводом (час доїзду працівників не більше ніж 45 хв.). Ширина санітарно-захисної смуги для машинобудівних заводів не менше ніж 50 м особливо тоді, коли виробництво має шкідливі викиди у атмосферу.

Слід відзначити, що на основі аналізу перерахованих вище чинників, якими визначається економічність будівництва та експлуатація заводу, зіставляються декілька конкуруючих промислових майданчиків і вибирається оптимальний. При зіставленні майданчиків враховується також вартість робіт з його планування, витрати на знесення будівель, які попадають у забудовану промислову зону спорудження підземних шляхопроводів, доріг, джерел електроенергії, будівництво позазаводських водопроводів, каналізаційних колекторів тощо.

Зібрані матеріали, відповідно до вибору промислового майданчика, оформляють згідно з еталоном у вигляді пояснювальної записки з додатками. Сюди входять також дані з вибору майданчика для житлового населеного пункту, умови будівництва, його техніко-економічне зіставлення з будівництвом заводу. Затвердження рекомендованого майданчика здійснюється одночасно з технічним проектом на будівництво майбутнього заводу.

3.2 Робочий проєкт підприємства

Робочий проєкт – розробляється проєктною організацією на основі завдання на проєктування, що видається замовником, служить для визначення технічної можливості та економічної доцільності майбутнього будівництва, реконструкції чи розширення проєктувальних об'єктів, загальної вартості будівництва та ТЕП для виробництва.

Робочий проєкт складається із таких документів:

- пояснювальної записки;
- генерального плану заводу та його транспортної системи;
- технологічної частини;
- будівельної частини;
- техніко-економічної частини;
- технічного паспорта.

В пояснювальній записці коротко викладається зміст проєкту із зіставленням можливих варіантів, на основі яких прийнято рішення та запропоновано черги будівництва майбутнього заводу, а також необхідні дані, що підтверджують відповідність проєкту чинним нормам і правилам. Окремим розділом в пояснювальній записці виділяється ТЕО, у якому обґрунтовується доцільність запропонованих технічних рішень.

На генеральний план заводу наносять розташування основних та допоміжних будівель і інших об'єктів загального призначення, місцезнаходження інженерних наземних і підземних комунікацій, споруд, складської системи, транспортних внутрізаводських доріг, їх оптимальне під'єднання до зовнішніх сполучень, зони озеленення і т.д.

Згідно з інструкцією СНіП під *генеральним планом заводу* (підприємства) розуміють схемне креслення, на якому нанесено розташування всіх його будівель, споруд, рейкових і безрейкових доріг, підземних і наземних мереж, санітарно-технічних споруд (водогонів), каналізаційних колекторів силових кабелів, підстанцій, котельнь, зони озеленення, захисних смуг і т.п.

Генеральний план проєктується на основі таких вихідних даних:

- а) схеми генерального плану промислового вузла;
- б) даних, які характеризують сам майданчик для будівництва (план району, топографічний план, пошукові геологічні розвідувальні дані);
- в) сумарних обсягів заводу (величини площі, програми випуску);
- г) технологічної схеми виробництва;
- д) вантажообігу заводу з поділом його за видами транспорту.

Важливе значення в проєкті генерального плану приділяється знаходженню раціонального рішення щодо розташування всіх будівель і споруд заводу (кількості одноповерхових і багатоповерхових).

При розташуванні будівель генеральним планом заводу повинна бути врахована можливість розширення підприємства, яка передбачається у завданні на проєктування.

Розташування будівель, вибір трас, залізничних і автомобільних доріг і планування території заводу необхідно здійснювати з врахуванням рельєфу місцевості так, щоб кількість земляних робіт за вертикальним плануванням ділянок була мінімальна.

Розроблені в генеральному плані заходи обґрунтовують відповідними показниками, що характеризують їх техніко-економічну доцільність. До основних ТЕП заводу належать коефіцієнти:

- а) забудови території

$$K_{з.аб} = \frac{F_1 + F_2}{F}, \quad (3.1)$$

де F_1 – площа під будівлі; F_2 – площа під споруди; F – загальна площа території заводу.

- б) використання території

$$K_{в.т} = \frac{F_1 + F_2 + F_3 + F_4 + F_5}{F}, \quad (3.2)$$

де F_3 – площа складів; F_4 – площа залізничних і автомобільних доріг; F_5 – площа тротуарів.

- в) озеленення території

$$K_{о.т} = \frac{F_{з.н}}{F}, \quad (3.3)$$

де $F_{з.н}$ – площа зелених насаджень.

Вважається оптимальним, якщо коефіцієнт забудови промислової території складає 40...60% від всієї території заводу.

Технологічна частина, яка найбільша за обсягом в робочому проєкті, містить всі розділи технологічного процесу виготовлення даного виробу (виробів), зокрема автоматизацію та механізацію основних технологічних

процесів, транспортних операцій, завантажувальних і розвантажувальних робіт, організацію праці та системи управління виробництвом, а також розділи енергетичної та теплотехнічної частин. Технологічна частина повинна містити дані про призначення цехів, продукції, яку виготовляють, виробничого кооперування, розташування цехів, режиму їх роботи, верстатомісткості, трудомісткості, питання енергопостачання, теплопостачання, повітропостачання, газопостачання тощо.

У *будівельній частині* проєкту наводяться дані природних і інженерно-геологічних умов самого майданчика для будівництва, характеристик будівель, їх призначення, організацію будівництва як промислового, так і житлово-побутового, а також умови реалізації цих будівництв за етапами та термінами завершення. До будівельної частини входить окремим розділом санітарно-технічна система, тобто виробниче водопостачання, господарсько-фекальна виробнича каналізація, внутрішньоцехові санітарно-технічні засоби і т.д.

Техніко-економічна частина проєкту базується на аналізі та техніко-економічних розрахунках, які обґрунтовують вибір оптимального варіанта для проєктування майбутнього заводу, його доцільності та прийнятті відповідних рішень, що закладаються у ТЕО, а також окремій кошторисній частині із вказанням вартості будівництва, капітальних витратах.

Технічний паспорт заводу є завершальним документом до технічного робочого проєкту, який складається відповідно до еталона, затвердженого керуючою організацією (міністерством, відомством).

Слід відмітити, що до технологічної частини проєкту замовник згідно з технічним проєктом повинен видати вихідні дані на замовлення обладнання, а саме імпортного, загальних видів машин, даних креслень фундаментів під основне та допоміжне устаткування, підземних комунікацій, енергоспоруд (електричних, теплотехнічних) для комплексного розроблення всіх частин проєкту, які повинні складатися із конструкторської та технологічної документації.

Робочі креслення розробляють згідно з вимогами конструкторських рішень, зокрема для реалізації будівельно-монтажних робіт. Це загальні види робочих креслень з деталюванням: архітектурно-будівельної, санітарно-технічної, технологічної, транспортної частин і загального вигляду генплану заводу.

До технологічних рішень належать розроблення робочих креслень (загальних видів з деталюванням) монтажних планів і розділів цехів з нанесеними мережами інженерних підведень електропроводки, силових кабелів, шинопроводів, прив'язки технологічного обладнання до будівельних осей будівель, сітки колон. До них також входить розроблення робочих креслень транспортних засобів, засобів механізації та автоматизації виробничих процесів (конвеєрів, транспортерів, маніпуляторів, автоматизованих транспортних систем, засобів збирання, перероблення та пакування стружки, нестандартного обладнання, різного технологічного спорядження).

В *техноробочому проєкті* розробляють тільки ті креслення та дані, яких немає у типових і поодиноких проєктах, які застосовують повторно. Вирішення

цих питань здійснюється так само, як і в попередньому випадку за двома стадіями проектування.

Отже, в техноробочий проєкт, крім робочих креслень, входить така *документація*:

- пояснювальна записка з даними ТЕП та іншими даними, отриманими на основі прив'язки типових і повторно використаних проєктів;
- схема генерального плану заводу;
- перелік використаних змін і можливі доповнення до них у зв'язку з прив'язкою цих змін і доповнень до місцевих умов;
- кошторисна відомість.

Слід відзначити, що в обох випадках розроблення проєктів завершується визначенням вартості проєктувального підприємства, тобто формуванням загальної зведеної кошторисної відомості, яка до її затвердження погоджується з будівельно-монтажними організаціями.

Кошториси складаються з:

- загальної вартості будівництва підприємства, будівель і споруд;
- вартості окремих видів будівельних і спеціальних робіт (загальнобудівельних, санітарно-технічних, планувальних, робіт з благоустрою та озеленення території);
- витрат на придбання обладнання та його монтаж;
- вартості проєктних, пошукових, науково-дослідних і експериментальних робіт.

Доцільно зазначити, що затверджений в певному обсязі *технічний проєкт* разом із *зведеною кошторисною відомістю* (загальним кошторисом) є основною підставою для початку фінансування будівництва заводу, замовлення для нього основного виробничого обладнання та розроблення робочих креслень, необхідних для реалізації проєкту.

3.3 Системи автоматизованого проєктування діляниць і цехів

Зростання вимог щодо якості розроблювальних проєктів і скорочення термінів їх виконання змушує удосконалювати сам процес проєктування, наприклад, за допомогою впровадження САПР, які базуються на основі безперервного ітераційного процесу виконання проєктних операцій за послідовністю.

Основне призначення САПР полягає в першу чергу у прийнятті ефективних рішень під час розроблення об'єкта проєктування, які оцінюються через ТЕП, аналіз яких виявляє чинники, що можуть вплинути на технологічний процес проєктування. Таким чином, створюється зворотний зв'язок удосконалення процесу, його ув'язки та взаємодії між складовими компонентами, з метою досягнення економічного ефекту. Слід відзначити, що інтеграція проєктних операцій у проєктуванні починаючи від одержання вихідних даних до видачі робочої документації, повинна бути спрямована на створення проєктних процесів із попередньо заданими характеристиками.

В основу САПР виробничих систем закладають чотири ієрархічні рівні та дві підсистеми – проєктувальну та забезпечувальну.

Перша підсистема – предметно-орієнтувальна частина САПР, вирішує проєктні завдання, а друга – являє собою загальносистемні методи та засоби, що забезпечують виконання проєктного процесу.

На першому рівні ієрархії САПР проходить кінцеве формування проєкту; на другому рівні здійснюється проєктування основної та допоміжної систем. На третьому і четвертому рівнях ієрархії кожна підсистема подається сукупністю програм і підпрограм.

Отже, на проєктування дільниць і цехів за допомогою САПР покладаються такі завдання:

- визначення загальної трудомісткості та верстатомісткості робіт за типами обладнання для заданої програми випуску;
- визначення кількості обладнання, основних і допоміжних працівників;
- визначення виробничих і допоміжних площ;
- вибір оптимальної компоувальної схеми цеху (дільниці) та плану розміщення на них обладнання;
- визначення кількості транспортних і пакувальних засобів, різальних і допоміжних інструментів, контрольно-вимірювальних засобів тощо;
- визначення техніко-економічних показників проєкту.

Вирішення цих завдань здійснюється створенням уніфікованих технологічних модулів і системного підходу до проєктування однорідних виробництв, а також централізованого збереження банків даних довідкової інформації.

Принципова відмінність САПР від традиційної системи проєктування полягає перш за все в тому, що машинне проєктування стає організаційно-технічною системою, в якій дії проєктувальників і робота технічних засобів мають постійний зв'язок і об'єднані загальною метою. Другою відмінністю САПР є сумісність інформаційних потоків як системно-організуючого чинника на всіх етапах розроблення проєкту. Приймання проєктних рішень здійснюється на основі виконання математичного експерименту з імітувальною моделлю проєктувального об'єкта чи складових його елементів. При цьому автоматизація робіт і керування ходом проєктування, погодження формуючого рішення з показниками ефективності проєкту здійснюється за допомогою ЕОМ та організації машинного архіву з нормативно-довідкових даних (банку даних).

Важливого значення в цьому плані відіграє системний підхід з вирішування завдань уніфікації на підставі проведення декомпозиції, об'єктів проєктування, тобто виділення однорідних за фізичними ознаками, а також використання принципів функціональності та мінімальності.

Слід зауважити, що сучасні вимоги до проєктування на основі САПР характеризуються двома основними напрямками:

- а) перший – розроблення методів і засобів підвищення ефективності та якості рішень, тобто рішень, які забезпечують найвищий питомий випуск продукції на одиницю капітальних вкладень;

б) другий – створення способів підвищення продуктивності праці проєктувальників.

Для виконання вказаних напрямків у високопродуктивних проєктних інститутах створюються спеціальні підрозділи, зокрема: відділи автоматизованого проєктування з обчислювальним центром на базі сучасних ЕОМ і автоматизованими робочими місцями, сектор якості, сектор УПР, лабораторія аналізу запроєктованих потужностей, сектор авторського нагляду, сектор НОП, сектор АСУ проєктної організації, нормоконтроль технічних рішень тощо.

З метою скорочення термінів проєктування та підвищення його якості розробляються заходи з ефективного організування САПР. Для цього будь-яка така система мусить мати центральний процесор і термінал. При цьому центральний процесор керує прикладними програмами і в більшості випадків виконує ці програми. Термінал видає користувачу висвітлене графічне зображення на екрані дисплея та передає вхідні дані для керування програмами. Всі процеси обчислень і оброблення даних виконуються на центральній ЕОМ до якої можуть під'єднуватися і декілька користувачів, що знижує вартість засобів зв'язку за рахунок зменшення часу на використання лінії зв'язку і скорочення часу на відповіді та підвищення надійності цілої системи.

4 ВИРОБНИЧІ ПРИМІЩЕННЯ ТА БУДІВЛІ

4.1 Класифікація виробничих будівель і напрямки їх проєктування

Цехи класифікуються за наступними ознаками:

- серійність виробництва;
- метод виробництва;
- кількість встановленого обладнання;-
максимальна маса і розміри заготовок, деталей, виробів.

За серійністю виробництва розрізняють цехи: одиничного; дрібносерійного; серійного; крупносерійного; масового виробництва.

За методом виробництва розрізняють цехи потокового виробництва та не потокового виробництва.

За кількістю та розмірами встановленого обладнання: малі; середні; великі.

Наприклад, для механічних цехів, пропонується такий поділ на малі, середні та великі цехи для різних видів машинобудування (таблиця 4.1.).

За призначенням промислові будівлі та споруди поділяють на:

- виробничі, в яких розміщують основні технологічні процеси підприємств (механоскладальні, мартенівські, прокатні і т.п.);
- підсобно-виробничі, призначені для розміщення допоміжних процесів виробництва (ремонтні, інструментальні, механічні, тарні цехи);
- енергетичні, в яких розміщують обладнання для забезпечення електроенергією, стиснутим повітрям, парою, газом ТЕЦ, компресорні, газогенераторні та повітродувні станції);

- транспортні, призначені для розміщення і обслуговування транспортних засобів (гаражі, депо);
- складські, необхідні для зберігання сировини, напівфабрикатів, готової продукції, пального;
- санітарно-технічні, призначені для обслуговування мереж водопостачання і каналізації, для захисту навколишнього середовища від забруднення (станції очищення, насосні, водонапірні станції);
- адміністративні та побутові, призначені для розміщення адміністративних, побутових (громадське харчування, гардеробні, душові і т.п.) і медичних приміщень.

Таблиця 4.1 - Поділ механоскладальних цехів

Вид машинобудування	Макс. маса заготовки, т	Кількість верстатів у цеху		
		малий	середній	великий
1	2	3	4	5
легке	0,02	<150	150-300	>300
середнє	2	<125	125-250	>250
важке:				
I група	30	<100	100-200	>200
II група	75	<75	75-150	>150
III група	250	<60	60-125	>125
особливо важке	500	<50	50-100	>100

До спеціальних споруд промислових підприємств відносять резервуари, градирні, газгольдери, димові труби, естакади, опори.

Перелічені групи будівель та споруд не обов'язково будують на кожному промисловому підприємстві, їх наявність залежить від призначення та потужності підприємств.

За вибухопожежною і пожежною безпекою приміщення і будівлі поділяють на категорії А, Б, В1...В4, Г і Д, які визначаються характеристикою речовин і матеріалів у приміщеннях.

Категорії А і Б є найбільш вибухопожежонебезпечними. В приміщеннях цих категорій наявні горючі гази, речовини і матеріали, здатні до вибуху при нагріванні або взаємодії з водою, киснем, один з одним. Категорії В1...В4 є пожежонебезпечними.

Приміщення категорії Г пов'язані з наявністю в них негорючих речовин і матеріалів у гарячій, розпеченій або розплавленій стадії, процес обробки яких супроводжується виділенням променевого тепла, іскр і полум'я. При наявності в приміщеннях горючих газів, сумішей і матеріалів припускається їх спалювання або утилізація в тверді речовини.

Категорія Д пов'язана з наявністю в приміщенні негорючих речовин і матеріалів у холодному стані.

За об'ємно-планувальними та архітектурно-конструктивними ознаками промислові будівлі поділяють:

- за кількістю поверхів - на одноповерхові, двоповерхові, багатоповерхові та змішаної поверховості. В одноповерхових будівлях, як правило, розміщують виробництва металургійної та машинобудівної промисловості, для яких характерне розміщення важкого і громіздкого технологічного обладнання з передачею навантажень на самостійні фундаменти. В багатоповерхових будівлях розміщують виробництва з вертикально спрямованим технологічним процесом (агломераційні фабрики) та машинобудівні, приладобудівні виробництва, які не потребують розміщення на верхніх поверхах важкого та громіздкого обладнання та навантаження на перекриття не перевищують 30-45 кН/м².

- за кількістю прогонів - на однопрогонні (у тому числі будівлі павільйонного типу) і багатопрогонні (у тому числі будівлі суцільної забудови). Прогон – це відстань між координатними осями вертикальних несучих опор, на які спираються горизонтальні несучі конструктивні елементи; у залежності від величини прогонів - на малопрогонні – 6, 9 і 12 м; середньопробгонні – 18, 24, 30 і 36 м; великопробгонні - понад 36 м; причому у будівлях з металевим каркасом ширина прогону може бути довільною.

- за наявністю підйомно-транспортного обладнання - на безкранові та кранові з мостовими або підвісними кранами;

- за конструктивними схемами покриття - на каркасні; площинні безрозпірні (покриття по балках або фермах); площинні розпірні (покриття по рамах або арках); просторові безрозпірні (з перехресно-ребристими або з перехресно-стрижньовими покриттями); просторові розпірні (оболонки, висячі, пневматичні покриття);

- за матеріалом основних несучих конструкцій: із залізобетонним збірним, збірно-монолітним або монолітним каркасом; з металевим каркасом; з цегляними несучими стінами і покриттями по залізобетонних, металевих або дерев'яних конструкціях;

- за системами опалення - на промислові будівлі, які опалюються (у тому числі з повітряною, центральною і місцевою системами опалення) і які не опалюються – «гарячі» (для цехів із великими надлишковими тепловиділеннями) та «холодні» (склади, навіси сховища);

- за системою освітлення - із штучним освітленням (за відсутності світлопрозорих конструкцій у стінах і в покриттях) і природним, у тому числі комбінованим (за наявності віконних прорізів, ліхтарів, світлових ковпаків тощо);

- за системами повітрообміну - з природною вентиляцією через отвори в огорожувальних конструкціях; з примусово-приливною вентиляцією з допомогою вентиляторів і повітроводів; з кондиціонуванням повітря (в тому числі з герметизацією внутрішніх приміщень);

- за спеціальними вимогами - будівлі-агрегати (для цехів з особливо складним і громіздким технологічним обладнанням), напіввідкриті установки (для обладнання, яке встановлюють за межами будівлі, але яке потребує влаштування навісів, кожухів тощо), радіаційні (для виробництв із високим ступенем радіації), будівлі для вибухопожежних виробництв тощо.

До основних чинників, які впливають на *проектування сучасних промислових будівель* державного масштабу, належать:

а) економія витрат на будівництво, а в перспективі на експлуатацію збудованих виробничих будівель;

б) скорочення термінів проектування та будівництва будівель;

в) забезпечення вимог щодо розроблення та впровадження нових автоматизованих технологічних процесів для прогресивних виробництв;

г) забезпечення побутових та естетичних потреб працівників даного виробництва.

Найбільш важливими є наступні основні напрямки з проектування сучасних виробничих будівель:

1. Широке застосування каркасних будівель, зведених з попередньо-напружених конструкцій (підвищує їх міцність і довговічність).

2. Будівництво будівель прямокутної форми з одним поверхом і без перепадів за висотою (спрощує їх конструкцію).

3. Широке блокування цехів та інших приміщень під дахом однієї будівлі, якщо це не перешкоджає зміні умов проходження технологічних процесів, санітарно-технічним і протипожежним вимогам (скорочує протяжність інженерних мереж, доріг і території підприємства).

4. Максимальне використання УТС (є найбільш високою формою уніфікації та типізації виробничих будівель і значно знижує вартість та зменшує терміни будівництва заводу).

5. Застосування в уніфікованих габаритних схемах будівель збільшених відстаней між колонами проти мінімальних (підвищує коефіцієнт використання площі в цехах, сприяє кращому переплануванню діляниць у випадку їх реконструкції, модернізації або перестановки технологічного устаткування чи перепрофілювання виробництв, а також полегшує вирішення завдань повної уніфікації конструктивних елементів будівель).

6. Проектування безліхтарних будівель чи будівель без вікон, а також будівель для прецизійних виробництв, у яких необхідно створити термоконстантний режим (знижує вартість будівель до 10% та зменшує витрати на їх експлуатацію).

7. Врахування вимог наукової організації праці, технічної естетики, культури виробництва, техніки безпеки та промсанітарії (створює найсприятливіші умови для реалізації розроблених технологічних процесів і покращення побутового обслуговування працюючих).

4.2 Основні елементи будівельних конструкцій

Будь-яку будівлю чи споруду зводять із певних конструкцій та їх елементів з двох причин:

– неможливість зведення будівлі з монолітного каркасу, оскільки це вимагало б надзвичайно великих коштів та й значних інтелектуальних зусиль для реалізації технічної думки під час проектування і будівництва;

– будівництво будівель на основі окремих елементів конструкцій в кілька разів скорочує терміни будівництва та його собівартість.

Найбільше застосовуються в будівництві типізовані та уніфіковані елементи будівель, до них належать:

Уніфіковані типові секції – це об'ємна каркасна частина будівлі, яка складається із одного або декількох прогонів однакової довжини зі сталою висотою. Розміри цілої секції: довжина 72 м, ширина 144 м. Розміри половини секції: довжина 72 м, ширина 72 м. Основні секції мають розміри в плані 144x72 і 72x72 м з сітками колон 18x12 і 24x12 м. Пристінні ряди колон застосовуються з кроком рівним 6 м.

Ширину прольоту вибирають такою, щоб можна було раціонально розмістити кратне число рядів обладнання – звичайно від двох до чотирьох, залежно від габаритних розмірів та варіантів розміщення.

Довжину верстатних дільниць і ліній з міркувань пожежної безпеки приймають не менше 35...50 м, а між ними при необхідності передбачають магістральні проїзди шириною 4,5...5,5 м. За відомою виробничою площею дільниць визначають її ширину.

Прибудовані та окремо розташовувані допоміжні будівлі адміністративно-побутового призначення компонується з уніфікованих типових секцій, які характеризуються шириною 12 і 18 м, довжиною 36, 48, 60м, сіткою колон 9x6 або 6x6 і кількістю поверхів 2, 3 і 4. Висота поверхів приймається рівною 3,6; 4,2; 6 м.

У випадку проектування будівлі із УТС робочі креслення складаються із 2-х частин: архітектурно-будівельної частини з монтажними схемами конструкцій типових секцій, а також детальної, на базі типових деталей: стін, колон, панелей, балок, ферм, покрівлі. Використання УТС зменшує номенклатуру проєктних матеріалів до 75% від загальної кількості креслень на всіх стадіях проєктування, при цьому підвищується продуктивність праці та скорочуються терміни проєктування.

Фундаменти. Фундаменти будівель за способом їх зведення бувають монолітними і збірними. Основні розміри фундаментів приймають в залежності від навантажень і ґрунтових умов. На фундаменти опираються колони і фундаментні балки. Обріз фундаменту розташовується на рівні планувальної відмітки землі; остання приймається на 0,15 м нижче рівня чистої підлоги. За наявності підвалів фундаменти заглиблюють не менше ніж на 0,5 м нижче підлоги підвалу.

Обладнання в цехах можна встановлювати на:

а) безпосередньо на підлозі;

б) на окремі або загальні для декількох верстатів фундаменти.

Безпосередньо на підлозі можна встановлювати легкі й середні верстати загального призначення із спокійними і без вібраційними режимами роботи. Окремі фундаменти монтують з метою рівномірного розподілу на ґрунт динамічних зусиль і запобігання коливальним станин, поширення коливальних на навколишню площу і сусіднє обладнання. Фундаменти під обладнання не повинні бути пов'язані з фундаментом цеху.

Колони. Вони поділяються на пристінні (однбокі) і внутрішні (двобокі). Вони є тримкими (навантаженими) частинами будівлі. Колони можуть бути прямокутними та квадратними. їх розміри в поперечному перерізі становлять 0,4x0,6 м або 0,4x0,4 м. Висота колон для безкранових будівель: 6; 7,2; 8,4 м, а для кранових – до 18 м. Колони промислових споруд можуть бути залізобетонними і сталевими, а за розташуванням їх у будівлі – середніми і крайніми. У будівництві застосовуються уніфіковані залізобетонні колони з перерізами від 400x400 до 600x1400 мм (рис. 4.1) або колони двотаврового перерізу. Висота колон вибирається виходячи з висоти цеха і глибини закладання в стакан фундаменту.

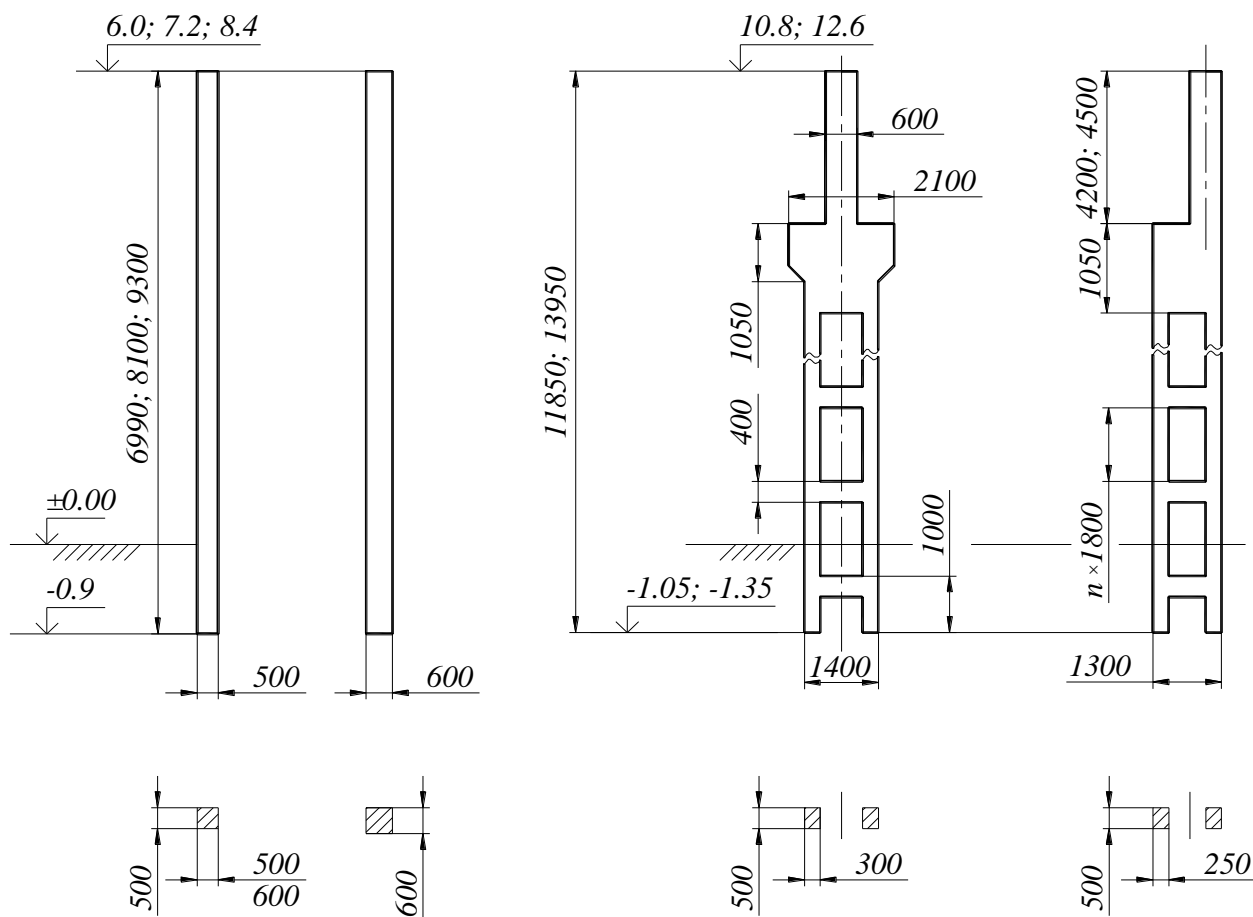


Рисунок 4.1 – Уніфіковані залізобетонні колони

Підкранові балки – призначені для розміщення на них рейок мостових кранів. Міцно з'єднані з колонами, вони надають каркасу будівлі додаткову просторову жорсткість. Підкранові балки виготовляють із залізобетону або сталі. При кроці колон 12 м і більше застосування залізобетонних балок є досить ефективним. Підкранові балки є уніфікованими.

Обв'язувальні балки – призначені для обпирання цегляних і дрібних блочних стін у місцях перепадів висот будівлі або під віконними прорізами.

Для перекриття прольоту і підтримування настилу покрівлі використовуються несучі конструкції, які на машинобудівних підприємствах частіше всього виконуються у вигляді залізобетонних ферм. Розміри уніфікованої залізобетонної стропильної сегментної ферми для прольоту шириною 18 м наведені на рисунку 4.2.

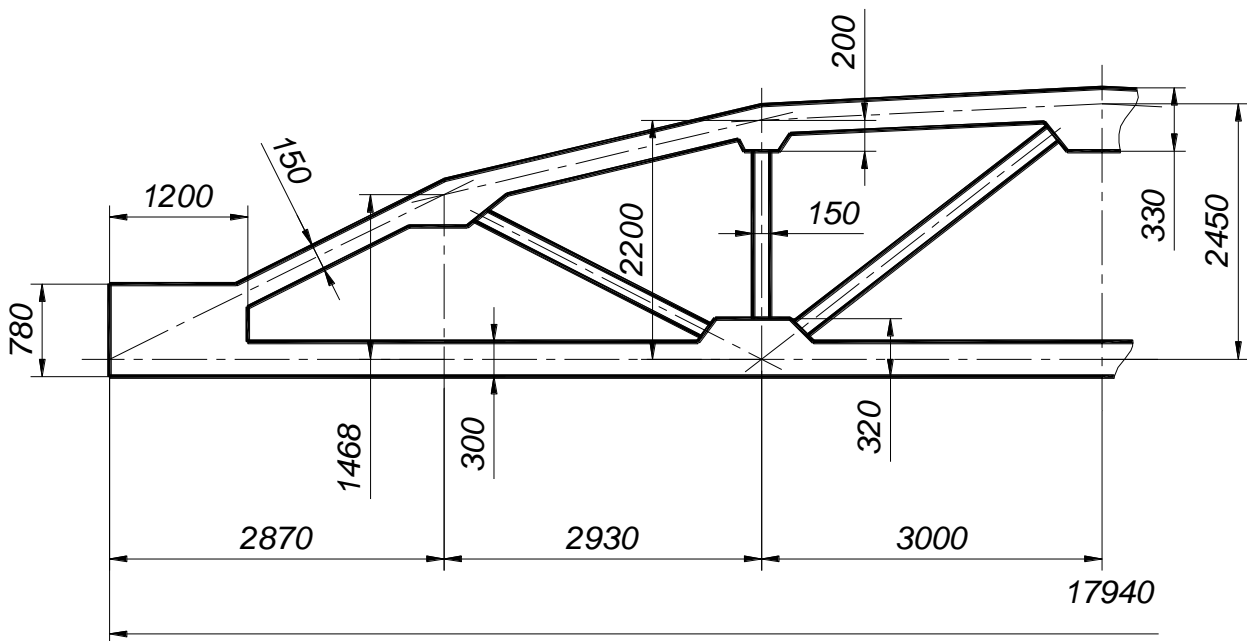


Рисунок 4.2 – Уніфікована залізобетонна стропильна сегментна ферма для прольоту шириною 18 м

Стіни. По конструктивній ознаці стіни споруд поділяються на несучі і каркасні. Несучі зовнішні стіни роблять із цегли, природних або бетонних каменів і блоків. Несучі і огорожуючі функції в них не розмежовані. В каркасних будинках несучі функції виконує каркас, що складається з колон і балок, а огорожуючі функції – заповнення стін.

Панелі-стіни. Для неопалювальних приміщень будівель панелі-стіни виготовляють суцільними в перерізі із легких (порошкових) бетонів або тришаровими залізобетонними з керамзитною начинкою полегшеного варіанта. Вони можуть мати розміри: 6 і 12 м за довжиною; 1,2 і 1,8 м за товщиною і від 0,2 до 0,5 м за висотою.

Перекрыття. Буває двох типів: кроквяне і безкруквяне. Перше – перекриває і підтримує настил покрівлі, друге – перекриває 12-метровий крок колон і утворює проміжні опори для розташування з шестиметровим кроком кроквяних колон. За конструкцією перекрыття буває прямокутного та сегментного перерізів з певними розташуваннями ребер жорсткості. Перекрыття першої конструкції застосовується для коротких прогонів до 12 м, а другої – 18 м і більше.

Покрівля. Буває двох видів: плоска та похила. Плоску – застосовують в багатопрогонових будівлях, похилу – для будівель з підвищеним кроком колон. Для виробничих будівель покрівлю виготовляють із збірних настилів, які кладуть на балки та ферми. Вони бувають у вигляді залізобетонних плит на які укладають утеплювач, а зверху – цементну або асфальтову стяжку.

Перегородки. Внутрішні перегородки, залежно від призначення приміщення, є:

- дерев'яні оштукатурені;
- скляні з нижньою дерев'яною частиною;

- з металевої сітки з нижньою дерев'яною або металевою частиною;
- металеві засклені;
- цегляні;
- залізобетонні.

Рекомендованими є каркасні перегородки з легких матеріалів, що допускають їхній демонтаж. Дерев'яні оштукатурені – ставлять у побутових, конторських й інших приміщеннях. Скляні з нижньою дерев'яною частиною – для відділень заточувальних, шліфувальних, лекальних й особливо точних верстатів. Металеві сітки з нижньою дерев'яною або металевою частиною в приміщення для складів. Цегляні і залізобетонні – для відділень покриті металами, фарбувальних, термічних і т.п.

Підлоги. Для механічних, складальних, інструментальних та інших цехів холодної обробки рекомендованими є підлоги з дерев'яним настилом (тверді породи) на бетонній основі. Асфальтові і бетонні підлоги – зручні для цехового транспорту, але важко піддаються чищенню. У ковальських цехах – з кам'яної бруківки, цегли, бетону. У приміщеннях лабораторій, службових і конторських приміщеннях застосовуються ксилітові або керамічні підлоги (зручні, добре піддаються чищенню). При використанні відкритих бетонних підлог необхідно використовувати біля робочих місць підставки.

Двері, ворота. Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до виходу із цеху повинна знаходитись в межах:

- для одноповерхових будинків від 50 до 100 м;
- для багатоповерхових від 30 до 75 м.

Кількість евакуаційних виходів – не менш двох. Гранична ширина проходів не менше 1 м., коридорів – 1,4 м, дверей – 0,8...2,4 м. Висота дверей не менше 2,0 м. Ширина воріт повинна перевищувати найбільшу ширину транспортних засобів не менше ніж на 600 мм і бути не менше 1,8 м. Висота воріт для засобів безрейкового транспорту повинна бути більшою висоти транспортних засобів не менше ніж на 200 мм і становити не менше 2,4 м.

Ворота в будівлях бувають: розгорнуті, розсувні, підземні, шторні. Їх розміри, відповідно: 2х2,4м; 3х3 м; 4х3,6 м; 4х4,2 м для безрейкового транспорту та 4,7х5,6 м для залізничного транспорту.

Світлові ліхтарі. Світлові ліхтарі застосовують для багатопрогонових цехів і встановлюють на покрівлі будівлі з метою освітлювання внутрішнього простору будівлі природним світлом і для аерації. Найчастіше їх монтують на верху будівель у випадку значних тепловиділень газів, диму, пилу з цеху, коли зовнішнє світло не може освітлювати приміщення через забруднення бічних скляних вікон. Вони одночасно служать для природної вентиляції. Ліхтарі розташовують вздовж і впоперек прольотів. Також замість ліхтарів використовують плафони, які виготовляють із органічного скла або склопластику.

Форми світлових ліхтарів:



трикутна

– робляться глухими (не відкриваються), оскільки проблематично забезпечити водонепроникність отворів. Застосовуються рідко



зубчаста

– з похилою або вертикальною заскленою поверхнею. Застосовується, коли в приміщення не повинно проникати пряме сонячне світло



трапецеподібна

– добре пропускає сонячне і природне світло. Основний недолік: на заскленій поверхні затримуються сніг і бруд



прямокутна

– має поширене використання, оскільки позбавлена недоліку трапецеподібної форми



М-подібна

– має використання, оскільки позбавлена недоліку трапецеподібної форми, основним недоліком є складність монтованої конструкції

Основними будівельними параметрами будівлі в плані є: ширина прольоту L – відстань між повздовжніми осями і крок колон t – відстань між поперечними осями. Співвідношення ширини прольоту і кроку утворює сітку колон, і позначається $L \times t$. Основним параметром будівлі у перерізі є висота прольоту H (відстань від підлоги до низу несучих конструкцій покриття).

Висота прольоту визначається за схемою, наведеною на рисунку 4.3, виходячи із максимальної висоти h_1 обладнання, мінімальної відстані h_2 між обладнанням та вантажем, а також висоти транспортованих вантажів h_3 , крана h_4 визначають висоту H_1 головки підкранової рейки:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4. \quad (4.1)$$

Висоту h_1 приймають з урахуванням крайніх положень верстату по вертикалі, але не менше 2,3 м. Відстань h_2 приймають не менше 400 мм. Далі за даними таблиці 4.2 за висотою H_1 визначають мінімальну висоту H прольоту.

Сітку колон (ширину L прольоту та крок t колон) і висоту H прольоту (відстань від підлоги до нижньої частини несучої конструкції будівлі) вибирають з уніфікованого ряду величин, наведених у таблиці 4.2.

У виробничих будівлях, що мають значну довжину, а також складаються з декількох об'ємів з різними висотами і навантаженнями, створюють ТШ, або ж їх називають деформаційні, для обмеження зусиль, що виникають від перепаду температур. ТШ поділяються на окремі відсіки (температурні блоки). Розміри між поперечними швами приймають до 72 м, а між повздовжніми до 144 м. ТШ повинні розділяти як каркас будівлі, так і всі конструкції, що на нього спираються.

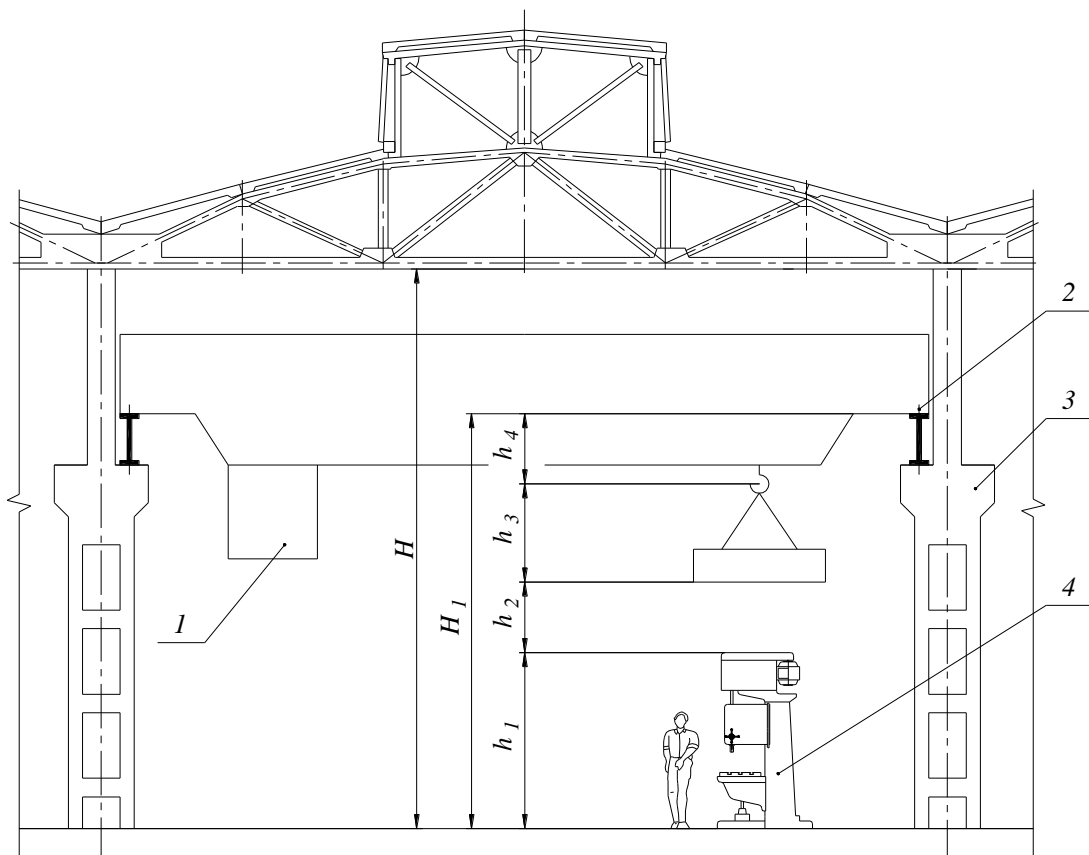


Рисунок 4.3 – Розрахункова схема до визначення висоти прольоту

Таблиця 4.2 – Розміри уніфікованих прольотів і вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів

Ширина прольоту, м	Висота H цеху до нижнього поясу ферми, м	Висота H_1 головки підкранової рейки, м	Тип кранів	Вантажопідйомність крана, т
18	6,0; 7,2; 8,4	—	Підвісні	0,5...5
24	7,2; 8,4			
30	7,2; 8,4			
18	8,4; 9,6	6,15; 6,95; 8,16	Електричні мостові	10; 20/5
24	10,8			
18	12,6; 14,4	9,65; 11,45	Електричні мостові	10; 20/5; 30/5
24				
30				
30	16,2; 18,0	12,65; 14,45;	Електричні мостові	30/5; 50/10; 75/25
36		12,0; 13,8		
30	16,2; 18,0;	12,0; 13,8; 15,6;	Електричні мостові	100/20
36	19,8;	11,2; 13,0;		
30	19,8	14,8		

Розміри будівельних параметрів і обладнання встановлюються на основі ЄМС. Вона виходить із основного модуля, рівного 100 мм і позначається буквою М, на основі якого утворюються вихідні модулі – укрупнені і частинні. Розміри ширини прольотів і кроків приймаються кратними до укрупнених модулів 60М (6 м) і 30М (3 м). Висота поверхів виробничих приміщень приймається кратною до модулів 12М (1,2 м) і 6М (0,6 м), будівель адміністративно-побутового призначення – кратною модулю 3М (0,3 м).

З метою обмеження різноманітності елементів конструкцій і деталей будівель заводського виготовлення діючими нормами передбачається широке застосування уніфікованих габаритних схем будівель для всіх галузей промисловості. На основі цих норм для прольотів одноповерхових корпусів механічних цехів нормами технологічного проєктування встановлені основні будівельні характеристики, якими необхідно керуватись при проєктуванні машинобудівних заводів.

4.3 Одно-, багатоповерхові та безліхтарні будівлі

Одноповерхові будівлі. Площа одноповерхових будівель в загальному обсязі промислового будівництва складає близько 85...90 % (зокрема кранові – 20...25% та безкранові – 60...65%). Вони економічніші ніж багатоповерхові, а також мають переваги щодо розташування устаткування на виробничих площах, швидше будуються без дотримання жорстких регламентацій стосовно твердості шарів ґрунту. Застосування сітки колон з підвищеним кроком, особливо для цехів важкого машинобудування, дозволяє використовувати різні види горизонтального транспорту.

Одноповерхові будівлі можуть проєктуватися з повним або неповним каркасом, а також з тримкими стінами. В будівлях з повним каркасом і вертикальними тримкими елементами є колони, а зовнішні стіни стають лише обмежувальними елементами, тобто заповнювачами. В будівлях з неповним каркасом конструктивні елементи з тримкими колонами монтують тільки всередині будівлі, відповідно зовнішні стіни стають тримкими, які одночасно виконують функції огорожувальних конструкцій.

В масовому промисловому будівництві застосовується, в основному, конструктивна схема з повним каркасом. Вона є типовою та базується на використанні економічних рішень проєктування будівель з повною уніфікацією збірних елементів.

Основними структурними частинами будівель є прогони. Прогін – це об'ємна частина будівлі, обмежена двома суміжними рядами з вертикальними тримкими конструкціями (рядами колон).

На рис. 4.4 показано схемні плани будівель з повним каркасом і будівельними параметрами. Для будівель зі значною протяжністю та тих, які складаються з кількох приміщень різної висоти та перебувають під навантаженнями, виконують температурні шви для уникнення деформацій, які виникають від перепаду температур.

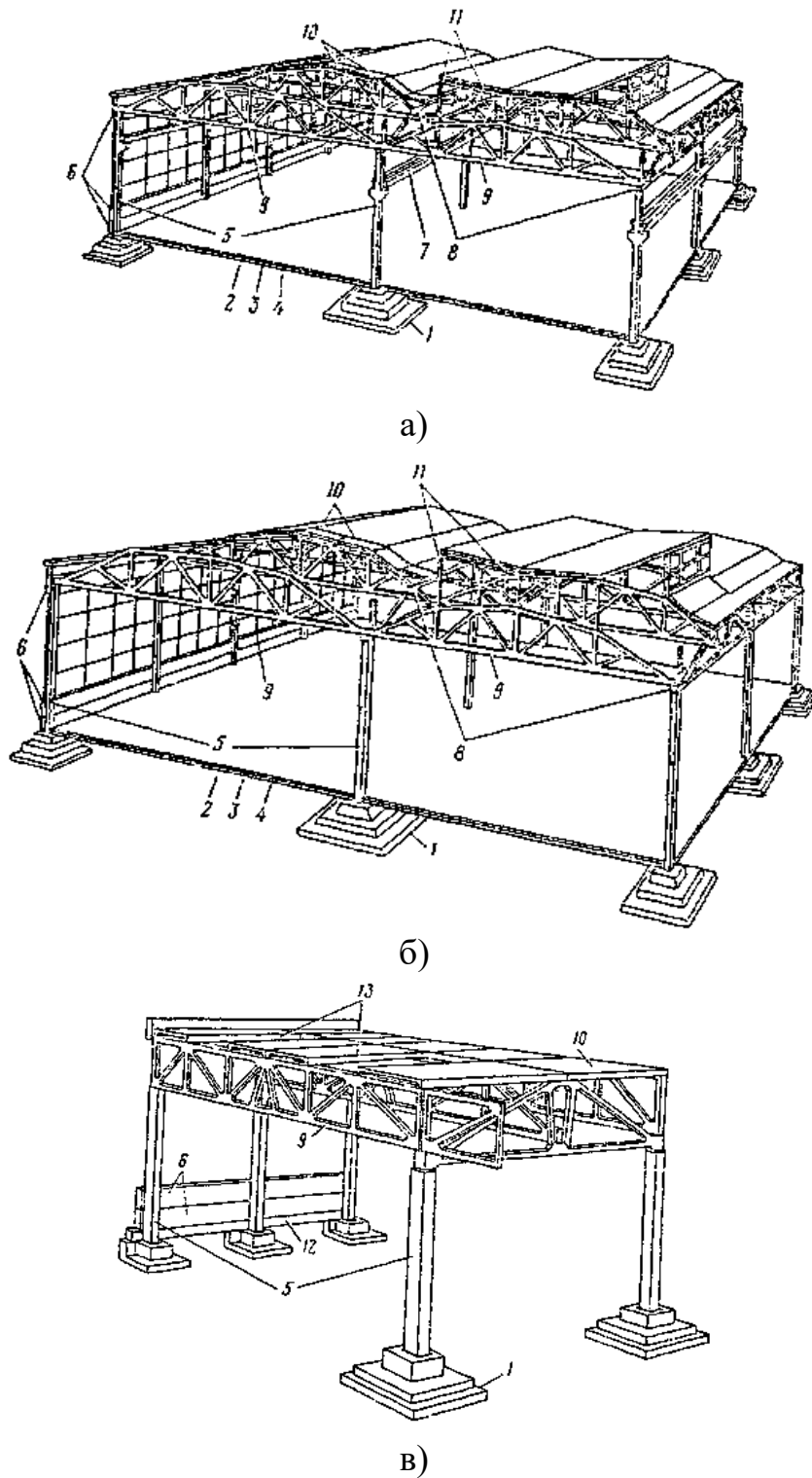


Рисунок 4.4 – Конструктивні схеми прогонів одноповерхових виробничих будівель з повним каркасом: а) кранові прогони; б) безкранові прогони із схилою покрівлею та світлоаераційними ліхтарями; в) безкранові прогони з плоскою покрівлею та світловими плафонами:
 1 – фундамент; 2 – бетонна основа; 3 – стяжка; 4 – покриття підлоги; 5 – колони; 6 – стінові панелі; 7 – підкранова балка; 8 – підстропильні ферми; 9 – стропильні ферми; 10 – багатопанельний настил; 11 – сталева рама ліхтаря; 12 – фундаментна балка; 13 – місце для світлових плафонів

Розміри між поперечними швами становлять 72 м, а між поздовжніми – 144 м, тобто дорівнюють габаритним розмірам УТС. Розміри будівельних параметрів так само, як і конструктивних елементів будівель, будівельних виробів і обладнання, встановлюють на основі ЄМС. Найрозповсюдженішими розмірами прогонів є: ширина прогону 18 і 24 м для безкранових і 18; 24; 30 і 36 м – для кранових будівель. Крок внутрішніх колон дорівнює 12 м. Крок крайніх (пристінних) колон приймається 6 або 12 м. Для уніфікованих габаритних схем розміри прогонів і кроків колон вдвічі та більше разів довші, ніж у більшості побудованих раніше заводів без використання цих схем.

Такий підхід дозволяє ефективніше використати виробничі площі, при цьому створюються умови раціонального планування технологічного обладнання, зокрема великогабаритного, транспортних засобів тощо. Ця економія може сягати до 47% для сітки 18x30 м і 73% для сітки 36x36 м. Збільшення кроку колон до 12 м дає більший ефект, ніж збільшення ширини прогону при незмінному кроці колон.

Важливе значення при оформленні компоувального плану будівлі приділяють прив'язці конструктивних елементів корпусу (колони, осі кранових рейок і підкранових балок) до розбивних осей. Колони середних рядів розташовують так, щоб геометричні центри їх перетинів і надкранової частини збігалися із перетином розбивних осей. Винятком є колони, розташовані в зоні температурно-деформаційних швів.

В зоні ТШ колони поперечних швів зміщують всередину секції відносно розбивної осі на 500 мм. Поздовжні шви формують зміщення колон всередину секції так, щоб відстань між боковими сторонами колон була не менше 500 мм. В зоні поздовжнього шва передбачають дві розбивні осі.

Вибираючи компоування будівлі, слід виходити із загальної площі цехів, дільниць, прийнятого варіанта їх взаємного розташування, організації допоміжних служб, складів заготовок, металу, служб ремонтного обслуговування, технологічного, енергетичного, підйомно-транспортного устаткування тощо. Після загального компоування корпусу та уточнення планувальних рішень визначають габаритні розміри та структуру виробничої будівлі.

Багатоповерхові будівлі. Такі будівлі, на відміну від одноповерхових, зводять на стиснутих ділянках під забудову або на території діючих підприємств, де немає місця під будівництво. У машинобудуванні багатоповерхові будівлі зводять три-, п'ятиповерховими. Для багатоповерхових будівель розробляють уніфіковані габаритні схеми з сіткою колон 6x6 м і 9x6 м. Висота поверхів 3,3; 3,6; 4,8; 6,0 м.

Допустимі навантаження на перекриття для прогонів завдовжки 6 м становлять 1,0...2,5 т/м² для три-, п'ятиповерхових будівель. Для прогонів завдовжки 9 м допустимі навантаження на перекриття 0,5...1,5 т/м² для три-, чотириповерхових будівель.

Багатоповерхові будівлі найчастіше зводять для заводів, які розташовують в межах міста або збудовані на його території та підлягають реконструкції, тобто надбудова на одноповерхових будівлях, які мають фундаменти підвищеної тривкості.

Багатоповерхові будівлі мають каркасну структуру. Сам каркас складається із колон і ригелів. Розміри колон в поперечному перерізі мають квадрат 0,4x0,4 м для верхніх поверхів і прямокутник – 0,4x0,6 м для першого поверху.

У всіх випадках багатоповерхові будівлі зводять на палях, які мають довжину від 6 до 12 м. Глибина забивання та кількість колон залежить від твердості ґрунтів.

Що стосується кількості розташованого устаткування, враховуючи габарити його маси, зокрема допустимі навантаження на кожен поверх, габаритне устаткування монтують на першому поверсі, середньогабаритне – на другому, малогабаритне – на третьому і т.д. Як приклад, на рис.4.5 показано конструкцію триповерхової будівлі з балковими перекриттями.

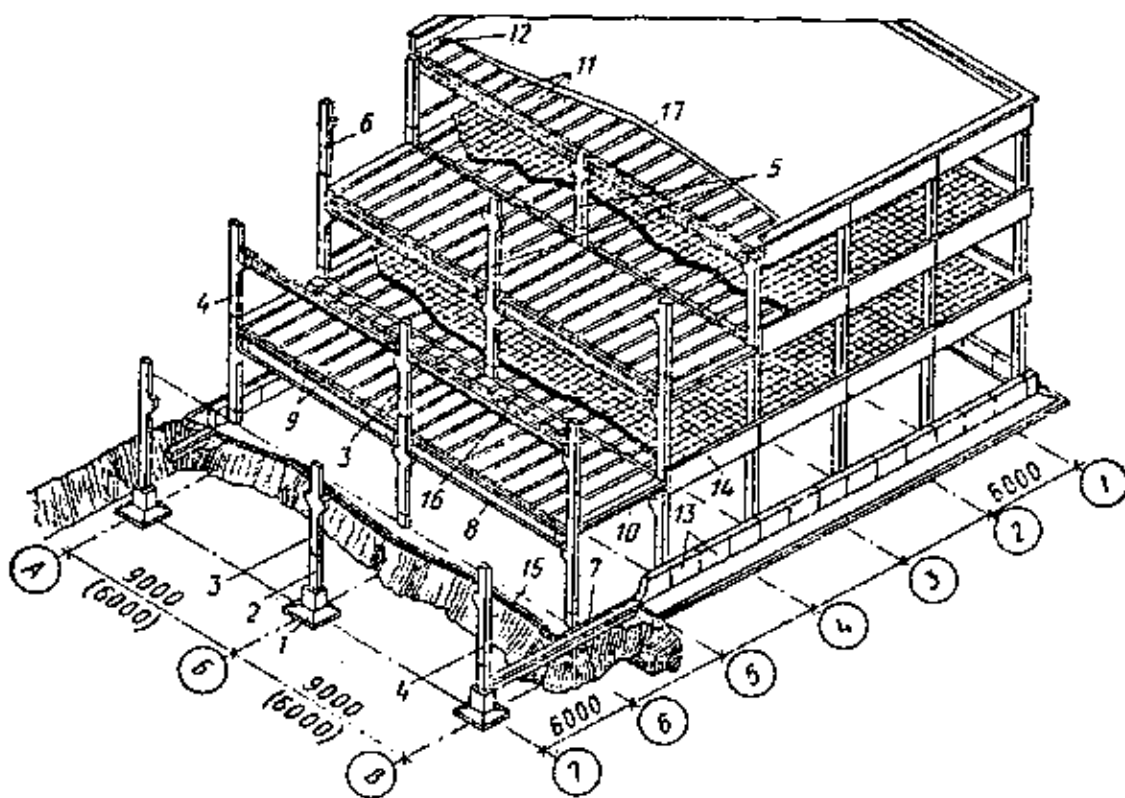


Рисунок 4.5 – Багатоповерхова виробнича будівля з балковими перекриттями:

- 1 – фундаментний залізобетонний блок; 2 – стійка залізобетонної колони;
- 3 – середня колона типового поверху; 4 – крайня колона типового поверху;
- 5 – середня колона верхнього поверху; 6 – крайня колона верхнього поверху;
- 7 – фундаментна балка; 8 – ригель міжповерхового перекриття; 9 – типові залізобетонні плити перекриття; 10 – плита перекриття; 11 – типові плити покриття; 12 – добірні плити покриття; 13 – цокольні збірні балки; 14 – стінна панель; 15 – підлога першого поверху; 16 – підлога типового поверху;
- 17 – покрівля будівлі

Безліхтарні будівлі. Це будівлі, які повністю або частково позбавлені природного освітлення та природної вентиляції (аерації), через яку виводяться шкідливі викиди з цехів. Такі будівлі проектують за термоконстантним режимом.

Вони повинні характеризуватися постійною температурою, вологістю, чистотою повітря (сталим розміром пилинок) тощо. Для полегшення праці обслуговуючого персоналу в таких цехах монтують устаткування штучного ультразвукового випромінювання. Безліхтарні будівлі завжди проєктують з вхідними та вихідними тамбурами. У більшості випадків виробничі процеси, які виконуються в них, автоматизовані або механізовані. Безліхтарні будівлі без вікон мають припливну і витяжну вентиляцію, штучне освітлення від люмінесцентних ламп або інших джерел світла. За капітальними витратами вони є дорожчими, ніж звичайні будівлі.

5 ОСОБЛИВОСТІ ВИРОБНИЧИХ УМОВ НА ПІДПРИЄМСТВІ

5.1 Виробничі умови працюючих

Санітарно-гігієнічні умови формуються під впливом на працюючого навколишнього середовища (шкідливі хімічні речовини, запиленість, вібрація, освітлення, рівень шуму, інфразвук, ультразвук, електромагнітне поле, лазерне, іонізуюче, ультрафіолетове випромінювання, мікроклімат, мікроорганізми, біологічні чинники). Приведення цих чинників у відповідність з сучасними нормами, нормативами і стандартами є передумовою нормальної працездатності працюючих.

В поняття *метеорологічні умови* (мікроклімат) виробничого середовища входять температура, вологість, рух повітря і його барометричний тиск. Підвищені або знижені проти норми температура і вологість повітря викликають додаткові виробничі витрати енергії людини, знижують продуктивність праці. Систематичні охолодження і прогрівання організму можуть привести до різних захворювань.

Холодними виробництвами вважаються такі, в яких тепловиділення від навколишніх предметів, людей, сонячного проміння не перевищує 20 ккал на 1 м³/год. Для створення сприятливого мікроклімату на робочих місцях і у виробничих приміщеннях необхідно герметизувати устаткування, укрити і ізолювати поверхні випаровування рідин, тепла, а також автоматизувати і механізувати процеси з надмірним виділенням тепла і вологи.

Шум і вібрація з фізичної точки зору багато в чому схожі, але один сприймається слухом, інша – дотиком. Вібрація супроводжує багато виробничих процесів. Вона викликає захворювання суглобів, може порушити рухові рефлексії працюючих. На даний час шум - один з найпоширеніших чинників зовнішньої, у тому числі виробничого середовища. Наприклад, при 50-60 шумових дБ – відчуття спокою і комфорту, при 60-80 – лише відчуття зручності, шум в 90 дБ – цілком прийнятний, 100 дБ – відчуття галасливості, 110 дБ – дискомфорт, 120 дБ – відчуття тривоги, 130 дБ – болісне відчуття.

Для зменшення шуму і вібрацій на робочих місцях, ділянках і в цехах необхідно перш за все усунути причини утворення вібрацій в самому їх джерелі. З цією метою застосовуються різні конструктивні рішення при модернізації

устаткування і технологічних процесів. Зниження інтенсивності шуму і вібрації досягається:

- за допомогою облицьовування стін, стель звукопоглинаючим і звукоізолюючим покриттями;
- виключення або зменшення різкої зміни тиску, вихрових рухів в машинах і устаткуванні;
- застосуванням амортизаторів та демпферів;
- виведенням «шумних» виробництв за межі приміщень, де працюють люди;
- точної підгонки всіх деталей і відладки їх роботи, вживання глушників і індивідуальних засобів захисту і т.п.

Психофізіологічні умови – величина фізичної, динамічної і статичної навантажень, робоча поза, темп роботи, напруженість уваги, напруженість функцій аналізаторів, монотонність, нервово-емоційна напруга, естетичний і фізичний дискомфорт (використання індивідуальних засобів захисту, змінність). Обмеження і регламентація фізичних зусиль, оптимальне поєднання фізичної і розумової роботи мають значний вплив на зниження стомлюваності працюючих.

Ослаблення несприятливого впливу психофізичних чинників в процесі роботи досягається:

- зменшенням фізичних зусиль;
- оптимізацією темпу і ритму роботи;
- вибором раціональної пози, зниженням нервово-психічною напругою, попередженням монотонності і ін.

Обмеження фізичних зусиль відповідно до фізіологічних рекомендацій повинне забезпечуватися як за рахунок дозування ваги вантажу, що піднімається, так і з урахуванням загального вантажообігу за зміну. Беруться до уваги способи перенесення або пересування вантажу, характер поверхні вантажів. Наприклад, для жінок разовий підйом тяжкості не повинен перевищувати 20 кг, для чоловіків – 50 кг.

При дозуванні фізичної праці робітників слід керуватися фізіологічно обґрунтованою вимогою: витрати енергії за одну годину роботи не повинен перевищувати 250 ккал. Якщо ця кількість калорій за рахунок більш інтенсивної роботи витрачається за менший час, то в даному випадку треба пропорційно збільшувати час на відпочинок. Наприклад, якщо 250 ккал витрачено за 50 хв., то після такої роботи потрібно надавати щогодини відпочинок по 10 хв. Для більш інтенсивної роботи встановлюється режим праці і відпочинку, який передбачає не тільки перерви у роботі, але і перемикання на інший вид діяльності. Ще більш утомлива для людини аритмічність, коли малі фізичні і нервово-розумові зусилля і низький темп несподівано змінюються в процесі праці форсованими зусиллями і швидким темпом.

При оптимізації *темпу* і *ритму* роботи слід мати у вигляді, що їх необхідно встановлювати залежно від ступеня фізичного і нервово-психічного навантажень. Стосовно окремих ланок рухового апарату людини оптимальний темп – не більш 20% від максимальних можливостей людини. Наприклад, для пальців – до 6 рухів в секунду, для долоні – 3 рухів в секунду, для руки – 80 рухів на хвилину, для ноги – 45 рухів на хвилину, для корпусу – 3 рухи в хвилину. Враховуючи, що

відмінності в індивідуальному темпі у людей складають до 30%, комплексні бригади робітників доцільно комплектувати з людей з приблизно рівними природними темпами.

При організації праці на робочому місці доставку деталей, матеріалів необхідно здійснювати партіями відповідно до графіка обслуговування. При роботі на конвеєрі темп роботи регулюється шляхом програмування швидкості руху конвеєрної стрічки або створення лінії з вільним темпом роботи. Так при варіюванні темпу роботи коливання швидкості руху стрічки не повинне перевищувати середнього темпу більш ніж на 10-15%.

Раціональна робоча поза з фізіологічної точки зору забезпечується в тому випадку, якщо працівник на свій розсуд може працювати як сидячи, так і стоячи. Робота стоячи більш утомлива і вимагає великих енергетичних витрат, ніж робота сидячи. Тривала робота стоячи може привести до органічних змін. При виборі робочої пози повинна враховуватися також величина зусиль, необхідна для виконання роботи. Якщо, наприклад, під час виконання роботи вимагається розвивати зусилля більше 10 кг, то рекомендована поза стоячи. Точні роботи повинні виконуватися переважно в позі сидячи.

Одним з шляхів забезпечення *оптимальної нервово-розумової напруги* є науково обґрунтоване визначення норм праці. Норми повинні встановлюватися з урахуванням об'єму інформації, яку людина може достатньо швидко сприйняти, переробити і на цій основі своєчасно ухвалити правильне рішення. Наприклад, якщо об'єм простої інформації на пульті управління близький до оптимального, то оператор може працювати протягом всієї зміни, не напружуючи нервової системи і правильно реагувати на сигнали. Якщо потік інформації збільшується на 30-40%, то через 2-3 год. втрачається здатність розрізняти сигнали і відповідати на них правильними діями.

5.2 Виробничий інтер'єр цеху

Виробничий інтер'єр – це внутрішній благоустрій виробничих приміщень (цеху). Він визначається раціональним компонуванням приміщень, вигідним планом розташування обладнання, зручною організацією вантажопотоків, транспортних ліній, обробленням стін, фарбуванням приміщень і устаткування, робочих місць, достатньою освітленістю, засобами інформації.

Також виробничий інтер'єр є естетично оформленим архітектурно-художнім внутрішнім простором промислових будівель. Створення виробничого інтер'єру вимагає:

- чіткої композиції внутрішнього простору і раціонального планування робочих місць;
- систематизованого розміщення основного технологічного устаткування і доцільної прокладки внутрішніх проходів, проїздів, санітарно-технічних і технологічних комунікацій.
- оптимальної системи освітлення і «колірного клімату», тобто забарвлення поверхонь і предметів в приміщенні;

- загального впорядкування приміщення (зон відпочинку, візуальної інформації і т.п.).

При створенні виробничого інтер'єру слід враховувати:

- призначення будівлі, її об'єм і площу;

- особливості технологічного процесу;

- режим праці і відпочинку;

- тип устаткування;

- психологічну і естетичну дію різних поєднань композицій і кольорів на працюючого;

- кліматичні особливості і т.п. фактори.

Будь-яке архітектурне вирішення повинно передбачати розв'язання наступних завдань:

а) встановлення типу будівлі, загальної площі, кількості працюючих, устаткування;

б) вибір архітектурно-композиційного вирішення (габарити, ступінь насиченості устаткуванням, комунікаціями, інженерними спорудами);

в) дотримання вимог щодо технічної естетики (фарбування стін, обладнання, спорядження та інше);

г) дотримання вимог інженерної психології та ергономіки під час виконання технологічних операцій;

д) вивчення особливостей технологічного процесу, характеру та режиму праці;

є) дослідження стану гігієнічних обставин (вологості, швидкості руху повітря, характеру освітлювання, наявності виробничих шумів, вібрацій);

є) дотримання правил техніки безпеки;

ж) ознайомлення з кліматичними особливостями місця будівництва.

Колірне оформлення грає важливу роль в створенні сприятливої виробничої обстановки. Умовно воно виконує дві функції, будучи засобом інформації і засобом психологічного комфорту.

Як засіб інформації колір використовується для орієнтації працюючих у виробничому середовищі і при експлуатації устаткування. Орієнтація у виробничому середовищі припускає вживання кольору для позначення маршрутів руху, маркування комунікацій і забезпечення безпеки працюючих. Відповідно до призначення кольорів (червоний – забороняючий, жовтий – застережливий, зелений – дозвільний, синій – вказівний) встановлюються і відповідні знаки.

Орієнтації робітника при експлуатації устаткування сприяє правильне забарвлення елементів останнього залежно від ролі у виробничому процесі. При цьому доцільно використовувати не більше трьох кольорів:

- перший – для органів управління (жовтий, приглушений оранжевий);

- другий – для частин, що створюють фон оброблюваної деталі (сталь і чавун – креманий, бронза і мідь сіро-голубий і т.п.);

- третій – для решти фарбованих поверхонь (корпуси устаткування – салатний і зелено-голубий).

Кольори забарвлення допоміжного устаткування рекомендується вибирати близькими до кольору основного устаткування, а забарвлення оргоснастки

повинне бути таким, щоб не відволікати увагу робітника від основних елементів праці.

При забарвленні травмонебезпечних засобів рекомендується застосовувати кольори близькі до жовтого і оранжевого. Самі небезпечні з погляду травматизму частини транспортних засобів слід офарблювати в жовто-оранжевий колір з чорними смугами.

Основні рекомендації щодо вибору кольорів для фарбування окремих елементів інтер'єрів машинобудівних цехів і будівельних елементів конструкцій:

- стіни до 10,8 м за висотою фарбують по всій площі у жовтий колір як для одноповерхових, так і для багатоповерхових будівель;

- сталеві конструкції фарбують у світло-сірий або креманий колір;

- рами ліхтарів або вікон – у білий колір;

- підлога – темні кольори (підлоги на дільницях, на магістральних проїздах, проходах);

- обладнання фарбують у два кольори, зокрема верхню частину у світлі тони, а нижню – у темніші (це стосується габаритних верстатів). Малогабаритні верстати завжди фарбують в один колір зі світлим фоном;

- органи керування верстата фарбують у червоний колір, для полегшення праці верстатника, який чергується з жовтим або оранжево-жовтим кольорами;

- конвеєри, мостові крани – у жовтий, оранжевий, білий або світло-сірий кольори, а їх рухомі частини – у чорний колір;

- електровізки, електронавантажувачі, рейкові візки фарбують у жовтий та чорний кольори (нижню частину) смугами під кутом 45° або вертикально;

- виробничі меблі (тумбочки, шафи, стелажі, верстаки, лежачки, стільці і т.п.) повинні гармоніювати з кольором верстата, біля якого вони встановлені;

- труби – у попереджувальні (строгі) кольори;

- трубопроводи – у колір устаткування, біля якого вони прокладені.

- шинопроводи у які протягують кабель для електроприладів, фарбують за такими кольорами: фаза А – жовтий; фаза В – зелений; фаза С – червоний;

- шини для укладання електропроводок постійного струму фарбують у червоний (плюс) і синій (мінус) кольори;

- електрошафи, пульти керування, електрообладнання фарбують у колір основного устаткування.

Внутрішні поверхні електричних пристосувань, які можуть уразити струмом, фарбують в оранжевий колір.

Озеленення підприємства відноситься до естетичних чинників виробничого середовища. Воно сприяє оздоровленню повітря, впливає на тепловий режим, зменшує шум, знижує запыленість, прикрашає і створює затишок, заспокійливо діє на нервову систему працівників. При озелененні враховуються властивості рослин, кліматичні і ґрунтові умови, а також характер виробництва. Асортимент рослин, їх розташовує у виробничих приміщеннях визначаються на підставі рекомендацій санітарних служб, архітекторів і дендрологів. Наприклад, у місцях відпочинку працюючих, які виконують монотонні операції, висаджують квіти з теплим, збудливим, активним забарвленням.

Таким чином, дотримання норм правильного оформлення виробничого інтер'єру не тільки вплине на стан культури виробництва, але й на підвищення якості випускаючої продукції (виробів). З іншого боку, вдалий підбір гама кольорів для елементів виробничого інтер'єру знижує втомленість працівника під час виконання технологічної операції на робочому місці, що підвищує його продуктивність. Виконання норм технічної естетики на виробничому інтер'єрі суттєво впливає на зниження травматизму та нещасних випадків на дільниці, в цеху і по заводу в цілому.

5.3 Системи освітлення, опалення, вентиляції та кондиціонування

Освітлення. Згідно з СНіП освітлення приміщень машинобудівних виробництв поділяють на природне та штучне.

Природне – можна отримувати через прозорі частини стін із пустотілих скляних блоків (бокове світло), світлові пройми в перекритті (верхнє світло), світлові пройми в стінах і верхні пройми в перекритті (комбіноване світло).

Для багатопрогінних будівель широко застосовують двосторонні ліхтарі з вертикально зашкеленими віконними рамами.

Розрахунковим параметром для природного освітлення є КПО на одиницю розрахункової поверхні. Необхідну рівномірність освітлення встановлюють згідно із санітарними нормами. КПО в якій-небудь точці називається виражене у відсотках відношення освітленості у даній точці приміщення до одночасної освітленості зовнішньої точки, яка перебуває на горизонтальній площині, освітленій розсіяним світлом.

При визначенні величини коефіцієнта освітленості необхідно враховувати світлові втрати від скла і рам, від затінення обладнанням і елементами конструкції будівлі, а також потрібне враховувати світлокліматичні особливості місця розташування підприємства.

Колірну обробку (фарбування, підбір кольорів облицювальних матеріалів), стель, стін і перегородок, ферм, балок, підлог та інших частин будівлі, а також технологічного обладнання доцільно проводити у світлих тонах, що забезпечує підвищення освітленості робочих місць за рахунок відбитого світла від поверхонь інтер'єру.

Значення коефіцієнтів природної освітленості в приміщеннях цехів і будівель приймаються залежно від характеру роботи, виконуваних у приміщенні, наприклад при виконанні точних робіт КПО становить 5 (при верхньому і комбінованому освітленні і розмірі об'єкта розрізнення від 0,3 до 1 мм); при виконанні робіт високої точності, а також у креслярських залах, конструкторських бюро – 7 (при аналогічному освітленні і розмірі об'єкта розрізнення від 0,1 до 0,3 мм); в адміністративно-конторських приміщеннях – 1 (при бічному освітленні), на сходах, проходах, гардеробних, душових, туалетах – 0,25 (при бічному освітленні).

Штучне освітлення може бути двох систем:

а) загальне освітлення, яке призначене для освітлення всього приміщення в цілому;

б) комбіноване освітлення, яке передбачає спільне застосування загального й місцевого освітлення.

Комбіноване освітлення поєднують із природним і штучним тоді, коли виробництва працюють у двозмінному чи тризмінному режимах. Застосування тільки одного місцевого освітлення не допускається.

Аварійне освітлення доцільно влаштовувати в тих випадках, коли воно необхідне для продовження роботи або для евакуації людей із приміщень при аварійному відключенні робочого освітлення.

Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. Проектування систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря проводять згідно із СНіП.

У виробничих і допоміжних приміщеннях опалення може здійснюватися централізовано від котельні шляхом підігріву води та подачі її по трубопроводах до цехів, нагріваючи до певної температури теплообмінник, або шляхом вдування гарячого повітря через калорифери, вмонтовані у в'їзних чи виїзних воротах цехів.

На практиці система опалення може бути повітряною, сумісною з кондиціонуванням повітря або із застосуванням опалювальних рециркуляційних агрегатів, а також водяною з опалювальними панелями. У всіх випадках температура в цих системах повинна бути не нижче ніж 60°C . Перепад повітря в приміщеннях цехів заввишки до $7,2\text{ м} \pm 1^{\circ}\text{C}$, а для цехів заввишки 8 м і більше – до $\pm 8^{\circ}\text{C}$.

Залежно від категорій приміщень і цехів, їх габаритів і висоти підраховується кількість вентиляторів для вдування та відсмоктування повітря. При цьому подача притокового повітря здійснюється у всі прогони цеху знизу, а його витяжка з пилинками та іншими шкідливими газами повинна відсмоктуватися у верхній частині цеху.

За такими підходами здійснюється і кондиціонування повітря в цеху (приміщенні), щоб повністю забезпечити санітарно-гігієнічні умови повітряного середовища.

У приміщеннях з підвищеним забрудненням, тобто в механічних цехах, у яких виконують технологічні операції зі зняттям стружки на металорізальних верстатах або кінцеві шліфувальні операції на шліфувальних верстатах, де застосовується емульсійне охолодження, проектують місцеве відсмоктування пилу з повітря. При оброблюванні чавунних деталей відсмоктування пилу поєднують з напрямком руху пневмотранспорту, тобто проводять відсмоктування чавунної стружки через спеціальні трубопроводи, використовуючи для цього вакуумне спорядження.

5.4 Прецизійні виробництва у машинобудуванні

Будівлі та приміщення прецизійного виробництва зводять для реалізації кінцевих технологічних процесів з підвищеними вимогами якості та точності до виготовлених виробів. Аналогічно, як і безліхтарні будівлі, будівлі та приміщення прецизійного виробництва характеризуються регламентованими параметрами щодо температури, вологості та чистоти повітря. За температурно-

зволожувальними та гігієнічними вимогами згідно із СНіП вони поділяються на п'ять груп: ІА; ІБ; ІВ; ІІА; ІІБ.

Група ІА – термоконстантні виробничі приміщення з температурою 20°C з перепадом $\pm 0,05\dots 0,2^{\circ}\text{C}$, у будь-якому місці. Чистота повітря регламентується розміром пилинок не більше ніж $0,3$ мкм.

Група ІБ – контрольні відділення та вимірювальні лабораторії. В них температура становить $20^{\circ}\text{C}\pm 0,1\dots 0,5^{\circ}\text{C}$. Розмір пилинок у повітрі $0,3$ мкм.

Група ІВ – цехи та відділення кінцевих операцій з механічної обробки та складання. Температура в них може сягати $20^{\circ}\text{C}\pm 0,5\dots 1,0^{\circ}\text{C}$. Чистота повітря за розміром пилинок не регламентується.

Група ІІА – механічні цехи кінцевої обробки дрібних деталей, попередньої обробки дрібних деталей, попереднього та кінцевого складання деталей, а також склади готових виробів. Температура в них становить $20^{\circ}\pm 1,5\dots 2,0^{\circ}\text{C}$.

Група ІІБ – приміщення з кінцевою механічною обробкою деталей, складання вузлів верстатів, дрібних виробів, а також склади готових виробів. Температура в таких приміщеннях може бути $20^{\circ}\text{C}\pm 1,5\dots 2,5^{\circ}\text{C}$.

В приміщеннях групи *ІА* повинно передбачатися дистанційне керування виробничими процесами.

Приміщення з групою *ІБ* облаштовують витяжними шафами. Приміщення з групою *ІВ* відділяють від основних приміщень, якщо в них є дільниці промивання деталей та вузлів.

Для забезпечення термоконстантних режимів у вищезгаданих приміщеннях заводи та цехи таких виробництв необхідно проектувати, дотримуючись таких рекомендацій:

- будівлі для машинобудівних виробництв рекомендовано будувати одноповерховими;

- на реконструйовуваних підприємствах термоконстантні цехи повинні будуватися окремо або прибудовуватися до діючих: ширина прогону 18 і 24 м; висота цехів $7,2$; $10,8$; $12,6$; $16,2$ м;

- стіни, перекриття, покрівля повинні проектуватися з врахуванням підвищених теплотехнічних вимог;

- огорожувальні конструкції термоконстантних камер повинні задовольняти заданий температурний режим;

- кількість входів у термоконстантні приміщення проектують мінімальну, їх необхідно будувати у вигляді тамбурів-шлюзів;

- для всіх приміщень прецизійних виробництв необхідно суворо дотримуватися правил з охорони праці, техніки безпеки, культури виробництва та технічної естетики.

6 ДОПОМІЖНІ ПІДРОЗДІЛИ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБНИЦТВ

6.1 Системи інструментального забезпечення

Система інструментального забезпечення (СІЗ) призначена для обслуговування всього технологічного устаткування цеху наперед підготовленими інструментами, а також контролю за його правильною експлуатацією. Функції СІЗ:

- організація транспортування інструментів всередині системи;
- зберігання інструментів та їх складових в інструментальних складах;
- налагодження та настроювання інструментів;
- відновлення інструментів (заміна різальних елементів, твердосплавних пластинок);
- очищення інструментів від корозії, наростів;
- збирання, розбирання і ремонт інструментів;
- контроль переміщення та положення інструменту в заданій позиції;
- контроль стану різальних кромek інструментів (шорсткість поверхні, раковини, включення, пори).

Необхідно відзначити, що всі стандартні інструменти виготовляють спеціалізовані інструментальні заводи, що суттєво знижує їх вартість і підвищує якість. Спеціальні інструменти та пристрої і необхідне технологічне спорядження виготовляють в інструментальному цеху машинобудівного заводу.

В інструментальне господарство заводу входять: інструментальний цех; загальнозаводський центральний інструментальний склад (ЦІС) і центральний абразивний склад (ЦАС); загальнозаводські планові органи для забезпечення нормальної виробничої діяльності заводу всіма видами спорядження.

В інструментальному цеху, крім різальних інструментів, виготовляють вимірювальні інструменти, спеціальні верстатні пристрої, штампи, прес-форми.

Інструментальний цех повинен мати верстатні відділення, слюсарно-складальні, лекальні, шліфувальні, заточувальні, заготівельні, термічні, хромувальні, зварювальні, склади, контрольне відділення, вимірювальну лабораторію, службові та побутові приміщення. Загальне керівництво всім інструментальним господарством веде інструментальний відділ заводу.

Існує два методи проектування інструментальних цехів:

- а) за точною програмою;
- б) за зведеною програмою і техніко-економічними показниками.

У випадку точної програми вихідними даними є номенклатура та кількість виготовлювальних та відновлювальних інструментів і спорядження за якими формується виробнича програма цеху.

Система інструментозабезпечення цеху складається із:

- секції складання та налагоджування інструменту;
- секції обслуговування інструментами виробничих дільниць;
- заточного відділення;
- інструментально-роздавального складу або ІРК;
- майстерні ремонту інструментального та технологічного спорядження.

Секція складання та налагоджування інструменту. Ця секція призначена для складання та налагоджування комплектів інструментів, а також передавання налагодженого інструменту в секцію обслуговування інструментом виробничих дільниць. Секцію обладнують стелажми для зберігання інструменту, технічною документацією і програмоносіями, контрольними плитами, верстаками, електрокарами, візками.

Площа відділення рівна:

$$F_{c.n} = N_n \cdot f_n, \quad (6.1)$$

де N_n – кількість пристосувань для налагоджування інструментів, шт.;
 f_n – питома площа для налагоджувальника одного пристосування.

Загальна кількість пристосувань для налагоджування інструментів рівна

$$N_n = \frac{N_e \cdot n_{zm} \cdot t_n \cdot k_A}{\Phi_{zm} \cdot k_3}, \quad (6.2)$$

де N_e – кількість обслуговуваних верстатів;

n_{zm} – кількість інструментів, які потрібно налагодити за зміну на один верстат;

t_n – норма часу налагодження одного різального інструмента;

Φ_{zm} – тривалість однієї зміни;

k_3 – коефіцієнт завантаження пристрою;

k_A – коефіцієнт, який враховує можливість автоматизації налагоджування.

Секція обслуговування інструментами виробничих дільниць. Секція призначена для своєчасного забезпечення виробничих дільниць налагодженими інструментами відповідно до виробничої програми. До неї входять підсекція зберігання та комплектації інструменту і технічної документації, а також підсекція доставки інструменту до робочих місць (позицій) і розбирання (розкладання) відпрацьованого інструменту.

Функціонування секції обслуговування інструментами виробничих дільниць забезпечується АСКТП виробництва і підсистемою діагностування та керування СІЗ.

Комплекс робіт з підготовки комплектів інструментів виконує секція обслуговування інструментами дільниць на основі завдань, які видає ЕОМ. Налагоджені інструментальні комплекти розміщують в уніфікованій тарі у спеціальних ложементх, позиції яких відповідають позиціям магазинів, револьверних головок, різцетримачів верстатів.

Інструменти, залежно від їх типів, зберігаються на стелажх. Важкі інструменти знаходяться в ящиках на нижніх ярусах стелажів, легші – на середніх і вищих ярусах. Місця зберігання інструментів закладають в пам'ять ЕОМ.

Площа для зберігання різальних інструментів

$$F_p = \frac{\Phi_{zm} \cdot k_{zm} \cdot k_T}{60 \cdot \Phi_{e.m}} \cdot k_c \cdot f_3, \quad (6.3)$$

де Φ_{zm} – тривалість однієї зміни;

k_{zm} – повторюваність заміни інструмента;

k_T – коефіцієнт, що враховує тип верстата;

$\Phi_{e.m}$ – ефективний місячний фонд часу автооператора;

k_c – коефіцієнт, який враховує зберігання інструменту на висотних стелажх;

f_3 – площа, яка необхідна для зберігання інструментів для одного верстата.

Загальна площа, яку займає секція обслуговування інструментом верстатів – це сума площ зони зберігання та комплектування інструменту і технічної документації, а також зони розбирання відпрацьованого інструменту.

Заточне відділення призначене для централізованого повторного заточування і поточного ремонту різального інструменту, який використовується в цеху. Заточне відділення організовують при кількості обладнання в механічному цеху не менше 150...300 одиниць, при меншій кількості обладнання відновлення різального інструменту проводиться в інструментального цеху.

У заточному відділенні встановлюють універсальні та спеціальні заточні верстати. При укрупнених розрахунках кількість заточних верстатів загального призначення приймають рівною в потоковому виробництві 3...5%, в непотоковому – 3...4% від кількості металорізального обладнання, яке обслуговується заточним відділенням. Менший процент заточних верстатів приймають при кількості верстатів, які обслуговуються відділенням, до 200 одиниць, більший – при кількості верстатів більше 500 одиниць.

Крім основних верстатів, у заточних відділеннях установлюють допоміжне обладнання в кількості приблизно 20% від кількості основних верстатів цього відділення.

Площу заточного відділення визначають за питомою площею на один верстат, яку приймають з розрахунку 12...14 м² при крупних виробках, що випускаються цехом, 10...12 м² при середніх виробках і 8...10 м² при дрібних виробках, що виготовляються у цеху.

Інструментально-роздавальний склад (комора) ІРК. До даного відділення входять склади інструментів, абразивів і слюсарно-складального обладнання. Площу складу визначають з розрахунку 0,4...0,5 м² на один верстат для потокового і 0,5...0,8 м² для непотокового виробництва.

Майстерня ремонту інструментального та технологічного спорядження організовується в цехах, коли кількість верстатів більша ніж 100 одиниць. При меншій кількості верстатів ремонт спорядження виконують в інструментальному цеху заводу.

Якщо в механічному цеху 160...400 верстатів або 260...630 робочих місць складального цеху, то в майстерні з ремонту спорядження повинно бути 4...8 верстатів, залежно від програми випуску основного виробництва, а саме: токарних – 1...3; універсально-фрезерних або поперечно-стругальних – 1...2; вертикально-свердлильних – 1; універсально-шліфувальних – 1; плоскошліфувальних – 1. Допоміжне устаткування майстерні повинно нараховувати: обдирно-шліфувальні верстати, настільне точило, настільно-свердлильні верстати, преси ручні та гідравлічні, електроерозійний верстат для видалення із отворів поломаних частин інструмента, розмічувальні і контрольні плити з набором контрольного інструменту.

Площу майстерні для однозмінної роботи слюсарів, лекальників можна визначити, враховуючи норми 22...24 м² на один основний верстат майстерні. Ця норма враховує площі для розміщення верстаків, контрольних плит і шафи для зберігання інструментів.

Загальну площу інструментального цеху визначають із плану розташування всього технологічного, допоміжного, транспортного устаткування, робочих місць, площі проїздів, проходів. Інструментальний цех розміщують у вигляді окремих будівель або в одній будівлі з ремонтно-механічним цехом, у окремих випадках разом з механічним цехом. Ширина прогонів 18 і 24 м. Крок колон 12 м. В цеху використовують кран-балки вантажопідйомністю до 5 т або мостові крани вантажопідйомністю до 10, 15 і 50 т. У багатоповерхових будівлях ширина прогону інструментального цеху приймають 9 або 12 м.

Планування верстатів і іншого технологічного устаткування на території інструментального цеху та його ділянок здійснюють за:

- а) за типами верстатів (малі цехи);
- б) згідно з виконанням технологічних операцій (великі цехи).

До основних ТЕП інструментального цеху відносяться:

- річна програма (в тоннах, штуках);
- загальна площа та окрема по ділянках, м²;
- кількість одиниць основного обладнання, шт.;
- кількість працюючих по групах;
- потужність обладнання, кВт;
- річний випуск продукції на одного виробничника;
- виробнича площа цеху, яка припадає на один основний верстат;
- середня вартість 1 т продукції, яку випускають, грн.

6.2 Цехово-ремонтна база виробництва

Система ремонтного обслуговування механоскладального виробництва забезпечує: роботоздатність технологічного і підйомно-транспортного устаткування та інших технічних засобів виробництва, ремонт і модернізацію всього пошкодженого устаткування, на якому виконується виробничий план заводу.

Середня тривалість ремонтного циклу устаткування прийнята для масового та багатосерійного виробництв – 7 років; для серійного, дрібносерійного та одиничного типів виробництв – 8 років.

Система планово-попереджувального ремонту передбачає наступні види ремонтних робіт:

- а) оглядовий ремонт;
- б) малий поточний ремонт;
- в) середній ремонт;
- г) капітальний ремонт.

Всі види ремонтів, крім капітального, проводять на місці встановленого (змонтованого) устаткування. Капітальний ремонт устаткування проводять у ремонтно-механічному цеху (РМЦ), куди його доставляють.

Всі види ремонтів дуже важких верстатів виконують на місці їх встановлення. Капітальний ремонт верстатів легкої та середньої ваги проводять в РМЦ.

РМЦ мають відповідні відділення, а саме основні (демонтажне, заготівельне, механічне, слюсарно-складальне, випробувальне, фарбувальне, зварювальне) і допоміжні (зачувальне, склади металу, запчастин, склад інструменту, матеріалів).

Вихідними даними для проектування РМЦ є відомість устаткування, яке підлягає ремонту. За нею визначають трудомісткість ремонтних робіт за рік в годинах, яку виражають ремонтною одиницею (РО). Еталоном РО приймають 1/11 трудомісткості ремонту токарно-гвинторізного верстата 1К-62, який належить до 11-ї категорії складності ремонту. Залежно від галузі промисловості ремонтні одиниці можуть мати різні величини РО, наприклад: автомобілебудування – 10; тракторобудування – 9,5; турбінобудування – 14; виробництво підшипників – 8,5; текстильне машинобудування – 7,5.

Проектування РМЦ ведуть детальним і укрупненим способами: за детальним – визначають витрати часу у верстато-годинах з врахуванням складності ремонтних робіт. За укрупненим – визначають загальну кількість верстатів, враховуючи сумарний обсяг ремонтних робіт, який виражають у РО.

Кількість основних працівників (верстатників, слюсарів) визначають для детального проектування за загальною трудомісткістю всіх видів ремонтних робіт (верстатних і слюсарних).

При укрупненому проектуванні кількість робітників-верстатників визначають із кількості прийнятих верстатів, аналогічно як і для механічних. Компонування РМЦ проводять відповідно до виконання ремонтних робіт. Транспортні засоби визначають масою вузлів і обладнання, які підлягають ремонту. Сюди входять підвісні крани тельфера, монорельсові дороги, консольні крани (до 10 т), електричні візки (1,0...1,5 т), ручні візки і таке інше.

Будівлі РМЦ: сітка колон 18x12 м або 24x12 м; висота 7,2; 8,4 м (з підвісним підйомно-транспортним устаткуванням 10,8); 12,6 м – висота цеху для монтажу мостових кранів.

До основних ТЕП РМЦ відносяться:

- річна програма виробів, які підлягають ремонту, вузлів, виражена у РО складності ремонтного обладнання;
- площа цеху, м²;
- кількість металорізальних верстатів, шт.;
- кількість працюючих по групах, чол.;
- потужність обладнання, кВт;
- річний випуск продукції на одного основного працівника, гривні, тонни, або умовні РО складності;
- річний випуск продукції на 1 м² виробничої площі;
- виробнича площа цеху, яка припадає на основний верстат;
- середня потужність електродвигунів на основний верстат.

На підприємствах з кількістю верстатів від 600 до 800 одиниць застосовують змішану форму організації ремонтних робіт. При цьому капітальний ремонт виконує РМЦ, а ремонт інших видів – цехова ремонтна база (ЦРБ) цеху. Ця робота виконується планово з чіткою періодичністю в часі. У невеликих цехах, в яких є менше 100 верстатів, організувати ЦРБ для ремонту обладнання не

доцільно.

Кількість основних верстатів ЦРБ $C_{црб}$ визначають залежно від кількості одиниць обслуговуючого технологічного і підйомно-транспортного устаткування $C_{уст}$ за співвідношенням

$$C_{црб} = (0,02...0,026) \cdot C_{уст} . \quad (6.4)$$

Менше значення приймають для $C_{уст}$ до 300, більше для $C_{уст} = 500$ одиниць і більше. Якщо кількість основного обладнання більше 14 одиниць передбачають додаткове обладнання: приводні ножовки, центрувальні верстати, гідравлічні та ручні преси, точила, зварювальні трансформатори, певну кількість (10...20 шт.) настільно-свердлильних верстатів.

Для проєктних розрахунків кількість верстатів ЦРБ приймають рівною 2,5...5% від кількості верстатів, які обслуговуються ЦРБ. Площу цехової ремонтної бази визначають за нормою 25...30 м² на один основний верстат. Додатково виділяється площа для складу запасних частин у розмірі 25...30% площі бази.

Кількість верстатників визначають за кількістю верстатів, приймаючи коефіцієнти багатOVERстатного обслуговування 1,05...1,1, а також завантаження та використання обладнання 0,5...0,7.

Кількість слюсарів приймають у відсотках від кількості верстатників ЦРБ (60...100%). Кількість допоміжних робітників складає 18...20% від загальної кількості верстатників і слюсарів. Кількість інженерно-технічних працівників – за нормативами механоскладальних цехів відповідно від кількості верстатів і кількості слюсарів.

Відділення для ремонту електрообладнання та електронних систем служить для періодичного огляду і ремонту електродвигунів, засобів електроавтоматики, систем керування обладнання тощо. Його площу приймають в межах 35...40% від площі ЦРБ. Кількість працівників ремонтної бригади (слюсарів-ремонтників, електромонтерів налагоджувальників) для цього відділення приймають у % від кількості основного виробничого та підйомно-транспортного устаткування за аналогічними нормами, як і для ЦРБ.

6.3 Цехи фарбування, консервації та пакування

Фарбувальні цехи. Лакофарбувальні покриття з одного боку служать для захисту готових виробів від корозії і надають виробам естетичного вигляду.

Незважаючи на певну специфіку робіт проєктування фарбувальних цехів здійснюють за аналогією як і для механоскладальних цехів. В них повинні бути виробничі відділення, допоміжні відділення, адміністративні та побутові приміщення.

До *виробничих* – належать відділення з підготовки поверхонь під ґрунтування, сушку, фарбування і остаточну сушку.

До *допоміжних* – належать відділення роздавання фарби, приміщення очищення поверхонь під фарбування, ремонту фарбувального обладнання,

комори деталей, інструментів, пристроїв, хімікатів, лакофарбувальних матеріалів, лабораторії для перевірки якості фарб, лаків, розчинників і т.п.

Проектування лакофарбувальних цехів проводять згідно загальномашинобудівних норм, для яких вихідними даними є:

а) креслення виробів, які підлягають фарбуванню, разом із технічними умовами;

б) програма випуску виробів.

Кількість обладнання для виконання фарбувальних робіт визначають за формулою

$$C_{\phi} = \frac{F_n}{P_{\phi} \cdot \Phi_{\phi}} \quad (6.5)$$

де F_n – річний випуск пофарбованої поверхні у виробі, м²;

P_{ϕ} – продуктивність фарбувального агрегату, м²/год.;

Φ_{ϕ} – дійсний фонд часу роботи фарбувального устаткування, год.

Кількість виробничників (малярів, шліфувальників, операторів автоматичних агрегатів і інших визначають, враховуючи кількість одиниць основного обладнання і кількість робочих місць, необхідних для обслуговування кожного агрегату. Їх кількість рівна кількості всього обладнання з врахуванням режиму його роботи (кількості змін на виробництві).

Кількість допоміжних працівників (очищувальників, роздавальників фарб, обслуговувальників з санітарно-технічних робіт, мийників, комірників, транспортувальників і інших) приймають у відсотках від основних виробничників (25...50%).

Кількість ІТП – 10... 12%, ЛКП або службовців – 1...2; МОП – 1% від загальної кількості основних і допоміжних працівників.

Для фарбувальних цехів формують плани розташування виробничого і транспортного устаткування з врахуванням норм на відстані між ними, від колон, між камерами і шириною рядів, проходів, проїздів.

Ширина проходів – 1,0...1,5 м; проїздів – 2,0...2,5 м; основного магістрального проїзду цеху – 3...4 м.

Площу цеху визначають, враховуючи площу обладнання, яке буде встановлено в ньому, плюс площа проходів і проїздів.

Фарбувальні цехи, як правило, будують під одним дахом з іншими виробничими будівлями, зокрема поряд зі складальними цехами. В багатоповерхових будівлях їх проектують на верхніх поверхах для фарбування малогабаритних деталей (виробів). Для фарбування габаритних масивних деталей (виробів) проектують такі цехи в одноповерхових будівлях. Компонування виробничих відділень формують відповідно до маршруту технологічного процесу фарбування. В обов'язковому порядку фарбувальні цехи повинні мати приточну та витяжну вентиляції.

Фарбувальні цехи розташовують в прогонах завширшки 18; 24 і 30 м і заввишки 6; 7,2; 8,4; 10,8; 12,6 м. В прогонах з шириною 24 і 30 м і заввишки 10,8 і 12,6 м фарбують тільки габаритні вироби (машини).

Що стосується транспортних засобів, то у фарбувальних цехах використовують: підвісні конвеєри (для транспортування дрібних деталей різних форм); візкові та напідложні конвеєри (для транспортування верстатів, двигунів, редукторів і т.д.)

Транспортування виробів на склад готової продукції здійснюють залежно від розмірів: дрібні – в тарі; середні – електрокарами або електронавантажувачами; великогабаритні – кран-балками або мостовими кранами.

До основних даних, які характеризують проєкт фарбувального цеху належать:

- обсяг річного випуску виробів в т або м²;
- трудомісткість фарбування 1 м² пофарбованої площі, год.;
- цехову собівартість 1 м² пофарбованої поверхні деталі (виробу), грн.

Цехи консервації та пакування. Для зберігання та транспортування готової продукції заводу окремі деталі та вузли виробів перед пакуванням підлягають консервації. З цією метою будують цехи (дільниці) консервації, які розташовують біля фарбувальних відділень або фарбувальних цехів.

Консервацію проводять за такою послідовністю:

- видаляють іржу (бруд) галтуванням, гідроабразивним очищенням, обезжирюванням і т.д.;
- консервують виріб за допомогою інгібіторів корозії або наносять на його поверхню тонкий шар консистентних мастил (солідолу, оливи);
- замотують вироби у плівкові мішки (чохли);
- пакують вироби в герметичні контейнери для відправлення споживачу.

Виробнича програма цеху консервації та пакування формується на основі виробничої програми випуску продукції заводу в т або в м² законсервованої площі виробів.

Вид прийнятого обладнання залежить від розробленого технологічного процесу консервування та пакування виробів.

Кількість стелажів для зберігання законсервованих виробів розраховують на базі встановлених норм зберігання; зокрема 8 днів – для продукції внутрішнього зберігання і 60 днів – для продукції, яка призначається на експорт.

Кількість працівників визначають на основі трудомісткості річного випуску виробів або за кількістю робочих місць цеху.

Площу цеху визначають за даними планувальних рішень розташування робочих місць з врахуванням площі проходів між ними та площі проїздів.

ТЕП цеху консервації та пакування виробів є:

- річна програма випуску виробів у комплектах;
- площа цеху, м²;
- загальна кількість основного технологічного обладнання, шт.;
- кількість працівників за групами, чел.;
- річний випуск продукції, т.;
- трудомісткість на один комплект виробів, год.;
- цехова собівартість, грн.

7 ОБСЛУГОВУЮЧІ ВИРОБНИЧІ ВІДДІЛЕННЯ

7.1 Відділення відведення та переробки стружки, приготування мастильно-охолоджувальних рідин

Технічні рішення з організації збирання, відведення та транспортування стружки залежать від річної маси стружки від цехів заводу з розрахунку на 1 м² площі цеху. Оптимально, якщо маса стружки рівна 10...15% маси готового виробу. Даним співвідношенням переважно користуються при укрупнених розрахунках. Рекомендації щодо збирання та транспортування стружки є наступними, якщо в рік:

а) маса стружки до 0,3 т на 1 м² площі цеху – то її збирають в контейнери, які знаходяться біля кожного із верстатів і транспортують до центрального місця збору та переробки напідложним транспортом;

б) маса стружки 0,3...0,65 т на 1 м² площі цеху – транспортування здійснюють лінійними конвеєрами, які розміщені вздовж верстатних ліній зі спеціальною тарою в кінці конвеєра. Заповнена стружкою тара вивозиться на накопичувальний майданчик або дільницю з переробки;

в) на 1 м² площі цеху припадає 0,65...1,2 т стружки із загальною масою не менше 3000 т на рік – то рекомендується створювати систему лінійних і магістральних конвеєрів для транспортування стружки на накопичувальний майданчик або бункерну естакаду;

г) для габаритних цехів з масою стружки більше 1,2 т на 1 м² площі цеху з загальною масою більше 5000 т на рік доцільно створювати комплексно-автоматизовану систему лінійних і магістральних конвеєрів з подаванням стружки до відділення з переробки.

Лінійні конвеєри розташовують в каналах завглибшки 600...700 мм, а магістральні – в прохідних тунелях завглибшки від 1200 до 3000 мм, як правило, з тильного боку ліній.

Перед переробкою зібрану стружку подрібнюють, якщо вона є звивистою. Довжина частин стружки після дроблення повинна бути не більша 200 мм. Після цього її обезжирюють від домішок, мастил і МОР. На центрифугах відділяють МОР, а потім промивають стружку гарячою водою в спеціальних мийних машинах з добавками лужних розчинів. Після промивання та сушіння стружку брикетують на спеціальних горизонтальних брикет-пресах. Форма брикетів – циліндрична діаметром 140...180 мм, заввишки 40...100 мм і масою 5...8 кг.

Площу відділення відведення та переробки стружки можна визначити в розрахунковим способом, в залежності від виробничої площі цеху (приймають 3...4%) та від кількості виробничого обладнання механічного цеху за нормативними даними (таблиця 7.1).

Відділення видалення та переробки стружки розташовуються біля зовнішніх стін будівлі поблизу від виїзду із цеху або в підвальних приміщеннях з пандусами для виїзду.

У механічних цехах застосовують три способи постачання МОР: централізовано-циркуляційний, централізовано-груповий і децентралізований.

Таблиця 7.1 – Нормативні дані для визначення площі відділення відведення та переробки стружки

Кількість верстатів, шт.	Площа відділення, м ²
До 60	65...75
61...100	75...85
101...200	85...105
201...300	110...125
301...400	130...180

Централізовано-циркуляційний спосіб застосовують для цехів з великою кількістю верстатів, які використовують МОР одного хімічного складу. За цим способом підсистема постачання МОР включає станції приготування, регенерації та утилізації МОР; циркуляційні установки, які обслуговують 70...80 верстатів; сітки трубопроводів для подачі рідини до верстатів та відведення її в циркуляційні установки для фільтрації.

Централізовано-груповий спосіб характеризується тим, що охолоджувальну рідину подають по трубопроводах із центральної установки до розбірних кранів, які встановлюють на дільницях. Під час роботи верстата використовується автономна система охолодження оброблювальної заготовки, яка постійно поповнюється із розбірних кранів, оскільки виникають витрати за рахунок розбризкування рідини під час зняття стружки з оброблювальної поверхні. Спосіб застосовують для цехів з великою кількістю верстатів, що використовують різнотипну МОР.

Для невеликих цехів застосовують *децентралізовану* систему постачання, за якою рідину із відділення МОР доставляють до верстатів в тарі (спеціальних бочках) і таким же способом її забирають для переробки.

Для покращення дисперсії МОР, емульсії та інших охолоджувальних мастил машинобудівні заводи використовують ультразвукові установки для диспергування емульсії, що покращує її якість консистенції протягом тривалого часу використання.

Площу відділення МОР приймають згідно нормативних даних в залежності від кількості металорізального обладнання (таблиця 7.2).

Таблиця 7.2 – Нормативні дані для визначення площі відділення для приготування та роздавання МОР

Кількість обладнання, шт.	Площа, м ²
30...60	35...40
61...100	40...50
101...200	50...70
201...300	75...100
301...400	100...120

В проєкті механоскладального цеху також передбачають склади масел. Площу складу масел приймають рівною 10...20 м².

Враховуючи пожежну небезпеку, відділення для приготування та роздавання МОР суміщають із складом масел і розташовують біля зовнішніх стін та з окремим виходом назовні.

7.2 Випробувальні та контрольні відділення

Випробувальні відділення. Вони призначені для завершення кінцевого вузлового або загального складання машин.

Кількість стендів для проведення основних випробувань

$$N_{вс} = \frac{O_{в} \cdot (t_{в} + t_{пр} + t_{зн})}{60 \cdot \Phi_{с}}, \quad (7.1)$$

де $O_{в}$ – річний обсяг випуску виробів, які підлягають випробуванню, шт.;

$t_{в}$ – час на випробування, хв.;

$t_{пр}$ – час приймання виробу на стенд, хв.;

$t_{зн}$ – час знімання та встановлення виробу на стенді, хв.;

$\Phi_{с}$ – ефективний річний фонд часу роботи стенда, год.

Кількість стендів для потокового складання виробів визначають за формулою

$$N_{вс.п} = \frac{T_{в}}{t_{с}}, \quad (7.2)$$

де $T_{в}$ – загальний час на випробування однієї машини, хв.;

$t_{с}$ – дійсний такт складання, хв.

Для визначення загальної кількості стендів на дільниці випробувань, їх розрахункову кількість перемножують на коефіцієнт 1,1...1,2, який враховує повторні випробування.

Для планування ВВ потрібно знати кількість і розміри обладнання, довжину трубопроводів, по яких подається рідина з гідростанції (тиск та інші параметри режиму випробування). Випробувальні стенди розміщують у два і більше рядів, між якими необхідно передбачити проїзди, а вздовж стіни розташовують розподільне спорядження (засоби для їх запуску).

ВВ розташовують в крайньому прогоні складального цеху, тобто в кінці маршруту загального складання виробу. Поряд із ВВ повинна знаходитися випробувальна станція, від якої має бути заїзд для транспорту з пальним і підземна цистерна для його зберігання.

Кількість випробувальників визначають залежно від часу і програми випробувань, а також необхідних засобів автоматизації.

Випробувальні дільниці облаштовують транспортними засобами (кран-балками, тельферами, монорейками), а також приточною та витяжною вентиляцією.

До переліку необхідних засобів робочого місця випробувальника входить:

а) стенд для обкатування та випробування вузла (машини);

б) стелаж (підставка) для зберігання вузлів;

в) інструментальна тумбочка для зберігання слюсарного та вимірювального інструментів і контрольно-вимірювальної апаратури.

Загальна площа ВВ або цеху визначається із розрахунку показників питомої площі та кількості стендів і їх габаритів з врахуванням площі робочого місця для його обслуговування.

Контрольні відділення. В механоскладальних цехах розташовують КВ, що входять до відділу технічного контролю підприємства.

КВ розташовують в кінці потокових ліній, а в непотоковому виробництві їх розташовують вздовж вікон для кращого природного освітлення робочих місць контролерів, або на шляху руху деталей в складальний цех. Площу визначають із розрахунку 5...6 м² на одного контролера, при детальніших розрахунках цю площу множать на коефіцієнт 1,5...1,75 з метою точнішого врахування площі для розміщення контрольного обладнання. Загальна площа відділення також може прийматися із розрахунку 3...5% від площі верстатного устаткування механоскладального цеху або користуються нормою із розрахунку 0,1...0,2 м² на один верстат механічного цеху, але не менше 25 м² на один пункт.

За формою КВ повинні бути квадратними, що полегшує загальне планування розміщення вимірювальної техніки та інших засобів (тумбочок, ложементів для контролюваних деталей, шаф для збереження контрольного інструменту, столів для встановлення контрольних приладів).

Транспортування деталей з механоскладального цеху до КП та КВ здійснюють ручними візками або електрокарами.

В механоскладальних цехах створюють також КПП, які призначені для періодичної або змінної перевірки контрольних засобів, в яких вийшов час придатності; вимушеного вилучення із експлуатації зношених або непридатних засобів вимірювання; здійснення технічного нагляду за правильною експлуатацією засобів вимірювання та їх зберігання в СІЗ і на робочих місцях (позиціях); проведення інструктажу застосування засобів вимірювання; контролю роботи СІЗ за своєчасної перевірки та ремонту засобів вимірювання; виявлення причин браку при виготовленні продукції, систематичного та виборчого інспекційного контролю виробів. Для невеликих механоскладальних цехів ці функції виконує центральна вимірювальна лабораторія підприємства.

До приміщень КП ставлять підвищені вимоги: підлога мусить бути паркетною, покрита лаком, керамічною плиткою або з лінолеуму для кращого усунення бруду. Облицювальні матеріали для стін повинні бути напівматової фактури, аби не допускати блиску чи світлих тонів.

7.3 Системи електропостачання, стисненого повітря та мікроклімату

Функціонування будь-якого промислового підприємства не можливе без забезпечення його електроенергією від електромережі 110 кВт. Для пониження напруги використовують понижувальні підстанції 110/35 кВт, відкриті центральні розподільні підстанції 35/10-6 кВт і цехові закриті трансформаторні підстанції 6-10/0,4 кВт. На практиці передбачають по одній підстанції на кожні 5000 м² виробничої площі, які розташовують на відстані 75...100 м одна від одної. Площа

приміщень трансформаторних станцій становить 50 м², які монтують за допомогою монорейок або мостових кранів вантажопідйомністю до 10 т.

В механоскладальних виробництвах широко використовують стиснуте повітря для затискних елементів пристроїв, механізованого складального інструменту, в системах пневмоавтоматики, для фарбування виробів, інших засобів і технологічного спорядження. Промисловий тиск в пневмережі повинен бути в межах 0,4...0,6 МПа. Площу для розміщення компресорних установок підраховують за співвідношенням

$$F_{\kappa} = (0,006...0,008) \cdot F_{\text{г}}, \quad (7.3)$$

де $F_{\text{г}}$ – виробнича площа цеху.

Компресорні станції розміщують в окремих ізольованих приміщеннях через високий рівень шуму, який вони створюють.

Для забезпечення мікроклімату та чистоти повітря в приміщеннях цехи обладнують притоковою та витяжною вентиляцією. Забруднене повітря перед викидом в атмосферу очищують фільтрами, а верстати заточувальних відділень – споряджують засобами місцевого відсмоктування пилю. Для цього проєктують приміщення, де розташовують вентиляційні системи.

Загальну площу під вентиляційні системи визначають за співвідношенням

$$F_{\text{вс}} = (0,005...0,0075) \cdot F_{\text{г}}. \quad (7.4)$$

7.4 Склади та заготівельні відділення

Для забезпечення безперебійної роботи механоскладальних цехів передбачають цілий комплекс складів. Сюди відносяться склади металу і заготовок, склади деталей, вузлів і комплектуючих виробів, склади готових деталей і виробів, проміжні склади, інструментально-роздавальні склади або ІРК і склади технологічного оснащення.

Цеховий склад матеріалів і заготовок призначений для забезпечення безперервного постачання верстатів і потокових ліній матеріалами та заготовками, але не для зберігання матеріалу і заготовок, які надходять на завод великими партіями. Склади металу, заготовок, напівфабрикатів можуть розташовуватися всередині виробничої будівлі (найчастіше на початку прольотів у відповідності до деталей, які обробляються) або зовні на критих або відкритих естакадах.

Площу цехового складу матеріалів і заготовок визначають за формулою:

$$F_{\text{сз}} = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (7.5)$$

де M_{Σ} – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску;

t – середня кількість робочих днів, на протязі яких матеріал і заготовки зберігаються на складі до поступлення їх на обробку (таблиця 7.3);

q – середнє допустиме навантаження на 1 м² корисної площі підлоги (при способі зберігання матеріалів і заготовок в штабелях приймають $q = 1,2-1,4$ т/м², в стелажах – 2-7 т/м² в залежності від висоти штабелювання);

k_B – коефіцієнт використання площі складування, $k_B = 0,3-0,4$.

Якщо склад матеріалів суміщається із заготівельним відділенням, то його площу збільшують на 50 % .

Таблиця 7.3 – Норми зберігання заготовок в робочих днях

Вид виробництва	Штанговий матеріал, дрібні і середні заготовки	Крупні заготовки
Одиничне	12	5
Дрібносерійне	8	3,5
Серійне	6	2,5
Крупносерійне і масове	4-6	1-2

Склади заготовок повинні розташовуватися поряд з заготівельним відділенням на початку відповідних потоків механічної обробки.

Місцем нагромадження і зберігання повністю оброблених деталей, які очікують надходження на складання є міжопераційний склад. Крім того, сюди надходять деталі, необхідні для комплектування складання вузла: підшипники, прокладки, електрообладнання і т.п.

Відповідно міжопераційний склад має площу, яку визначають за формулою:

$$F_{np} = \frac{M \cdot t}{260 \cdot q \cdot k'_B}, \quad (7.6)$$

де M – маса деталі і вузлів річної програми, які підлягають зберіганню, т;

t – кількість робочих днів запасу (таблиця 7.4);

q – середня вантажонапруженість 1 м², $q = 1-4$ т/м²;

k'_B – коефіцієнт використання площі складування, $k'_B = 0,25-0,30$.

Таблиця 7.4 – Кількість робочих днів запасу

Типи виробництва	Крупні деталі	Середні деталі
Дрібносерійне	8 діб	20 діб
Серійне	5 діб	12 діб
Крупносерійне	1 зміна	2 зміни
Масове	2-4 год.	8 год.

Заготівельне відділення призначене для порізки, центрування, правки та попередньої обробки пруткового та розкрою листового матеріалу. Заготівельні відділення середніх та малих цехів розташовують на площах складу заготовок та матеріалів. Для виконання робіт у заготівельному відділенні передбачають відрізні верстати, дискові пили, приводні ножівки, центрувальні та фрезерно-центрувальні, правильні, обдирні верстати, преси.

При розробці плану розташування обладнання заготівельного відділення необхідно враховувати довжину матеріалів, тобто біля верстатів повинно бути достатньо місця для його розташування та розташування порізаних заготовок. Нормативно для механоскладальних цехів у заготівельному відділенні

передбачають від 4 до 10 одиниць верстатного обладнання. Питома площа, що припадає на один верстат у відділенні становить 25-30 м². Якщо немає централізованого загальнозаводського цеху, то заготівельне відділення розташовується суміжно зі складом матеріалів і заготовок.

8 ТРАНСПОРТНА СИСТЕМА ТА ОСНОВНИЙ ВИРОБНИЧИЙ ТРАНСПОРТ ЦЕХУ

8.1 Класифікація транспортних систем

Транспортні системи можна класифікувати за призначенням згідно наступних задач:

- а) подавання вантажів зі складу на виробничу ділянку у необхідний момент часу;
- б) подавання, орієнтування та встановлення заготовок, напівфабрикатів чи виробів на задане технологічне устаткування у необхідний момент часу;
- в) зняття деталей, напівфабрикатів, виробів з устаткування та подальше їх транспортування за заданим маршрутом;
- г) відправлення вантажів до накопичувача та видача їх із накопичувача в необхідний момент часу;
- д) вивіз напівфабрикатів або готових виробів з виробничих ділянок до складу.

При виборі способу транспортування та елементів транспортної системи потрібно орієнтуватися наступною класифікацією вантажів і транспортних систем:

- а) за масою транспортуваних вантажів – легкі (від 0,01 до 0,5 кг), середні (від 0,5 до 16 кг) і важкі (понад 16 кг);
- б) за способом завантаження – в тарі, без тари, насипом, орієнтовані;
- в) за формою – типу валів, втулок, плит, дисків, корпусів, важелів, кронштейнів, хрестовин і інші;
- г) за видом матеріалу – металеві, неметалеві і т.д.;
- д) за властивостями матеріалу – тверді, крихкі, пластичні, магнітні;
- е) за міцністю – низько-, середньо- та високоміцні.

Також транспортні системи класифікують:

- а) за призначенням – міжцехові, внутріцехові та міжопераційні;
- б) за способом транспортування – вантажі в тарі та без тари; орієнтовані та насипні;
- в) за принципом руху – періодичні та безперервні (поток);
- г) за напрямком руху – прямим потоком і зворотним;
- д) за рівнем розташування робочої вітки – напідложні, естакадні, підвісні;
- е) за принципом роботи – тримкі, штовхальні, тягальні;
- є) за схемою руху – лінійні та замкнуті;
- ж) за конструктивним виконанням – рейкові та безрейкові;

з) за принципом маршруто відслідковування – механічні (по напрямляючих), на приладах із зворотним зв'язком, індуктивні, гігроскопічні, оптоелектронні та радіокеровані.

Оптоелектронні системи, в свою чергу, можуть бути виконані у вигляді: флуоресцентної смуги, давачів, що працюють в ультрафіолетовому спектрі; світловідбивної металізованої або металевої смуги; білих смуг з чорним окантуванням з давачами контрасту двох кольорів.

Транспортування виробів можна здійснювати і на пристроях-супутниках, вмонтованих на верстатах, і без них. За другим способом найчастіше використовують скати або склізи, коли необхідно транспортувати деталі типу валів, втулок, фланців, дисків тощо.

В механоскладальному виробництві широко використовують транспортні системи періодичної та безперервної дії. Вони мають жорсткий та гнучкий зв'язок. Жорсткий зв'язок використовують, в основному, у потоковому виробництві, гнучкий зв'язок – у непотоковому.

Розрізняють також напідложну транспортну систему та вантажотримку транспортну систему.

Напідложною називають таку, у якій робоча вітка розташована на рівні підлоги. Прикладом напідложної системи є тягальні конвеєри, які використовують для складання виробів, що самі можуть пересуватися на колесах, валках, дисках і т.п.

Вантажотримкою називають транспортну систему, яка має дві вітки, а саме верхню (тягову) і нижню (вантажну). В результаті цього остання може зупиняти транспортуєчий вантаж в будь-який момент часу.

Слід відзначити, що сьогоденні умови вимагають створення такої єдиної транспортної системи, яка б дозволяла виконувати орієнтування, наприклад, виробництво заготовок, напівфабрикатів і готових деталей під час їх передавання від верстата до верстата в механічних чи складальних дільницях, що призведе до зниження трудомісткості та собівартості транспортування.

Розглянуті вище види транспортних засобів слід оптимально використовувати за призначенням, а тому проектування транспортної системи необхідно вибирати, зважаючи на економічні міркування, при цьому враховувати рівень механізації робіт, капітальні вкладення та термін окупності під час їх експлуатації.

8.2 Напрямки проектування транспортної системи, транспортні зв'язки на виробництві

Основним завданням з проектування транспортної системи є скорочення кількості підйимально-транспортних операцій та зниження витрат для заданого обсягу робіт. Основними напрямками проектування транспортної системи механоскладальних виробництв є:

а) зменшення маси вантажів, які будуть перевозитись (забезпечується вибором раціональної форми заготовки, близької до форми готової деталі);

б) зниження вантажонапруженості потоків при перевезенні вантажів по території заводу (забезпечується вибором оптимального варіанту на етапі формування виробничих дільниць і прийняття компонувальних рішень);

в) подетальної та предметної спеціалізації механоскладального виробництва, а також розташування виробничих дільниць і обладнання відповідно до технологічного процесу (за рахунок цього можна позбутися зайвих переміщень і зворотних рухів вантажів, а також підвищити продуктивність праці та значно скоротити маршрути руху транспортних засобів і їх систем);

г) застосування однотипних автоматизованих транспортних засобів на виробничих дільницях і між ними (підвісні штовхальні конвеєри, самохідний візковий транспорт з керуванням від ЕОМ, електрокари, роликові конвеєри, підвісні крани-оператори з дистанційним керуванням і т.п.) (це істотно скоротить трудомісткість і підвищить ефективність транспортування, оскільки однотипні транспортні засоби простіші в керуванні та обслуговуванні);

д) типізації технологічних процесів транспортування, раціонального вибору оптимального варіанта технологічного процесу, типу обладнання, заготовок (це забезпечує здешевлення транспортних засобів і систем, які використовуватимуться для заданого виробництва);

е) ефективної роботи транспортної системи, яка може бути досягнута автоматизацією завантаження та розвантаження устаткування, а також стикуванням цього устаткування внаслідок використання промислових транспортних роботів, автоматичних стикувальних пристроїв або завдяки збільшенню транспортувальної партії за умови запровадження контейнерного перевезення вантажів.

Врахування перелічених напрямків з детально проробленими питаннями технології виготовлення, організації виробництва, компонування цеху (цехів) та раціональне планування устаткування приведуть до значного зменшення вантажопотоків в цехах і спрощення транспортної системи та підвищать її надійність.

За основу проектування транспортної системи беруть транспортну схему зв'язків механоскладального виробництва, на якій вказують вантажопотоки між технологічним устаткуванням, накопичувачами, виробничими дільницями та складами. Для більш детального опрацювання транспортування необхідно побудувати внутрішньоцехову схему транспортних зв'язків виробничих дільниць.

Для побудови внутрішньоцехової схеми транспортних зв'язків потрібно знати технологічні процеси виготовлення продукції, за якими визначається послідовність проходження вантажів між виробничими дільницями, попереднє компонування цеху та вантажообіг цеху (по цеху), номенклатуру, габаритні розміри та масу вантажів, вимоги та умови щодо їх переміщення тощо.

На кінцевому етапі проектування механоскладального виробництва та завершального компонування цеху можуть виникнути необхідні внесення та корективи щодо схеми транспортних зв'язків. З цієї причини, для визначення вантажообігу по цеху необхідно виявити потребу в основних і допоміжних матеріалах, заготовках, напівфабрикатах і виробках на всю програму випуску для кожного виробничого підрозділу, дільниці, а також програму випуску

напівфабрикатів, готових виробів в тоннах з кожної виробничої дільниці, зокрема масу інструменту, технологічного оснащення, якщо останнє завозиться на дільницю.

Оптимальна транспортно-технологічна схема повинна забезпечувати:

- мінімальну кількість необхідних операцій;
- мінімальні відстані транспортування та кількість перекодувань вантажів на інші транспортні засоби;
- автоматизацію кожної операції та всього транспортування;
- найменшу кількість перехресть і розгалужень трас;
- максимально можливе суміщення підйомно-транспортних операцій з операціями виготовлення деталей;
- використання прогресивних високопродуктивних засобів для автоматизації процесів транспортування;
- однотипність засобів автоматизації транспортування;
- вимоги щодо охорони праці, техніки безпеки, культури виробництва;
- економічну ефективність і ремонтпридатність засобів транспортування.

Перераховані вимоги належать і до побудови міжопераційної схеми транспортних зв'язків виробничої дільниці, для якої необхідно знати технологічні процеси виготовлення виробів, згідно з якими визначається послідовність проходження вантажів між технологічним обладнанням, попередній план дільниці та вантажообіг по дільниці.

Після складання транспортних зв'язків виробничого процесу розробляють технологічний процес транспортування об'єкта (заготовок, деталей, виробу). Цей процес має ряд операцій, які виконуються в певній послідовності. Наприклад: завантаження, транспортування, розвантаження, повторне розвантаження, перекладання, кантування та завантаження. По можливості необхідно використовувати типові технологічні процеси, які розробляють для групи матеріалів, заготовок напівфабрикатів виробів із спільним маршрутом переміщення, вмісту (номенклатури) транспортних партій, умов охоплення вантажних одиниць, структури стикування між технологічними, контрольними операціями та операціями накопичування, подальшого переміщення та адресування. Як правило, у цих випадках формують маршрутні та операційні карти технологічного процесу транспортування, на основі яких визначають час транспортування для вибраного типу транспортування.

8.3 Основний виробничий транспорт і його види

Вид вибраного обладнання, ступінь його спорядженості, технологічні можливості визначають рівень продуктивності праці механоскладального та іншого виробництва. Це саме і стосується підйомно-транспортного обладнання.

За призначенням сучасне механізоване та автоматизоване підйомно-транспортне обладнання поділяють на *транзитно-міжкорпусне, міжцехове та внутрішньоцехове*.

За видами транспортування підйомно-транспортне обладнання поділяють на:

- а) залізничний транспорт;
- б) автомобільний транспорт;
- в) напідложно-візковий транспорт;
- г) кранове обладнання;
- д) підвісний транспорт;
- є) конвеєри та транспортери;
- ж) транспортні роботи;
- з) промислові роботи, маніпулятори та спеціальні пристрої.

Загальна характеристика перелічених підйомно-транспортних засобів, сфера їх застосування, технічні параметри, режими роботи, а також основні підходи до проектування цілих транспортних систем для механоскладальних виробництв є наступними:

Залізничний транспорт. Цей вид транспорту набув широкого застосування для транзитних перевезень вантажів і доставки їх до замовника аж на його територію, безпосередньо до корпусу. Вантажем залізничного транспорту можуть бути великогабаритні вироби, різного сортаменту заготовки, деталі. Як правило, для їх перевезення використовують платформи або вагони з вантажопідйомністю від 20 до 80 т. Вагони та платформи формують впритул один до одного у вигляді потягів, які рухаються залізницею.

Автомобільний транспорт. Застосовують для міжцехових перевезень металу, заготовок, напівфабрикатів, готової продукції. Це бортові вантажні автомобілі, самоскиди, автомобілі і трактори з причепами, які пересуваються по території заводу та за його межами. Автомобільний транспорт має цілу низку різновидностей, які також можна використовувати для міжцехових перевезень вантажів. Технічні параметри щодо вантажопідйомності (m) та швидкості транспортування (V) вантажу є наступними:

- автонавантажувачі ($m = 1...5$ т; $V = 15...40$ км/год.);
- трактори ($m = 2...3$ т; $V =$ до 20 км/год.);
- електронавантажувачі ($m = 0,25...3$ т; $V = 6...15$ км/год.);
- електровізки (електрокари) ($m = 0,5...5$ т; $V =$ до 15 км/год.);
- електровізки (самоскиди) ($m =$ до 1 т; $V =$ до 15 км/год.);
- електровізки з краном ($m =$ до 0,75 т; $V =$ до 15 км/год.).

Напідложно-візковий транспорт. Це машини напідложного та візкового транспортування вантажів, які обладнані вантажозахоплювальними пристроями. Їх використовують для транспортування та перевезення вантажів з місця на місце на складах, а також як міжцеховий транспорт. До них також належать: автомобільні крани, ковшові машини, тягачі з причепами, авто- та електротягачі, електронавантажувачі, автонавантажувачі, електрокари і т.п.

Відстань транспортування вантажу вищепереліченим транспортом від 500 до 3000 м. До напідложно-візкового транспорту відносять також ручні візки. Широко їх застосовують для перевезення дрібних вантажів на відстань 50...60 м.

Кранове обладнання. Це мостові та підвісні крани, кран-балки, консольні крани, крани-штабелери, електроталі.

а) *мостові крани* – використовують в цехах і складах механоскладальних виробництв. їх вантажопідйомність від 5 до 75 т. За кількістю підйомних

механізмів: одногакові та двогакові. Одногакові можуть підіймати вантаж масою 5...15 т, двогакові – 15...75 т. Мостові крани з вантажопідйомністю до 5 т застосовують як технологічний транспорт на розвантажувальних роботах всередині цеху або складах;

б) *підвісні крани*, як і мостові, застосовують як технологічний транспорт для проведення розвантажувальних робіт, вантажопідйомність до 5 т;

в) *кран-балки* можуть бути стаціонарного кріплення або підвісні. Підвісні кран-балки прикріплюють до підвісних рейок, що і збільшує їх сферу обслуговування. Вантажопідйомність цих типів кран-балок від 1 до 5 т. Стаціонарні – монтують біля заданого технологічного обладнання з метою його обслуговування;

г) *консольні крани* з електротягами та підйомниками знайшли широке застосування для обслуговування робочих місць з верстатами, на яких виконуються операції, що часто повторюються, перш ніж закінчиться виготовлення деталі (виробу); тобто перенесення вантажу від верстата до верстата в двох напрямках, вперед-назад. Вантажопідйомність консольних кранів від 0,25 до 3 т. Виліт стріли 3...6 м;

д) *крани-штабелери* – це крани з електронавантажувачем і висувними вилами. Рухаються вони по підвісних підкранових трасах. Мають широке застосування на складах, оскільки характеризуються високою маневреністю. Вантажопідйомність кранів-штабелерів від 0,125 до 5 т. Висота підйому вантажу до 12 м. Швидкість руху до 60 м/хв. Модифікацією крана-штабелера є кран-штабелер з боковим переміщенням вантажу або кран-штабелер з роликівими трасами. Вантажопідйомність таких кранів-штабелерів від 0,25 до 4 т. Швидкість руху до 60 м/хв. Висота підйому вантажу до 10 м;

е) *електроталі* бувають з ручними, пневматичними або гідравлічними підйомниками. Застосовують для транспортування вантажів з одного кінця цеху в інший. Рух електроталей відбувається по підвісних монорейкових дорогах, які прокладають як в поздовжньому, так і поперечному напрямках цеху, чи між його дільницями. Вантажопідйомність електроталей від 0,1 до 10 т. Висота підйому вантажу до 6 м. Швидкість переміщення електроталі до 20 м/хв.

Підвісний транспорт. До підвісного транспорту належать підвісні конвеєри різних модифікацій, які рухаються по монорейкових дорогах, самохідні візки і тягачі. Застосовують для внутрішньоцехового та міжопераційного транспортування виробів або для передачі деталей на оброблення. Мають переваги над іншими транспортними засобами в тому, що перевезення вантажів можна здійснювати в горизонтальному та вертикальному напрямках. Пристосування до зміни технологічного процесу, можливість подачі вантажу до самого робочого місця, застосування дистанційного керування та створення на конвеєрі рухомих запасів вантажів (підвісні склади), що звільняє місце на центральних складах, дозволяє широко застосовувати цей вид транспорту як для багатосерійного, так і для масового виробництва.

Підвісні конвеєри поділяються на вантажотримкі, штовхальні та вантажотягальні. Для вантажотримких конвеєрів вантаж підвішують у

спеціальному пристрої. Для штовхальних – за гак, а для вантажотягальних – укладають на візок.

а) *вантажотримки* конвеєри рухаються по постійних трасах підвісних доріг, вздовж яких тягнеться ланцюг. Завантаження або розвантаження підвісок конвеєра здійснюють вручну для одиничного, напівавтоматично – для серійного та автоматично – для масового виробництва. Вантажопідйомність кареток 0,25, 0,5 і 0,8 т. Діапазон швидкостей 0,3...30 м/хв. Підвісні транспортні дороги для цих конвеєрів виготовляють із катаних або гнутих профілів, які прикріплюють до будівельних конструкцій тягами або кронштейнами;

б) *штовхальні* конвеєри мають тяговий елемент, який не закріплений до вантажного візка, а рухається окремо по нижній ходовій дорозі за допомогою кулачка-штовхача, прикріпленого до тягового ланцюга. Останній рухається по своєму верхньому тяговому шляху. Наявність двох різних доріг (тягової та вантажної) і відсутність кріплення тягового ланцюга до візків з вантажами дозволяє вільно під'єднувати та від'єднувати вантажні візки від тягового ланцюга. Таке технічне вирішення дозволяє об'єднувати штовхальні конвеєри в єдину автоматизовану транспортну систему з різними тактами роботи або в різні технологічні лінії, які можуть працювати в автономних режимах. Переведення стрілок на лініях здійснюють автоматичним адресуванням вантажів до робочого місця за допомогою лічильних пультів чи цілих пристроїв, а подачу вантажів на будь-яку висоту – підймальними та опускальними секціями вантажної дороги. До специфічних елементів штовхальних конвеєрів належать також штовхачі, каретки, давачі, підймальні та опускальні секції. Вантажопідйомність візків для штовхальних конвеєрів складає 0,035; 0,125; 0,5; 1,25 т. Діапазон швидкостей 0,8...24 м/хв.;

в) *вантажотягальні* підвісні конвеєри служать для транспортування вантажів на підлоговому візку, який рухається по підлозі за допомогою захоплювача або штовхача, закріпленого на каретці, що пересувається по підвісній дорозі. Вільне введення та виведення візків із сфери дії рухомого ланцюга, можливість транспортування більш важких вантажів (2,5 т і більше) дає переваги перед штовхальними конвеєрами. Підвісні дороги для вантажотягальних конвеєрів мають електротягач та причіпні візки, які рухаються по горизонтальних або похилих монорейкових шляхах. Вантажопідйомність візків до 0,5 т. Діапазон швидкостей 0,5...10 м/хв.

Конвеєри та транспортери знаходять широке застосування в умовах потоково-масового та потоково-серійного виробництва, найчастіше у складальних і механічних цехах. За типами їх поділяють на роликові, скати або склізи, стрічкові або пластинчасті, візкові, ланцюгові або крокуючі.

а) *роликові* конвеєри використовують для транспортування корпусних деталей з плоскою нижньою базовою поверхнею, тобто деталей типу плит, брусів, пластин з масою до 0,1 т або дрібних деталей, які укладаються в ящики та транспортуються разом з ними. За розташуванням – бувають горизонтальні та з нахилом. Горизонтальні мають привід; з нахилом – без привода;

б) *скати* виготовляють у вигляді жолобів завдовжки до 10 м з нахилом 1:10; 1:15. Застосовують скати для міжверстатного транспортування деталей циліндричної або круглої форми;

в) *склізи* за конструкцією аналогічні скатам, їх виготовляють з нахилом 1:5 і застосовують для міжверстатного транспортування плоских деталей;

г) *стрічкові конвеєри*. На практиці їх називають стрічковими транспортерами. Як транспортний засіб використовують стрічку, яка виготовлена із міцного прогумованого текстильного матеріалу або бельтінгу. Ширина стрічки від 0,2 до 0,8 м. Виготовляють їх пересувними та стаціонарними. Застосовують стрічкові конвеєри в потоково-масовому виробництві. Вантажопідйомність до 0,25 т. Діапазон швидкостей 6...30 м/хв.;

д) *пластинчасті конвеєри* застосовують на складальних потокових лініях як технологічний транспорт, наприклад, для складання автомобілів або для вузлового складання. В пластинчастих конвеєрах прогумована стрічка замінена на пластинчасту, що підвищує її довговічність в роботі. Стрічка має набір пластинок, що рухомо зв'язані між собою по замкнутому контуру. Довжина пластинчастого конвеєра сягає до 200 м. Діапазон швидкостей 1...5 м/хв.;

е) *візкові конвеєри* застосовуються в складальних цехах і випробувальних дільницях. Виготовляють їх вертикально та горизонтально замкнутими з перекидним або стаціонарним візком. Вертикально замкнуті застосовують в малих цехах. Вантажопідйомність візка від 0,1 до 0,8 т. Швидкість руху візка до 8 м/хв.;

є) *крокуючі конвеєри* – це пристрої в яких переміщення вантажу відбувається за допомогою поперемінно-зворотних горизонтальних і вертикальних рухів (кроків) рухомої рами, на яку укладають вантажі. Їх застосовують для складання габаритних виробів, наприклад, верстатів, двигунів, вентиляторів і т.п. Основною перевагою крокуючого конвеєра є те, що через однакові проміжки часу, який дорівнює такту складання, здійснюють переміщення вантажу на один крок, що скорочує допоміжний та підготовчо-заклучний час на складання виробу. Додатковими перевагами є малі габарити за висотою, чим і створюють сприятливі умови при переміщенні кранового обладнання в цеху. Довжина крокуючого конвеєра 25...60 м. Маса виробу, що складається на одному робочому місці, 1...7 т. Час переміщення конвеєра з місця на місце від 2 до 6 хв.

8.4 Підйомно-транспортні засоби автоматичної дії

Транспортні роботи та маніпулятори. Ці транспортні системи поділяють на основні та допоміжні. До основних транспортних засобів належать спеціальні транспортні конвеєри із засобами автоматичної дії, транспортні роботи та маніпулятори, а також спеціальні пристрої на базі пневмо- та гідротранспорту. До допоміжних транспортних засобів належать: орієнтувачі, адресувачі, штовхачі, скидувачі, підйомні столи, поворотно-координатні столи, підйомники, виробнича тара. Перераховані транспортні системи належать до внутрішньоцехового та міжопераційного транспортування вантажів.

а) *транспортні конвеєри із засобами автоматичної дії* застосовують для механізації завантажувально-розвантажувальних робіт в міжцеховому та міжопераційному транспортуванні. Вони мають каретку-оператор з програмним або дистанційним керуванням і телескопічний стіл з максимальною вантажопідйомністю до 3,2 т для завантаження та розвантаження приймальних столів. Вантажопідйомність приймальних столів до 0,5 т. Транспортування вантажів з місця на місце здійснюється згідно з програмою самим оператором або дистанційним керуванням в автоматичному режимі. Каретка-оператор одночасно може транспортувати дві тари.

За конструктивними особливостями каретки поділяють на:

– каретки зі спареними телескопічними столами вантажопідйомністю до 630 кг.;

– каретки-штабелери зі спареними телескопічними столами та механізмом підйому вантажопідйомністю до 630 кг.;

– каретки-штабелери із здвоєними спареними телескопічними столами та механізмом підйому вантажопідйомністю до 1250 кг.;

– каретки-штабелери для довгомірних вантажів із спареними телескопічними столами та механізмом підйому вантажів вантажопідйомністю 630; 1000; 2000; 3200; 5000 кг.;

– каретки-оператори підвісні вантажопідйомністю до 3200 кг.;

– каретки-оператори рейкові вантажопідйомністю до 3200 кг.

У всіх варіантах кареток-операторів підйомно-транспортні операції виконуються з вантажами в уніфікованій тарі; транспортувальна швидкість переміщення 30 і 60 м/хв., встановлювальна 1,5 м/хв., максимальна кількість обслуговувальних робочих місць 50. Найчастіше такі транспортні конвеєри застосовують в металооброблюваних цехах або дільницях з гнучким виробництвом;

б) *транспортні роботи*. Застосовують для автоматизації завантаження та розвантаження заготовок (деталей) на технологічному обладнанні, а також для стикування виконання технологічних операцій. Як транспортну систему використовують також промислові транспортні роботи та автоматичні стикувальні пристрої. Ефективність роботи такої транспортної системи досягається завдяки збільшенню транспортної партії заготовок за рахунок використання контейнерного перевезення вантажів. Транспортними роботами можна обслуговувати як автоматичну лінію, так і РТК або дільницю на базі автоматів чи верстатів з ЧПК, тобто потокові та непотокові виробництва.

Промислові роботи, маніпулятори та спеціальні пристрої. а) *промислові роботи* застосовують як стикувальний пристрій між двома або більше верстатами для подачі заготовки на механічну обробку, а потім зняття її із робочої позиції та укладання в тару або на транспортер для подальшої обробки за іншою операцією. Для повороту або кантування виробу (деталі) служать поворотні столи з вертикальною віссю обертання або кантувачі з обертанням навколо похилої осі. Найширшого розповсюдження промислові роботи з відповідним технологічним спорядженням знайшли на автоматизованих дільницях з токарного, фрезерного

оброблювання деталей типу валів, втулок, плит, брусів і т.п., на роботизованих модулях, сформованих на базі агрегатних верстатів і верстатів з ЧПК.

б) *маніпулятори*. Сфера їх обслуговування є меншою, порівняно з промисловими роботами. Найчастіше їх застосовують як стикувальний пристрій між двома верстатами чи робочими місцями. Вони можуть бути надбудовані безпосередньо і на самому верстаті і працюють в узгоджувальному режимі. Функції маніпулятора це «взяти» - «покласти» заготовку з верстата на верстат, з верстата в тару, з верстата на транспортер і т.д. За конструкціями їх виготовляють у вигляді супутників, механічних рук чи навіть невеликих автономних роботів-пристроїв.

в) *спеціальні пристрої*. Найчастіше їх використовують на оброблювальних центрах, тобто на верстатах, які працюють в повному автоматизованому режимі. Переміщення робочих органів таких пристроїв здійснюється від пневматичних чи гідравлічних механізмів, які узгоджені з технологічним циклом виготовлення деталі від моменту подачі на оброблення заготовки до укладання готової деталі в тару.

9 КОМПОНУВАННЯ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ЦЕХІВ

9.1 Взаємозв'язок компонувального та генерального планів підприємства

Цехи механоскладального виробництва входять у загальну структуру машинобудівного заводу, яка залежить від обсягів продукції, яку випускають, характеру технологічного процесу, вимог до якості виробів, ступеня спеціалізації, кооперування та інших чинників.

У зв'язку з тим, компонувальний план цеху (корпусу) необхідно прив'язувати до розташування інших цехів і служб заводу, а також до транспортних комунікацій підприємства. Для цього призначений генеральний план заводу – план взаємного розташування всіх будівель і споруд, транспортних магістралей, інженерних мереж з врахуванням рельєфу та благоустрою території.

На рисунку 9.1 наведена схема генерального плану машинобудівного заводу, де реалізовано принцип зонування території, на якій оброблювальні, заготівельні та допоміжні цехи зблоковані в окремих корпусах, розподілені вантажні та людські потоки. В головному корпусі заводу передбачено термоконстантний цех.

Оскільки генеральний план заводу починають формувати із зонування території заводу з метою розташування на ній груп цехів з подібними технологічними процесами та вимогами до умов виробництва, то важливим моментом в цьому процесі є правильний вибір групи цехів до якої слід віднести свій цех. Оскільки йдеться про механоскладальний, то його компонують з групою механооброблюючих і складальних, тобто в зоні основних виробничих цехів. При цьому враховують напрям руху вітрів, зокрема цехи, які виділяють викиди в атмосферу, розташовують із підвітряної сторони, аби уникнути забруднення

загальнозаводських і житлових зон. Напря́м вантажопото́ків ув'язують з маршрутами руху людей, аби не створювати зустрічних потоків. З цієї точки зору транспортні введення в корпуси і входи працівників доцільно проєктувати з протилежних боків. Склади заготовок в корпусах механічних цехів розташовують зі сторони заготівельних цехів, що скорочує шлях транспортування вантажів.

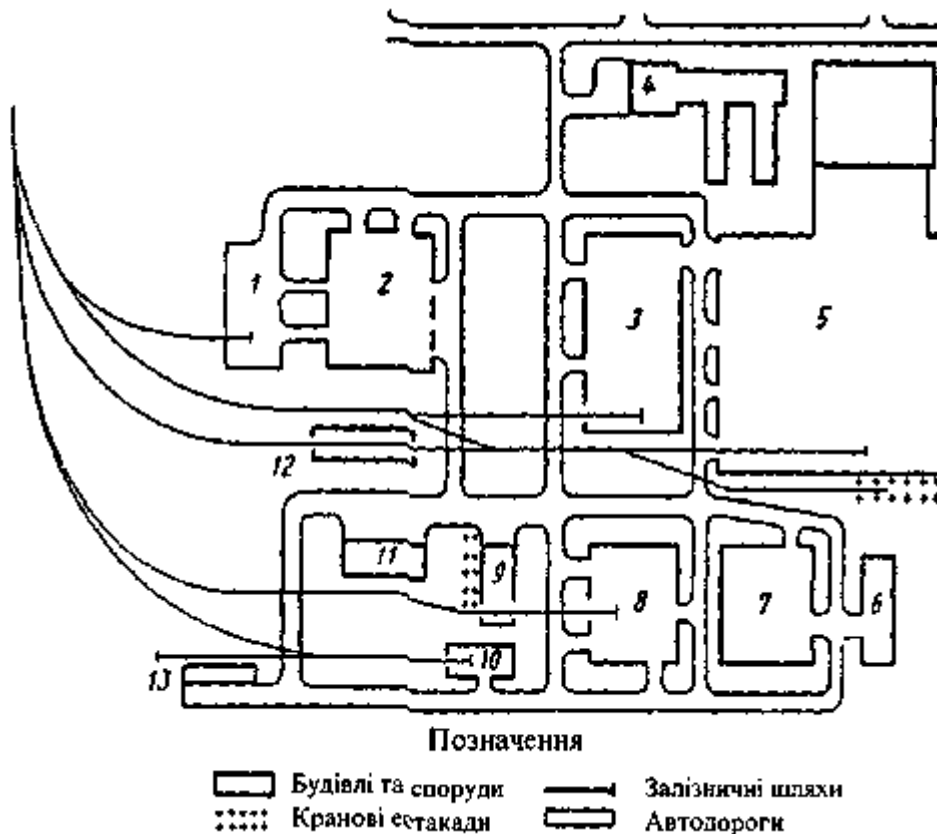


Рисунок 9.1 – Схема генерального плану машинобудівного заводу:
 1 – склад лісопиломатеріалів; 2 – тарний цех; 3 – корпус важких верстатів;
 4 – інженерно-лабораторний корпус; 5 – головний корпус (з термоконстантним цехом); 6 – склад вузлів і запчастин; 7 – корпус допоміжних цехів; 8 – корпус заготівельних цехів; 9 – склад металу та заготовок; 10 – склад відливок і поковок; 11 – адміністративний корпус; 12 – склад готової продукції; 13 – склад паливно-мастильних матеріалів

Особливу зону характеризують пожежонебезпечні та вибухонебезпечні виробництва, їх розміщують від інших зон на безпечній відстані. При цьому надають перевагу розташуванню групи однорідних цехів в одному корпусі, що здешевлює будівництво, зменшує витрати на транспорт, комунікації, опалювання.

Зона гарячих цехів (ливарних, ковальських, пресових), які також мають шкідливі викиди в атмосферу повинна знаходитись на генеральному плані якомога далі від загальнозаводських споруд.

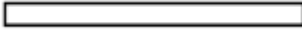
Слід відзначити, що при розробленні проєкту заводу, площі та розташування всіх його підрозділів уточнюють економічними та іншими розрахунками, уточнюють також попередній генеральний план і на його основі

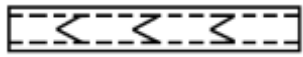

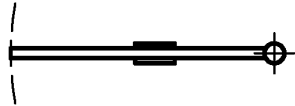
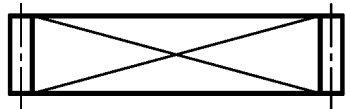
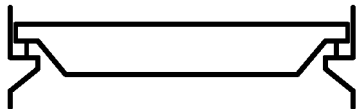
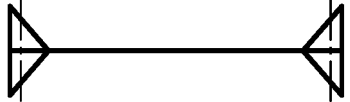

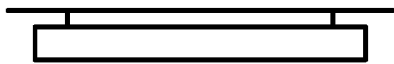

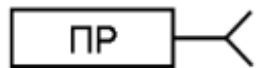

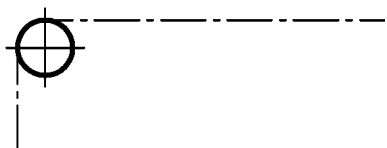
розробляють остаточний варіант генерального плану. Для нього вибирають зовнішній та внутрішній заводський транспорт. Для великих заводів передбачають використання залізничного транспорту для зовнішніх перевезень, а для малих і середніх заводів – автомобільного транспорту.

9.2 Умовні позначення на компоувальних планах

Оскільки виробничі будівлі зводять з великої кількості будівельних елементів і на їх території розміщують різноманітне виробниче устаткування, то для полегшення процедури формування планувальних рішень доцільно користуватися прийнятими умовними позначеннями (таблиця 9.1).

Таблиця 9.1 – Поширені умовні позначення, що застосовуються на компоувальних планах цехів

Назва	Умовне позначення
Капітальна стіна	
Вікно	
Суцільна перегородка	
Перегородка з склоблоків	
Межі цехів, відділень	
Двері (ворота) одностулкові	
Двері (ворота) двостулкові	
Двері (ворота) зсувні	
Колона залізобетонна	
Колона металева	
Колона (спрощене позначення)	
Сходи	

Назва	Умовне позначення
Канал для відводу стружки	
Місце складування заготовок і виробів	
Кран-штабелер автоматизований	
Кран консольний поворотний	
Мостовий електричний кран в плані	
Мостовий електричний кран в розрізі	
Мостовий опорний однобалковий кран в плані	
Підвісна кран-балка в плані	
Підвісна кран-балка в розрізі	
Робоче місце	
Промисловий робот	
Роликовий конвеєр (рольганг)	
Стрічковий конвеєр	
Монорейка з тельфером	
Візок рейковий	
Конвеєр підвісний ланцюговий	

9.3 Компонувальні плани механоскладальних цехів

Основними конструктивними елементами сучасної одноповерхової промислової будівлі є (рис. 9.2):

- колони, які передають навантаження на фундаменти;
- конструкції перекриття, що складаються з несучої частини (балки, ферми, арки) і захисної (плити та елементи покриття);
- підкранові балки, що встановлюються на консолі колон;
- ліхтарі, що забезпечують потрібний рівень освітленості та повітрообмін у цеху;
- вертикальні захисні конструкції (стіни, перегородки, конструкції заскління), причому конструкції стін спираються на спеціальні фундаментні і обв'язувальні балки;
- двері та ворота для руху людей і транспорту;
- вікна, які забезпечують необхідний світловий режим у цеху.

Для кожної галузі промисловості визначено оптимальні розміри блоків, з яких можна компонувати виробничі будівлі потрібних розмірів. Так, для підприємств машинобудування рекомендовано такі типи УТС (рис. 9.3). Типові УТС характеризуються розмірами в плані 144×72 і 72×72 м з сіткою колон 24×12 і 18×12 м. Висота прольотів безкранових і з підвісним транспортом вантажопідйомністю до 5 т включно – 6 і 7,2 м. Висота прольотів з мостовими кранами вантажопідйомністю до 30 т включно – 10,8 і 12,6 м.

Етап формування планувальних рішень починають після розробки виробничого процесу, під час якого проводять ув'язку та розміщення робочих позицій (місць) з допоміжним устаткуванням, транспортними засобами та іншими засобами за вибраним маршрутом.

Після синтезу структури цеху, тобто після визначення кількості його дільниць, приступають до прийняття рішення щодо взаємного розташування цих дільниць. Вибір варіанта розташування дільниць визначає компонентна схема цеху.

В першу чергу розташування дільниць всередині цеху буде залежати від місцезнаходження механічних і складальних цехів заводу для яких приймається організаційна форма механоскладального виробництва. Можливі варіанти формування компонентних схем механічних і складальних цехів показані на рис. 9.4.

Наприклад, в потоково-масовому виробництві робочі місця вузлового складання предметно-спеціалізованих цехів розташовують в кінці лінії механічної обробки. Механоскладальний цех формують із кількох паралельно розташованих дільниць механічної обробки, які мають безперервні чи перемінно-потоківі лінії та лінії або дільниці вузлового складання. Для конвеєрного загального складання дільниці механоскладального виробництва розташовують відповідно до послідовності розміщення та встановлення складальних одиниць і деталей у виробі на головному конвеєрі.

Вибір варіанта розташування дільниць впливають на умови праці та технологічні особливості використовуваного обладнання.

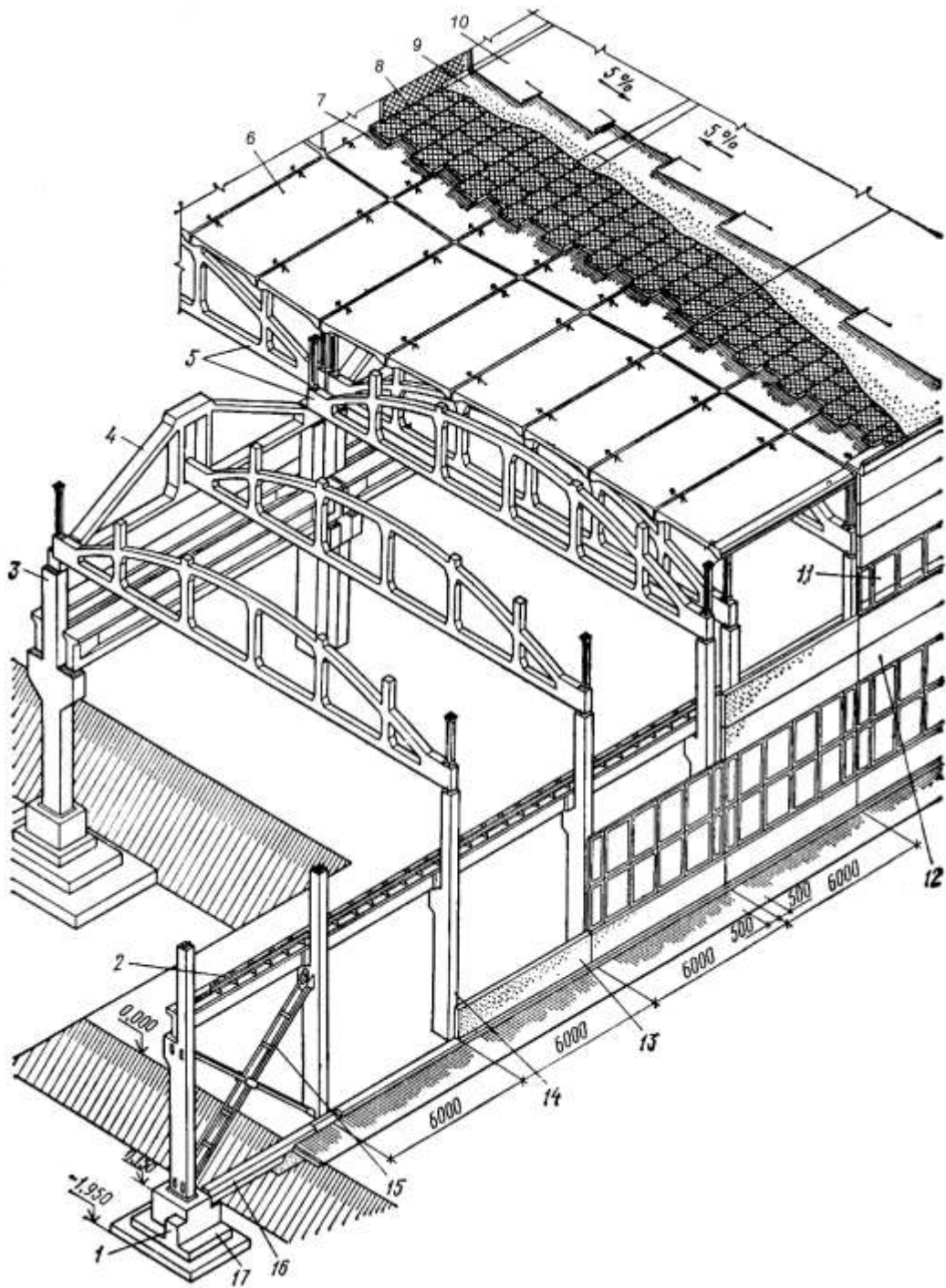


Рисунок 9.2 – Конструктивне вирішення одноповерхової багато прольотної промислової будівлі:

- 1 – бетонний підлив для опирання фундаментних балок; 2 – підкранова балка; 3 – колона середнього ряду; 4 – підкроквяна залізобетонна ферма; 5 – залізобетонна безрозкісна ферма; 6 – залізобетонна плита покриття; 7 – пароізоляція; 8 – шар утеплювача; 9 – цементна стяжка; 10 – багатошаровий рубероїдний килим; 11 – конструкція заскління; 12 – стінова панель; 13 – цокольна стінова панель; 14 – колона крайнього ряду; 15 – металевий хрестовий вертикальний зв'язок між колонами; 16 – залізобетонна фундаментна балка; 17 – залізобетонний фундамент під колону

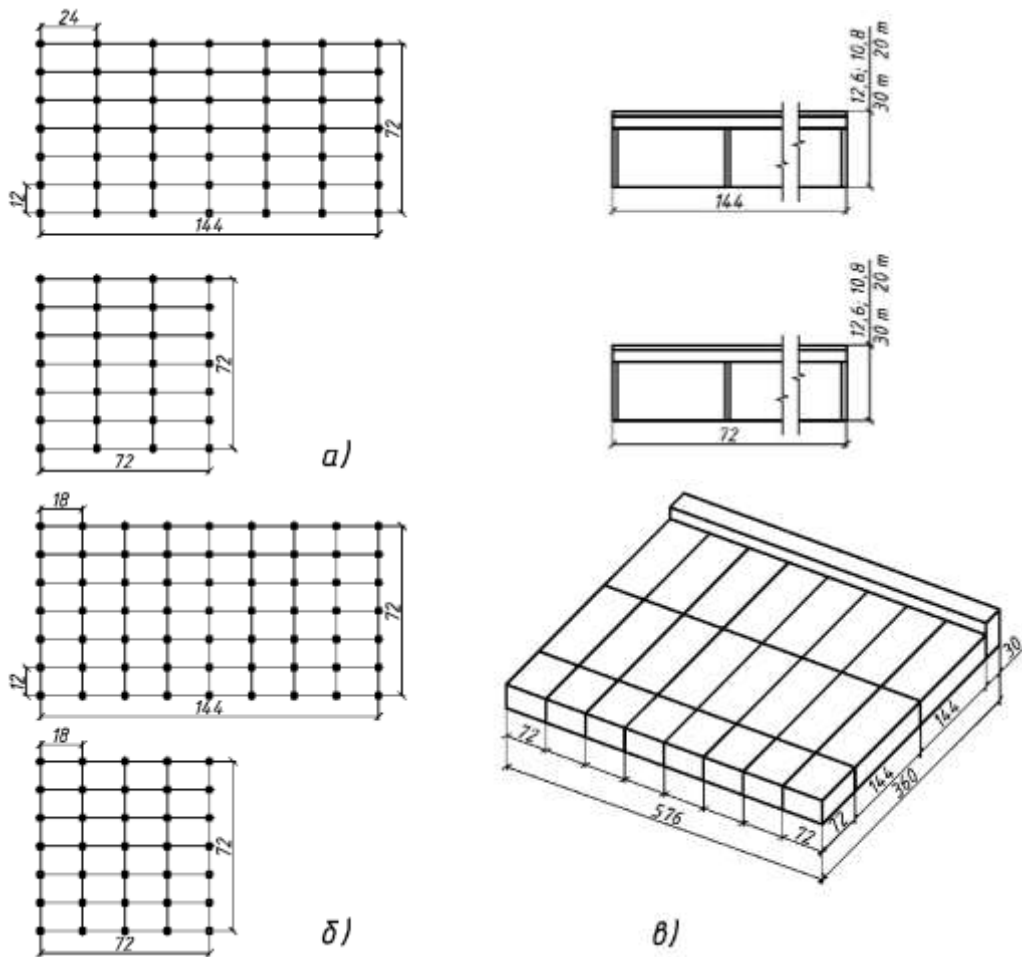


Рисунок 9.3 – Приклади габаритних схем уніфікованих типових секцій одноповерхових виробничих будівель:
a – при сітці колон 24×12 м; *б* – те саме 18×12 м; *в* – варіанти компонування будівель з типових секцій блоків

Враховуючи вище вказане не доцільно розташовувати поряд ділянки та лінії з виготовлення деталей високої точності та низької точності через можливий вплив вібрацій цього обладнання на точність виготовлення відповідальних деталей. Недопустимо також поєднувати розташування ділянок абразивного оброблення (шліфування) і ділянок складання виробів.

Пожежонебезпечні та шкідливі для здоров'я людей ділянки чи виробництва потрібно ізолювати перегородками, обладнаними системами очищення повітря і т.п.

Ширину прогону вибирають такою, щоб можна було раціонально розмістити остаточну кількість рядів обладнання – як правило, від двох до чотирьох рядів верстатів, залежно від розмірів і варіанта розміщення.

Проектуючи гнучкі виробничі системи доцільно використовувати прогони з мостовими кранами, що забезпечує високу мобільність під час переставлення чи заміни обладнання.

Найчастіше компоувальні плани в технічному проекті виконують в масштабі 1:100 для малих і середніх цехів і 1:200; 1:400 для великих цехів.

Наступним етапом в робочих кресленнях формують монтажні плани, як правило, в масштабі 1:50 з прив'язкою обладнання до будівлі (стіни, колони). В окремих випадках допускається використання інших, відмінних від типових, масштабів.

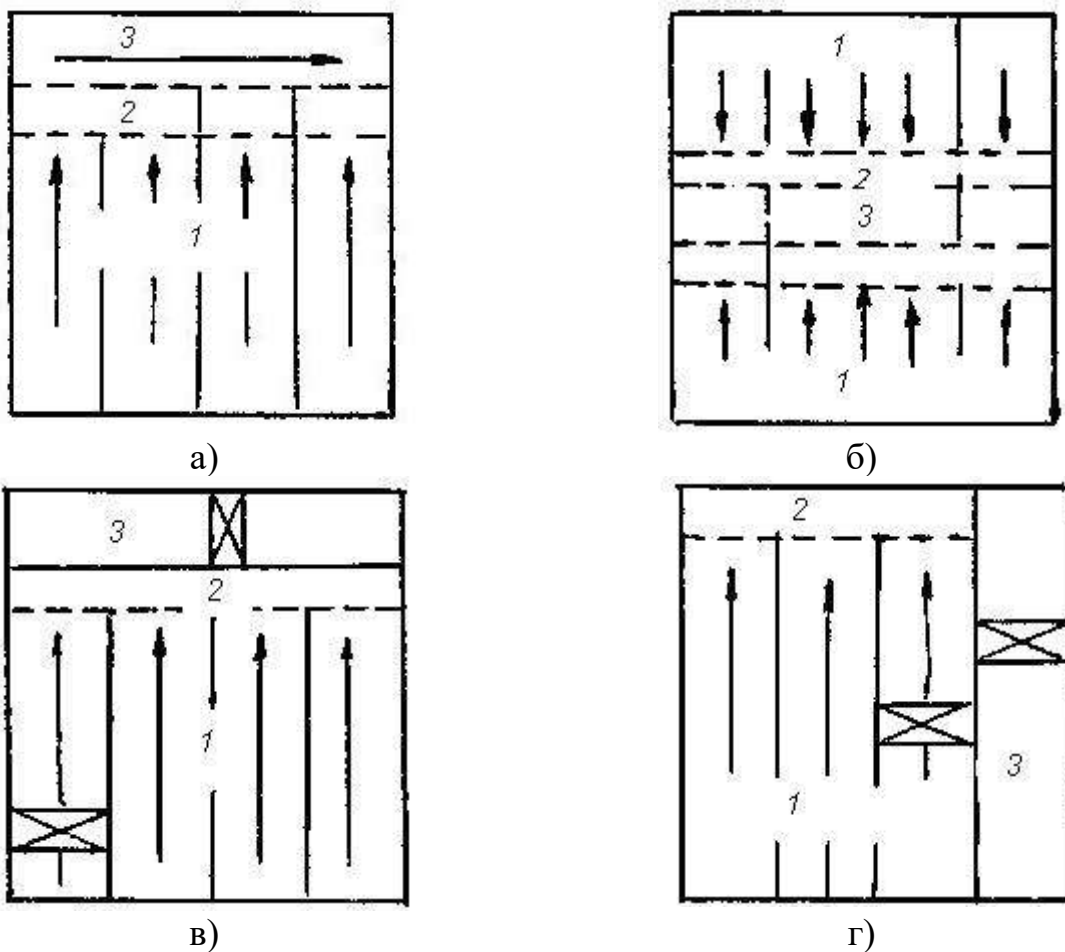


Рисунок 9.4 – Компонувальні схеми механоскладальних виробництв:
 а – механічна обробка (1) з вузловим складанням (2) і загальним складанням (3); б – механічна обробка (1) з вузловим складанням (2), загальним складанням (3), повторна механічна обробка і вузлове складання; в – механічна обробка (1) з вузловим складанням (2), загальним складанням (3); г – механічна обробка (1) з вузловим складанням (2), загальним складанням (3)

При формуванні планів необхідно враховувати такі чинники, які б не створювали негативного впливу на працюючого, зокрема, коли йдеться про виконання заданої технологічної операції на робочому місці. До основних із них належать: доступ до робочих позицій (місць); зручність роботи працюючого, а саме доставка заготовок до робочого місця; близькість приміщень для побутових потреб, освітлення, кондиціонування повітря і т.п.

Для протипожежної безпеки необхідно забезпечити: зручне розташування протипожежного інвентарю, вільні проходи для швидкого виходу працюючих, а також вільні проїзди для пожежних машин, при цьому всі двері повинні відкриватися назовні із приміщень. Приклади оформлення компоновального

плану цеху, поперечних розрізів цеху та прибудови до виробничої будівлі показано на рисунках 9.5-9.7.

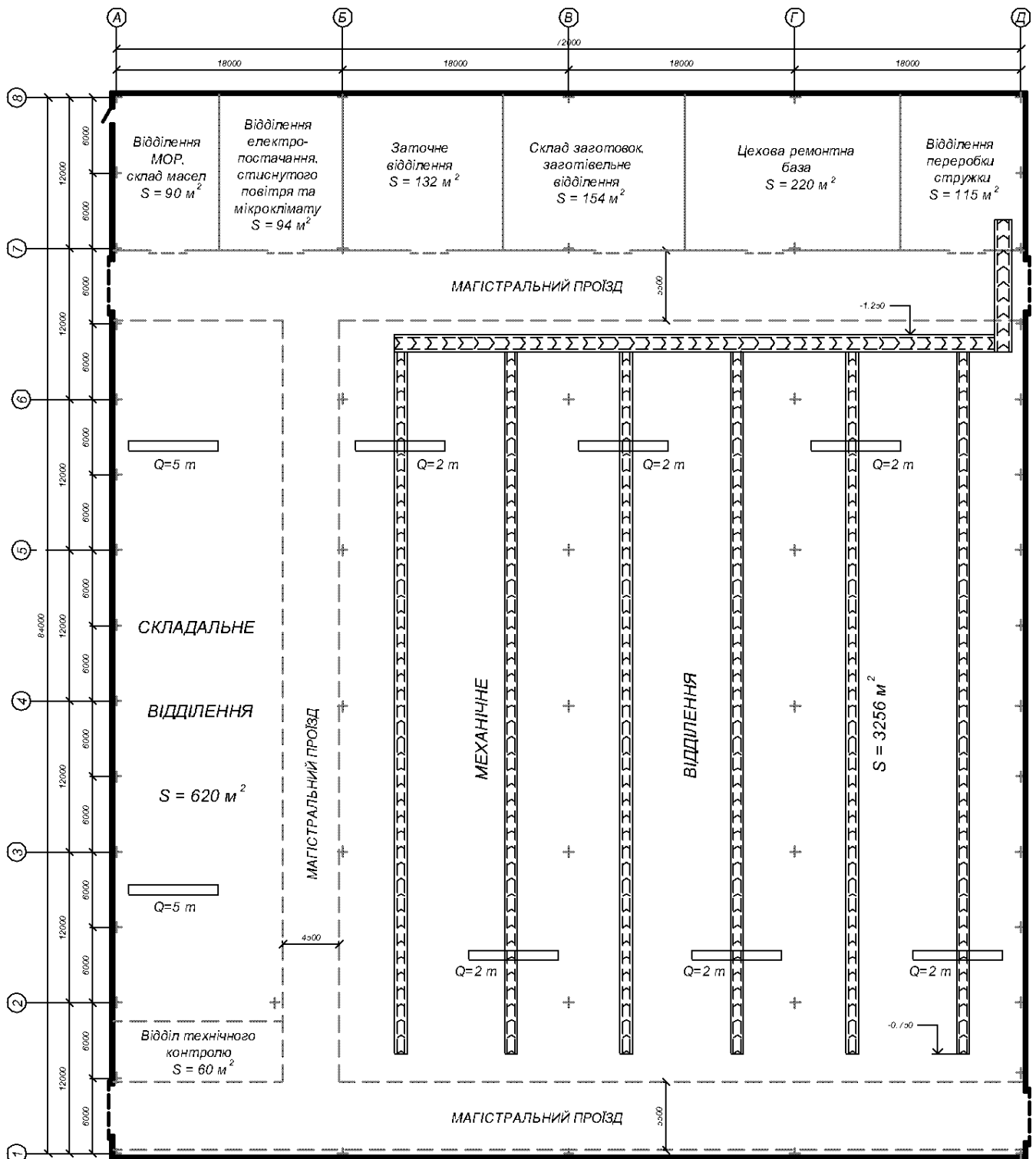


Рисунок 9.5 – Приклад оформлення компоувального плану цеху

Невід'ємною частиною до технологічних планів є специфікація на все устаткування цеху чи ділянки, а також експлікація (розкриття суті та значення) на приміщення. Їх додають до конструкторської частини проекту, зокрема до його пояснювальної записки, де вказують модель обладнання, його кількість, категорію приміщень за пожежною безпекою і т.п.

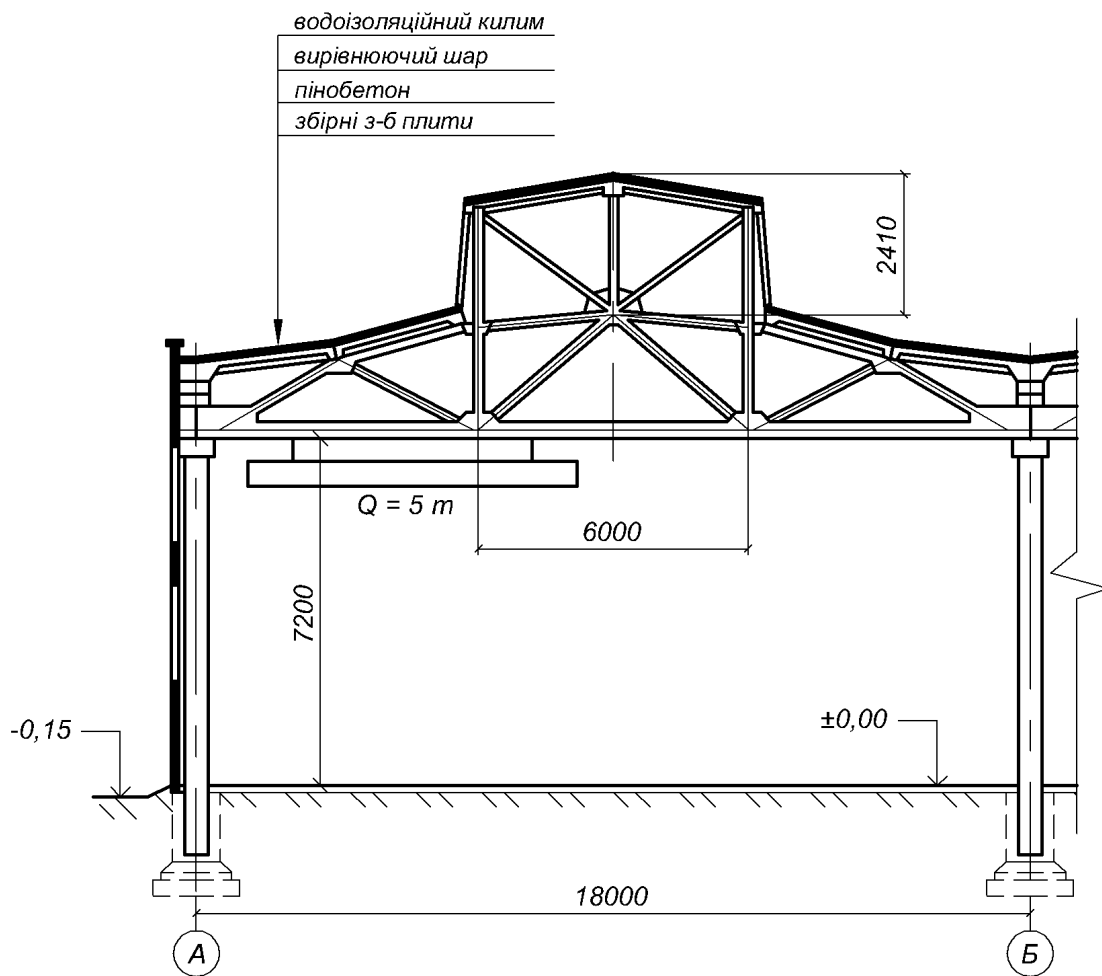


Рисунок 9.6 – Поперечний розріз прольоту виробничої будівлі

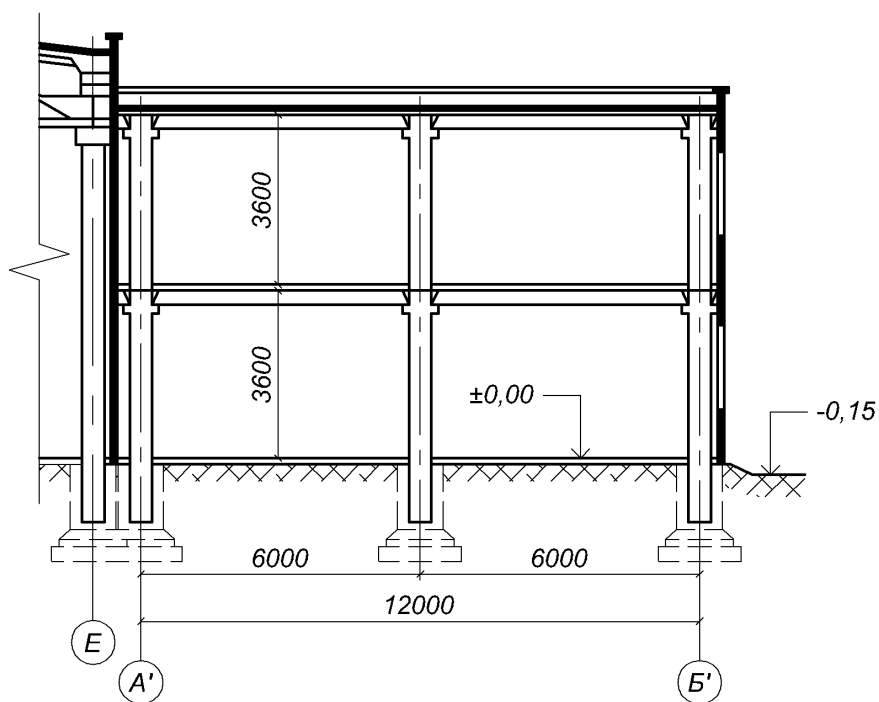


Рисунок 9.7 – Поперечний розріз прибудови до виробничої будівлі

План розміщення устаткування необхідно виконувати з врахуванням розташування санітарно-технічних і енергетичних служб. Магістральні трубопроводи, водопроводи, водостоки, каналізацію, силову проводку до верстатів, систему освітлення, розведення стиснутого повітря, розміщення опалювальних приладів, відведення відходів виробництва, колектори тощо – все це проєктують так, щоб ці комунікації не проходили в зоні роботи транспортної системи і не представляли певної небезпеки для працюючих чи для устаткування та матеріалів.

На планах зображують і вказують: переріз колон з фундаментами, магістральні проїзди; зовнішні та внутрішні стіни, перегородки, основне та допоміжне устаткування, обладнання, верстати, місцезнаходження працюючих, підвали, канали, шахти та антресолі, верстаки, робочі столи, підставки, місця для зберігання інструменту, місця для складування заготовок і готової продукції, транспортні засоби, місця для контролю деталей, вузлів, робочі місця для майстрів, ширину прогонів, крок колон або сітку колон і загальну ширину цеху, довжину прогонів і всього цеху, ширину та довжину кожного допоміжного відділення, ширину поздовжніх і поперечних проїздів або проходів, відстань від верстатів до колон і між верстатами та робочими місцями, прив'язку верстата до стіни, колони в двох осях цеху; розміри великих верстатів, нумерацію обладнання з його розшифруванням в специфікації, назви всіх виробничих відділень і дільниць, засоби захисту працівників, місцезнаходження силових електричних щитів, шинопроводів (заземлення, занулення) та інше.

У випадку великого нагромадження планів дільниць елементами виробничої системи окремо формують плани робочих місць (позицій), місць встановлення транспортних і складських засобів тощо.

10 ПЛАНУВАННЯ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНИХ ЦЕХІВ

10.1 Планування цеху, дільниці, відділення

Планування цеху (дільниці, відділення) – це план розташування виробничого, підйомно-транспортного та іншого обладнання, інженерних мереж, робочих місць, проїздів і проходів.

Основним принципом при складанні плану розташування устаткування в цеху є забезпечення прямоочності руху предметів праці (наприклад, формувальні матеріали, заготовки, деталі) у процесі їх обробки або складання відповідно до технологічного процесу, а також встановлення оптимальних відстаней між обладнанням та між обладнанням і колонами або стінами.

У деяких випадках принцип прямоочності може свідомо порушуватися, наприклад, у гнучких виробничих системах. У деяких випадках в цеху завжди існує кілька потоків предметів праці, наприклад, у ливарних цехах є потоки готової до виготовлення ливарних форм формувальної суміші та відпрацьованої, яка підлягає регенерації або утилізації.

При розробці планування цеху виходять з наступних вимог:

1. Обладнання на ділянках, у відділеннях або в автоматичних лініях встановлюється відповідно до прийнятої форми організації виробництва.

2. Розташування обладнання, проходів та проїздів повинно гарантувати зручність і безпеку роботи; можливість монтажу, демонтажу і ремонту обладнання; зручність подачі інструментів, оснащення, заготовок, формувальних матеріалів, напівфабрикатів, деталей на складання; зручність та безпеку збирання відходів та їх видалення з виробничої ділянки (відділення, автоматичної лінії).

3. Розташування виробничого та допоміжного обладнання необхідно узгоджувати із використовуваними підйомно-транспортними засобами. Для цього повинні бути передбачені найкоротші шляхи переміщення формувальних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, деталей, вузлів у процесі виробництва, що виключають зворотні переміщення (крім гнучких виробничих систем, де такі переміщення є запланованими). Вантажопотоки не повинні перетинатися між собою, створюючи затори, а також не перетинати і не перекривати основні проїзди, дороги та проходи призначені для пересування людей.

4. Необхідно раціонально використовувати не тільки площу, але й весь об'єм цеху (наприклад, стелажне складування при якому використовується об'єм цеху, а не тільки площу підлоги).

Планування цеху може бути розроблено одним з наступних методів:

а) плоске макетування з використанням паперових або картонних вирізних темплетів;

б) об'ємне макетування з використанням об'ємних моделей устаткування;

в) комп'ютерне макетування.

На сьогодні найбільш ефективним є третій метод. Він дозволяє моделювати не тільки розташування обладнання, але й виробничі інтер'єри. Цей метод не потребує значних витрат часу в разі наявності бібліотеки тривимірних моделей обладнання та елементів внутрішнього простору цеху (ділянки, відділення). При використанні великогабаритних екранів є дуже наочним. Перший з названих методів теж використовується досить широко в разі розробки відносно нескладних пересувань обладнання. Другий метод є дуже ефективним з точки зору презентаційної наочності і використовується при необхідності неодноразово демонструвати спроектований об'єкт та в разі необхідності показати його у суцільному вигляді. Звісно, створення твердотілих тривимірних моделей вимагає витрат часу і коштів. Виготовлятися макети можуть з різних матеріалів та за різними технологіями, в тому числі генеративними, що дозволяє поєднати переваги комп'ютерного та натурного моделювання.

На плануванні виділяються суцільними або пунктирними лініями зони основного та допоміжного обладнання, складування, транспортні шляхи, проходи, небезпечні зони, місця відпочинку і таке інше.

10.2 Вимоги до виробничого процесу та розміщення обладнання

Універсальних рекомендацій щодо розміщення різних видів обладнання цехів машинобудівних заводів як таких немає, але є загальні:

- ділянки, зайняті обладнанням, повинні бути по можливості короткими - виходячи з норм віддаленості робочих місць від евакуаційних виходів та побутових приміщень довжина ділянки в середньому складає 40-80 м. Зони складування заготовок, деталей, напівфабрикатів включаються в довжину ділянки;

- технологічні лінії на ділянках можуть розташовуватися як уздовж прогонів, так і поперек;

- обладнання вздовж ділянки може бути розташоване в кілька рядів, але при цьому потрібно забезпечувати відповідно проходи і під'їзди внутрішньоцехового транспорту до кожної одиниці обладнання;

- обладнання може бути розташоване стосовно проходів та проїздів уздовж, поперек або під кутом;

- обладнання відносно одне одного можна розташовувати фронтом, «у потилицю», тильними сторонами, перпендикулярно, під кутом;

- одиниці обладнання, які мають значну висоту, не повинні встановлюватися поряд з зовнішніми стінами біля вікон, тому що це затемнює цех;

- у потокових лініях обладнання може встановлюватися в один або два ряди, в останньому випадку заготовка в процесі обробки може переходити з одного ряду на інший;

- відстань між обладнанням та елементами будівель для різних варіантів розташування обладнання, а також ширина проїздів у залежності від різних видів транспорту регламентуються нормами технологічного проектування.

При визначенні відстаней між обладнанням, від обладнання до стін і колон будівлі потрібно мати на увазі, що:

- відстані приймаються від зовнішніх габаритних розмірів обладнання, які враховують крайні положення рухомих частин та постійного огороження обладнання;

- при установці обладнання на індивідуальні фундаменти відстані від обладнання до колон або стін та між обладнанням приймаються з урахуванням конфігурації і глибини фундаментів обладнання, колон і стін;

- при обслуговуванні обладнання мостовими кранами або кран-балками відстані від стін і колон до кожної одиниці обладнання приймаються з урахуванням можливості її обслуговування при крайньому положенні гака крана (необхідно врахувати так звані мертві зони кранів, до яких не дістає гак);

- норми відстаней не враховують розміри каналів для транспортування стружки, для енергоносіїв, площадок для збереження деталей, оснащення, пристосувань, заготовок а також пристосувань для транспортування деталей;

При визначенні ширини проїздів між рядами обладнання необхідно мати на увазі наступне:

- відстані приймаються від зовнішніх габаритних розмірів обладнання, що враховують крайні положення рухомих частин та постійного огороження обладнання;

- під розміром деталей, що транспортуються, або тари з деталями варто розуміти розмір у напрямку перпендикулярному проїзду (по ширині проїзду);

- ширина проїздів при транспортуванні електронавантажувачами приймається з урахуванням можливості їхнього повороту на 90°;

- при розташуванні обладнання біля стін і неможливості механізованого збирання стружки або інших відходів від нього з найближчого проїзду, необхідно вздовж стіни передбачати проїзд шириною 3000 мм;

- рекомендується застосовувати односторонній рух у проїздах; двосторонній рух допускається тільки при обґрунтуванні його необхідності.

При проектуванні виробничих процесів і розробці плану розташування устаткування та робочих місць у цехах та на дільницях необхідно мати на увазі основні положення наукової організації праці і технічної естетики, виконання яких сприяє створенню найбільш сприятливій умові для працюючих і підвищує продуктивність їхньої праці.

За будь-якої формі організації роботи для найкращого використання устаткування і досягнення найбільшої продуктивності праці необхідно, крім усіх технічних можливостей устаткування, інструмента і пристосувань, передбачити раціональну організацію робочих місць, що забезпечує безперервність роботи.

Для цього потрібно усунути втрати часу і затримки, викликані зайвими рухами, ходінням, несвоєчасною подачею матеріалу, заготовок, інструмента, пристосувань, несвоєчасним ремонтом, незручним розташуванням матеріалу, інструмента і таке інше.

Раціональна організація робочого місця передбачає необхідну попередню підготовку роботи і робочого місця, своєчасне і чітке обслуговування його в процесі роботи і найбільш зручне його планування і комплектацію.

Підготовка й обслуговування робочого місця полягають у наступному:

1) матеріал, заготовки, інструмент, пристосування подаються до робочого місця завчасно до початку роботи, для того щоб не було затримок у роботі;

2) налагодження устаткування, особливо в великосерійному і масовому виробництві, виконується до початку роботи; у масовому і великосерійному виробництві налагодження здійснюється наладчиками, в одиничному і дрібносерійному виробництві - самими основними робітниками; у серійному - наладчиками і частково самими основними робітниками;

3) у процесі роботи доставка інструмента і пристосувань до робочого місця, їх обмін і повторна підготовка до роботи, наприклад, заточення інструмента, фарбування металевих ливарних форм, виконуються вчасно підсобними робітниками, таким чином, щоб не було зупинок у роботі;

4) інструктаж, необхідний робітникові до початку роботи і під час її виконання, а також вказівки керівного персоналу проводяться вчасно, щоб не затримувати роботу;

5) оброблені деталі необхідно транспортувати регулярно, без затримок, не відриваючи основного робітника від роботи і не створюючи будь-яких перешкод у його роботі;

6) контроль оброблених деталей виконується за можливістю без відриву основного робітника від роботи;

7) огляд, перевірка і ремонт устаткування здійснюються регулярно в заздалегідь установлений термін і у визначений час, для того щоб його нормальна

робота поза цими термінами не порушувалася і щоб не було простоїв (це стосується планово-попереджувальних ремонтів).

Раціональне планування робочого місця, тобто взаємне розташування робітника, устаткування, матеріалу, інструмента, заготовок, пристосувань, залежить від характеру виконуваних робіт і форми організації роботи. Вона повинна задовольняти наступним умовам:

- 1) у процесі роботи робітник не повинен робити зайвих рухів;
- 2) не повинно бути втрат часу і стомлюваності робітника, викликаних нераціональним взаємним розташуванням всіх елементів, що входять до складу робочого місця;
- 3) інструмент, креслення та інші документи, необхідні для виконання роботи, повинні знаходитися в робітника під рукою щоб уникнути відриву від роботи;
- 4) весь інструмент повинен бути розподілений по групах; для кожного інструмента треба відвести особливе місце, причому найбільш часто застосовуваний інструмент треба розміщати у найбільш доступному місці; це повною мірою стосується і пристосувань, які зберігаються на робочому місці;
- 5) у випадку такої організації робіт, коли деталі передаються від однієї одиниці устаткування до іншої партіями, необхідно передбачати досить місця для тимчасового збереження деталей біля кожної одиниці устаткування;
- 6) взаємне розташування всіх елементів робочого місця повинно, за допомогою відповідних пристроїв, забезпечувати безпеку робітника під час роботи;
- 7) при багатOVERстатній роботі розташування одиниць устаткування, які обслуговуються одночасно, повинно бути таким, щоб на переходи від одного верстата до іншого затрачався мінімальний час;
- 8) повинні бути забезпечені сприятливі санітарно-технічні та санітарно-гігієнічні умови у відношенні світла, повітря, тепла, чистоти повітря і робочих поверхонь; на робочому місці, а також у всьому цеху підтримується стабільна температура 20° С і достатня для виконання точних робіт освітленість;
- 9) робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального і колективного захисту.

10.3 Норми та схеми розміщення обладнання та робочих місць

Розміщення технологічного устаткування та верстатів на дільницях і лініях механічної обробки визначається організаційною формою виробничого процесу, довжиною самих верстатів, їх кількістю, видом міжопераційного транспорту, способом відведення стружки із зони різання і т.п.

Особливе місце в інженерній практиці займає вибір варіанта розміщення верстатів відносно транспортного засобу. В цьому плані можливі варіанти розміщення обладнання відносно транспортного засобу (конвеєра): вздовж, поперек, під кутом, а також у вигляді замкнутого кільця (рис. 10.1).

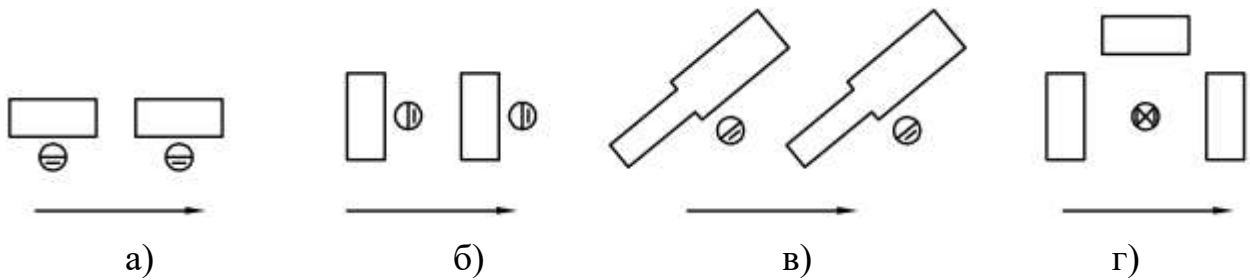


Рисунок 10.1 – Варіанти розміщення верстатів відповідно до транспортних засобів:

а – поздовжнє; б – поперечне; в – кутове; г – кільцеве

Поздовжнє розміщення верстатів створює сприятливі умови для автоматизації та механізації міжопераційного транспортування і обслуговування робочих місць. Поперечне – утруднює умови обслуговування верстата оператором у зв'язку із віддаленням його від транспортера чи конвеєра. Разом з тим при використанні засобів автоматичного завантаження (роботів, маніпуляторів) ця проблема вирішується, оскільки поперечне розміщення верстатів забезпечує компактність плану, тобто краще використання виробничої площі на дільниці. Розташування верстатів під кутом до проїзду застосовують, коли необхідно розмістити верстати, довжина яких значно перевищує їх ширину, наприклад: токарно-револьверні пруткові автомати, поздовжньо-стругальні, поздовжньо-фрезерні верстати та інші. Кільцеве розміщення верстатів ефективно для багатOVERстатного обслуговування, разом з тим створює певні труднощі в міжопераційному транспортуванні заготовок із верстата на верстат.

Вибір того чи іншого варіанта розміщення обладнання залежить також від способу відведення стружки із верстатів, довжини дільниці з розміщеними металообробними верстатами, довжини технологічного потоку, типу виробництва і т.п.

Наприклад, в умовах масового виробництва для лінії, обладнання якої розміщено в межах довжини дільниці, застосовують однорядковий варіант розташування (рис. 10.2 а). Для коротких ліній з механічної обробки верстати розміщують за послідовністю технологічного процесу (рис. 10.2 б). Потокові лінії з великою кількістю верстатів розташовують у два або декілька рядів (рис. 10.2 в, г), також із збереженням відповідності розробленого маршруту оброблення деталей.

У випадку паралельного розташування двох ліній, у яких використовуються верстати для виконання однієї і тієї ж операції, необхідно передбачати певні накопичення заготовок (деталей) для компенсації не синхронності роботи двох ліній (рис. 10.2 д).

Важче вибрати варіант розміщення верстатів на предметно-замкнених (подетально-спеціалізованих) дільницях в умовах серійного виробництва. Тут можливі три варіанти: точковий, рядковий і гніздовий.

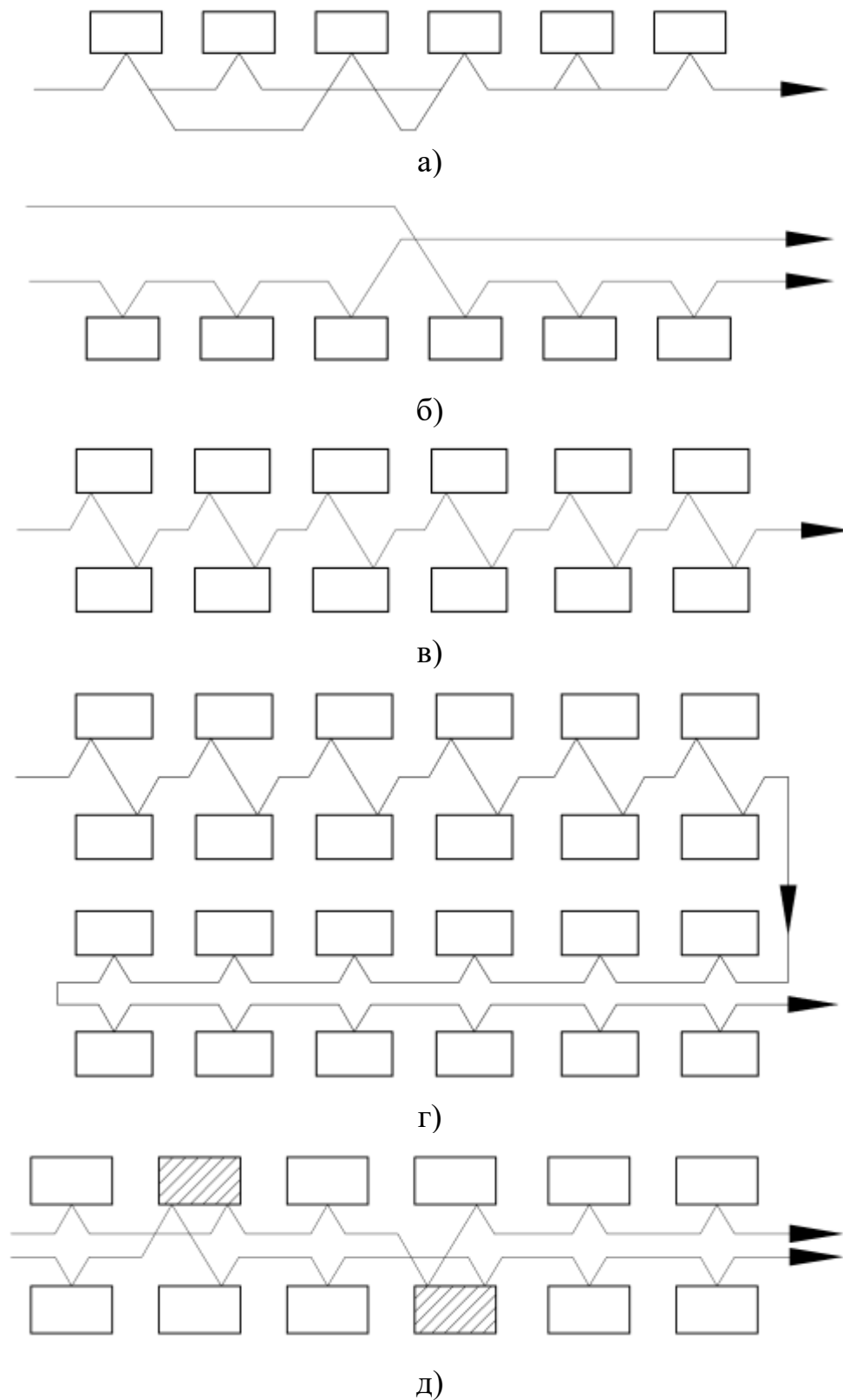


Рисунок 10.2 – Варіанти розміщення обладнання в неперервно- та перемінно-потоккових лініях

Точковий – характерний відсутністю міжопераційних зв'язків за рахунок того, що на одному верстаті повністю виготовляють габаритні деталі (важке і

середнє машинобудування, а також автоматизовані дільниці з виготовлення нескладних і дрібних деталей).

Рядковий – варіант розміщення верстатів застосовують для групових поточкових ліній, де залежно від ступеня синхронізації, роботи на цих лініях можуть здійснюватися як з перемінним потоком, так і з прямим потоком із заданим тактом випуску деталей.

Гніздовий – аналогічний попередньому варіанту, але тут верстати розміщують групами залежно від операційних зв'язків.

Вибір раціонального плану дільниць і ГВС має також кілька варіантів розміщення верстатних модулів, зокрема: довільний, функціональний, модульний і груповий.

Довільний варіант. Це декілька модулів або верстатів з ЧПК довільно розташованих на площі дільниці. За цим варіантом ускладнюються та видовжуються транспортні маршрути, якщо верстатів є більше ніж три; хоча при повному виготовленні деталей на одному верстаті цей варіант є прийнятним.

Функціональний варіант. Верстатні модулі групують за їх технологічним призначенням (токарні, фрезерні, розточувальні, шліфувальні модулі і т.д.). Недолік: наявність зустрічних потоків під час обробки різних деталей, що не вказує їх перспективність.

Модульний варіант. Подібні технологічні процеси механічної обробки виконуються паралельними групами ГВМ. Цей тип компонування має більшу надійність, оскільки побудований за принципом резервування і може бути застосований для великої кількості однотипних деталей, наприклад, виробництво зубчастих коліс чи інших типових деталей у верстатобудуванні.

Груповий варіант. Кожна група модулів призначена для виготовлення певної групи деталей, близьких за конструктивними і технологічними ознаками. Основою створення ГВС такого типу є методологія групової технології. Такий тип компонування ГВС є найперспективнішим, тому що передбачає кінцеве виготовлення деталей і може забезпечити поетапне створення ГАЦ, оскільки кожна група модулів має автономну структуру.

Різновидністю групового варіанта модулів є ступінчасте компонування верстатів за групами з врахуванням технології виготовлення деталей, тобто від початку їх обробки до одержання готових виробів.

Вибір варіанта розташування ГВМ в ГВС визначається також і типом автоматизованої транспортно-складської системи, якою регулюють потоки заготовок, інструментів, споряджень, пристосувань, тари і деталей. Залежно від виду транспортно-складської системи розрізняють три схеми планів ГВС (рис. 10.3):

– *план з централізованим складом*, із якого заготовки, в тарі чи на палетах, передаються до верстатних модулів транспортної системи, де обробляються на верстатах, аж до одержання готових деталей і після цього повертаються назад до складу на зберігання. Сама транспортна система може бути лінійною і замкнутою;

– *план із складом-накопичувачем сумісно з транспортною системою.* Роль такого складу виконує транспортна система (роликотий конвеєр замкнутого типу). Завантажування та розвантажування транспортної системи здійснюють на

одному робочому місці. Застосовується цей план в середньосерійному та багатосерійному виробництвах з чітко вираженою синхронізацією в часі операцій, які виконують на верстатних модулях, наприклад, виготовлення корпусних деталей з використанням багатопозиційних накопичувачів.

– план з переміщенням деталей транспортним засобом, який знаходиться у складі. В цьому випадку ГВМ безпосередньо розташовується біля складу, що спрощує подачу заготовок і їх автоматичне завантаження на верстат). Перевагою є простота завантаження, переміщення та зберігання, але можливість розширення ГВС і заміни обладнання на випадок модернізації обмежені.

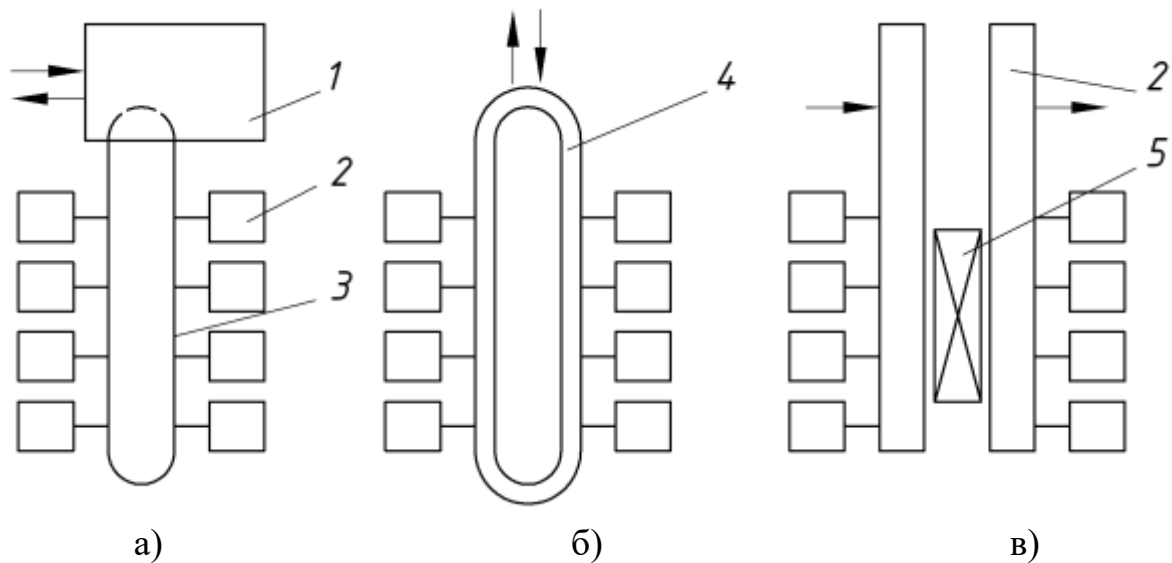


Рисунок 10.3 – Схеми планування ГВС:

а – з централізованим складом; б – з накопичувачем, що входить в транспортну систему; в – з транспортним засобом, що входить в склад:

1 – склад; 2 – верстатний модуль; 3 – транспортна система; 4 – транспортер-накопичувач; 5 – робот-штабелер складу

ГВС мають також і інші системи забезпечення свого функціонування: системи інструментозабезпечення, автоматичного контролю, завантаження заготовок в пристрій-супутники і т.д. Це обладнання розміщують в зоні транспортної системи або в зоні знаходження автоматизованої комори.

При створенні ГВС на основі РТК потрібно добиватися такого розташування обладнання, щоб воно знаходилося в зоні досяжності промислових роботів із збереженням безпечної праці операторів під час завантаження накопичувачів, заміни інструмента, відведення стружки і т.д.

Для конвеєрного складання вузлів і виробів робочі місця розміщують вздовж конвеєра з одного боку або з обох боків. Необхідні комплектувальні деталі та складальні одиниці повинні знаходитись в робочій зоні у контейнерах. Габаритні деталі та вузли доставляють із складів підвісними штовхальними конвеєрами, які можуть додатково виконувати роль накопичувачів. З обох боків головного конвеєра передбачають проїзди для цехового транспорту. Головні складальні конвеєри можуть бути прямолінійними і замкнутими, при цьому з них

можна створювати складні структури, що налічуватимуть кілька дільниць різної конфігурації.

Складання вузлів і виробів невеликих габаритних розмірів доцільно здійснювати на автоматичних або автоматизованих лініях.

Важливим моментом для механоскладальних виробництва є вирішення планів розміщення устаткування на їх дільницях, оскільки від раціонального плану його вибору матимемо належну культуру виробництва, оптимальну продуктивність праці та вартість виробів, які складають.

На рисунку 10.4 і в таблиці 10.1 показано основні схеми та норми для розміщення металообробних верстатів, враховуючи їх розміри, прив'язки до колон і стін, допустимі розміри між верстатами, ширину проходів і проїздів в цеху (в знаменнику наведено норми відстаней для цехів багатосерійного і масового виробництва, а в чисельнику норми для одиничного, дрібносерійного та середньосерійного виробництв).

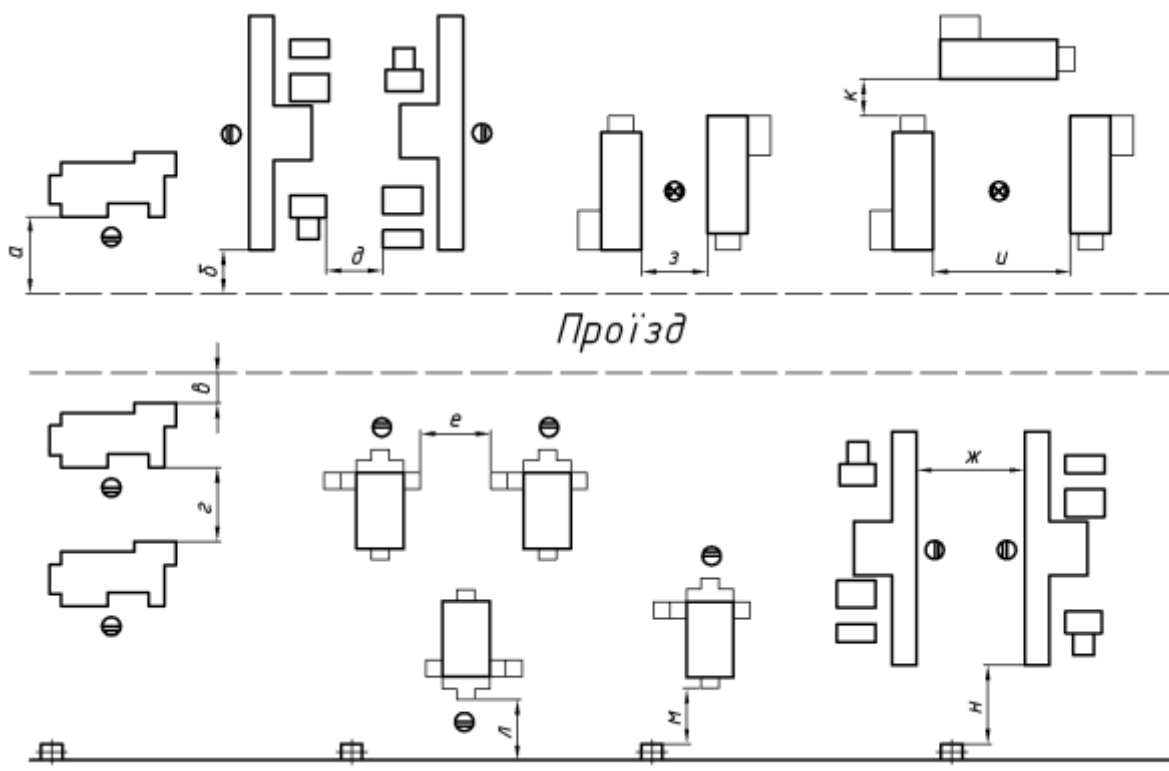


Рисунок 10.4 – Схеми розміщення верстатів на дільницях механічних цехів

Ширина магістральних проїздів для міжцехових перевезень повинна складати 4500...5500 мм. Ширина цехових проїздів для напідложного транспорту залежить від ширини самого транспорту та розмірів вантажів, які потрібно транспортувати в цеху. Наприклад, для всіх видів напідложного електротранспорту ширина проїзду A для одностороннього руху $A = B + 1400$ мм; для двостороннього руху $A = 2B + 1600$ мм; для електрокарів при односторонньому русі $A = B + 1400$ мм, де значення B є шириною вантажу, мм. Ширина пішохідних проходів повинна становити не менше 1400 мм.

Таблиця 10.1 – Норми відстаней для розміщення металообробного обладнання в цеху (min)

№ п/п	Відстані згідно схеми (позначення)	Найбільший розмір верстата, мм		
		1800	4000	8000
1	а	1600/1000	1600/1400	2000/1000
2	б	500	500	500
3	в	500	500	500
4	г	1700/1400	2600/1600	2600/1800
5	д	700	800	1000
6	е	900	900	1300/1200
7	ж	2100/1900	2500/2300	2600
8	з	1700/1400	1700/1600	–
9	и	2500/1400	2500/1600	–
10	к	700	700	700
11	л	1600/1300	1600/1500	1600/1500
12	м	700	800	900
13	н	1200/900	1200/900	1200/900

Важливого значення надають також плануванню механооброблюваних потокових ліній масового виробництва. Розміщення обладнання для них виконують відповідно до маршруту виготовлення деталей. Як міжопераційний транспорт використовують підвісні конвеєри. На початку лінії передбачають зону завширшки 2...3 м для розміщення тари із заготовками. Далі розміщують у два ряди верстата по обидва боки підвісних конвеєрів, а в кінці лінії повинні знаходитись мийні машини, контрольні пункти та приміщення для зберігання готових деталей, які надалі будуть подаватися на складання. Крім того, з обох боків лінії необхідно передбачати стружкозбиральні конвеєри. Як правило, їх монтують в спеціально закритих каналах на рівні з підлогою цеху.

Слід відзначити, що для виконання планувальних рішень щодо робочих місць і обладнання в механічних і складальних дільницях з використанням вузлового чи конвеєрного складання виробів використовують плоске темплетне макетування. Тобто темплети характеризують плани робочих місць і устаткування. Як правило, їх виготовляють у вигляді плоских форматок із картону або плівки в заданому масштабі.

Крім габаритних розмірів, наприклад верстата, складального стола чи верстака, на темплеті вказують місцезнаходження працівника, розташування інструментальних тумбочок та іншого організаційного спорядження, а також місце підведення енергоносіїв, технологічних мастильно-охолоджувальних рідин і т.п.

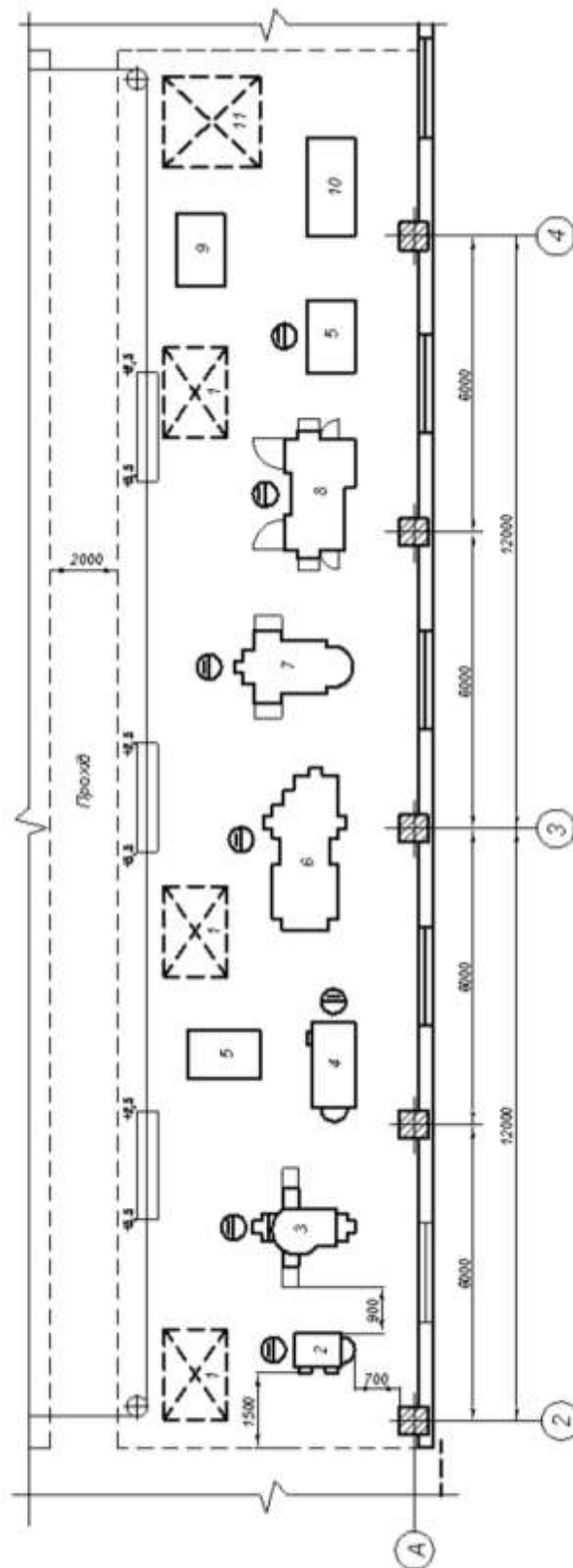


Рисунок 10.5 – План розміщення обладнання на ділянці механічної обробки:

- 1 – місце складування заготовок; 2 – вертикально свердлильний верстат;
- 3 – горизонтально-фрезерний верстат; 4 – радіально-свердлильний верстат;
- 5 – слюсарний верстак; 6 – токарний верстат з ЧПК; 7 – шпоночно-фрезерний верстат;
- 8 – круглошліфувальний верстат; 9 – промивочна машина; 10 – стіл для контролю;
- 11 – місце складування деталей

До ефективних методів вирішення планів діляниць чи цехів належить також об'ємне макетування, яке базується на виконанні в певному масштабі верстатів, робочих місць складання, підвісних транспортних систем, будівельних елементів самої будівлі. Слід відмітити, що застосування об'ємних моделей дозволяє раціонально просторово розмістити транспортно-технологічне устаткування в будівлі і тим самим, запобігти ряду помилок з розміщення таких систем за висотою і в просторі, чого не можна передбачити при площинному формуванні планів. Темплетні позначення поширених металорізальних верстатів показані на рис. 10.6-10..

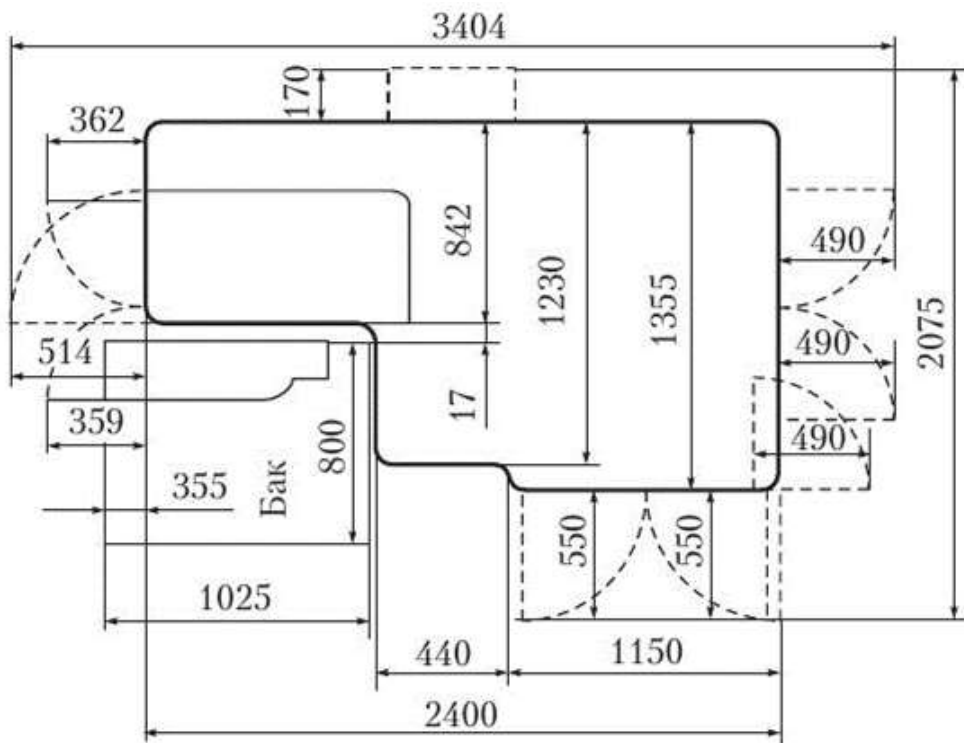


Рисунок 10.6 – Розмірне темплетне позначення (на практиці рідко використовується)

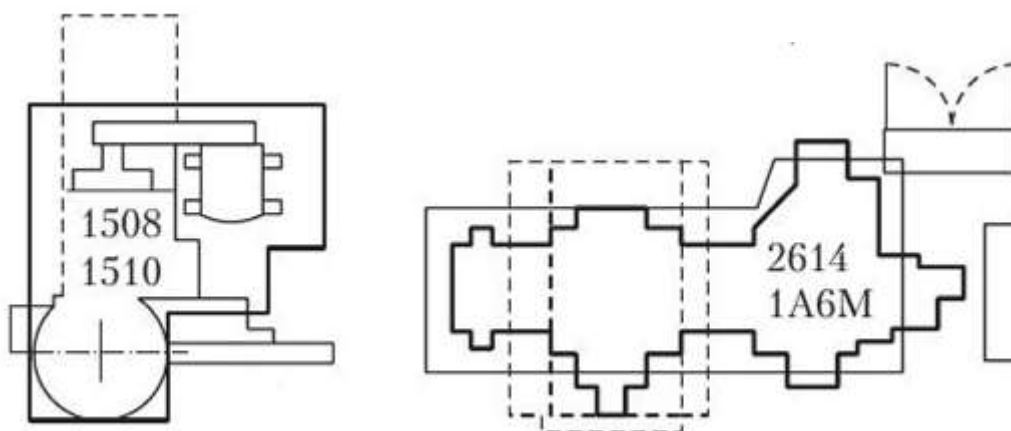


Рисунок 10.7 – Загальний вигляд темплетів

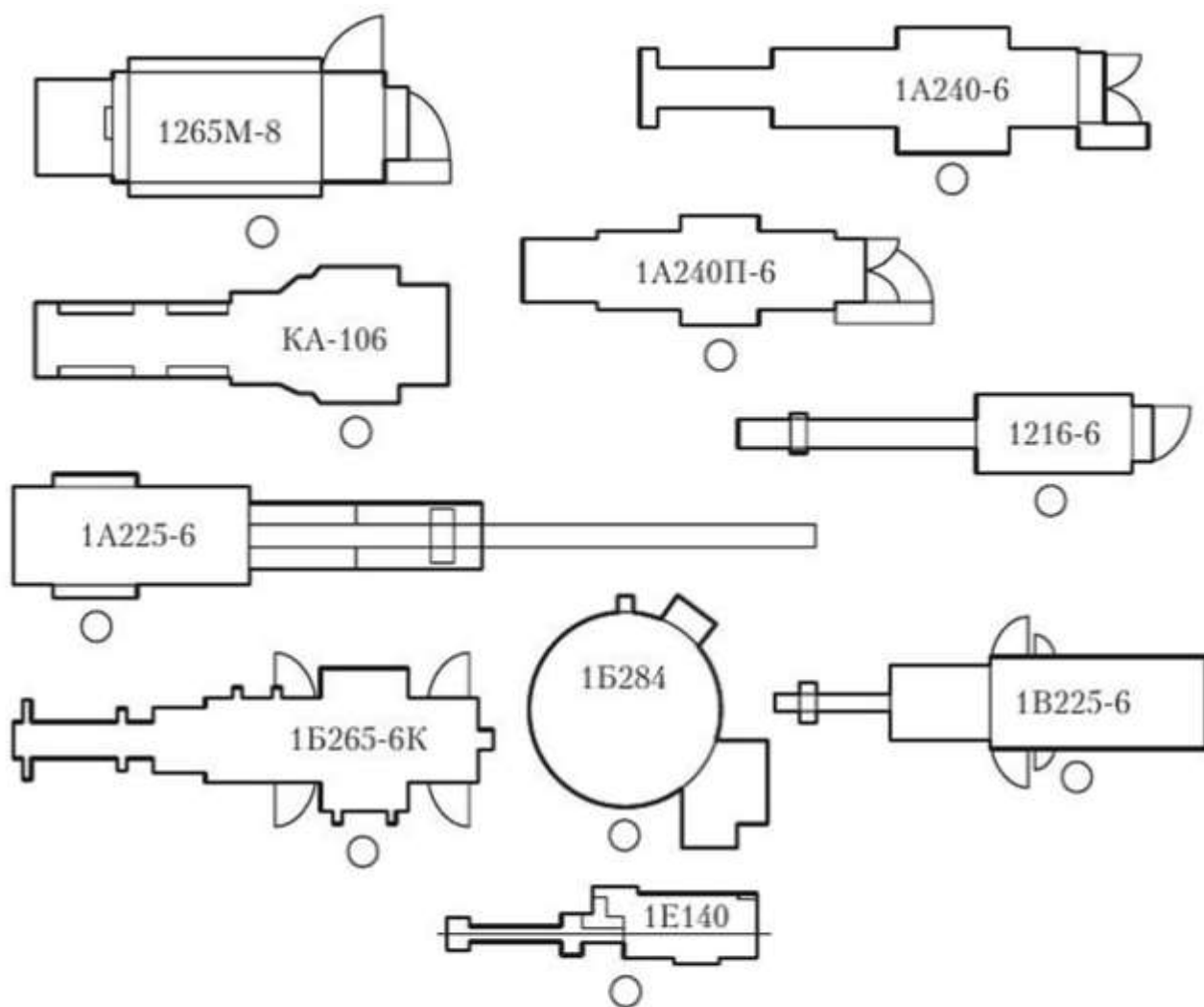


Рисунок 10.8 – Автомати і напівавтомати (одно- і багатошпindelні)

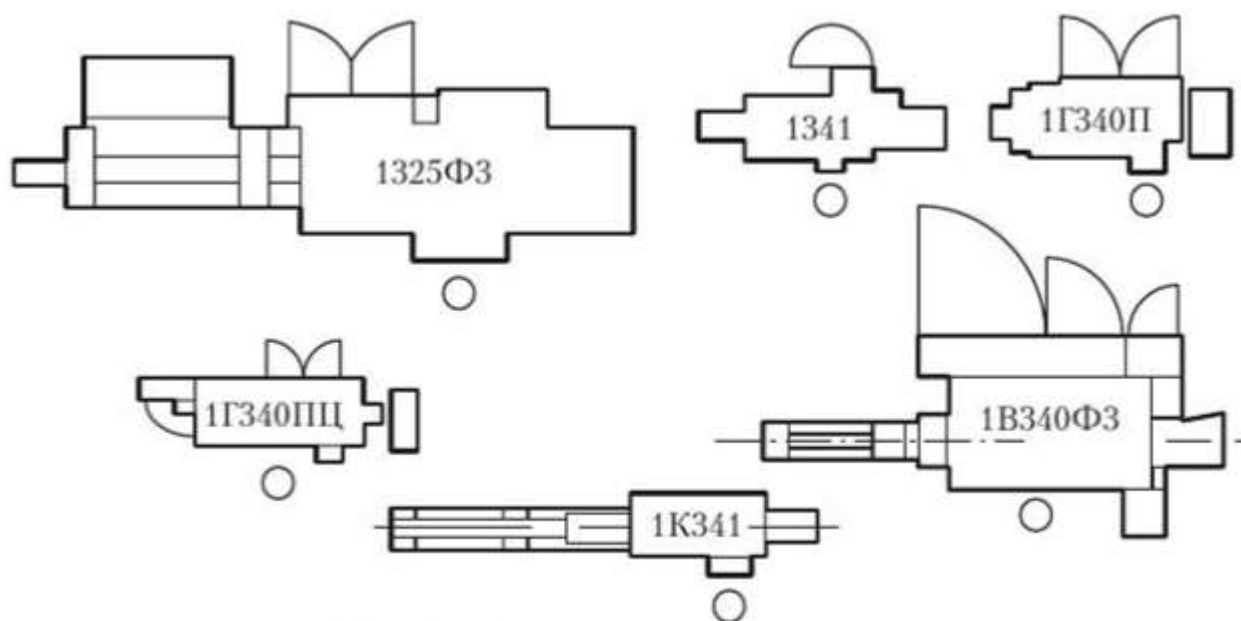


Рисунок 10.9 – Токарно-револьверні верстати

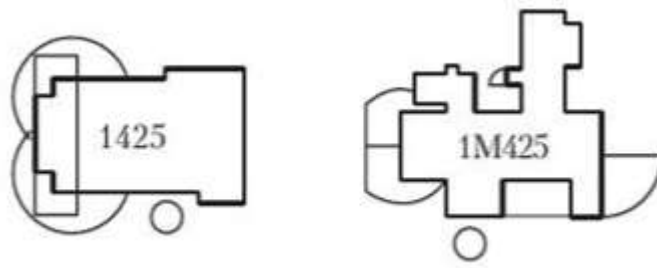


Рисунок 10.10 – Токарно-револьверні напівавтомати

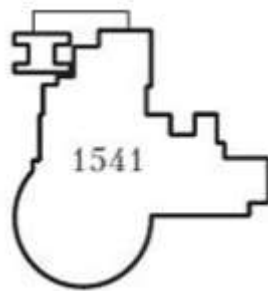


Рисунок 10.11 – Токарно-карусельний верстат

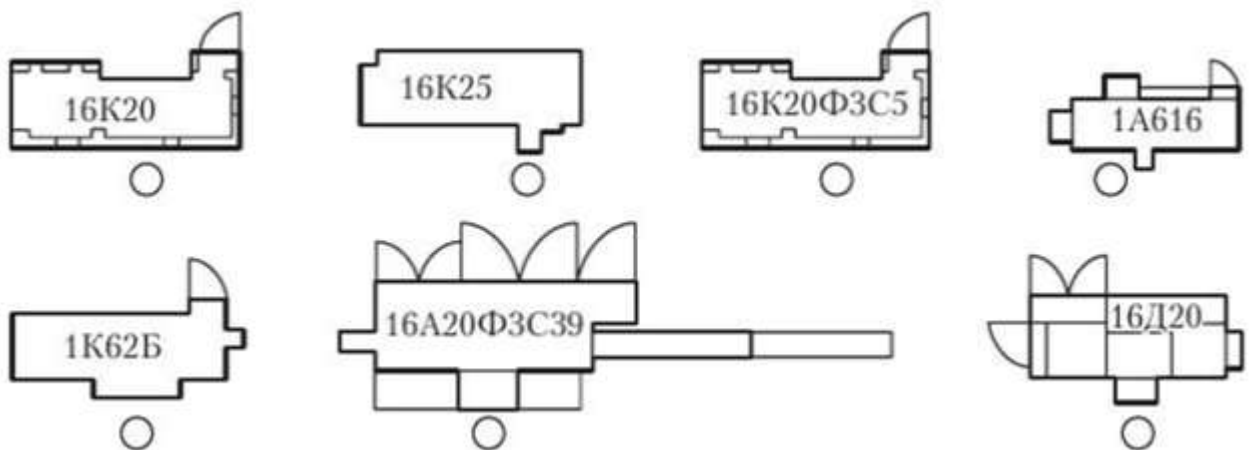


Рисунок 10.12 – Токарно-гвинторізні верстати

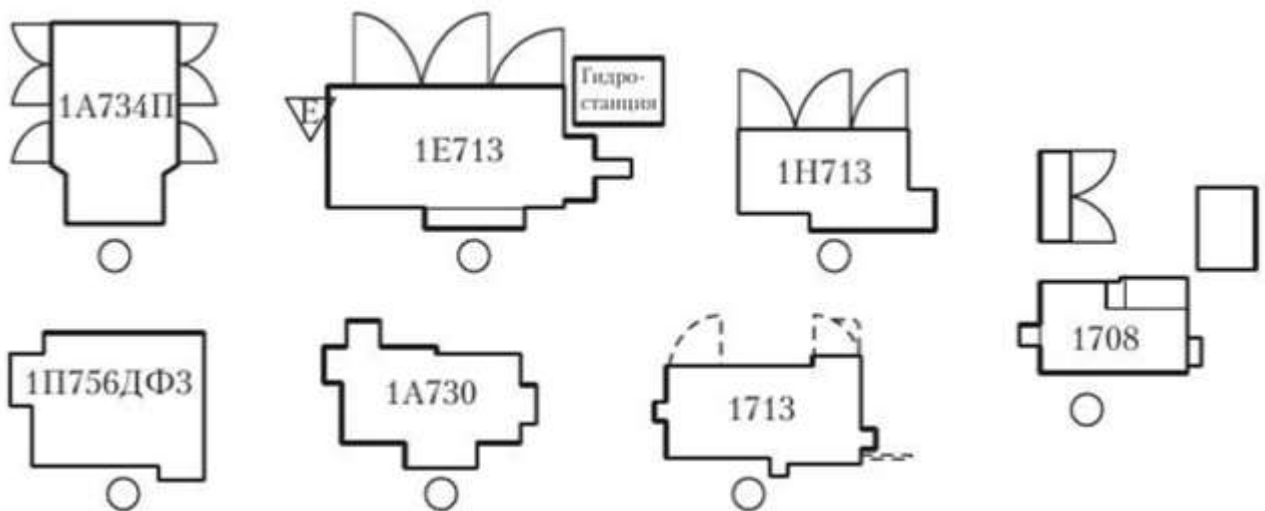


Рисунок 10.13 – Багаторіздцеві напівавтомати

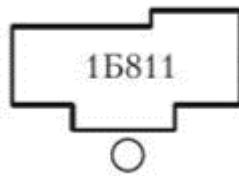


Рисунок 10.14 – Спеціалізовані верстати

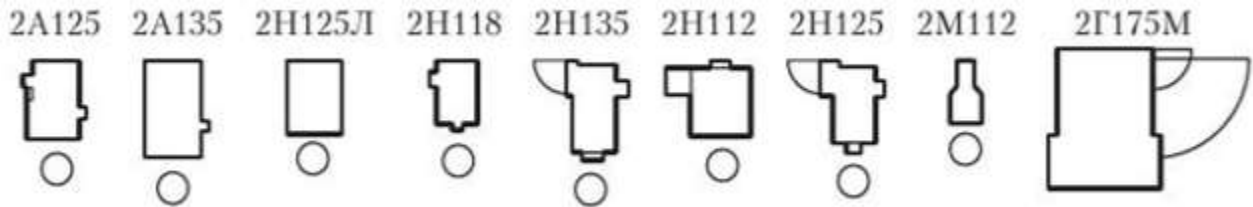


Рисунок 10.15 – Вертикально-свердлильні верстати

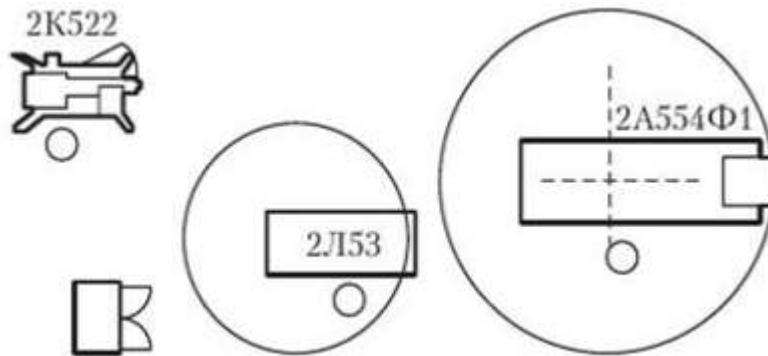


Рисунок 10.16 – Радіально-свердлильні верстати

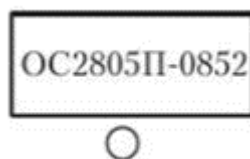


Рисунок 10.17 – Горизонтально-свердлильні верстати

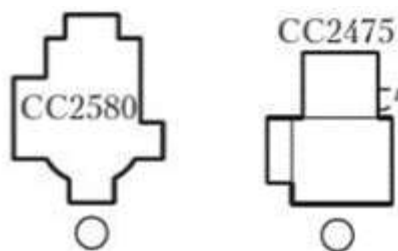


Рисунок 10.18 – Свердлильні верстати (без вказання типу)

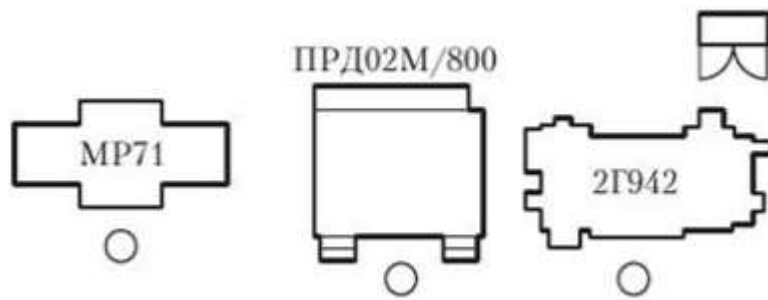


Рисунок 10.19 – Напівавтомати багатощиндельні

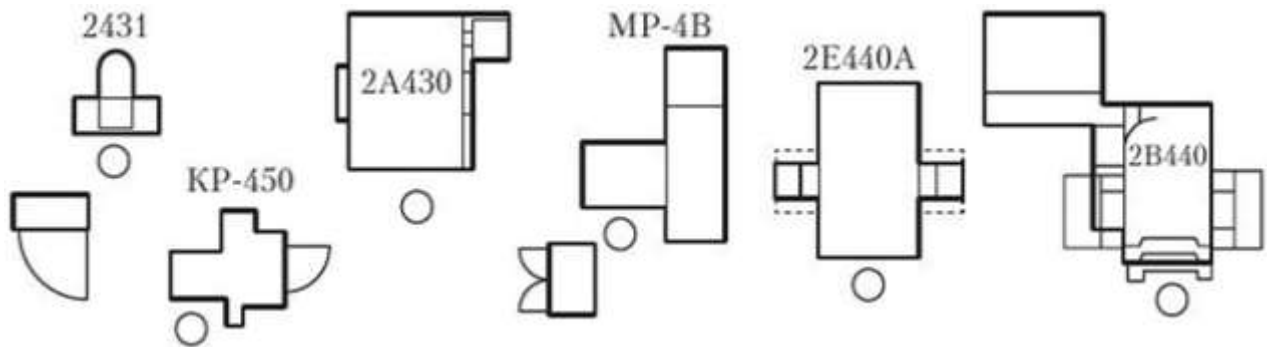


Рисунок 10.20 – Координатно-розточувальні верстати

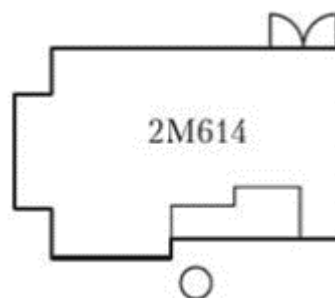


Рисунок 10.21 – Горизонтально-розточувальний верстат

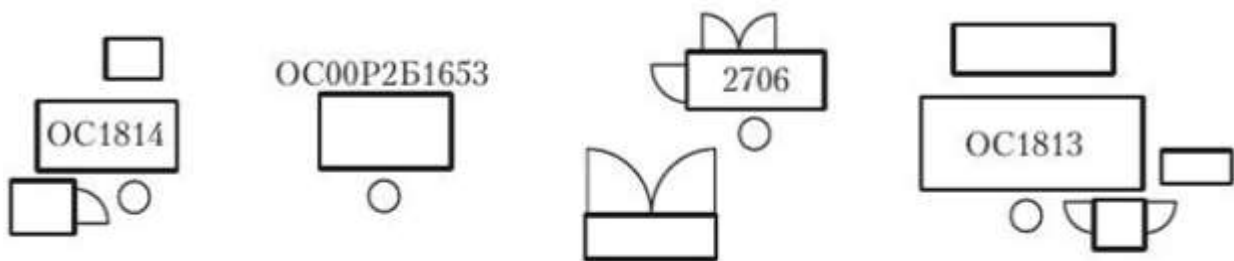


Рисунок 10.22 – Алмазно-розточувальні верстати

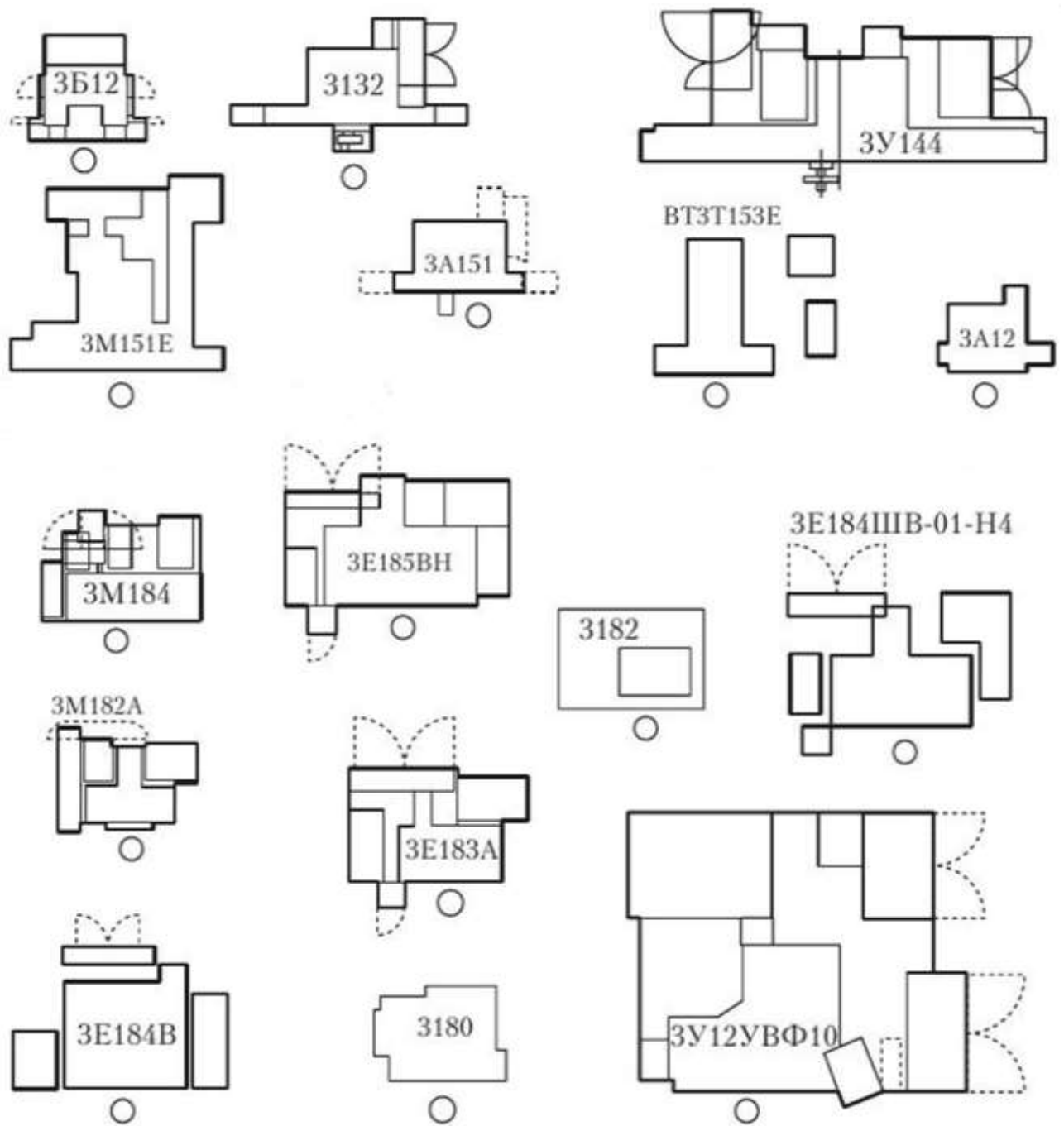


Рисунок 10.23 – Кругло- і безцентрово-шліфувальні верстати

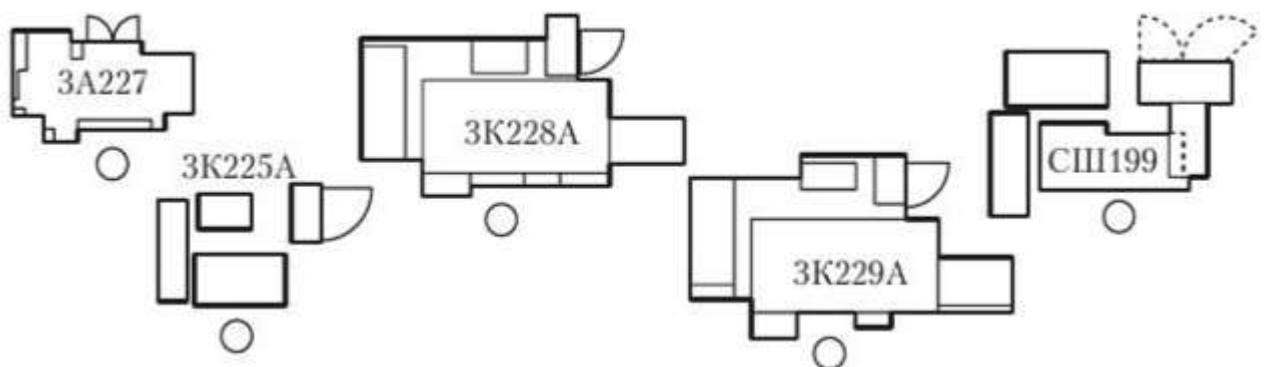


Рисунок 10.24 – Внутрішньо- і координатношліфувальні верстати



Рисунок 10.25 – Обдирочно шліфувальні верстати

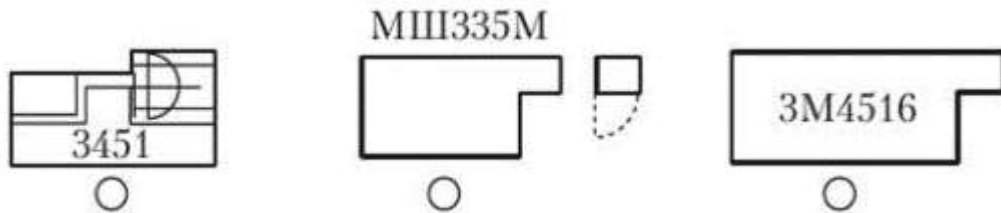


Рисунок 10.26 – Спеціалізовані шліфувальні верстати

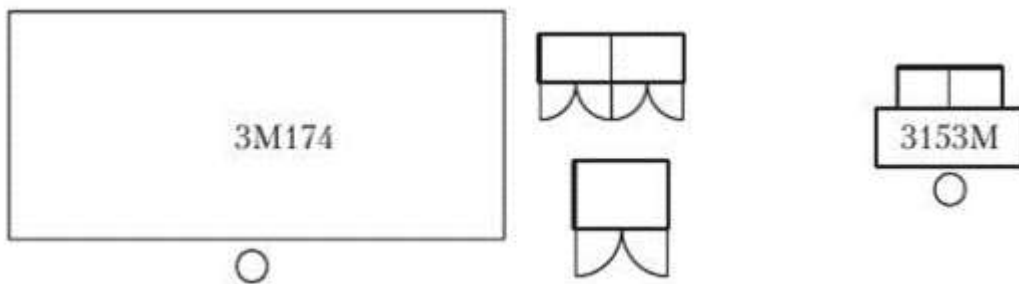


Рисунок 10.27 – Поздовжньошліфувальні верстати

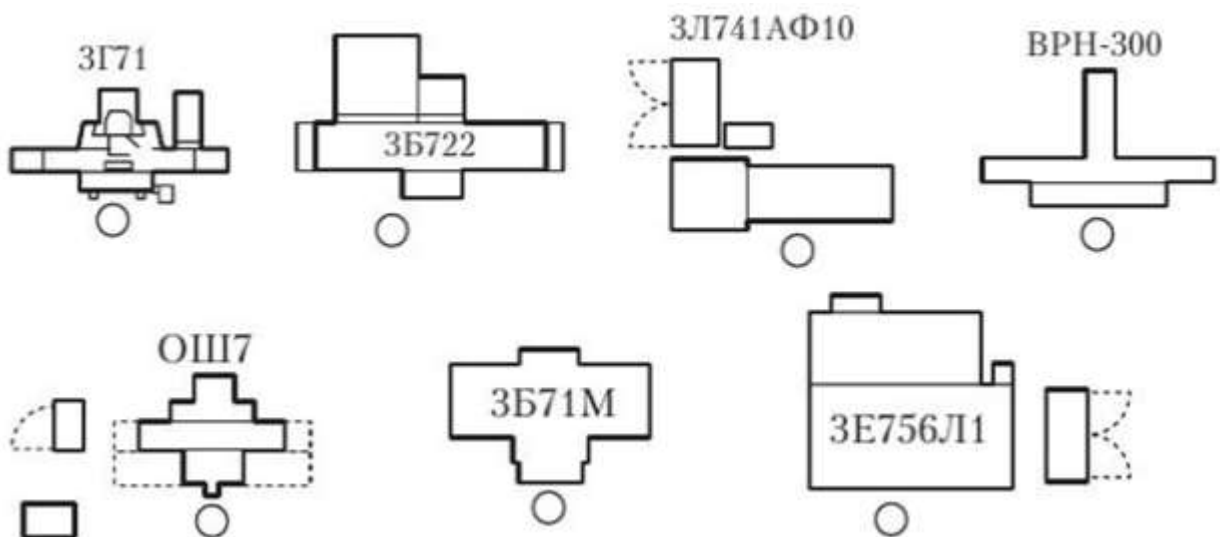


Рисунок 10.28 – Плоскошліфувальні верстати

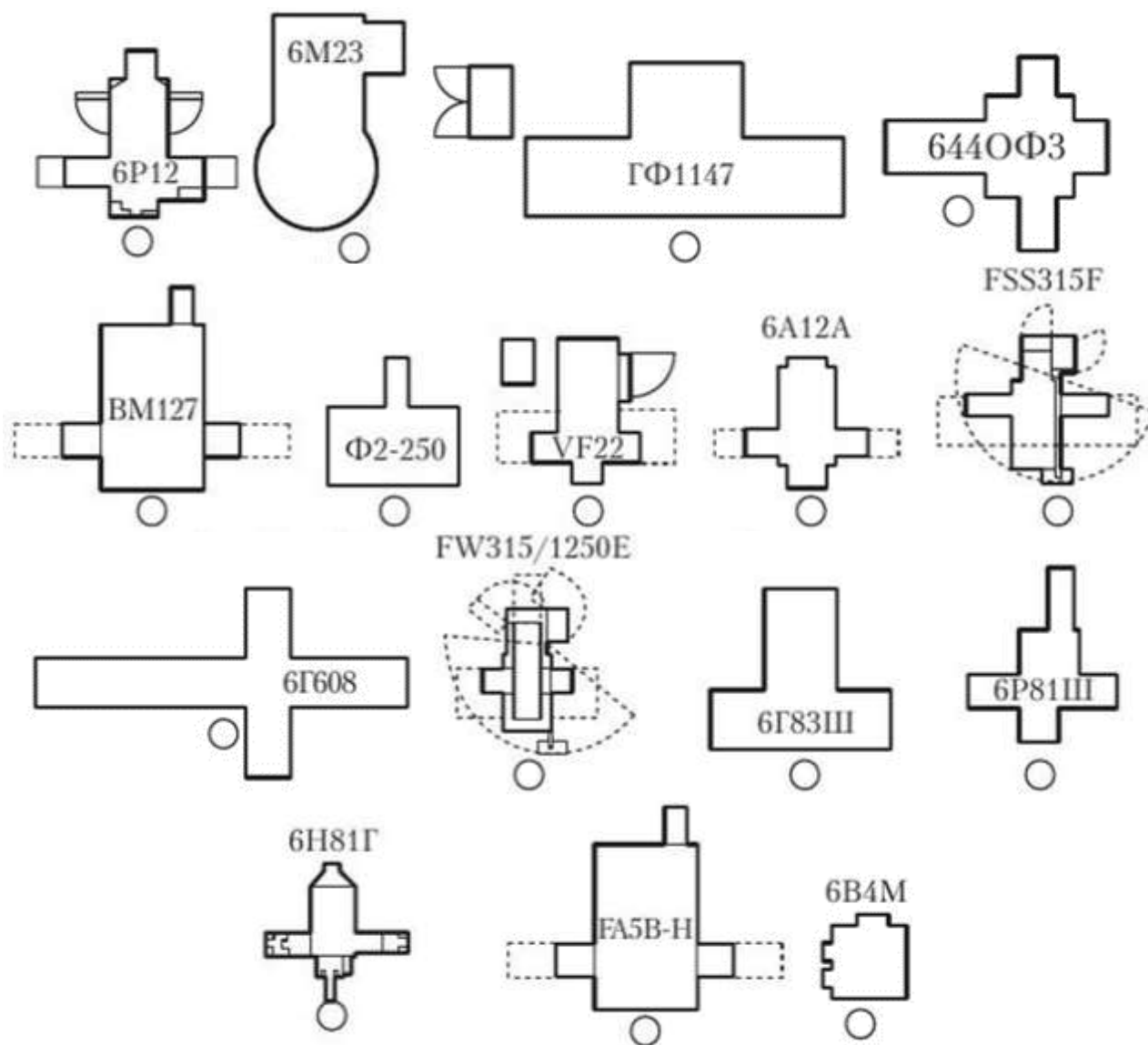


Рисунок 10.29 – Фрезерні верстати

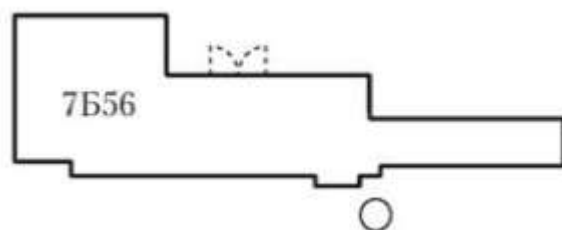


Рисунок 10.30 – Протяжний верстат

11 СПЕЦІАЛЬНІ ЧАСТИНИ ПРОЄКТУ

11.1 Проектування адміністративно-господарських та побутових приміщень цеху

До складу адміністративно-господарчих приміщень входять приміщення конструкторського, технологічного, планово-економічного та інших підрозділів, а також лабораторії, бухгалтерія, кабінети начальника і його заступників.

До складу побутових приміщень входять гардеробні, санітарні вузли, приміщення для паління, медичні пункти, пункти харчування, культурно-побутові кімнати та інші приміщення. Загальна площа побутових приміщень на одну людину (з розрахунку на найбільш чисельну зміну) складає для цехів холодної обробки від 2,7 м до 3,0 м², для гарячих цехів – від 3,0 до 3,5 м².

Адміністративно-господарські та побутові приміщення зазвичай розміщують у одній будівлі. Така будівля прибудовується безпосередньо до торцевої (рис.11.1а) чи подовжньої сторони (рис.11.1б) будівлі цеху або будуються окремо (рис.11.1в) паралельно подовжній стороні цеху. З виробничим приміщенням вони з'єднуються спеціальними теплими переходами (підземними або зовнішніми).

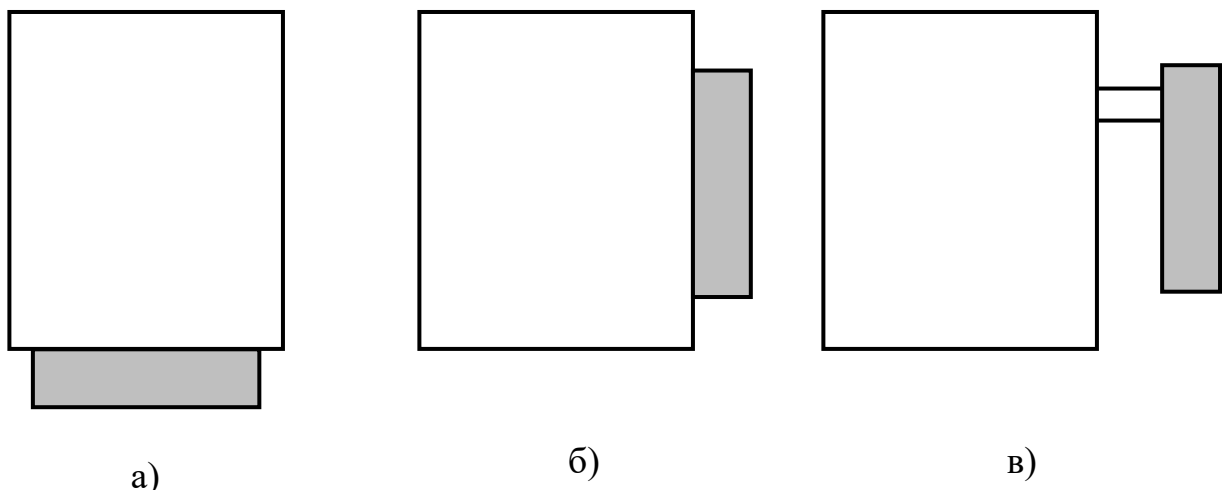


Рисунок 11.1 – Розташування прибудови для адміністративно-побутових приміщень відносно виробничої будівлі

Оптимальним є варіант а), тому що рух людей не заважає основному вантажопотоку, а також не відбувається затемнення цеху в разі бічного освітлення і є можливість розширити цех за рахунок прибудови. Проте варіант б) характерний для випадків необхідності використовувати залізничний транспорт для підвезення заготовок або в разі наявності наскрізних залізничних колій уздовж цеху, також він є найдешевшим по затратах на будівництво. Варіант розташування в) є найдорожчим для реалізації, проте він дуже актуальний для шкідливих виробництв, які супроводжуються випарами, вібраціями, ударними навантаженнями та іншими подібними явищами. Також якщо площа допоміжних будівель адміністративно-побутового призначення, з урахуванням максимально-

допустимої кількості поверхів, не дозволяє розміщувати їх вздовж чи з торця цеху, то їх проєктують як самостійну будівлю.

Допоміжні споруди не повинні покривати основні магістральні проїзди механоскладального цеху. Відстань від робочих місць до побутових приміщень не повинна бути більше 75 м. Розташування будівлі адміністративно-господарчих та побутових приміщень повинно відповідати наступним вимогам:

1) бути прив'язаним до із загального напрямку людських потоків на території заводу;

2) забезпечувати найкоротший шлях руху робітників від прохідної (табельної) контори до робочих місць у цеху;

3) людські потоки не повинні перетинатися із вантажопотоками цеху.

Прибудовані та окремо розташовувані допоміжні будівлі адміністративно-побутового призначення компонується з уніфікованих типових секцій, які характеризуються шириною 12 і 18 м, довжиною 36, 48, 60 м, сіткою колон 9х6 або 6х6 м. Всі прольоти повинні бути однакової ширини згідно значень стандартного ряду. Пристінні колони розміщують з кроком рівним прийнятій сітці колон. Кількість поверхів – 2, 3 і 4. Висота поверхів приймається з ряду 3,6; 4,2; 6 м. Проте на сьогодні раціональним є прийняття ширини прибудови, з-за умов освітлення природним світлом, рівною 12 м, а окремих будівель 18 м. Висота поверхів приймається рівною 3,3 і 4,2 м. Висота 4,2 м – приймається при:

- розміщенні лабораторій та допоміжних відділень на першому поверсі;

- площі приміщень понад 300 м²;

- глибині приміщень конструкторських бюро понад 6 метрів.

Як правило на першому поверсі розміщують санвузли, гардеробні, медпункти. Другий, третій, четвертий поверхи призначені для адміністративно-господарчих приміщень, пунктів харчування, технологічних і конструкторських бюро, відділів, секторів. Розрахунок займаних площ здійснюється виходячи з наступних характерних питомих параметрів:

1) площа конторських приміщень визначається з розрахунку 3,25 м² на кожного працюючого в найбільш чисельній зміні;

2) площа для технічних секторів і конструкторських відділів – 5 м² на одне робоче місце, обладнане ЕОМ;

3) об'єм повітря на одну людину повинен бути не менше 15 м³.

Кабінет майстра в цеху розташовується по можливості в центрі керованої ділянки або прогону цеху, розміри найчастіше 2,5х2,5 м. В ковальсько-штампувальних цехах він повинен мати звукоізоляцію і облаштовується в окремому приміщенні зі скляними або плексигласовими стінками. Проте вважається, що майстер повинен керувати ділянкою безпосередньо на робочих місцях, тому досить часто кабінет майстра у проєкті не передбачають.

Зазначені приміщення повинні мати природне освітлення. Блокування всіх допоміжних приміщень в одній прибудованій споруді доцільне при порівняно невеликих виробничих будівлях, коли відстань від найбільш віддалених робочих місць до побутових приміщень не перевищує граничних відстаней, встановлених нормами проєктування.

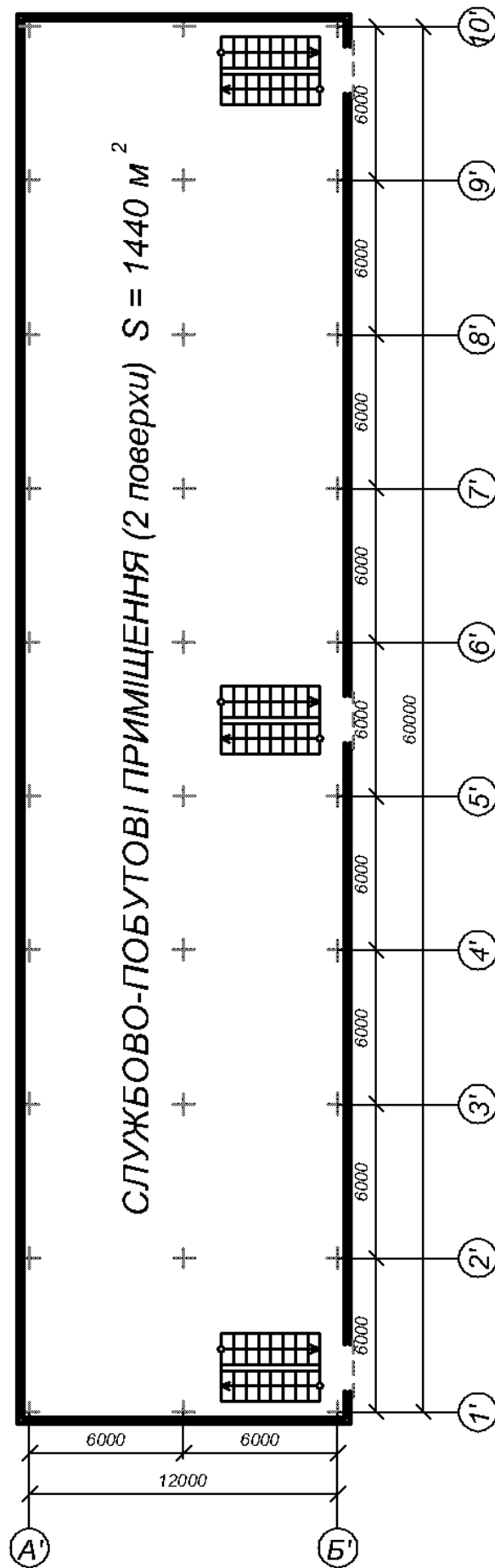


Рисунок 11.2 – Схема планування службово-побутових приміщень цеху

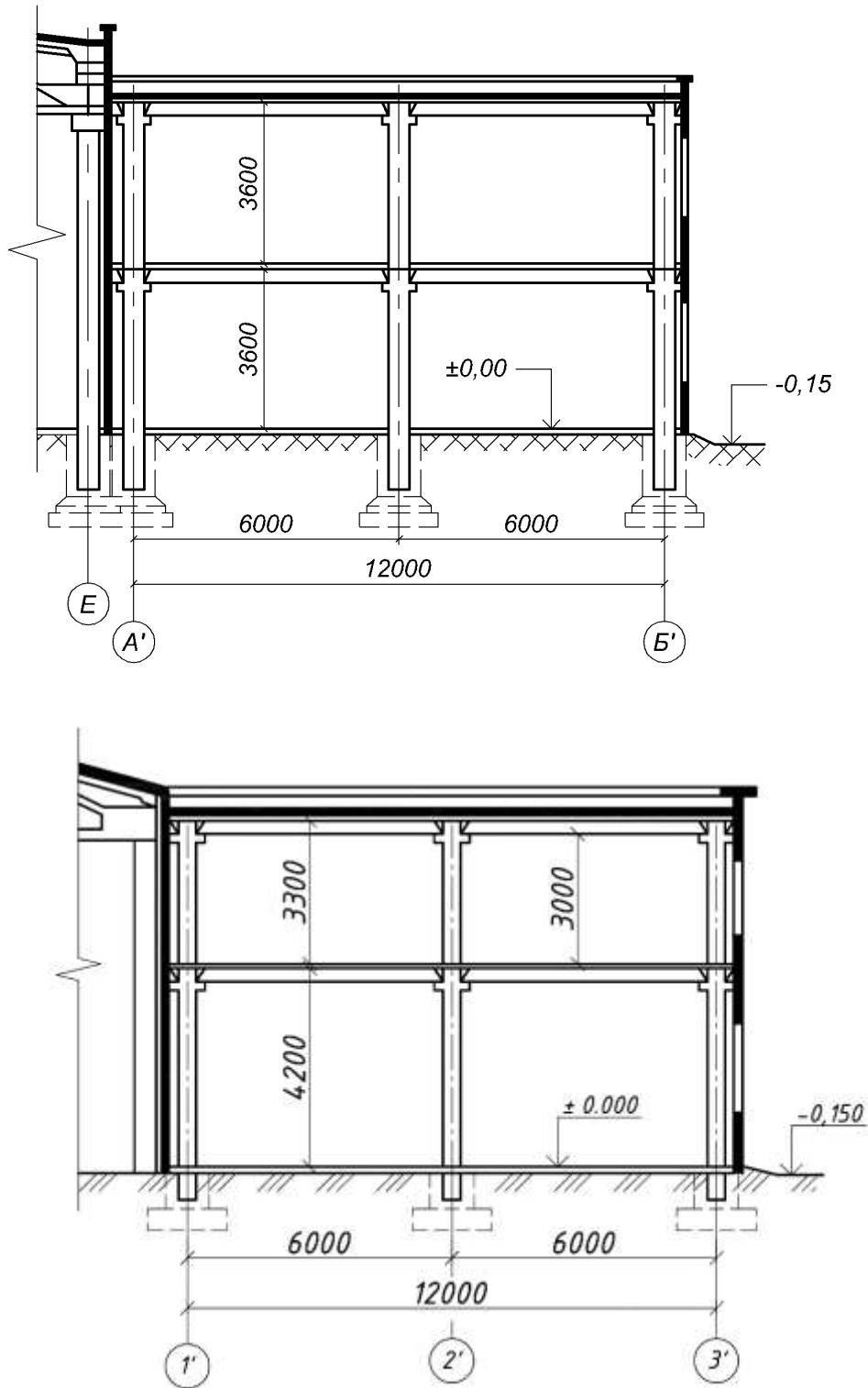


Рисунок 11.3 – Поперечний переріз службово-побутових приміщень цеху

В окремих випадках допоміжні приміщення можуть бути розміщені усередині виробничих будівель, якщо цьому не перешкоджають характер виробництва, санітарно-гігієнічні вимоги та прийняті конструктивні рішення. При цьому необхідно прагнути до найбільш повного і доцільного використання площ і обсягів будівлі, передбачати розташування частини допоміжних приміщень на антресолях і технічних поверхах. Висота приміщень, розміщених у виробничих

будинках, повинна бути не менше 3 м від підлоги до стелі і не менше 2,5 м від підлоги до низу виступаючих конструкцій.

Сучасне машинобудівне підприємство доцільно розміщувати в одному або декількох великих блоках-корпусах. Площа великих корпусів може досягати 60-100 тис. м² і більше, а ширина 200 м і більше. У таких умовах через велику ширину корпусу важко виконати вимогу скорочення відстаней від робочих місць до побутових приміщень, якщо розміщувати останні тільки в прибудовах до виробничого корпусу. У цьому випадку побутові приміщення слід розташовувати як у прибудовах по периметру будівлі, так і вбудованими всередину будівлі.

Загальні вимоги та правила проектування побутових приміщень:

- прагнути до зменшення втрат робочого часу через зайву довжину шляхів до санвузлів, кулерів з питною водою, медпунктів і т.п. місць;

- гардеробні, санвузли повинні бути окремими для чоловіків та жінок;

- не допускається розміщувати санвузли над робочими приміщеннями адміністративно-конторських та інженерних служб, громадських організацій, пунктів харчування;

- не допускається встановлення санітарних приладів (умивальників, душових кабін і т. д.) біля зовнішніх стін будівлі, оскільки це призводить до погіршення теплозахисних властивостей стін та до антисанітарного стану приміщень;

- побутові приміщення можуть освітлюватися як природним, так і штучним світлом. Такі приміщення, як пункти харчування, медпункти, як правило, повинні освітлюватися природним світлом. У решті приміщень допускається змішане або штучне освітлення;

- в основу проектування повинна бути покладена чітка схема руху робітників через побутові приміщення до робочих місць і назад, що виключає зустріч працівників, одягнених у забруднений робочий одяг, з працівниками одягненими в чистий одяг.

11.2 Вимоги і норми до приміщень для задоволення потреб працівників

Гардеробні призначені для зберігання вуличного та робочого одягу, окремо чоловічого та жіночого. Нормами встановлені три способи зберігання одягу: закритий, відкритий і змішаний. При першому способі одяг всіх видів зберігається в закритих шафах; при другому – на вішалках і у відкритих шафах; при змішаному – один вид одягу зберігається на вішалках, а інший у закритих шафах. Спосіб зберігання встановлюється завданням на проектування або вирішується під час проектування. Для машинобудівних підприємств рекомендується зберігати вуличний одяг на відкритих вішалках, а робочий у закритих шафах. В основу планування гардеробних блоків доцільно приймати зальну систему гардеробних з розрахунку обслуговування в кожному залі не більше 400-500 осіб. З метою збільшення комфорту та наближення місць для переодягання до душових пристроїв гардеробні блоки бажано розбивати на секції, забезпечені необхідними санітарно-технічними пристроями (умивальники, сушки і т.п.). Входи в гардеробні блоки, що розміщуються суміжно з вестибюлями або

поблизу входів у будівлі, слід влаштовувати через шлюзи. Санітарно-гігієнічні приміщення, розташовані в прибудовах до виробничих будівель, повинні з'єднуватися з термічними, гальванічними, фарбувальними, заточувальними та іншими відділеннями та ділянками через шлюзи, коридори або сходові клітки.

Гардеробні блоки для працюючих у термokonстантних приміщеннях повинні розташовуватися в безпосередній близькості від виробничих приміщень і з'єднуватися з ними за допомогою тамбурів-шлюзів. Прохід із гардеробних блоків у термokonстантні приміщення через нережимні приміщення не допускається.

Приміщення для куріння передбачаються в тих випадках, коли за умовами виробництва куріння у виробничих приміщеннях не допускається, а також при обсязі виробничого приміщення не більше 50 м³.

Питне водопостачання повинно передбачатися у вигляді підлогових і настінних кулерів, автоматів з газованою водою та інших пристроїв. Пристрої питного водопостачання розміщують у проходах виробничих приміщень, приміщень для відпочинку, у вестибюлях та інших місцях на відстані від робочих місць не більше 75 м.

Громадське харчування повинно бути організоване з розрахунку забезпечення всіх працюючих на підприємстві одноразовим гарячим харчуванням (у всіх змінах). У зв'язку з цим на території машинобудівного підприємства слід передбачити мережу *пунктів громадського харчування*. На підприємствах з кількістю працюючих у найбільш численній зміні 250 і більше осіб передбачається їдальня, а з кількістю працюючих у найбільш численній зміні – менше 250 осіб – буфети.

Медпункти передбачаються на підприємствах із обліковою кількістю працюючих 500 осіб та більше. Вони повинні забезпечувати надання першої допомоги, виконання найпростіших лікарських та профілактичних процедур, контроль за санітарним станом підприємства та дотриманням відповідних санітарно-гігієнічних норм та правил на виробництві. Медпункти повинні розміщуватися на території підприємства, на перших поверхах допоміжних або виробничих будівель, поблизу цехів з найбільшою кількістю працюючих. Відстань від робочих місць до найближчого медпункту не повинна перевищувати 1000 м. У працюючих цехів безліхтарного типу, де відсутнє природне освітлення, спостерігається «світлове голодування», зниження працездатності, підвищення сприйнятливості організму до інфекційних захворювань. У зв'язку з цим для працюючих у виробничих приміщеннях без природного освітлення або з недостатнім природним освітленням передбачається штучне ультрафіолетове опромінення.

Приміщення культурно-масового обслуговування поділяються на приміщення для цехових громадських заходів та приміщення загальнозаводського культурно-масового обслуговування, масових заходів, громадських організацій та кабінетів освіти. Кількість місць у залі зборів визначається з розрахунку 30 % працюючих у найбільш чисельній зміні.

Укрупнений розрахунок площ для побутового обслуговування може проводитися за такими нормами: гардеробні блоки – 2,6-2,8 м² на одного працюючого; санвузли 0,2 м² на одного працюючого найбільшої зміни;

приміщення для куріння – 0,03 м² на одного працюючого найбільшої зміни – для чоловіків та 0,01 м² – для жінок; приміщення громадського харчування 0,7 м² і медпункт 0,08 м² на одного працюючого.

До складу службових приміщень цеху входять приміщення для адміністративно-контрського персоналу та інженерно-технічних служб. За встановленими нормами площі службових приміщень слід приймати з розрахунку:

а) робочих кімнат адміністративно-контрського персоналу та інженерно-технічних служб – 4 м² на одного працюючого в цьому приміщенні у найбільшу зміну (норми не поширюються на кабінети начальників цеху та їх замів);

б) залів нарад місткістю до 100 осіб – 1,2 м² на одне місце; місткістю понад 100 осіб – 0,9 м² на кожне місце;

в) вестибюлів-гардеробних – 0,27 м² на одного працівника-службовця;

г) кабінетів для навчальних занять – 1,75 м² на одне учнівське місце;

д) кабінетів з техніки безпеки – від 25 м² (при 100 працюючих за списковим складом) до 200 м² (при кількості працюючих 2000 осіб і більше);

е) площі окремих робочих приміщень та кабінетів повинні бути не менше 9 м².

11.3 Завдання на проєктування спеціальних частин

Завдання на проєктування спеціальних частин у кожному цеху розробляються за формами встановленими стандартами технічного проєкту. Такі завдання мають бути розроблені для:

а) будівельно-архітектурної частини із зазначенням даних, необхідних для проєктування службово-побутових приміщень;

б) енергетичної частини, з визначенням річної потреби в електроенергії, стиснутому повітрі, газі, парі, воді, паливі та інших енергоносіях;

в) санітарно-технічної частини (водопроводу, опалення, вентиляції, освітлення, очищення стічних вод, нейтралізації шуму, вібрацій);

г) організації виробництва, наукової організації праці, автоматичної системи управління та економічної частини проєкту;

д) техніці безпеки та інженерно-технічних заходів;

е) нестандартного обладнання;

ж) інших спеціальних частин.

Одним із основних вихідних даних для завдань на проєктування спеціальних частин є генеральний план підприємства.

У завдання на проєктування архітектурно-будівельної частини входять:

- компонувальні плани цехів (при необхідності - з плануванням розміщення обладнання);

- схематичний розріз будівлі цеху із зазначенням висоти прольотів, висоти до підкранових колій, підйомно-транспортного обладнання, підземних споруд, антресолей, галерей;

- дані про навантаження на 1 м² підлоги складських приміщень, про наявність кислот і масел на окремих ділянках цеху, про висоту і типи внутрішніх стін і перегородок, про призначення приміщень;

- вимоги до температури та вологості повітря, звуконепроникності та поглинання шкідливих виділень;

- відомість кількості і складу працюючих у цеху із зазначенням кількості робітників, ІТП та ЛКП (службовців) з поділом на чоловіків і жінок, по змінах.

У завдання з енергетичної частини входять:

- план розташування обладнання із зазначенням споживачів пари, повітря та інших енергоносіїв;

- специфікація обладнання із зазначенням встановленої потужності струмоприймачів;

- дані про потребу цеху в електроенергії, що включають електродвигуни всіх видів обладнання;

- відомість витрати стисненого повітря, виробничої пари та інших видів енергії із зазначенням їх параметрів.

У завдання санітарно-технічної частини входять:

- компоновальний план чи планування цеху з розрізами будівлі;

- відомість складу працюючих із зазначенням тих самих даних, що й завдання на проектування будівельної частини;

- дані про споживачів та витрати води на виробничі потреби, а також про потужність усіх електродвигунів встановленого обладнання;

- відомість обладнання, що вимагає влаштування місцевих вентиляцій;

- вказівку про необхідність влаштування повітряних завіс біля воріт;

- дані про можливі скидання стічних вод від окремих робочих місць.

Визначення даних, необхідних для складання завдань на енергетичну та санітарно-технічну частини проєкту, проводиться за галузевими нормативами та стандартами.

11.4 Техніка безпеки та охорона праці на виробництві

При проектуванні цехів повинні передбачатися всі необхідні заходи з техніки безпеки та охорони праці, що забезпечують нормальний хід всього виробничого процесу та попередження випадків виробничого травматизму. Планувальні рішення повинні відповідати умовам надійної та безпечної роботи виробничого персоналу. Щодо запроєктованих технологічних процесів та обладнання – то повинен бути опис конкретних заходів, основні принципи конструкцій пристроїв та пристроїв з техніки безпеки та охорони праці. Розробка зазначених конструкцій здійснюється на стадії виконання робочих креслень.

З найбільш загальних заходів з техніки безпеки слід зазначити такі:

1. Усі обертові та рухомі частини встановленого обладнання повинні бути надійно огорожені;

2. Колірна обробка поверхонь виробничих приміщень і технологічного обладнання повинна бути раціональною з точки зору безпеки;

3. Усі працюючі повинні проходити докладний технічний інструктаж за правилами техніки безпеки та безпечним прийомом роботи при виконанні ними своєї роботи, особливо при роботі на верстатному устаткуванні.

4. Технічний стан обладнання, його справність та наявність огорожувальних пристроїв має систематично піддаватися профілактичному огляду та ремонту.

5. Робочі місця верстатників та складальників повинні бути раціонально влаштовані та оснащені.

6. На ріжучих інструментах повинні бути стружколоми, стружка повинна негайно збиратися в спеціальні механізовані пристрої по мірі її утворення.

7. На верстатах повинні встановлюватися прозорі екрани-відбивачі, щитки та місцеві відсмоктувачі, що оберігають працюючих від впливу стружки, металевого та абразивного пилю та охолоджуючої рідини.

8. Струмopровідні елементи повинні бути надійно ізольовані та заземлені.

9. У верстатів повинні бути встановлені індивідуальні та групові підйомні пристрої у вигляді консольно-поворотних кранів, тельферів та пневмопідйомників.

10. У цехах (відділеннях) фарбування та металопокрить повинна бути потужна загальна та місцева вентиляція на всіх робочих місцях при забезпеченні достатньої швидкості витяжки у розпилувальних камерах.

За незабезпеченість умов техніки безпеки на підприємствах несуть відповідальність не лише працівники керуючої ланки, а й проєктанти. Тому кожен проєктант повинен до початку робіт з проєктом вивчити всі правила техніки безпеки, які мають пряме відношення до працівників проєктованих об'єктів. Заходи з техніки безпеки та охорони праці є найважливішими розділами проєктування та докладно наводяться у спеціальних посібниках, нормах та правилах.

12 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЄКТОВАНИХ ВИРОБНИЦВ

12.1 Виробнича програма цеху

Основою для проєктування цеху є його виробнича програма, яка в залежності від типу виробництва, характеру продукції, що випускається, та стадії проєктування може бути точною, приведеною і умовною.

Проєктування цехів за точною програмою здійснюється найчастіше для масового та крупносерійного виробництва. При цьому вважається, що на всі вироби, які входять до програми випуску, розроблено конструкторську і технологічну документацію.

Виробнича програма, як правило, задається відомістю з зазначенням номенклатури виробів, їх маси, річних програм випуску і запуску.

За заданою річною програмою випуску (N) розраховується річна програма запуску:

$$N = \sum_{i=1}^n N_i, \quad (12.1)$$

де N_i – програма випуску i -го виробу;
 n – номенклатура виробів.

У проектуванні рівною мірою використовуються як програма випуску, так і програма запуску. Іноді для розрахунку трудоемкості виконуваних робіт виходять із програми випуску, а при розрахунку верстатоемкості - програми запуску.

Проектування за *приведеною програмою* ведеться для одиничного, дрібносерійного і серійного виробництва, коли:

- частина виробів, передбачена завданням на проектування, не забезпечена повністю кресленнями та іншими вихідними даними;
- за наявності великої номенклатури виробів, які суттєво не відрізняються за конструктивними ознаками і немає необхідності детально розробляти технологічні процеси на усі вироби програми.

Приведена програма задається такою ж відомістю, що і точна програма. Після цього усі вироби, передбачені завданням, розбивають на групи. У кожну групу входять вироби, подібні за конструкцію та технологію виготовлення. У кожній групі намічають виріб-представник по якому ведуть усі наступні розрахунки. Як вироби-представники приймають найбільш характерні вироби даної групи. До них висувуються наступні вимоги:

- кількість виробів-представників повинна бути переважаючою в річній програмі;
- річна трудоемкість виробів-представників повинна складати велику частину від загальної річної трудоемкості даної групи;
- наявність у групі виробів близьких аналогів, подібних за конструктивними ознаками, габаритними розмірами і масою.

Вироби даної групи, що приводяться до виробу-представника, порівнюють з ним з урахуванням співвідношення за масою, серійністю випуску, складністю обробки й інших параметрів.

Загальний коефіцієнт приведення

$$K = \sum_{i=1}^m K_i, \quad (12.2)$$

де K_i - коефіцієнт приведення за відповідним параметром (маса, серійність, складності таке інше), що враховує особливості розглянутого виробу;
 m – кількість параметрів.

Проектування механічних та складальних цехів за *умовною програмою* проводиться найчастіше для одиничного та дрібносерійного виробництва, коли в номенклатуру заданої програми входять вироби, конструкції яких ще не розроблені, а іноді навіть невідома точна номенклатура виробів. Проектування ковальсько-штампувальних, ливарних, термічних цехів майже завжди здійснюється за умовною програмою, яка задається в тонах виробів на рік. Планування ж діяльності ковальсько-штампувальних та ливарних цехів слід здійснювати на основі точних або приведених програм, тому що планування в умовних одиницях буде стимулювати спрощення конструкцій заготовок і, отже,

різке збільшення витрат конструкційних матеріалів, а іноді й погіршення якості деталей.

У цьому випадку вибирається умовний представник або кілька представників, за якими можна з достатнім наближенням одержати необхідні вихідні дані. По умовному представнику ведеться все технологічне проектування цеху без застосування коефіцієнтів приведення.

Виконані розрахунки поширюються на усі вироби, включені в річну програму, що і є умовною програмою для представника. При цьому, загальна маса виробів річної умовної програми повинна відповідати масі виробів реальної точної програми або не бути меншою за неї.

12.2 Визначення типу виробництва

Тип машинобудівного виробництва визначається за кількома ознаками та показниками. Зазвичай це проводиться в два етапи. На першому етапі за такими показниками як виробнича програма (кількість виробів на рік), маса і розміри заготовок, деталей, виробів, сумарна трудоемкість, такт випуску, коефіцієнт серійності попередньо визначається тип виробництва. Після цього розробляється технологічний процес, встановлюються потрібна кількість технологічних операцій та робочих місць, обирається обладнання. На заключному етапі тип виробництва уточнюється за значенням коефіцієнту закріплення операцій.

Для механічних цехів за річною програмою випуску та масі заготовки (деталі) до 200 кг рекомендується призначати такий тип виробництва:

- одиничне виробництво при програмі до 1000 шт./рік;
- дрібносерійне виробництво - 1000 - 5000 шт./рік;
- середньо серійне виробництво - 5000 - 10000 шт./рік;
- крупносерійне виробництво - 10000 - 100000 шт./рік;
- масове виробництво - більше, ніж 100000 шт./рік.

Проте для різних виробів одна й та сама програма випуску на рік може відповідати різним типам виробництва. Все залежить від складності конструкції виробу, маси заготовок та готових деталей, особливостей складання виробу, вимог до його технічних характеристик. Наведені дані орієнтовані на виробництво автомобілів та тракторів. В ракетобудуванні серійним буде виробництво вже десятки і навіть меншої кількості ракет-носіїв на рік, а бойові ракети випускаються в кількості 100...200 од. на рік. В авіабудуванні серійне виробництво літаків складає десятки і сотні одиниць однієї моделі на рік. Трамваї та тролейбуси, комбайни, локомотиви випускаються сотнями штук на рік на одному підприємстві і це вважається серійним виробництвом.

За коефіцієнтом серійності визначають тип виробництва виходячи з формули:

$$K_{сер} = \frac{\tau_г}{t_{ум}}, \quad (12.3)$$

де $\tau_г$ – такт виробництва, шт./хв.;

t_{um} – середній штучний час (приймають як середнє арифметичне значення) по всіх операціях технологічного процесу який розглядається, хв.

Значення середнього штучного часу на початку проектування технологічного процесу приймають по базовому або типовому технологічному процесу або приймають орієнтовним на основі досвіду обробки деталей та складання виробів, схожих за конструктивними та технологічними ознаками.

Вважають, що

$K_{сер} < 2$ – масове виробництво;

$K_{сер} = 2 - 10$ – великосерійне виробництво;

$K_{сер} = 10 - 20$ – середньосерійне виробництво;

$K_{сер} > 20$ – дрібносерійне або одиничне виробництво.

Всі ці розрахунки мають орієнтовний характер. Вони призначені для попереднього визначення характеристик технологічного обладнання, оснащення, інструменту, його номенклатури, кількості, потрібних виробничих площ, організаційної структури підприємства та його підрозділів, технологічної та структурної організації виробництва. Також може бути, що різні цехи підприємства будуть працювати в умовах різних типів виробництва. Це може становити певні проблеми в організації та функціонуванні заводу. Тому в деяких випадках буває доцільно розділити підприємство на декілька, іноді територіально віддалених один від одного, структурних підрозділів. Такий підхід досить ефективно використовується в автомобільній промисловості, коли поряд із заводами повного циклу існують, ливарні, метизні, механічні та складальні, для потреб автомобільної промисловості працюють цілі прокатні та штампувальні цехи металургійних заводів. Розділення на механічні та складальні заводи застосовується і в інших галузях машинобудування. Остаточно тип виробництва визначається за допомогою коефіцієнта закріплення операцій.

Уточнення типу виробництва за значенням коефіцієнту закріплення операцій базується на тому, що для конкретного виробництва встановлено загальну кількість різних операцій, які виконуються на ділянці (в цеху) протягом місяця (N_o), а також кількість одиниць обладнання, на яких ці операції виконуються (C_p)

$$K_{30} = \frac{N_o}{C_p}. \quad (12.4)$$

Відповідно для

- масового виробництва $K_{30} = 1$;

- великосерійного виробництва $K_{30} = 1-10$;

- середньо серійного виробництва $K_{30} = 10-20$;

- дрібносерійного виробництва $K_{30} = 20-40$;

- одиничного виробництва $K_{30} = > 40$.

У випадку, коли згідно технологічного процесу передбачається використання обладнання різних типорозмірів і кількість операцій різна, K_{30} розраховують за формулою

$$K_{30} = \frac{\sum C_{pi} \cdot m_{di} \cdot m_{oi}}{\sum C_{pi}}, \quad (12.5)$$

де C_{pi} – кількість одиниць обладнання одного найменування, шт.;

m_{di} – кількість найменувань (типорозмірів) заготовок, які обробляються протягом місяця, шт.;

m_{oi} – кількість операцій, закріплених за однією одиницею обладнання при обробці заготовок одного найменування (типорозмірів).

12.3 Загальні форми організації механоскладального виробництва

Для кожного підприємства існує своя форма організації виробництва. Це залежить від наступних чинників:

- конструктивних і технологічних особливостей виробів, які на ньому випускаються;

- типу виробництва;

- виробничої програми;

У конкретних умовах та або інша форма організації виробництва приймається в результаті ретельного аналізу усіх факторів, пов'язаних з підготовкою та функціонуванням виробничого процесу і є результатом його доцільності.

Механоскладальне та ковальсько-штампувальне виробництво, як правило, групується за наступними ознаками (схемами).

- вузловій (предметній);

- технологічній;

- змішаній.

Ливарне виробництво, нанесення покриттів та термічна обробка, як правило, групуються за технологічною ознакою. Іноді обладнання для термічної обробки, зварювання, нанесення покриттів деякими способами може входити до складу механічних цехів та їх підрозділів (дільниць, автоматичних ліній, гнучких виробничих систем різного рівня) або використовуватися в окремому підрозділі.

Організація за *вузловою* (предметною, предметно-замкненою) *схемою* передбачає закріплення за кожним з цехів (виробництвом, комплексом, відділенням, дільницею) усіх деталей певного виробу та його складання.

У залежності від конструкції виробу поряд з механічною обробкою передбачається також складання вузлів. У цьому випадку цехи будуть самостійними механоскладальними і поділяються на механічні і складальні відділення. Іноді в цехах можуть бути зварювальні, термічні, фарбувальні, випробувальні дільниці, а також дільниці нанесення покриттів.

За наявності декількох механоскладальних цехів або цехів агрегатного складання передбачається цех загального складання. Така організаційна форма найчастіше застосовується в масовому та крупносерійному виробництві. В одиничному та дрібносерійному виробництві така організація може застосовуватися в разі випуску широкої номенклатури виробів, які суттєво розрізняються за масою та розмірами. У цьому випадку вузли розподіляють по окремих цехах у залежності від їхньої загальної маси та розмірів. Тобто цехи розділяються за типорозмірами використовуваного технологічного обладнання.

В умовах організації за вузловою (предметною) схемою не виключено, що цеху доведеться виготовляти деталі, які суттєво відрізняються за розмірами та точністю обробки. Це може призвести до нераціонального використання обладнання, а деяких випадках і до погіршення якості продукції. У цьому випадку більш раціональною може виявитися організація за технологічною ознакою.

Організація за *технологічною схемою* передбачає групування деталей різних вузлів і виробів за схожими конструктивними ознаками та подібному технологічному процесу виготовлення. Така організація прийнятна для одиничного та серійного виробництва, за умов яких деталями одного виробу не вдається цілком завантажити обладнання. У цехах обробляються одиничні деталі незалежно від того, до якого вузла або машини вони належать, тобто здійснюється детальна спеціалізація.

Механічні цехи поділяються на кілька груп: наприклад групи цехів по обробці тіл обертання (з підгрупами валів, фланців, втулок), зубчастих коліс, корпусних деталей, важелів та кронштейнів, стандартних і нормалізованих деталей, кріпильних деталей. У таких групах цехів виготовляють деталі, які застосовуються в усіх машинах, які випускаються заводом. Це дозволяє організувати груповий метод обробки заготовок.

Складальні цехи передбачаються як самостійні одиниці по видах машин (цех прокатного устаткування, цех клапанів та інших вузлів автоматики, цех товарів широкого вжитку, цех насосів). Територіально складальні цехи розташовують поруч і по можливості в одній будівлі з цехом великих деталей, а для легкого та середнього машинобудування іноді в одному корпусі з механічними цехами, в яких виготовляються деталі виробу, що відповідає принципу блокування.

Ливарні цехи звичайно розділяються за способом лиття: в землю, в металеві форми (в кокіль та під тиском), за виплавними моделями, в оболонкові форми. В разі розміщення цехів в одному корпусі та використанні однакової номенклатури ливарних матеріалів спільним виконується плавильне та заливочне відділення, а формувальні відділення відповідають різним способам лиття.

Проте обидві ці форми мають певні переваги і недоліки, тому більшість заводів організує виробництво за змішаною схемою.

Організація за *змішаною схемою* передбачає, що частина цехів проєктується за вузловою (предметною), а частина за технологічною ознакою. Така організація виробництва є найбільш зручною для багатьох заводів, які мають у своєму складі заготівельні, обробні та складальні цехи, розвинену інфраструктуру допоміжних та підсобних виробництв. Крім цього, на сьогодні відомо багато способів виготовлення майже кожної деталі або складальної одиниці, але на кожному конкретному підприємстві освоєні далеко не всі. При освоєнні нового виробу спочатку відпрацьовуються та використовуються освоєні та добре відомі персоналу заводу технологічні процеси, як правило, наявному обладнанню. Тобто досить часто не тільки в рамках заводу а й в одному цеху дільниці і відділення можуть бути згруповані і за вузловою (предметною) і за технологічною ознакою.

Поза залежністю від прийнятої організації виробництва звичайно виділяють окремо цехи спеціальних кріпильних деталей, стандартних деталей, де виготовляють деталі для всіх машин передбачених програмою і номенклатурою заводу, інструментальні цехи, які досить часто об'єднують в окреме виробництво як для задоволення потреб власне заводу так і для виготовлення інструментів в якості товарної продукції.

Природно, що з виробництва виключаються покупні вироби (особливо стандартні, наприклад, кулькові, роликові та голкові підшипники) та ті вироби, які отримуються за кооперацією від підприємств-суміжників (партнерів).

Форми технічної організації виробництва. Для *одиночного виробництва* цех комплектується універсальним обладнанням, яке підбирається таким чином, щоб з одного боку можна було застосовувати різні види обробки, а з іншого - щоб кількісне співвідношення окремих одиниць устаткування гарантувало необхідну пропускну здатність цеху.

Технологічний процес обробки має ущільнений характер, при якому на одному або декількох верстатах проводиться повна обробка заготовки або декількох різних заготовок. При виборі кількості і розробці змісту технологічних операцій виходять з умови однорідності виконуваних робіт.

Доля основного технологічного часу t_o у загальній структурі штучного часу t_{um} невелика. У механічних цехах пристосування, ріжучий та вимірювальний інструмент є універсальними. У цехах обробки тиском, де зазвичай використовуються кувальні молоти та гідравлічні преси, інструмент для молотів в основному універсальний. У ливарних цехах слабка механізація та автоматизація основних робіт, термічних цехах використовуються печі періодичної дії.

У структурі цеху присутні:

- планово-розподільний відділ з персоналом, який здатний швидко перебудовувати роботу цеху та пристосовувати наявні засоби виробництва до виконання нового замовлення;
- великі складські приміщення для збереження запасу різноманітних матеріалів;
- кваліфіковані робітники і технічний персонал з досвідом і знаннями в різних галузях машинобудування.

Усе це разом *підвищує вартість продукції.*

Для *серійного виробництва* технологічний процес диференційований, тобто розділений на окремі операції з закріпленням їх за визначеними одиницями обладнання, причому на кожній одиниці обладнання повинна виконуватися обмежена кількість операцій.

При виборі кількості і змісту операцій виходять з розрахунку досить високого завантаження устаткування. Якщо коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_3 < 0,5$ – на складальних операціях і $\eta_3 < 0,7$ – на механічних операціях, то кількість операцій зменшується. Якщо коефіцієнт завантаження устаткування $\eta_3 > 0,9$ – то кількість операцій потрібно збільшити.

$$\eta_3 = \frac{C_p}{C_n}, \quad (12.6)$$

де C_p – розрахункова кількість одиниць устаткування;
 C_n – прийнята кількість одиниць устаткування.

Також широко застосовуються як універсальні, так і спеціалізовані пристосування, універсальний та спеціальний ріжучий та вимірювальний інструмент. Універсальне обладнання часто устатковується швидкодіючим оснащенням, яке дає змогу значно підвищити продуктивність праці при збереженні гнучкості виробництва. Рівень автоматизації виробництва середній. Слід відзначити, що дрібносерійне виробництво за своїми ознаками наближається до одиничного, а крупносерійне – до масового. У кожному окремому випадку при виборі спеціалізованого високопродуктивного обладнання, перед виготовленням спеціального пристосування або інструмента повинне бути проведене економічне обґрунтування. Це стосується всіх видів машинобудівних цехів - ливарних, ковальсько-штампувальних, механічних, термічних, нанесення покриттів, складальних.

Для *масового виробництва* технологічні процеси розробляються і розраховуються найретельніше. Весь технологічний процес виготовлення деталей і складання виробів розчленовується на елементарні операції, приблизно однакові за часом (кратні такту випуску). Всі операції виконуються на окремих одиницях обладнання і робочих місцях – кожна одиниця обладнання, кожне робоче місце виконують одну визначену елементарну операцію. Кваліфікація робітників – від середньої до низької.

Обладнання і пристосування приймаються спеціальні та спеціалізовані, рівень автоматизації обладнання дуже високий, автоматизація як жорстка так і гнучка. Для зниження трудоемкості і верстатоемкості механічної обробки широко застосовується концентрація операцій, які виконуються на автоматах, агрегатних, багаторіцевих і револьверних, а також спеціальних верстатах. Ріжучий інструмент вибирається вузько спеціалізованим. Вимірювальний інструмент автоматичний, сполучений з устаткуванням, а також використовуються граничні калібри. В разі застосування способів ОМТ використовуються високопродуктивні КГШП, ГKM, РКМ, ГП, оснащені швидкодіючим штамповим оснащенням. Для термічної обробки широко використовуються методичні та напівметодичні печі різної конструкції. В ливарному виробництві використовується високопродуктивне автоматизоване обладнання, яке відповідає обраному способу лиття, ливарне оснащення тривалого використання (металеві ливарні форми, металеві моделі та прес-форми).

Форми структурної організації виробництва. Для кожного типу виробництва, виду продукції, що випускається, і особливостей технологічного процесу існують різні способи розташування устаткування.

У зв'язку з цим розрізняють наступні форми структурної організації виробництва:

1. *За типами устаткування* (цехова), яка характеризується тим, що обладнання розташовується за ознакою однорідності обробки.

У такий спосіб створюються дільниці токарних, фрезерних та інших верстатів, ковальських та штампувальних молотів, гідравлічних пресів. В механічних цехах така форма властива головним чином одиничному

виробництву; для окремих деталей застосовується в серійному виробництві. Для цехів обробки тиском вона використовується найчастіше з метою стабілізації навантажень, які передаються від окремих одиниць обладнання на підлогу і фундамент, а через них на інше обладнання.

2. *Предметна або групова форма*, яка передбачає розташування обладнання у порядку технологічних операцій.

Одиниці обладнання розставляються в порядку технологічних операцій, що вимагають однакового порядку обробки. Обробка заготовок на верстатах (молотах, пресах) здійснюється партіями, при цьому час операції на окремих одиницях обладнання не узгоджено з тривалістю операцій на іншому обладнанні. Деталі і заготовки під час роботи зберігаються біля обладнання і потім транспортуються цілою партією. Заготовки, які очікують надходження на наступний верстат (молот, прес) зберігаються або біля верстатів або на спеціальних площадках між верстатами (молотами, пресами), на яких здійснюється проміжний контроль.

При виборі розміру партії виходять з двох обставин, які взаємно виключають одна одну:

перша обставина – розмір партії перевищує потрібний для виробництва на заздалегідь оговорений період часу (місяць, декада, робочий тиждень). У цьому випадку витрачена сировина і вкладені кошти вилучаються з обігу.

друга обставина – чим більше деталей у партії, тим менша їхня собівартість, тому що витрати на підготовку виробництва розподіляються на велику кількість деталей. Існує поняття оптимальної партії – коли необхідна сировина і засоби, які витрачаються з розрахунку на одну деталь, використовуються якнайшвидше, а вартість переналагодження обладнання мала.

3. *Поточно-серійна форма організації* (поточно-перемінна) передбачає розташування обладнання у порядку технологічних операцій, встановленому для виготовлення деталей (заготовок) або для складання виробів. Виробництво йде партіями. Деталі (вироби) в партії не обов'язково ідентичні. Процес виробництва здійснюється таким чином, що час обробки деталі (складання виробу) на одній одиниці обладнання погоджено з часом роботи на наступній; деталі (вироби) партій йдуть від однієї до іншої одиниці обладнання у порядку технологічних операцій, створюючи безперервність руху. Безперервність руху, як правило, забезпечується синхронізацією операцій, тобто приведення операційного часу відповідно до прийнятого режиму роботи. Для цього весь технологічний процес розділяється на окремі операції, виходячи з технічних можливостей обладнання, що виключає простоювання та забезпечує зайнятість виробничих працівників. Така форма організації властива серійному виробництву.

Синхронізація операцій досягається різними технологічними й організаційними заходами за рахунок:

1. Розчленування операцій або їхнє укрупнення.
2. Застосування оптимальних режимів обробки.
3. Застосування спеціального інструмента (ріжучого, штампувального).
4. Одночасної обробки декількома інструментами.

5. Скорочення допоміжного часу застосуванням спеціальних механізованих та автоматизованих електромеханічних, пневматичних, гідравлічних, пневмогідравлічних швидкодіючих пристосувань.

6. Одночасної обробки декількох заготовок.

7. Автоматизації і механізації обладнання.

8. Застосування одночасно працюючих однотипних одиниць обладнання (дублерів).

9. Механізації та автоматизації транспортування заготовок між обладнанням.

10. Включення в потік основної обробки інших її видів (наприклад, в ділянку механічної обробки входить обладнання для термічної обробки, зварювання, обробки тиском, складання).

4. *Прямоточна* (пульсуючим потоком), яка передбачає розташування обладнання у порядку технологічних операцій, закріплених за визначеними одиницями; деталі від однієї одиниці обладнання до іншої передаються поштучно, але час на виконання окремих операцій не завжди однаковий, тобто має місце синхронізація операцій за часом, який кратний такту випуску, хоча і не на всіх ділянках лінії. Внаслідок цього біля одиниць обладнання, у яких час на виконання операцій більше встановленого такту, створюються запаси заготовок. Передача заготовок від одного робочого місця до іншого здійснюється рольгангами, жолобами. Пульсуючий потік характерний для масового виробництва.

5. *Безперервним потоком*. При такій формі організації робочі місця (як для обладнання, так і для ручної роботи) розташовуються в порядку операцій технологічного процесу, на кожному робочому місці виконується одна операція; час виконання операцій точно встановлюється і відповідає такту випуску для всіх робочих місць (здійснюється тверда синхронізація операцій). У залежності від того, як регулюється такт випуску, розрізняють кілька різновидів організації виробництва безперервним потоком:

1. З передачею виробу вручну.

2. З передачею виробу не механізованими пристроями.

3. Такт випуску регламентується світловими або звуковими сигналами по операціях.

4. З періодичною подачею виробу механічним транспортом.

5. З безперервною подачею механічним транспортом (конвеєр рухається безупинно).

13 ВИМОГИ ДО ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ, РЕЖИМИ РОБОТИ І ФОНДИ ЧАСУ ВИРОБНИЦТВ

13.1 Будівельна частина промислових споруд і вимоги до них

Промисловим будівництвом називають галузь будівництва, яка займається створенням основних фондів промисловості. Призначення промислового будівництва - це виконання всього комплексу будівельних і монтажних робіт, які

забезпечують уведення в дію нових і розширення або реконструкцію (модернізацію) діючих промислових підприємств.

До промислового будівництва належить зведення будівель, споруд, інженерних і транспортних мереж і комунікацій, інших об'єктів виробничої інфраструктури, сукупність яких призначена для забезпечення випуску промислової продукції різних галузей народного господарства.

Промислові будівлі – це будівлі, призначені для розміщення промислових виробництв, та для забезпечення необхідних виробничих та санітарно-гігієнічних умов для працюючих.

Сукупність цих вимог визначає відповідний експлуатаційний режим, який підтримують всередині будівлі системи повітрообміну, опалення, освітлення, водопостачання і енергопостачання, каналізації, шумопоглинання, пилевидалення тощо. З цією ж метою промислові будівлі оснащують підйомно-транспортними засобами і обладнанням, системами комунікацій, пристроями для підтримки і кріплення технологічного обладнання, машин тощо. Комплекс вказаних інженерно-технологічних систем і пристроїв разом із будівельною і конструктивною системою, об'ємно-планувальними параметрами і поверховістю будівлі визначають її планувальне та просторово-композиційне рішення, яке безпосередньо пов'язане з видом промислового виробництва, що розміщується в ньому. Машинобудування, як галузь промисловості, характеризується великим різноманіттям типорозмірів продукції, технологічних процесів її виготовлення, застосовуваного технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного обладнання.

Одна з основних особливостей промислових виробництв усіх галузей – їх постійне вдосконалення, пов'язане з модернізацією технології та частковою або повною заміною обладнання. Це явище досить поширене в Україні і пов'язане з тим, що наявні підприємства значною мірою не пристосовані для роботи в сучасних умовах. Наприклад, багато заводів були розраховані на масове та крупносерійне виробництво продукції, а сучасні потреби ринку вимагають дрібносерійного або навіть одиничного виробництва, не кажучи вже про енерговитратність багатьох виробництв. Крім того, виробництво найбільш високотехнологічної продукції в Україні (наприклад, авіаційна та ракетно-космічна промисловість) має незамкнені виробничі ланцюги, тобто потребує імпорту важливих комплектуючих та напівфабрикатів. Необхідне радикальне оновлення не тільки парку обладнання, а й створення нових виробництв і навіть галузей промисловості, яких в Україні не існувало. Значна частина витрат при створенні нового промислового підприємства припадає саме на зведення промислових будівель. Значно скоротити ці витрати допомагає використання на основі оренди або придбання наявних виробничих будівель, які з тих чи інших причин не використовуються власниками за призначенням. Такий підхід властивий і найбільш розвиненим країнам, підприємства яких досить часто змінюють напрям своєї діяльності, використовуючи при цьому наявні виробничі площі. У зв'язку з цим останнім часом, отримав широке застосування універсальний тип промислових будівель, придатних для розміщення різних виробництв однієї або навіть декількох галузей промисловості.

Вимоги до промислових будівель:

Функціональні вимоги полягають у тому, щоб промислові будівлі найбільш повно відповідали своєму призначенню, тобто заданим параметрам розміщення в них технологічних процесів. Цим вимогам повинні відповідати об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі, її внутрішньоцехове підйомно-транспортне обладнання, повітряне середовище, світловий та шумовий режими виробничих приміщень. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення повинні бути гнучкими для можливості удосконалення технологічних процесів.

Технічні вимоги до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових будівель полягають у забезпеченні їх міцності, стійкості та довговічності, у зниженні пожежної та вибухової небезпеки для працюючих, а також у можливості зведення будівель індустріальними методами.

Архітектурно-художні вимоги - промислові будівлі повинні мати естетично виразний та привабливий зовнішній вигляд. Архітектуру будівель промислових підприємств необхідно гармонійно пов'язувати із забудовою всього промислового комплексу та з природним середовищем. Сучасні естетичні вимоги викликають необхідність покращувати якість інтер'єрів виробничих приміщень, яка визначається їхньою архітектурно-планувальною організацією, системами їхнього освітлення, характером їхнього оздоблення і якістю оздоблювальних будівельних матеріалів, зовнішнім виглядом технологічного обладнання. Гарно і якісно вирішені інтер'єри і фасади промислових будівель підвищують продуктивність праці, знижують утомлюваність, зменшують травматизм, створюють відчуття комфорту, зберігають здоров'я людей і покращують їхній настрій.

Економічні вимоги полягають у забезпеченні доцільно необхідних витрат як на будівництво, так і на експлуатацію промислових будівель. Для забезпечення оптимальної організації технологічного процесу необхідно вибирати найбільш раціональні об'ємно-планувальні, конструктивні та архітектурно-композиційні рішення. На економічність будівель впливають також скорочення термінів будівництва, використання вітчизняних будівельних матеріалів і конструкцій, зменшення витрат на його експлуатацію.

Екологічні вимоги забезпечуються нормативними виробничо-технологічними процесами, розміщеними в промислових будівлях. Будь-який виробничий процес повинен виключати або мінімізувати забруднення повітряного і водного басейнів, забезпечувати раціональне використання природних ресурсів (сировини, палива, енергії тощо) і відходів виробництва. Разом з тим і архітектурно-конструктивне рішення промислової будівлі та його розміщення на генплані повинні сприяти виключенню або ослабленню шкідливих впливів виробництва на навколишнє природне середовище, людей і прилеглі житлові райони.

13.2 Режими роботи і фонди часу роботи обладнання і робітників

Режим роботи – це кількість робочих днів у році і робочих змін на добу, а також тривалість кожної зміни в годинах. Крім цього, режим роботи може передбачати, які операції технологічного процесу здійснюються в ту чи іншу

зміну. Кількість робочих днів у році залежить від того, чи є дане виробництво перервним або безперервним. Машинобудівні заводи в цілому відносяться до перервного виробництва.

Розрахункова кількість робочих днів у році визначається повною річною кількістю календарних днів без загальних вихідних і святкових днів (крім мартенівських, термічних, фарбувальних, сушильних, ливарних цехів, які відносяться до безперервного виробництва). Кількість робочих змін у добу залежить від характеру виробництва, програми випуску і завантаження підприємства замовленнями. За норму прийнято, що у добу дві зміни. Три зміни приймаються для цехів з особливими умовами виробництва (ливарні, термічні) або з устаткуванням, яке не допускає зупинки (доменне виробництво), або для унікального устаткування, яке не забезпечує при двозмінній роботі виконання заданої програми та необхідної рентабельності виробництва. Одна зміна звичайно використовується у випадку недостатнього завантаження, або на особливо точних роботах, які вимагають тільки денного освітлення.

Тривалість робочого часу робітників та службовців, які працюють у нормальних умовах – 40 годин на тиждень при 5-и робочих днях і 2-х вихідних. При роботі у шкідливих умовах – 36 годин.

Розрізняють календарний, номінальний та дійсний (розрахунковий) фонди часу роботи устаткування і робітників.

Календарний річний фонд часу визначається як добуток числа годин у добу на кількість календарних днів у році:

$$\Phi_K = 24 \times 356 = 8760 \text{ годин (8784 години у високосному році).}$$

Номінальний річний фонд часу – кількість годин у році відповідно до прийнятого режиму роботи підприємства без урахування втрат часу через простої виробництва, планові та непланові перерви в роботі. Номінальний робочий час змінюється з року в рік в залежності від кількості вихідних та передсвяткових днів. Розраховується номінальний річний фонд часу Φ_H за формулою:

$$\Phi_H = [t_3(N_K - N_B - N_C) - t_C N_{PC}] \cdot n, \quad (13.1)$$

де t_3 – тривалість зміни, год.;

N_K – кількість календарних днів на рік;

N_B – кількість вихідних днів;

N_C – кількість святкових днів;

N_{PC} – кількість передсвяткових днів;

t_C – час скорочення зміни у передсвяткові дні (1 година);

n – кількість змін.

Дійсний (розрахунковий) річний фонд часу – це час, що може бути цілком використаний для виробництва і визначається відрахуванням з номінального фонду неминучих втрат. Дійсний фонд роботи Φ_D визначається за формулою:

$$\Phi_D = \Phi_H (1 - k/100), \quad (13.2)$$

де k – коефіцієнт втрат у відсотках.

Для робітників – це відпустки чергові, по навчанню, хворобі, вагітності та скороченому робочому дню для підлітків. Як правило вони складають 10-12%.

Для обладнання – обслуговування, контроль технічного та санітарного стану, налагодження і переналагодження, плановий та капітальний ремонт. Для легких верстатів з масою до 1000 кг втрати складають 2-4% , для середніх (маса від 1000 кг до 10000 кг) – 3-5% , важчих за 10000 кг (унікальних) – 6-10% , автоматичних ліній – 8-10% . плавильних печей ливарних цехів – не менше 10% (іноді вказуються цифри від 4% до 12% для двозмінної роботи та від 4% до 14% для тризмінної), пресів та молотів ковальсько-штампувальних цехів – 4-14% , термічних печей та іншого термічного обладнання – 3-6% для безперервної роботи та 6-15% для перервного. Слід відзначити, що різниця у значеннях коефіцієнту втрат та різна кількість робочих та вихідних та передсвяткових днів дозволяють іноді використовувати усереднені значення дійсного фонду роботи обладнання, наприклад, для плавильних печей ливарних цехів дійсний фонд роботи складає 1985 годин для однозмінної роботи, 3890 год. – для двозмінної та 5840 год. – для тризмінної.

Для виробництв, у яких установлені регламентовані перерви для відпочинку (конвеєр), приведений дійсний річний фонд часу підлягає коректуванню відповідно до галузевих норм.

За допомогою коефіцієнта використання обладнання за календарним часом визначається ефективність використання обладнання:

$$K_{BO} = \Phi_D / \Phi_K . \quad (13.3)$$

Слід також відзначити, що для ливарних цехів можуть застосовуватися *послідовний* та *паралельний* режими роботи. При *послідовному* режимі протягом доби здійснюється один або два повні технологічні цикли виготовлення виливків. В цьому разі в кожен зміну виконується лише частина технологічного циклу. В залежності від кількості змін режим роботи має назву тризмінного або двозмінного послідовного. У випадку *паралельного* режиму роботи протягом кожної зміни, незалежно від їх кількості, виконуються всі операції технологічного циклу виготовлення виливків.

Слід відзначити, що на деяких підприємствах, особливо в Західній Європі, використовується послідовний режим роботи. При цьому одні й ті ж самі робітники виконують спочатку операції заготівельного виробництва (наприклад, виготовлення виливків або поковок) потім обробляють їх (механічна, термічна обробка, нанесення покриттів) та складають вироби. Але така форма роботи придатна лише для одиничного та дрібносерійного виробництва. Крім цього, необхідна надзвичайно висока кваліфікація робітників. Переваги – у найкоротші терміни можуть бути виготовлені дослідні зразки та навіть малі серії товарної продукції.

Методи визначення технічних норм часу в процесі проектування машинобудівних цехів.

Існують такі методи визначення технічних норм часу для цехів та діляниць, які підлягають проектуванню:

- за технологічним процесом;
- методом порівняння;
- згідно із заводськими нормами;

- за техніко-економічним показникам;
- за типовими нормами.

1. За технологічним процесом технічне нормування здійснюється шляхом розрахунку норм часу на кожен операцію. При цьому тільки 10-ть визначається розрахунком, в залежності від розмірів оброблюваної поверхні, режимів обробки або складання та конструкції обладнання. Решти елементи визначаються згідно із нормативами.

2. Визначення технічних норм часу виготовлення деталей та складання виробів *методом порівняння* застосовується при проектуванні цеху за приведеною програмою, а також при проектуванні цехів одиничного та дрібносерійного виробництва. Технічні норми часу t_X виробу-представника групи визначають по технологічному процесу, а технічні норми часу всіх інших виробів групи визначають шляхом порівняння, користуючись коефіцієнтом приведення:

$$t_X = t \cdot k_{ПП}, \quad (13.4)$$

де t – відома технічна норма часу;

$k_{ПП}$ – загальний коефіцієнт приведення (аналогічно розрахунку приведеної програми).

3. Визначення технічних норм часу $t_{ПП}$ за нормами заводів або за матеріалами раніше виконаних проєктів застосовується для приблизних розрахунків в серійному та одиничному виробництві, а також при реконструкції цехів. У цьому випадку відомі заводські або проєктні норми змінюють (норми стають більш жорсткими), враховуючі переробку технічних норм часу на діючому заводі і поліпшення технологічного процесу в розгляданому проєкті:

$$t_{ПП} = t_{\Phi} / k_y, \quad (13.5)$$

де t_{Φ} – фактична технічна норма часу;

k_y – коефіцієнт, який враховує зменшення норм часу.

4. Метод визначення технічних норм часу за *техніко-економічними показниками* є ще більш приблизним, ніж попередній. Він полягає у тому, що трудоемкість обробки комплексу деталей, вузла або виробу приймається за інформацією, яка одержана з раніше виконаних проєктів подібних виробництв. Обов'язковою умовою таких проєктів є те, що вони повинні мати значні техніко-економічні показники. Коли вироби, які порівнюють, відрізняються вагою, серійністю або складністю виготовлення, то ця різниця враховується відповідними коефіцієнтами приведення.

5. Метод визначення технічних норм часу по *типовим нормам* застосовується при використанні маршрутних технологічних процесів. Нормування виконується згідно нормативів розроблених технологічними науково-дослідними інститутами або іншими науково-дослідними організаціями (наприклад, ВАТ «Український науково-дослідний інститут технології машинобудування»). Типові норми розробляються на найбільш розповсюджені операції обробки типових деталей (вали, диски, колеса та т.п.). Для розрахунків технологічних норм часу складаються розрахункові відомості. Вони можуть бути подетальні, вузлові або на виріб у цілому.

Технічні норми часу встановлюються шляхом досить довготривалого (не менше двох-трьох робочих змін) цілеспрямованого спостереження за процесом виготовлення виробів. Протягом такого спостереження виявляються зайві дії, які збільшують тривалість виготовлення виробу, втомлюють робітників, призводять до збільшення витрат інструменту, енергії та матеріалів. Такі дії виключаються із виробничого процесу та при потребі замінюються іншими. Іноді для виключення зайвих дій доводиться перепланувати не тільки окремі робочі місця, а й всю дільницю, цех, навіть завод використовуючи, наприклад, метод, який має термін «фотографія робочого дня».

Для характеристики ступеня зайнятості обладнання використовується коефіцієнт його завантаження η_3 , який рівний відношенню розрахункової C_P до прийнятої C_{II} кількості виробничого обладнання:

$$\eta_3 = C_P / C_{II} . \quad (13.6)$$

Прийнятними (за даними різних джерел) вважаються значення η_3 для механічної обробки та обробки тиском:

- 0,85 - 0,95 - і більше – для масового виробництва;

- 0,75 - 0,86 – для серійного виробництва;

0,65 - 0,78 – для дрібно серійного та одиничного виробництва.

Для технологічних процесів складання оптимальне значення η_3 складає

- 0,90 - 0,95 – для масового, крупносерійного виробництва;

- 0,70 - 0,80 – для серійного виробництва;

- 0,40-0,70 – для одиничного виробництва.

Для ливарного виробництва та цехів термічної обробки значення η_3 будуть подібними з рахуванням того, що для цих цехів найбільш прийнятним є безперервний або тризмінний режим роботи.

13.3 Використання обладнання з числовим програмним керуванням.

Гнучкі виробничі системи

Потреба у різкому збільшенні гнучкості виробництва при збереженні достатньо високої його продуктивності з'явилася наприкінці 70-х років двадцятого століття. Вже в середині 80-х років минулого століття були спроектовані та виготовлені перші зразки ГВС, які фактично стали класичними і визначили напрями розвитку цієї форми організації виробництва, яке найбільш часто і ефективно перетворюється на гнучке інтегроване серійне виробництво. Під інтегрованістю виробництва розуміється наскрізний характер процесів від проектування виробу, проектування технологічних процесів його виготовлення та власне здійснення виробництва. На сьогодні виділяється кілька рівнів автоматизації та інтеграції виробництва, існує декілька класифікацій. З точки зору порівняння гнучкості виробництва та продуктивності обладнання найбільш інформативною є класифікація, яка наведена на рисунку 13.1. Гнучкі виробничі системи мають багато рівнів – від одиничних верстатів з ЧПК до ГАЛ і навіть ГАЗ.

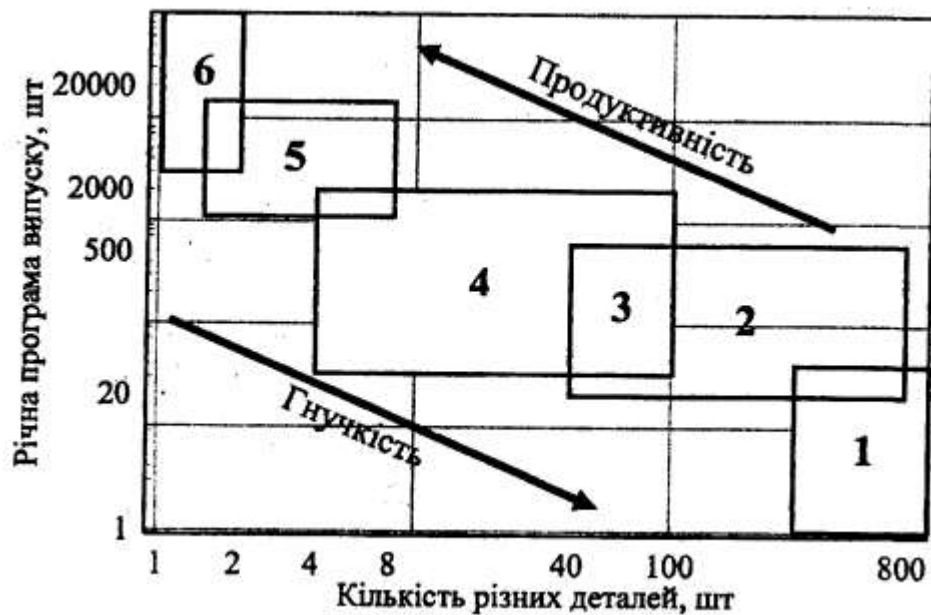


Рисунок 13.1 – Зв'язок гнучкості та продуктивності виробничих систем із типом виробництва та ступенем його автоматизації:

1 – окремі верстати з ЧПК одиничного виробництва з ручним програмуванням; 2 – гнучкий виробничий модуль (одиниця обладнання з ЧПК, найчастіше верстат типу «обробний центр», оснащений накопичувачем деталей та ПР); 3 – гнучкий виробничий осередок (дві одиниці обладнання, найчастіше металорізальні верстати, з'єднані між собою автоматизованою системою транспортування деталей та маніпулювання ними та обладнанні необхідними контрольними пристроями); 4 – роботизований технологічний комплекс, гнучка виробнича система серійного виробництва; 5 – ГАЛ; 6 – автоматичні лінії або спеціалізоване (спеціальне) обладнання масового виробництва.

Проте значна частина наведених вище концепцій залишилася лише на папері, а ті, які були реалізовані, мають не тільки позитивні наслідки. Особливо це стосується концепцій НСІМ (НСІВ), тобто наведені рівні автоматизації та інтеграції виробництва існують і засновані на них підприємства функціонують, але не всі вони, особливо найвищі (НСІМ (НСІВ)) цілком освоєні навіть у найрозвиненіших країнах. При проектуванні нового підприємства, або окремого заводу, цеху, реконструкції або перепрофілюванні існуючого підприємства необхідно враховувати наявний та бажаний рівень автоматизації та інтеграції виробництва, тому що від нього залежать всі сфери діяльності підприємства.

Найбільшого розвитку зазнали гнучкі виробничі системи механічної обробки з використанням верстатів з ЧПК, близькі до них гнучкі виробничі системи електроерозійної та променевої обробки.

Застосування гнучких виробничих систем в заготівельному виробництві має свої особливості. Наприклад, при вільному куванні тривалість заміни інструменту така, що не дозволяє використати переваги розміщення пристрою ЧПК та виконуючих органів в одному корпусі молота чи преса. Тим більше, що електронні пристрої ЧПК досить чутливі до вібрацій при куванні на молотах. Але

програмування процесу кування за допомогою ЧПК таки є доцільним і дозволяє за умови суворого додержання температурного режиму нагрівання заготовки та її обробки тиском отримувати на універсальному обладнанні та з використанням універсального інструменту значно більш складні поковки, ніж без використання ЧПК. Крім цього, при обробці матеріалів тиском досить часто, особливо за умов крупносерійного та масового виробництва, використовуються РТК.

З точки зору ширини охоплення всіх сфер діяльності людства на сьогодні розрізняють шість рівнів автоматизації та інтеграції виробництва, як це вказано на рисунку 13.2.

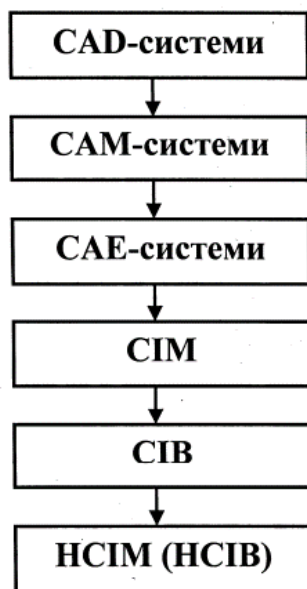


Рисунок 13.2 – Рівні автоматизації та інтеграції виробництва:

САD – автоматизоване проєктування виробів; САМ – комп’ютеризоване виробництво; САЕ – комп’ютеризоване підприємництво (прогнозування та вивчення ринку); СІМ – виробництво, інтегроване на базі комп’ютерної техніки; СІВ – бізнес, інтегрований на базі комп’ютерної техніки; НСІМ (НСІВ) – соціотехнічне (людиноорієнтоване) виробництво (бізнес).

У ливарному виробництві гнучкість виробництва забезпечується швидкістю виготовлення ливарних форм. Це також забезпечується використанням обладнання з ЧПК. Крім МРВ досить перспективним є використання обладнання для різних генеративних технологій прискореного формоутворення та прототипування. Це перш за все лазерна стереолітографія та тривимірний струменевий друк. Використання генеративних технологій дозволяє забезпечити коефіцієнт використання матеріалу близький до 1,0 та звести до мінімуму технологічне оснащення, необхідне для виготовлення ливарних форм або моделей. Для лиття алюмінієвих сплавів можуть бути використані ливарні форми, отримані безпосередньо за допомогою генеративних технологій, а в разі лиття сталей та тугоплавких сплавів ці технології використовуються для виготовлення прес-форми, у яких отримуються воскові моделі. Ливарні форми або прес-форми, отримані за допомогою генеративних технологій, не потребують верстатної обробки (в окремих випадках лише потребують незначної слюсарної підгонки).

Гнучкість термічної обробки забезпечити досить важко, але сучасне пічне обладнання надає для цього деякі можливості. Наприклад, використання комбінованих шахтних печей зі змінними кришками. Для термічної обробки деталей з алюмінієвих сплавів використовуються кришки із закріпленням на них вентилятором (аеродинамічні печі). Це дозволяє знизити витрати електроенергії, порівняно зі звичайними нагрівачами опору, у два-чотири рази. В разі термічної обробки сталей, сплавів на основі нікелю та інших тугоплавких матеріалів використовуються кришки зі звичайними нагрівачами опору, наприклад, з карборунду. Використання змінних кришок дозволяє значно скоротити кількість печей, необхідну для термічної обробки деталей з різних матеріалів.

До речі, створення ГВС далеко не завжди мало і має на меті значне розширення номенклатури продукції, яка випускається підприємством. Досить часто за допомогою створення гнучких виробничих систем власники та керівники підприємств намагаються суттєво скоротити кількість персоналу, обладнання, виробничих площ при збереженні звичної номенклатури продукції.

От наприклад використання верстатів із ЧПК доцільне у наступних випадках:

1. Обробка отворів складної геометричної форми, що вимагають застосування декількох послідовно працюючих інструментів, а також обробку груп отворів на свердлильних і розточувальних верстатах.

2. Побудова технологічного процесу за принципом концентрації операцій, тобто зосередження можливо більшого числа однотипних видів обробки на одному робочому місці.

3. Необхідність зменшення частки допоміжного часу, який затрачається на зміну режимів різання, оброблюваних поверхонь, ріжучого інструмента і т.п. факторів при послідовній обробці декількох поверхонь на універсальному верстаті.

4. Обробка декількох аналогічних заготовок на одному верстаті в умовах серійного виробництва.

5. Можливість скорочення кількості операторів (верстатників) за рахунок застосування багатостатного обслуговування.

14 ГНУЧКЕ АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИРОБНИЦТВО

14.1 Вибір номенклатури технологічного обладнання

При виборі номенклатури та кількості технологічного оснащення для сучасних цехів механоскладальних виробництв необхідно враховувати інтенсифікацію технологічних процесів, підвищення якості обробки поверхонь деталей та складання машин, комплексну автоматизацію виробничих процесів, добиватися підвищення продуктивності праці та рентабельності виробництва.

Основним критерієм з вибору номенклатури та кількості устаткування цеху є мінімальні зведені витрати на річний випуск.

Підвищення ефективності виробництва забезпечується за рахунок високоавтоматизованих технологічних комплексів устаткування, що функціонують з використанням принципів «безлюдної технології» – тобто без участі робітників або з мінімальною кількістю обслуговуючого персоналу.

Розвиток подібних комплексів і перехід на безлюдну технологію в умовах багатомономенклатурного серійного виробництва є можливим на основі впровадження гнучких виробничих систем.

Гнучка виробнича система (ГВС) – це сукупність в різних комбінаціях верстатів з ЧПК, РТК, ГВМ, окремих одиниць технологічного устаткування та систем забезпечення їх функціонування в автоматичному режимі протягом певного часу, з властивим для неї автоматичним переналагодженням на випуск виробів різної номенклатури.

По організаційній структурі гнучкі виробничі системи формуються у вигляді ГВС: ГАЛ; ГАД; ГАЦ; ГАЗ.

Визначення ГВС згідно ДСТУ – це сукупність або окрема одиниця технологічного устаткування і система забезпечення її функціонування в автоматичному режимі, яка має властивості автоматизованого переналагоджування при виробництві виробів довільної номенклатури у встановлених границях значень їх характеристик.

Вихідною одиницею ГАВ є гнучкий автоматизований модуль. ГАМ – це гнучка виробнича система, що складається із одиниці технологічного устаткування, оснащена автоматичним пристроєм програмного керування і засобами автоматизації технологічного процесу. В загальному випадку засоби автоматизації ГВМ можуть включати накопичувачі, засоби завантаження-розвантаження, засоби заміни технологічного оснащення, видалення відходів, автоматизованого контролю, діагностики, засобів переналагоджування. ГВС складається із кількох гнучких виробничих модулів, зв'язаних автоматизованою системою керування і транспортно-складською системою.

Система автоматичного керування розподіляє роботу між окремими модулями, направляючи заготовки по найкращим потокам. При цьому може бути призначена обробка кількох дрібних партій заготовок незалежно одна від одної.

Автоматизована транспортно-складська система відправляє заготовки на будь-який верстат комплексу і в будь-якій послідовності.

Автоматизована система інструментального забезпечення слідкує за станом різальних інструментів на верстатах і виконує своєчасну заміну окремих інструментів або цілих інструментальних магазинів.

ГАВ характеризується високим ступенем автоматизації технологічних процесів обробки, обслуговування, управління і неперервністю процесів багатомономенклатурного дрібносерійного виробництва. ГАВ дає можливість експлуатації на протязі доби технологічного устаткування при не обов'язковій участі робітника у функціонування системи. В той же час певна частина персоналу повинна залишатись на операціях контролю, комплектування заготовок та інструменту, загального спостереження за ходом виробництва.

Однією із основних особливостей ГАВ являється його висока гнучкість, яка дозволяє в умовах серійного виробництва в будь-який момент припинити випуск

продукції і за короткий період з мінімальними затратами приступити до випуску нової продукції. Загальна продуктивність праці зростає не менше, як у п'ять-шість раз, робітники звільняються від важких, шкідливих і монотонних робіт.

Серійне виробництво, в якому випускається до 80% загальної продукції, характеризується великими затратами робочого часу на виконання допоміжних операцій. Основним напрямком скорочення цих затрат є автоматизація виробничих процесів за рахунок використання верстатів з ЧПК. На цих верстатах досягається висока ступінь автоматизації обробки і можливість їх швидкого переналагоджування на обробку будь-якої деталі в межах технічних характеристик.

Ефективність застосування верстатів з ЧПК виражається у:

- підвищенні точності і однорідності розмірів і форми оброблюваних заготовок;

- підвищенні продуктивності обробки у декілька разів ;

- зниженні собівартості обробки;

- зниженні потреб у висококваліфікованих верстатниках.

За рахунок об'єднання верстатів з ЧПК в поточні лінії досягається неперервність технологічного процесу і його часткова автоматизація, створюються групові поточні лінії.

Для серійного та крупносерійного типів виробництва верстати з ЧПК оснащуються засобами для завантаження та розвантаження заготовок, що дає можливість використовувати їх в складі ГАД. Термін окупності верстатів із програмним керуванням приблизно 3...4 роки.

14.2 Механізація і автоматизація завантаження і розвантаження основного обладнання цеху

Автоматичним завантажувально-розвантажувальним пристосуванням називається комплекс механізмів, що забезпечують автоматичне переміщення заготовки з місця її розміщення в робочу зону мехобробки а потім у задане місце зберігання.

Завантажувальні пристрої розділяють на дві групи:

- для штучних заготовок;

- для бунтового матеріалу (дріт, стрічка і т.п.).

Автоматичні завантажувальні пристосування залежно від способу розміщення в них запасу штучних деталей розділяють на три типи: магазинні, штабельні й бункерні:

- магазинний спосіб: в один ряд із проміжками (у розрядку) або впритул;

- штабельний спосіб: у кілька рядів у розкладку (в один шар) або в накат (у кілька шарів);

- бункерний спосіб: безладно (навалом або розсипом).

Завантажувальні пристрої поділяються:

- залежно від способу переміщення деталей (самопливні, напівсамопливні, примусові, комбіновані);

- залежно від виду руху (зворотно-поступальні, поступальні, зворотно-гойдальні, обертальні, вібраційні).

Види по конструктивних ознаках:

- форма лотка (пряма, спіральна);
- конструкція напрямляючих і несучих елементів (одно-, багато валкові);
- конструкція несучих і тягових органів (ланцюгові, стрічкові);
- конструкції пристроїв для переміщення (ланцюгові, барабанні, карусельні).

Механізми поштучної видачі заготовок (рис.14.1) призначені для автоматизації технологічних процесів обробки деталей. Механізми-відсікачі призначені для відділення однієї заготовки від загального потоку заготовок, що надходять із магазину або накопичувача, з метою подальшого її переміщення на транспортуючу систему обслуговуваного верстата. Необхідність установки механізму поштучної видачі визначається в кожному конкретному випадку залежно від форми і розмірів заготовки, конструкції магазину або накопичувача, а також конструкції верстата, що обслуговується завантажувальним пристроєм.

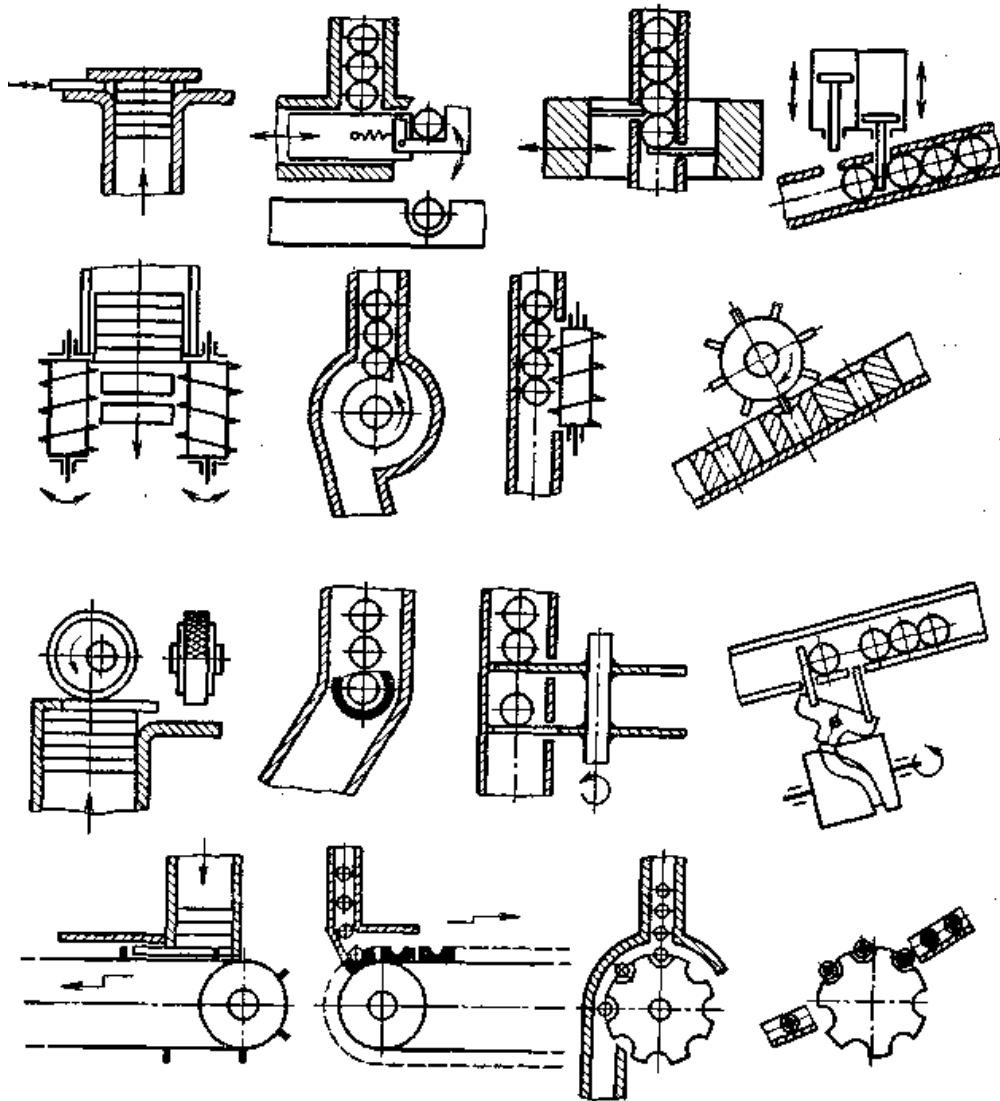


Рисунок 14.1 – Механізми поштучної видачі заготовок

В якості відсікачів заготовок використовують штифти, планки, диски, барабани. У тих випадках, коли відсікачами заготовок є штифти, вони мають зворотно-поступальний або коливальний рух. Штифти-відсікачі приводяться в рух від рухомої частини живильника, кулачків розподільного вала або від пневматичних циліндрів, які керуються блоком керування циклом автоматизованого верстата. Недолік штифтових відсікачів полягає в тому, що вони не мають нейтрального положення, тому при недостатній швидкості дії відсікача можливе натикання штифтів на заготовку або проскакування декількох заготовок. Іншим недоліком штифтових відсікачів є невисока продуктивність, оскільки швидкість відсікання залежить від швидкості переміщення заготовок.

Для заготовок тіл обертання поряд із штифтовими відсікачами широко використовують дискові або барабанні відсікачі. Дискові відсікачі являють собою диски або барабани з вирізами за формою подаваної заготовки і мають примусове періодичне обертання від спеціального механізму.

Лоткові магазини. Застосовуються такі типи лоткових магазинів:

- прямі прості; прямі роликові; гвинтові прості; гвинтові роликові; спірально-овальні; спірально-овальні роликові; змійкові; зигзагоподібні; дугоподібні ввігнуті і опуклі; каскадні лотки.
- закритого і відкритого типів.

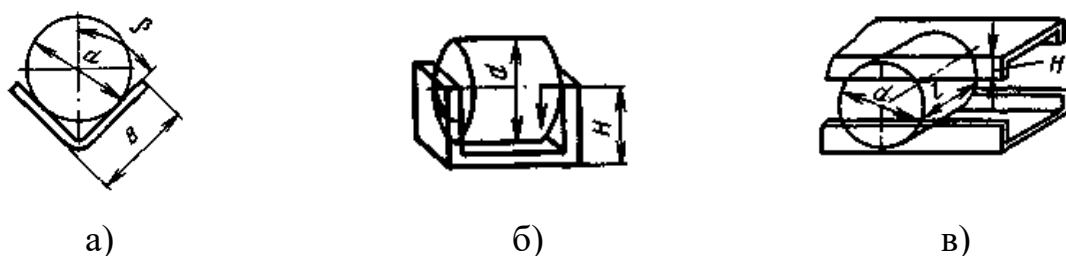


Рисунок 14.2 – Типи лотків магазинів:

а) кутовий; б) відкритий коробчатий; в) закритий коробчатий

Бункерні завантажувальні пристрої. Бункер – це ємкість для розміщення штучних заготовок. Бункери виготовляються з чавуну, алюмінію або зварними з листової сталі. Бункерні пристрої є наступних типів: з ножовими захватами, з двома піввтулками, барабанні, дискові кишенькового типу, вібробункери. Бункерні завантажувальні пристрої використовують для завантаження МРВ заготовками типу поршневих пальців, втулок, кільцями, болтами, гвинтами, гайками, ковпачками.

Найширше практичне використання мають дискові бункери кишенькового типу внаслідок їх високої продуктивності. Дані бункерні пристрої по виду орієнтації деталей поділяються на орієнтацію в один або два прийоми. Діаметр диска приймається в межах $D = (8 \dots 10)L$, де L – довжина заготовки.

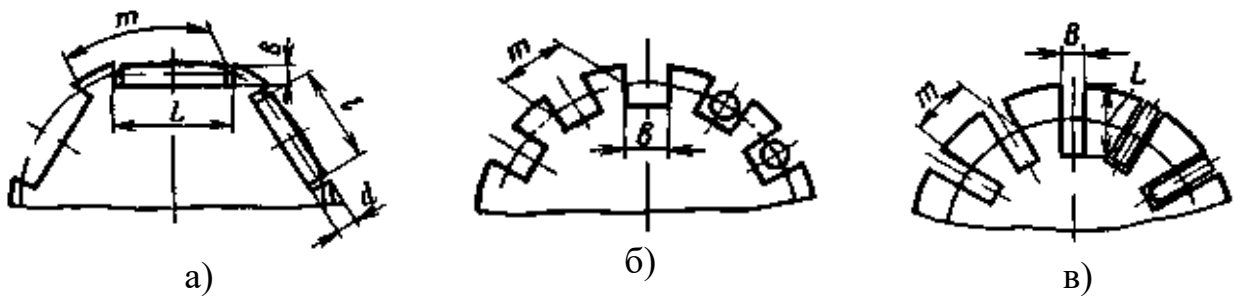


Рисунок 14.3 – Принципова схема розміщення деталей на диску бункера кишенькового типу: а) по хорді диска; б) перпендикулярно площині диска; в) по радіусу диска

Живильники автоматичних ліній. Живильниками називають механізми завантажувальних пристроїв, призначені для переміщення подаваних заготовок з магазину (накопичувача) у пристосування або в механізм переміщення (поворотний стіл, кроковий транспортер і т.д.).

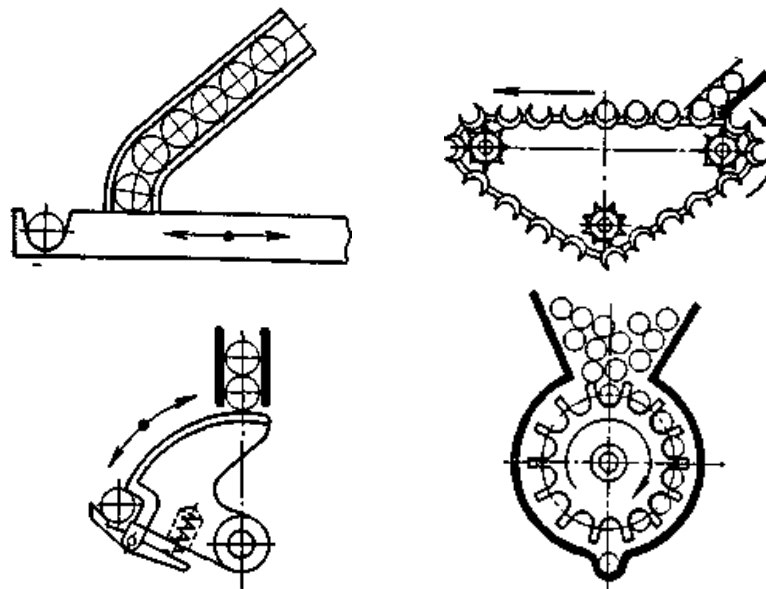


Рисунок 14.4 – Схеми живильників автоматичних ліній

По руху виконавчого органу розрізняють живильники: із зворотно-поступальним, зворотно-коливальним, з обертальним, з комбінованим рухом. Живильник складається з виконавчого органу (тримача), захвату й привода. По роду привода живильники бувають механічні, пневматичні, гідравлічні й електромеханічні. Живильники зі зворотно-поступальним рухом робочого органу найпоширенішими в завантажувальних пристроях для МРВ і пресів. Живильники з коливальним рухом захоплюючого органу набули широкого застосування у лініях виробництва точних деталей.

Комбіновані живильники (автооператори) класифікуються по типу і кількості рухів, які здійснює тримач. У цих живильниках деталі захоплюються з магазину магнітами, гумовими присосками, кліщовими або патронними захватами. Автооператори є трьох основних типів, що використовують:

- а) декартову (прямокутну) координатну систему
- б) циліндричну координатну;
- в) сферичну систему координат.

14.3 Автоматичні роторні лінії та контрольні пристрої

Автоматичні роторні лінії представляють собою систему робочих машин і допоміжних механізмів для обробки деталей у процесі їхнього безперервного переміщення разом з оброблюючим інструментом.

Роторні автоматичні лінії служать для обробки металів, пластмас і інших матеріалів різанням і тиском, для термохімічних, складальних, контрольних і інших операцій технологічного процесу.

Автоматична роторна лінія складається з операційних робочих роторів, що виконують технологічні операції і транспортних роторів, що здійснюють міжопераційні переміщення деталей. Робочі і транспортні ротори розташовуються в технологічній послідовності і з'єднуються загальним синхронним приводом. На робочому роторі по твірній циліндра рівномірно розташовані оброблюючі інструменти, що зв'язані з індивідуальними виконавчими органами (наприклад з повзунами, з штоками гідравлічних або пневматичних циліндрів), що надають цим інструментам необхідні робочі рухи. На транспортному роторі аналогічно розташована змонтована група несучих органів (захватів, присосів і т.п.).

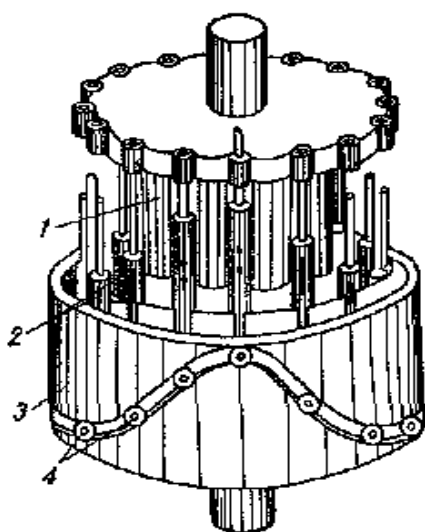


Рисунок 14.5 – Загальний вид обертового ротора:
1 – ротор; 2 – повзун; 3 – копір;
4 – ролик

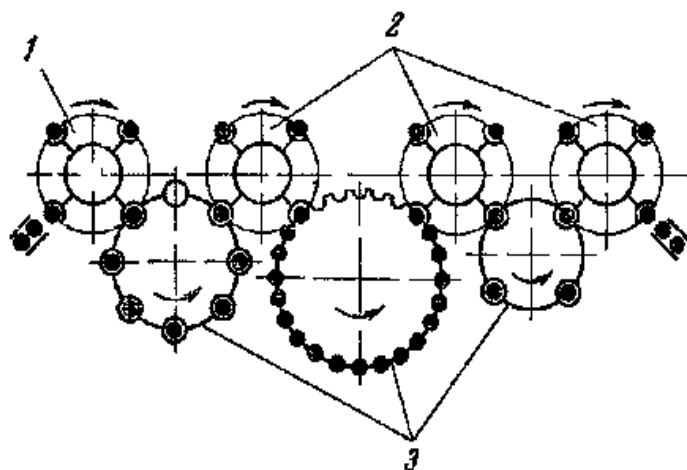


Рисунок 14.6 – Схема автоматичної роторної лінії:
1 – подаючий ротор; 2 – транспортний ротор; 3 – робочий ротор

Технологічний процес обробки розчленовується на окремі елементарні операції, кожна з яких виконується на окремому роторі. Кількість робочих роторів у лінії відповідає числу операцій, на які поділений технологічний процес.

Обробка деталей на таких лініях здійснюється безперервним потоком (без зупинок), тобто деталь безупинно передається з одного робочого ротора на

другий, на третій і т.д. доти, поки не пройде через усі робочі ротори лінії. Продуктивність робочих роторів не залежить від тривалості операцій, що дозволяє забезпечити однакову продуктивність на всіх операціях, це є досить ефективним при комплексній автоматизації. Однакова продуктивність усіх роторних машин, призначених для об'єднання в загальну лінію, досягається завдяки різним числам робочих позицій і інструментів на кожному роторі. Тривалість операційного циклу в роторних машинах визначається розподілом довжини робочої ділянки ротора на його транспортну колову швидкість.

Транспортні ротори крім своєї основної функції застосовуються для зміни або виправлення положення деталей, для видалення браку, зміни орієнтації деталей, витрушування стружки і т.п. операцій.

Контрольні автомати в основному застосовуються для контролю деталей після їхньої обробки на верстаті. Контрольні автомати бувають двох видів.

Автомати першого виду – розділяють оброблені деталі на групу придатних деталей із заданими розмірами і одну або дві групи бракованих деталей (брак поправний і непоправний). Ці автомати застосовуються для 100%-го або вибіркового контролю і сортування оброблених деталей на придатні та браковані, а також здійснюють пасивний післяопераційний контроль.

Автомати другого виду застосовують для сортування оброблених деталей на розмірні групи в межах поля допуску й використання цих груп при селективному складанні.

Контрольні автомати першого і другого виду проводять автоматичний прийом, орієнтування, транспортування, контроль і сортування оброблених деталей за допомогою механічних, електроконтактних, індуктивних, пневматичних й інших вимірювальних систем. Конструкція автомата залежить в основному від форми й розмірів контрольованої деталі, кількості контрольованих параметрів, вимог точності, заданої продуктивності контролю.

Контрольні пристосування відрізняються від контрольних автоматів різним ступенем їхньої автоматизації. Контрольні пристосування застосовуються для контролю одного типорозміру деталі, а також при налагодженні верстата для виконання певної операції технологічного процесу обробки деталі й для вибіркового контролю точності оброблюваних деталей.

Багатомірні контрольні автомати світлосигнального типу. Контроль декількох розмірів однієї деталі, проведений на одному вимірювальному пристрої за одне встановлення деталі, називають багатомірним. Як правило замір проводять декількома електроконтактними перетворювачами. Результати виміру надходять на світлосигнальне табло, на якому зображений контур контрольованої деталі. По відповідному світловому сигналу визначають який з розмірів виходить за межі допуску.

Продуктивність багатомірного пристосування не менше 200 деталей на годину. Точність виміру розмірів деталей на багатомірних світлосигнальних пристосуваннях становить 0,05-0,005 мм.

14.4 Встановлення та монтаж обладнання

Встановлення та монтаж обладнання проводять згідно з робочими кресленнями, монтажними планами, на яких показана його прив'язка до колон будівлі цеху. На практиці прив'язку устаткування до колон виконують не за габаритами верстата, а по осях отворів, призначених для насаджування на фундаменті (анкерні) болти. Найчастіше прив'язується перша одиниця обладнання до координатної пристінної колони або до внутрішньої колони, якщо дільниця розташована всередині.

Що стосується способів монтажу обладнання, то його можна встановлювати на анкерні болти, віброізоляційні опори або безпосередньо на підлогу. На анкерні болти монтується обладнання, яке сприймає зворотно-поступальні навантаження, вібрації. Самі болти знаходяться в бетоні фундаменту. Глибина залягання фундаменту залежить від габаритів і маси верстата. Для верстатів масою до 10 т. – глибина фундаменту 0,6 м.; від 10 до 15 т. – 1 м.; більше ніж 15 т. – 1,5...2 м.

В тих випадках, коли верстата необхідно пересувати з місця на місце, замість фундаментів встановлюють віброізоляційні опори. При цьому відсутні динамічні навантаження, які виникають під час роботи устаткування. Найчастіше цей спосіб використовують для монтажу прецизійного обладнання. Інколи віброізоляційні опори замінюють подушками. Опори та подушки виготовляють із твердої гуми з високими динамічними характеристиками на міцність, повзучість, тривкість до дії різних агресивних чи мастильних речовин. Підбір певного типу віброізоляційних опор і подушок здійснюють за відповідними нормами розробленими для заданих типів верстатів з врахування характеру їх роботи. Їх переваги полягають у зменшенні витрат на монтаж і встановлення. Термін служби опор до 10 років, а подушок – не менше 15 років. Після відпрацювання зазначених термінів, їх замінюють новими.

При виборі покриття підлоги необхідно враховувати його хімічну стійкість до впливу робочих рідин, води, мастил, емульсії, лужних розчинів, бензину та інших агресивних речовин.

Що стосується встановлення верстатів на підлогу, то цей спосіб доцільно застосовувати тільки для обладнання загального призначення (малі, середні верстата або верстата лабораторного призначення).

Деякі рекомендації щодо розмірів фундаментів для монтажу верстатів: наприклад, розмір від бокової площини опор станини до краю фундаменту повинен бути не менше ніж 100 мм. а розмір від межі колодязів для анкерних болтів до краю фундаменту – не менше ніж 200 мм.

Для встановлення верстатів класів Н і П, а також в деяких випадках класу В обмежуються віброізоляційними опорами. Найширшого застосування набули віброізоляційні опори типу ОВ-20, ОВ-30, ОВ-50, ОВ-70, які мають в якості пружного елемента прокладки із гуми із армуванням дротяною сіткою.

Слід звернути увагу на значення допустимого навантаження на підлогу та покриття від маси устаткування, яке буде експлуатуватися. Важке і габаритне устаткування монтується тільки на першому поверсі цеху. На верхніх поверхах монтується найлегше обладнання і то у випадках браку виробничих площ.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бойко О. О. Курс нарисної геометрії, інженерного та архітектурно-будівельного креслення з основами комп'ютерної графіки : навч.-метод. посібник / О. О. Бойко, Б. В. Панкевич, І. Г. Свідрак, та ін. – Львів : Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 2010. – 360 с.
2. Бондаренко С. Г. Основи технології машинобудування : навч. посібник / С. Г. Бондаренко. – Львів : Магнолія, 2007. – 567 с.
3. Бондаренко С. Г. Розмірні зв'язки конструкцій і технологічних процесів : монографія / С. Г. Бондаренко, О. М. Чередніков. – Чернігів : Черніг. держ. технол. ун-т, 2013. – 463 с.
4. Гліненко Л. К. Технологія інженерного проектування : навч. посібник / Л. К. Гліненко, А. А. Смердов. – Львів : Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 2004. – 388 с.
5. Джур Є. О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина : навч. посібник / Є. О. Джур, О. В. Бондаренко. – Дніпропетровськ : «Інновація», 2011. – 109 с.
6. Дикань В. Л. Технологія машинобудівних підприємств : підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін. – Харків : УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.
7. Дусанюк Ж. П. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні : практикум / Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, В. В. Савуляк, О. В. Сердюк. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 148 с.
8. Закалов О. В. Проектування механоскладальних цехів : Принципи формування і структура побудови виробничих процесів механоскладальних виробництв / О. В. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 1993. – 210 с.
9. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Сенчишин В.С. – Тернопіль : 2021. – 36 с.
10. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Окіпний І.Б., Сенчишин В.С. – Тернопіль : 2022. – 42 с.
11. Кобець А. С. Проектування технологічних процесів технічного обслуговування машин : навч. посібник / А. С. Кобець, В. Ю. Ільченко, О. В. Козаченко та ін. – Дніпропетровськ : Вид-во «Свідлер А.Л.», 2011. – 176 с.
12. Когут М. С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні : підручник / М. С. Когут. – Львів : Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.
13. Моргун А. С. Системи автоматизованого проектування у будівництві : навч. посібник / А. С. Моргун, В. М. Андрухов, М. М. Сорока та ін. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 129 с.
14. Олійник О. П. Основи дизайну інтер'єру : навч. посібник / О. П. Олійник, Л. Р. Гнатюк, В. Г. Чернявський. – Київ : НАУ, 2011. – 228 с.

15. Проектування технологічних процесів. Частина 1. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізацій «Технології машинобудування» та «Технології виготовлення літальних апаратів» / Біланенко В. Г., Приходько В. П., Мельник О. О. КПІ ім. Ігоря Сікорського.– Електронні текстові дані (1 файл: pdf - 12,8 Мбайт). Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 232 с.
16. Проць Я. І. Автоматизація виробничих процесів : навч. посібник / Я. І. Проць, В. Б. Савків, О. К. Шкодзінський та ін. – Тернопіль : ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 344 с.
17. Пуховський Є. С. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування : навч. посібник / Є. С. Пуховський, Ю. М. Малафеев. – Київ : НТУУ «КПІ», 2017. – 286 с.
18. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні : навч. посібник / П. О. Руденко – Київ : Вища школа, 1993. – 414 с.
19. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С. С. Добрянський, Ю. М. Малафеев; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
20. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування : навч. посібник / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, А. В. Фесенко – Харків : НТУ «ХПІ», 2022. – 421с.
21. Яковлева А. І. Організація виробництва : підручник / А. І. Яковлева, С. П. Сударкіна, М. І. Ларка та ін. – Харків : НТУ «ХПІ», 2016. – 436 с.

ВИКОРИСТОВУВАНІ СКОРОЧЕННЯ

АСКТП – автоматизована система керування та технічної підготовки
АСУ – автоматизована система управління
ВВ – випробувальне відділення
ВТК – відділ технічного контролю
ГАВ – гнучке автоматизоване виробництво
ГАД – гнучка автоматизована діляниця
ГАЗ – гнучкий автоматизований завод
ГАЛ – гнучка автоматизована лінія
ГАМ – гнучкий автоматизований модуль
ГАЦ – гнучкий автоматизований цех
ГВМ – гнучкі виробничі модулі
ГВС – гнучка виробнича система
ГКМ – горизонтально-кувальні машини
ГП – гідравлічні преси
ДСТУ – Державний стандарт України
ЕОМ – електронна обчислювана машина
ЄМС – єдина модульна система
ІРК – інструментально-роздавальна комора
ІТП – інженерно-технічні працівники
КВ – контрольне відділення
кВт – кіловат (1000 Вт (Вт, W, англ. watt - одиниця вимірювання потужності у міжнародній системі одиниць СІ))
КГШП – кривошипні гарячештампувальні преси
КП – контрольний пункт
КПО – коефіцієнт природного освітлення
КПП – контрольні-перевірочний пункт
ЛКП – лічильно-контрольний персонал
М – основний модуль
МОП – молодший обслуговуючий персонал
МОР – мастильно-охолоджувальні рідини
МРВ – металорізальні верстати
Н – нормальний клас точності
НОП – наукове обґрунтування проєкту
НСІМ (НСІВ) – соціотехнічне (людиноорієнтоване) виробництво (бізнес)
ОВ – опора віброізолююча, число означає максимальне навантаження на опору, 20 – 200 кг; 30 – 300 кг; 50 – 500 кг; 70 – 700 кг
ОМТ – обробка матеріалів тиском
П – підвищений клас точності
ПР – промисловий робот
РКМ – ротаційно-кувальні машини
РМЦ – ремонтно-механічний цех
РО – одиниця ремонтної складності
РТК – роботизовані технологічні комплекси

САПР – система автоматизованого проєктування робіт
СІЗ – система інструментозабезпечення
СНіП – санітарні норми і правила
ТЕО – техніко-економічне обґрунтування
ТЕП – техніко-економічні показники
ТЕЦ – теплоелектроцентраль (теплова електростанція, яка виробляє одночасно електроенергію і тепло у вигляді гарячої води і пари)
ТШ – температурний шов
УПР – уніфікація проєктних рішень
УТС – уніфікована типова секція
ЦАС – центральний абразивний склад
ЦІС – центральний інструментальний склад
ЦРБ – цехова ремонтна база
ЧПК – числове програмне керування