

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Кафедра ракетно-космічних та інноваційних технологій

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
“ПРОЕКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ
ЗАВОДІВ ТА ЦЕХІВ.
ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА”

Доцент Бондаренко О.В.

м. Дніпро
2025

Конспект лекцій призначений для викладання дисципліни «Проектування машинобудівних цехів» здобувачам вищої освіти за першим (бакалаврським) та другим (магістерським) рівнем. Може бути використаний для спеціальностей 132 Прикладне матеріалознавство, 133 Галузеве машинобудування, 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка (перший рівень) та G8 Матеріалознавство G11 машинобудування та G12 Авіаційна та ракетно-космічна техніка.

ВСТУП

Проектування машинобудівних цехів завершує цикл підготовки інженера, спеціалізацією якого є технологія виробництва будь-яких виробів, створення матеріалів або розробка технологічного обладнання. Саме організація виробництва є вищим рівнем у діяльності інженера. Впровадження інноваційних продуктів у всіх сферах людської діяльності, яке є основою сталого розвитку країни і суспільства за сучасних умов, неможливе без вирішення питань організації їх виробництва, в тому числі шляхом будівництва нових та реконструкції існуючих виробництв. Поряд з технічною досконалістю та ефективним технологічним процесом виробництва машинобудівної продукції на її конкурентоспроможність впливають і такі фактори, як витрати на придбання землі та сплату земельного податку, витрати власне на будівництво – це змушує мінімізувати площі, які зайняті виробництвом та обирати більш дешеві конструкції будівель, витрати на опалення і освітлення виробничих приміщень, які спонукають до будівництва енергоефективних споруд та модернізації існуючих. Разом з економічною ефективністю виробництва неможливо забувати про заходи з охорони праці, техніки безпеки та про створення комфортних умов для працівників. Кінець кінцем сумлінне виконання вимог техніки безпеки та робота у зручних умовах значно підвищують продуктивність праці, зменшують втомлюваність, збільшують тривалість активної трудової діяльності людини, а отже, доходи і роботодавця, і найманого працівника.

Задачі, для розв'язання яких проектуються та будуються нові підприємства або реконструюються існуючі, дуже різні. Найзагальніша з них – це задоволення потреб суспільства у певних матеріальних благах. Далі йде така задача як отримання прибутку. Вона є найбільш поширеною, хоча не всі підприємства будуються для вирішення саме цієї задачі. Багато підприємств поряд з комерційними вирішують інші задачі: соціальні – працевлаштування людей з обмеженими можливостями, зменшення безробіття, оборонні задачі, природоохоронні, надання послуг, які є збитковими, але потрібні для суспільства.

Проектування машинобудівних цехів як науково-технічна дисципліна має відносно недовгу історію. Перший спеціалізований підрозділ з проектування заводів та цехів був створений на заводах Форда у 1931 році. У 1932 році навчальний курс “Проектування машинобудівних заводів та цехів” був вперше прочитаний у Московському державному університеті та Московському верстатобудівному інституті. Мова йшла саме про технологічне проектування, а вже потім – про будівництво корпусів та інших споруд. Хоча багато хто з визначних вчених та інженерів минулого виявив неабиякий талант в організації виробництва, фактично, у технологічному проектуванні: Шарль Плюм'є, Андрій Нартов, Генрі Модслі, Джон Несміт, Гаспар Монж, Павло Захава, Вільям Уїтні, Тейлор, Іван Тіме. Ці інженери та вчені одночасно займалися проектуванням технологічного обладнання, устаткування, інструменту, технологічних процесів виготовлення деталей машин та власне заводів і цехів, організаційними аспектами діяльності підприємств. Із вдосконаленням та ускладненням машин ускладнювалися й технологічні процеси їх виробництва, ставала все складнішою

організація підприємств. Виникли нагальні потреби у вирішенні питань гігієни праці, збереження здоров'я працівників, вдосконалення організації виробництва на основі наукових знань.

Одним з перших, хто звернув увагу на організацію виробництва з точки зору гігієни праці, збереження здоров'я працівників був батько Івана Тіме Август Тіме – головний лікар Уральського гірничо-заводського округу. Саме він за підтримки видатного інженера і вченого, начальника Уральських, а потім Алтайських заводів Павла Амосова (творця російського булату, першого вченого, який застосував мікроскоп для металографічних досліджень) обґрунтував скорочення робочого дня до дванадцяти годин замість чотирнадцяти-шістнадцяти, скорочення робочого дня для працівників молодших за дванадцять років до десяти годин. Хоча з позицій сьогодення такі цифри виглядають дикими, в середині XIX століття це було визначним досягненням. Кращих результатів досягли лише британські робітники у 1842 році (на десять-дванадцять років пізніше) шляхом тривалої страйкової боротьби та чималих жертв.

Наприкінці XIX століття американський інженер, менеджер і вчений Тейлор закладає основи такої дисципліни як наукова організація праці. Його концепція отримує назву “тейлоризм”. Його досвід швидко поширюється у різних країнах – розвитком тейлоризму були і “Школа людських відносин” Мейо і Центральний інститут праці та “стаханівський рух” в СРСР, “гуртки якості “ в Японії, системи “точно й вчасно”, Атестація і раціоналізація робочих місць в СРСР. Список таких розробок можна продовжувати і він регулярно поповнюється.

Змінювалися методи організації виробництва – на зміну одиничному виробництву прийшло серійно-поточне, а потім поточно-масове, потім з'явилася концепція гнучкого автоматизованого і гнучкого інтегрованого виробництва. Змінювалися підходи до технологічного проектування та проектування промислових будівель. Наприкінці вісімнадцятого століття, коли машинобудування вже можна розглядати як самостійну галузь економіки, будівлі заводів нагадували фортецю чи в'язницю, чим вони досить часто і були. Ускладнення об'єктів виробництва та вдосконалення технологічного обладнання почали вимагати покращення умов праці. Основним конструкційним матеріалом промислових будівель стає залізобетон. Двадцяти-тридцять років XX століття знаменуються таким підходом до будівництва промислових будівель як суцільне заскління стін. Найширше такий підхід до проектування машинобудівних цехів поширився вже в 60-80-ті роки XX століття. Просторі, світлі цехи сприяли підвищенню продуктивності праці, зменшенню втомлюваності робітників. Заводи масового виробництва вимагали довгих корпусів. Саме такими були автомобільні та авіаційні заводи ще з тридцятих років XX століття в Радянському Союзі та Сполучених штатах Америки, де для їх будівництва виділялися великі незаселені території і заводи досить часто ставали містоутворюючими підприємствами. В Італії, навпаки, авіаційні та автомобільні підприємства розвивалися разом з містами, тому виробничі цехи були розкидані по декількох майданчиках, широко використовувалися багатоповерхові виробничі будівлі, тунелі, естакади. На початку сорокових років XX століття розробляються проекти встановлення

обладнання на суцільну бетонну підлогу без створення окремих фундаментів та розміщення обладнання на окремих фундаментах без суцільної бетонної підлоги. Це було зроблено з метою покращення можливостей реконструкції підприємств, розширення виробництва на вже збудованих виробничих площах, тобто відпрацьовувалися можливості інтенсивного розвитку промисловості. Саме це дуже знадобилося при евакуації промислових підприємств західної частини СРСР у райони Далекого Сходу, Середньої Азії та на Північ на початку Великої Вітчизняної війни. Будувати заводи довелося у дуже стислі терміни та розміщувати обладнання у непристосованих для цього приміщеннях. Тільки з України в райони Крайньої Півночі, Середньої Азії та Далекого Сходу було евакуйовано більш як два мільйони людей та 550 великих підприємств (разом по СРСР тільки за друге півріччя 1941 року було евакуйовано більш як десять мільйонів людей та 1523 підприємства). Евакуація підприємств та їх розміщення на новому місці з будівництвом корпусів, житлових містечок та одночасним випуском дуже потрібної фронту техніки та озброєння добре висвітлена у спогадах учасників цих подій та в спеціальних роботах. Не повторюючись, зазначимо, що здійснити випуск значної кількості озброєння, військової техніки та спорядження в умовах нестачі основних ресурсів (сировина та конструкційні матеріали, паливо та паливно-мастильні матеріали, електроенергія, кваліфікована робоча сила) було б неможливо інакше як на основі найефективніших на той час методів проектування виробів та технологічних процесів їх виробництва, організації підприємств, внутрішньозаводського та міжзаводського транспорту, розміщення промислових підприємств. Природно, що в цих умовах наука про проектування машинобудівних підприємств та про їх взаємовідносини з населеними пунктами отримала дуже інтенсивний розвиток. Наприклад, у важкому воєнному 1944 році було скликано конференцію працівників авіаційної промисловості СРСР з питань цивільного будівництва. Вирішувалися саме питання узгодження створення і розвитку заводів та населених пунктів (селищ, навіть міст), поряд з якими розташовувалися заводи або які з'являлися навколо заводів.

Протягом Другої Світової війни широкого розповсюдження набула практика будівництва підземних заводів – авіаційні заводи Великої Британії, значна частина промисловості Німеччини, деякі заводи в Радянському Союзі (спецкомбінати №1 та №2 в обложеному фашистами Севастополі досить ефективно забезпечували його захисників зброєю, набоями, амуніцією). Ця практика не була забута і в наступні десятиліття, особливо з урахуванням реалій “холодної війни” та можливості її переходу в ракетно-ядерну. На сьогодні підземні заводи залишаються для виготовлення та ремонту військової техніки, особливо в період воєнних дій, для здійснення особливо небезпечних робіт. Такий завод, колись призначений для одночасного ремонту кількох підводних човнів, а тепер перетворений на музей, знаходиться у місті Балаклава в Автономній Республіці Крим. Розташування заводів під землею має і зворотній бік – разом із підвищенням безпеки для навколишнього середовища та населення прилеглих територій зростає небезпека для працівників такого заводу, тому що евакуація з підземелля в разі небезпеки завжди утруднена. Підземні виробничі

приміщення досить часто використовують в авторемонтних підприємствах, особливо тих, які розташовані у великих містах, де обмаль вільної землі. Але в цьому випадку приміщення рідко заглиблюються нижче підвального поверху і мають виїзд на поверхню, тобто їх ворота знаходяться на рівні землі. Іноді адміністративні споруди розташовують під землею з метою збереження навколишнього ландшафту – це має місце в Західній Європі.

Створення ракетно-космічної, атомної техніки, надзвукової авіації у п'ятидесяти-шістдесяті роки ХХ століття теж позначилося на підходах до проектування машинобудівних заводів. Знадобилися великі виробничі приміщення зі значною висотою. Основним конструкційним матеріалом будівель стає залізобетон. Елементи залізобетонних будівель (колони, плити перекриттів, стінові панелі, колони, фермові конструкції перекриттів, бетонні блоки) виготовляються на спеціальних підприємствах. Недоліком використання залізобетону є те, що розміри будівлі визначаються розмірами стандартних залізобетонних елементів (балок, плит, панелей, ферм). Це призводить до необґрунтованого збільшення площі промислової будівлі з відповідним збільшенням витрат на землю та комунальних платежів. У випадку наявності значної кількості вільних ділянок землі та відносно невисоких цінах на органічне паливо та на електроенергію цей недолік не такий вже й великий.

Енергетична криза сімдесятих років ХХ століття поставила питання зменшення витрат на опалення цехів. Суцільне застіння з вікнами, які не відчиняються, вже не задовольняло вимогам енергозбереження. Кінець дев'яностих років ХХ століття – початок ХХІ століття поставив задачу гармонізації промислових підприємств з навколишнім ландшафтом, загострив проблеми створення комфортних умов праці. “Скляна” архітектура промислових та цивільних об'єктів, офісних споруд запропонувала таке рішення, як використання багатокамерних склопакетів. Це дозволило зберегти освітленість приміщень та підвищити їх енергетичну ефективність, тобто зменшити втрати тепла та витрати на опалення. На сьогодні потужним конкурентом залізобетону стали так звані седвіч-панелі з двох шарів металевого листа та шару мінеральної плити між ними. Товщина металевих листів визначається з умов навантаження на будівлю, а мінеральної плити – виходячи з кліматичних умов та вимог до мікроклімату всередині приміщення. Седвіч-панелі кріпляться до колон та горизонтальних стрижнів-ригелів за допомогою болтів. Колони таких промислових будівель виконуються з металоконструкцій. Багатоповерхові будівлі мають металеві перекриття знов таки з наповнювачами у вигляді мінеральних плит. Такі будівлі значно легші за залізобетонні та дозволяють проектувати будівлю з оптимальними розмірами, які визначені на етапі технологічного проектування.

Оздоблення прилеглих до підприємства та внутрішньозаводських територій теж зазнає змін. Багато вітчизняних заводів сьогодні нагадують парки або мають на своїй території справжні лісові насадження дерев. Це не примха, а необхідність – рослини добираються таким чином, щоб вони були здатні до поглинання шкідливих викидів цього підприємства та були стійкі до певних шкідливих речовин. Звісно ж зелені насадження сприяють покращенню мікроклімату на

території підприємства, створюють затишок у зонах відпочинку, просто покращують настрій. Але й тут є певні проблеми. В результаті лісових пожеж 2010 року, наприклад, в Російській Федерації прийнято рішення про створення “порожнього місця” шириною від 300 м і більше навколо промислових підприємств, які розташовані у лісових районах, щоб запобігти перекиданню вогню з лісу на територію та будівлі підприємств.

Ще в тридцяті-п’ятдесяті роки ХХ століття були створені потужні підрозділи з проектування заводів та цехів у компаніях, які виробляють ту чи іншу машинобудівну продукцію, особливо технологічне устаткування. Іншим шляхом стало створення потужних проектних інститутів, які спеціалізувалися на проектуванні підприємств того чи іншого призначення. У Дніпропетровську це Укрдіпромет – Український державний інститут проектування металургійних заводів, Діпрошахт – Державний інститут проектування шахт, Державний Дніпропетровський проектний інститут – проектування об’єктів ракетно-космічної промисловості, Дніпроцивілпроект – проектування промислових підприємств різного призначення та інші. В таких інститутах є підрозділи з технологічного проектування та власне з будівництва. Звісно ж з плином часу номенклатура проектів кожного інституту суттєво розширюється, набувається досвід проведення робіт за різних умов.

Таким чином, на сьогодні накопичений значний фонд технологічних процесів, розроблена і випускається широка номенклатура промислового обладнання, існує велике різноманіття підходів до технологічного та будівельного проектування промислових підприємств, виробничих будівель, споруд, адміністративно-побутових приміщень, оздоблення прилеглих до підприємства територій. З цього різноманіття можна обрати саме те, що найкраще підходить для проектування конкретного підприємства, цеха, ділянки, робочого місця на обраній ділянці місцевості у певному регіоні.

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ЗАВОДІВ ТА ЦЕХІВ

1.1. Основні задачі проектування

При проектуванні підприємства підлягають розробці і вирішенню економічні, технічні та організаційні задачі, взаємозалежні між собою. Вони вирішуються спільно і паралельно.

Економічні задачі: ринки збуту продукції підприємства, їх обсяг (потреби у продукції); виробнича програма підприємства, номенклатура виробів; конкуруючі товари та товаровиробники; кількість виробів, вага, вартість одиниці виробу; фінансування будівництва і діяльності підприємства; питання постачання сировиною, напівфабрикатами, комплектуючими деталями та складальними одиницями, електричною енергією, паливом, водою, відведення каналізаційних стоків та утилізація відходів (найближчі полігони-сміттєзвалища, заводи з утилізації сміття, можливість реалізації відходів власної діяльності іншим підприємствам), район і місце розташування підприємства і таке інше.

Технічні задачі: проектування технологічних процесів, визначення фонду робочого часу, кількості та якості необхідної робочої сили, формування номенклатури та розрахунок кількості основного і допоміжного устаткування, проектування та виготовлення нестандартного обладнання та устаткування, визначення необхідної кількості сировини, напівфабрикатів, електричної енергії, природного газу, води, повітря (для підземних робіт та робіт, для яких необхідне стиснуте повітря), транспорт, освітлення, опалення, вентиляція, каналізація, необхідні площі, генеральний план, планування цехів.

Організаційні задачі: структура управління підприємством, окремим заводом, відділами, комплексами, виробництвами, цехами; розподіл функцій, обов'язків, відповідальності; розробка питань з організації праці; порядок проходження замовлень і документації; форми звітності і контролю, заходи щодо підготовки кадрів, обслуговування робочих місць і створення умов для роботи і таке інше.

Принципи розташування машинобудівних підприємств

1. Наявність кваліфікованих фахівців, умов для їх підготовки, наукова база (науково-дослідні та проектні інститути, вищі навчальні заклади) – розміщення підприємств групами або кластерами.

2. Можливість роздільного виготовлення заготовок, деталей, вузлів та складання виробів – виділення заготівельних, механічних та складальних виробництв в окремі підприємства

3. Спеціалізація виробництва та кооперація по галузям та регіонам, забезпечення раціональних внутрішньорегіональних та міжрегіональних зв'язків.

Фактори територіального розташування машинобудівних підприємств

1. Сировинний – розташування поблизу від місць виготовлення сировини – є суттєвим для розміщення заводів важкого машинобудування.

2. Трудовий – наявність вільної робочої сили потрібної кваліфікації або можливостей для її підготовки

3. Енергетичний – близьке розташування енергогенеруючих потужностей та наявність у регіоні резервів електроенергії – для машинобудівних підприємств має відносно невелике значення

4. Транспортний – наявність зручних шляхів сполучення для доставки сировини та вивозу готової продукції – суттєвий для важкого машинобудування, ракетобудування, суднобудування.

5. Відстань до споживача – для машинобудівних підприємств має відносно невелике значення.

Наведені принципи та чинники можуть застосовуватися по різному в залежності від конкретних умов створення того чи іншого підприємства. Значущість кожного з них може суттєво змінюватися в залежності від конкретних умов господарювання в тій чи іншій країні.

1.2. Завдання на проектування.

Проект об'єкта виробництва розробляється на основі завдання на проектування, яке складається замовником. Замовником може бути юридична особа (підприємство), громадська організація, фізична особа, міністерство, кабінет міністрів, органи місцевого самоврядування.

Розробці завдання на проектування передуює етап передпроектних робіт, які виконуються з метою формування вихідних даних, аналізу існуючого рівня виробництва, розробки техніко-економічного обґрунтування або техніко-економічного розрахунку доцільності створення нового чи розширення, реконструкції, технічного переозброєння або перепрофілювання діючого виробництва або наявних, але не використовуваних будівель та виробничих потужностей; розробки технічної заявки на проект та підготовки різних технічних матеріалів для проведення проектних робіт.

Передпроектні роботи найчастіше виконують за два етапи:

- передпроектне дослідження й розробка ;
- розробка та затвердження технічної заявки на створення та впровадження нової виробничої системи (об'єкту виробництва, промислового підприємства, цеху).

Для реконструкції або перепрофілювання діючого виробництва або використання наявних виробничих будівель, в тому числі недобудованих, зазвичай необхідно більше вихідних даних, ніж при проектуванні нового, тому що в проекті використовуються вже існуючі будівлі, споруди, обладнання. Будівлі, споруди, комунікації, обладнання за час експлуатації змінюють свій технічний стан, іноді на території підприємства можуть бути навіть відсутні у технічній документації об'єкти. Через це на початку реконструкції або перепрофілювання підприємства представники проектної організації вивчають діюче виробництво або наявні на підприємстві будівлі, споруди, обладнання, підбирають і систематизують необхідні відомості про існуючий завод та його цехи. Бажано, щоб передпроектні роботи та проект будівництва, реконструкції, перепрофілювання підприємства здійснювала одна й та сама проектна організація через наявність в неї максимально повного пакета документів по тому чи іншому

об'єкту. Це дозволить значно зменшити витрати на технічну експертизу наявних будівель, споруд, комунікацій, особливо якщо в процесі реконструкції або перепрофілювання підприємства потрібні зміни в будівельній частині. Основною метою такого дослідження є вивчення виробничих, матеріальних, фінансових і людських ресурсів діючого виробництва. За результатами передпроектного дослідження розробляється бізнес-план, який складається з таких частин:

1. Загальна частина містить дані про діюче виробництво, а саме: його склад, виробничу програму, номенклатуру продукції, що випускається, та виробничу кооперацію; також ця частина містить дані про продукцію конкурентів, обсяг її випуску, конкурентні переваги та недоліки продукції конкурентів та власної, яку передбачається виготовляти;

2. Техніко-економічна частина охоплює дані про виробничі фонди, склад робітників та їх кваліфікацію, рівень заробітної плати, собівартість продукції, а також загальні висновки та основні техніко-економічні показники;

3. Технологічна частина містить відомості про призначення й регламент роботи цехів, про продукцію, яку вони випускають, форми організації виробництва, а також структуру технологічних процесів, заводський технологічний маршрут, схему розташування цехів, склад цехів, верстатоемність і трудоемність виготовлення продукції;

4. Будівельна частина містить дані про природні й інженерно-геологічні умови майданчику існуючого або майбутнього заводу або цеху, характеристики споруд і будівель, інженерних комунікацій, умови здійснення будівництва;

5. Частина про транспорт і складське господарство охоплює відомості про внутрішньоцеховий і внутрішньозаводський транспорт, підйомно-транспортне устаткування, цехову й загальнозаводську систему;

6. Санітарно-технічна частина містить схему виробничого водопостачання та відомості про існуючі джерела водопостачання, системи і споруди виробничої каналізації, внутрішньоцехові санітарно-технічні пристрої, станції нейтралізації;

7. Енергетична частина охоплює дані про електропостачання, тепlopостачання, а також джерела тепла, пари, повітря й газу або інших видів палива (мазут, вугілля, торф, сланці).

На підставі узагальнених результатів передпроектного дослідження та їх аналізу розробляють техніко-економічне обґрунтування доцільності створення нової виробничої системи. Воно повинне містити коротку оцінку поточного стану виробничої системи (промислового підприємства, заводу, цеху), її готовності до реконструкції або перепрофілювання, передбачуваних масштабів перебудови з урахуванням специфіки підприємства і продукції, що випускається та планується до випуску.

У техніко-економічному обґрунтуванні визначають техніко-економічні показники, а саме: зменшення трудомісткості і верстатомісткості, підвищення продуктивності праці, збільшення коефіцієнта завантаження устаткування, зменшення кількості робітників, скорочення тривалості виробничого циклу, зменшення або збільшення собівартості продукції, зміна її технічних характеристик та якості. Основні параметри виробничої системи – верстатоемність, трудоемність, кількість робітників, типи й кількість обладнання,

виробничі площі тощо – визначаються на основі попередніх укрупнених розрахунків. Вони підлягають уточненню на наступних етапах, тобто під час розробки аванпроекту та технологічної частини робочого проекту. Техніко-економічне обґрунтування затверджується керівниками проекту, представниками замовника. Воно є підставою для розробки аванпроекту і технічної заявки на створення виробничої системи.

Як видно з вищенаведеного передпроектні роботи більшою мірою стосуються саме технологічного проектування. Поряд з проектними організаціями в них можуть приймати участь науково-дослідні організації, вищі навчальні заклади, виробники технологічного, допоміжного та підйомно-транспортного обладнання, тобто ті структури або особи, які розробили ідею створення нового виробництва. Це особливо стосується створення підприємств для виготовлення інноваційних продуктів, які раніше не випускалися в Україні або в країні, де планується розгорнути їх виробництво.

Аванпроект розробляє головна проектна організація (по даному проекту) на основі даних техніко-економічного обґрунтування. На цьому етапі: підбирається номенклатура оброблюваних матеріалів і заготовок; формуються основні принципи побудови виробничого процесу; складаються маршрутні технологічні процеси; за виробничою програмою будуються графіки завантаження обладнання; за даними про завантаження обладнання й програму випуску визначається верстатоемність обробки; на основі розрахунків верстатоемності визначається кількість обладнання; уточнюються коефіцієнти завантаження обладнання; підбирається номенклатура інструменту й оснащення; попередньо вирішуються питання організації управління виробництвом; уточнюються техніко-економічні показники; визначається економічна ефективність виробничої системи. Як видно з наведеного переліку робіт, створення аванпроекту – це більшою мірою технологічне проектування.

Заявка на створення виробничої системи розробляється на основі затвердженого аванпроекту. У заявці зазначають: підстави для розробки та її мету; призначення виробничої системи; коротку технічну характеристику виробничої системи; основні техніко-економічні показники; основних виконавців проекту; виробників устаткування; терміни виготовлення спеціального устаткування; терміни проведення проектних робіт; джерела фінансування.

До складу завдання включаються наступні дані:

1. Найменування проектного підприємства, будівлі або споруди.
2. Підстава для проектування (постанова, наказ, економічне обґрунтування, замовлення).
3. Географічна карта району, план місцевості в масштабі 1:2000 із вказівкою існуючих шляхів сполучення, водних, залізничних, шосейних, магістралей електроенергії, газопроводи, водопроводи і т.п.
4. План наміченої ділянки для об'єкту виробництва у масштабі 1:500 або 1:1000 з горизонталями через 0,5-1,0 м.
5. Дані про ділянку під забудову: розміри, ґрунт на глибину не менш 10 м, рельєф, затоплюваність від розливу рік, ґрунтові води, глибина промерзання, троянда вітрів, кліматичні умови.

6. Виробнича програма це:
 - номенклатура виробів, їхній тип, повна характеристика конструкції, розміри, вага, приблизна вартість, кількість штук у рік;
 - кількість і номенклатура запасних частин для обслуговування і ремонту експлуатованих машин;
 - робочі креслення деталей із указівкою параметрів, допусків, граничних відхилень, шорсткості, квалітетів точності, складальні креслення вузлів і усього виробу, технічні умови на виготовлення і приймання виробу, вимоги до готового виробу.
7. Відомості про сировинну, енергетичну і паливну бази.
8. Відомості про шляхи сполучення, в тому числі можливість підключення до існуючих на території заводу магістралей (газ, вода, каналізація, електричні мережі).
9. Відомості про найближчі населені пункти та наявний житловий фонд.
10. Відомості про місцеві та привізні будівельні матеріали, ціни на них.
11. Наявність резервів робочої сили у найближчих населених пунктах та в регіоні в цілому.
12. Найближчі промислові підприємства, з якими можлива кооперація.
13. Документація, яка підтверджує згоду органів місцевого самоврядування та зацікавлених організацій та осіб на відведення ділянки, дозвіл на будівництво (орган місцевого самоврядування – обласна, районна, районна у місті, міська рада народних депутатів, пожежна інспекція, екологічна інспекція, санітарно-епідеміологічна служба) згода на постачання електроенергії (міське обленерго), тепла (теплоенерго), природного газу (облгаз), на приєднання до залізниці (Укрзалізниця), водопроводу, побутової та зливової каналізації (міськводоканал).

На підставі завдання на проектування проектна організація приступає до проектування підприємства, заводу, цеха (будівлі, споруди). Наведені вище дані охоплюють найширший список документів, які можуть бути потрібні.

1.3. Вихідні дані для проектування

Разом із затвердженим завданням на проектування об'єкта замовник видає проектній організації:

Акт про вибір площі для будівництва з матеріалами узгодження проектних пропозицій.

Архітектурно-планувальне завдання, затверджене виконавчим комітетом ради народних депутатів (районної, районної у місті, міської).

Будівельний паспорт ділянки, що містить основні технічні дані по обраній земельній ділянці.

Відомості про існуючу забудову, підземні і надземні спорудження.

Технічні умови на приєднання проектного підприємства, будівлі або спорудження до джерел постачання, інженерних мереж і комунікацій.

Матеріали по раніше проведених інженерних вишукуваннях.

Матеріали інвентаризації, оцінні сітки і рішення виконавчого комітету ради народних депутатів (районної, районної у місті, міської) про знос і характер компенсації за будинки, що зносяться, і спорудження.

Матеріали по виду використовуваного палива.

Матеріали щодо місцезнаходження сировини.

1.4. Стадії проектування та вибір майданчику для будівництва.

Проектування підприємства (заводу, цеху) передбачає виконання технічного проекту і робочих креслень.

Технічний проект являє собою документ, у якому є такі розділи:

Загальна пояснювальна записка з коротким змістом проекту.

Техніко-економічна частина.

Генеральний план і транспорт.

Технологічна частина.

Організація праці і система керування.

Будівельна частина й організація будівництва.

Кошторисна частина.

Житло-цивільне будівництво (для заводу).

Робочі креслення розробляються на основі затвердженого технічного проекту і являють собою креслярську документацію на будівельно-монтажні роботи; на установку обладнання і облаштування комунікацій; на виготовлення нестандартного обладнання, пристосувань, інструментів; генеральний план.

Проектування може здійснюватися в одну або двох стадій з поєднанням або поділом виконання технічного проекту і робочих креслень. В одну стадію проектування здійснюється за типовими або повторно застосовуваними проектами, а також по технічно нескладних об'єктах. В всіх інших випадках проектування здійснюється в двох стадій:

1) технічний проект;

2) робочі креслення.

Для вибору майданчику для будівництва підприємства відповідно до завдання на проектування створюється комісія з представників замовника, проектної організації, виконавчого комітету ради народних депутатів (районної, районної у місті, міської), будівельної організації, державних контролюючих органів та інших зацікавлених організацій (площадок, як правило, декілька).

Загальні вимоги до майданчику:

1. Здійснити будівництво з найменшими витратами при максимальному використанні місцевих матеріальних і людських ресурсів.

2. При експлуатації заводу (цеху) забезпечити високі техніко-економічні показники його діяльності.

За результатами роботи комісії складається акт про вибір майданчику. Акт затверджується міністерством або відомством і є офіційним документом про узгодження прийнятих рішень. В разі використання наявних виробничих

будівель, при реконструкції або перепрофілюванні підприємства, створюється така саме комісія.

Завдання у випадку вибору з існуючих виробничих будівель або існуючих промислових об'єктів такі ж самі, як і в разі будівництва на новому місці. Слід враховувати, що зміна профілю діяльності підприємства може призвести до зміни його класу з точки зору шкідливості для навколишнього середовища, пожежної, хімічної, радіаційної та інших видів небезпеки. Тому особливу увагу слід приділити наявності необхідних захисних смуг (наприклад, лісових), відстані до найближчих житлових будинків, наявності захисних та очисних споруд. В разі необхідності такі споруди необхідно збудувати.

1.5. Технологічна схема виробництва і генеральний план заводу.

Після встановлення складу заводу визначаються функціональні зв'язки між цехами та іншими підрозділами і службами заводу. Для цього, як правило, складається технологічна схема виробництва.

На технологічній схемі виробництва у наочному вигляді представляється послідовність виробничого процесу виготовлення продукції; встановлюється раціональне розташування його будівель і споруд; визначається схема і напрямки основних вантажопотоків заводу. Напрями вантажопотоків звичайно вказують стрілками.

Генеральним планом заводу називається креслення, на якому нанесене розташування всіх будівель і споруд, рейкових та автомобільних доріг, підземних та наземних мереж, ув'язаних з рельєфом і благоустроєм території.

Генеральний план компонується після визначення складу заводу і функціональних зв'язків між цехами і службами заводу.

В основу проектування генплану закладаються принципи, по яких організується вся робота заводу:

- прямоточність технологічних процесів;
- компактність планування;
- використання мінімальної території під забудову;
- скорочення комунікацій;
- безпека умов праці і пересування працюючих по території.

Компонування генплану починається зонування території заводу, тобто розміщення комплексів цехів, об'єднаних специфічними умовами по окремих зонах.

Зонування здійснюється в залежності від схеми виробництва, трудомісткості виробу, шкідливості, пожежної небезпеки і т.п.

Основні зони це: виробничі; складська; енергетичні спорудження; передзаводський майданчик.

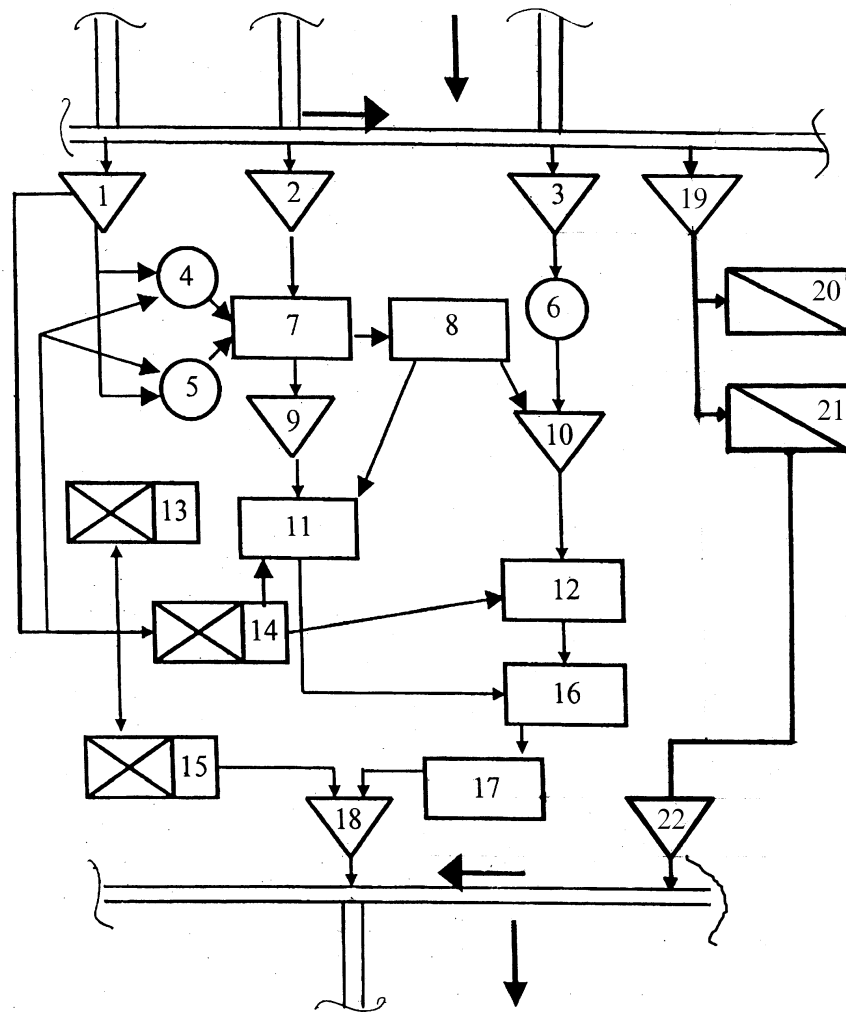


Рис.1.1. Приклад технологічної схеми виробництва на машинобудівному заводі

- | | |
|--|---|
| <p>▽ – склади</p> <p>○ – заготівельні цехи</p> <p>□ – обробні та складальні цехи</p> <p>⊗ – допоміжні цехи</p> <p>▤ – енергетичні підрозділи</p> | <p>1 – склад шихтових та формувальних матеріалів, склад металу, 2 – склад покупних поковок, виливків та прокату, 3 – склад листових матеріалів; 4 – ливарний цех, 5 – ковальсько-штампувальний цех, 6 – розкрійний цех; 7 – механічний цех, 8 – термічний цех, 9 – проміжний склад, 10 – проміжний склад, 11 – механічний цех, 12 – механоскладальний цех, 13 – інструментальний цех, 14 – цех штампів, прес-форм та складального оснащення, 15 – тарний цех, 16 – складальний цех, 17 – складальний цех з випробувальними дільницями, 18 – склад готової продукції, 19 – склад палива, 20 – теплоелектроцентрально, 21 – котельня, 22 – відвал</p> |
|--|---|

Крім зонування для найбільш раціонального використання території заводу застосовуються ще два принципи – блокування і модульна координація.

Блокування – об'єднання в одній будівлі кількох цехів різного призначення. Це можуть бути цехи основного та допоміжного виробництв, інструментального виробництва, цехи, поєднані за предметною ознакою. В кожному конкретному випадку окремо визначається, які цехи доцільно об'єднувати в один блок. Результат – зменшення площі цехів на 30-40%. При блокуванні цехів (виробництв) в одній, як правило, багато прогонній будівлі, теж використовується принцип зонування, наприклад, термічні та фарбувальні цехи розміщуються біля зовнішніх стін будівлі (блоку) та відокремлюються від інших цехів капітальною стіною.

Модульна координація – згідно з цим принципом територію підприємства поділяють на квартальні, панельні або квартально-панельні елементи. Їх розміри для машинобудівних підприємств приймаються кратними 72 м.

Ефективність генерального плану оцінюється за такими показниками:

площа території (га), яку визначають у межах огороження або в умовних межах з урахуванням ділянок, зайнятих залізничними шляхами. Умовними межами території можуть бути зовнішні контури будівель або споруд, розташованих по периметру підприємств. Площу ділянок з віяловим розташуванням залізничних шляхів визначають як добуток їх довжини на 5 м. У площу території не включають площі передзаводських зон;

площа забудови, яка об'єднує: площі, зайняті будівлями і спорудами; проєкції на горизонтальну поверхню надземних споруд (галерей, естакад), під якими не можна розташовувати інші споруди; площі, які займають підземні споруди (тунелі, резервуари, сховища тощо), над якими не можна розміщувати наземні споруди; площі, зайняті відкритим технологічним обладнанням, вантажно-розвантажувальними площами, навісами, стоянками технологічного транспорту тощо; площі, передбачені для розширення виробництва (резервні території). В площу забудови не включають вимощення біля будівель та споруд, а також площі для стоянок особистого і громадського транспорту;

щільність забудови, яку визначають відношенням у відсотках площі забудови до площі території. Цей показник вважають одним із найважливіших, тому що він визначає і стимулює раціональне та економне використання території, наприклад, проєктування багатоповерхових будівель. Для різних галузей промисловості нормами проєктування встановлені диференційовані показники мінімальної щільності забудови, які знаходяться в межах від 35 до 65%.

Дуже важливим є показник використання території, який визначають у відсотках площі забудови, доріг, ділянок для відкритого складування та іншого призначення з твердим покриттям до загальної площі території. Як додаток до основних показників підраховують площі газонів, посадок кущів і дерев. Відношення площі зелених насаджень до загальної площі території характеризує рівень благоустрою підприємства і використовується як екологічний і санітарний показник.

Ефективність генерального плану також оцінюється з використанням таких коефіцієнтів:

Коефіцієнт забудови K_3 – відношення площі, зайнятої будинками і спорудами, до загальної площі території проєктованого об'єкту, $K_3 \approx 0,4-0,6$.

Коефіцієнт використання території – відношення площі, зайнятої будинками, спорудами, відкритими складами, залізними та автомобільними дорогами і тротуарами, до загальної площі об'єкту, $K_B \approx 0,7-0,9$.

Коефіцієнт озеленіння – відношення площі зелених насаджень до загальної площі об'єкта, $K \approx 0,2-0,3$.

1.6. Склад машинобудівного заводу.

Для здійснення виробничої діяльності заводу визначається його склад. До складу включаються цехи, служби, підрозділи і господарства.

Цехи підрозділяються на виробничі, допоміжні та обслуговуючі. У свою чергу виробничі цехи поділяються на основні та підсобні.

Основними виробничими цехами називаються цехи, у яких виконується обробка і зборка деталей, складальних одиниць і виробів, що складають основну виробничу програму заводу.

Ці цехи підрозділяються на заготівельні, обробні, складальні.

До заготівельних цехів відносяться: розкрійно-заготівельні (виправлення, різання, іноді зацентрування та обдирання прокату, розкрій листових матеріалів); ливарні (чавуна, сталі, кольорових металів, тугоплавких металів, спеціальних методів лиття); ковальсько-штампувальні.

Обробні цехи це: механічні, електрохімічної та електрофізичної обробки; термічні; пресові (холодне штампування готових виробів); цехи нанесення покриттів (гальванічні, напилення); фарбувальні; деревообробні та інші.

Складальні цехи це: зварювально (паяльно)-складальні; вузлового, агрегатного та загального складання; випробувальні станції, цехи, майданчики, полігони.

Підсобні виробничі цехи забезпечують випуск готових виробів основними виробничими цехами - тарні, картонажні й ін.

Допоміжні цехи - забезпечують нормальну роботу основних виробничих цехів або заводу в цілому, це: інструментальні; ремонтно-механічні; ремонтно-будівельні; електроремонтні; експериментальні, модельні й інші.

До складу допоміжних цехів особливою групою входять:

1. Енергетичні підрозділи: електростанції та теплоелектростанції; котельні; компресорні; станції або вузли для отримання та (або) розподілу промислових газів у рідкому або стисненому стані (кисень, азот, аргон, гелій, ацетилен, метан, пропан-бутан); електромережі; газо-, паро-, повітро-, нафто- та інші продуктопроводи;

2. Санітарно-технічні підрозділи: водопостачання; каналізація; теплофікація; водозабірні спорудження; водоймища; насосні та очисні станції й інші.

Обслуговуючі цехи та підрозділи виконують функції господарського і

частково технічного обслуговування заводу, це: заводоуправління; центральна заводська лабораторія; їдальні; поліклініки, амбулаторії, медпункти, лікарні (медично-санітарні частини); навчальні центри (школи, училища, технікуми, коледжі, курси, вищі навчальні заклади або їх філії на заводі); пожежні депо; охорона та контрольно-пропускні пункти; обчислювальні центри; зв'язок, сигналізація, годинникове господарство; транспортне господарство (депо тепловозів, мотовозів, вагонів, гаражі автомобілів (механізовані колони), депо електрокарів, електронавантажників, автомобілів та автонавантажників); складське господарство (матеріальні склади твердого, рідкого та газоподібного палива, склади засобів виробництва, склад готової продукції, склади відходів, станції регенерації для очищення і відновлення мастил, повітря, станції нейтралізації).

1.7. Вантажообіг і вантажопотоки.

Вантажообіг – обсяг перевезень у тоннах (кілограмах) у межах заводу, цеху, дільниці, складу за встановлений період часу (годину, зміну, місяць, рік).

Вантажопотік – складова частина вантажообігу і характеризує процес переміщення одного будь-якого вантажу.

Вантажопотоки розрізняють за видом вантажів, схемою переміщення та інтенсивністю. За видом вантажів розрізняють вантажопотоки: заготовок, деталей, напівфабрикатів, шихти, формувальних матеріалів, відходів, паливно-мастильних матеріалів, змащувально-охолоджуючих рідин, тари, хімічних продуктів і таке інше. За схемою переміщення вантажопотоки бувають: поздовжні, поперечні, і комбіновані.

Поздовжня схема руху вантажів має наступний вигляд:

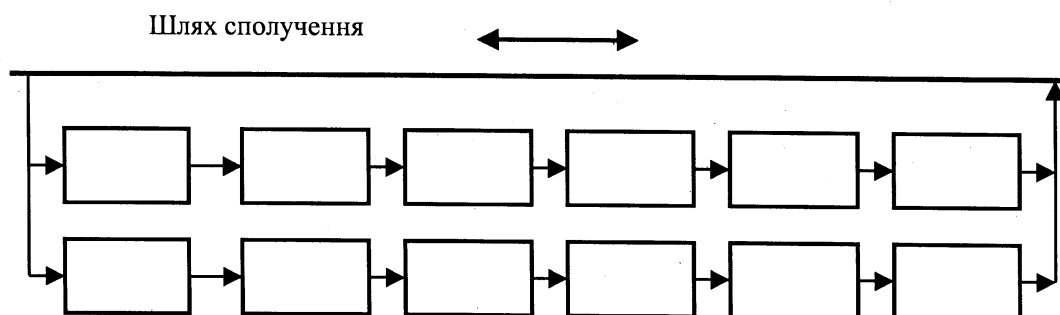


Рис. 1.2. Приклад поздовжньої схеми руху вантажів

За такою схемою рух здійснюється вздовж головної осі послідовно розташованих будинків, цехів, дільниць, одиниць обладнання відповідно до технологічного процесу.

Така схема характерна для заводів важкого машинобудування, де перевезення здійснюються внутрішньозаводською залізницею. Також ця схема використовується в разі розміщення заводу на видовженій ділянці.

Поперечна схема руху вантажів буває з одностороннім та зустрічним рухом.

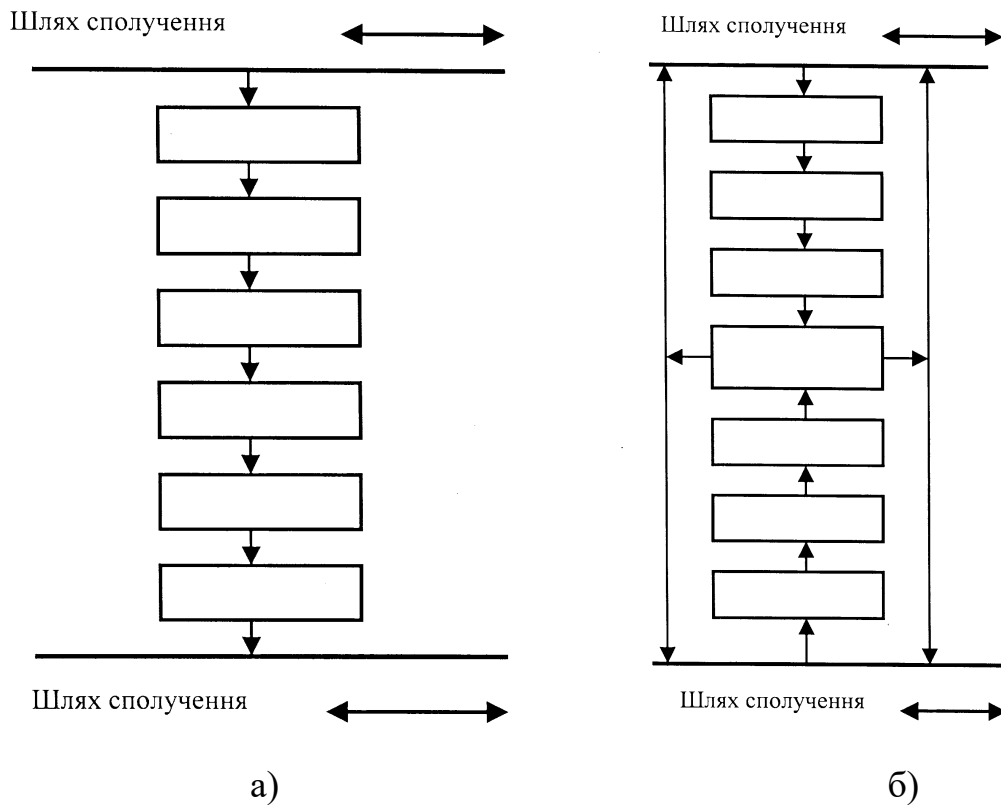


Рис. 1.3. Поперечна схема руху вантажів
 а) з однобічним рухом; б) із зустрічним рухом

Поперечна схема використовується на заводах та в цехах середнього і дрібного машинобудування, де міжцехові перевезення здійснюються безрейковим та підвісним транспортом. Розміри дільниць характеризуються невеликою довжиною та значною глибиною (шириною). Ділянка місцевості, на якій споруджується завод або цех витягнута в напрямку, перпендикулярному до основних шляхів сполучення. Вантажопотік здійснюється перпендикулярно до поздовжньої осі цехів, дільниць, одиниць обладнання.

Комбінована схема поєднує в собі переваги поздовжньої та поперечної схеми. Інша назва комбінованої схеми вантажопотоків – проста та складна вилка. У випадку, якщо основний вантажопотік розділяється на два або два вантажопотоки сходяться в один має місце проста вилка. Якщо три і більше – складна. Схема простої вилки може бути застосована для прямокутних та П-подібних будівель, складної – для прямокутних, квадратних та Ш-подібних. На рисунку 1.4 наведені схеми простої вилки у різних варіантах виконання.

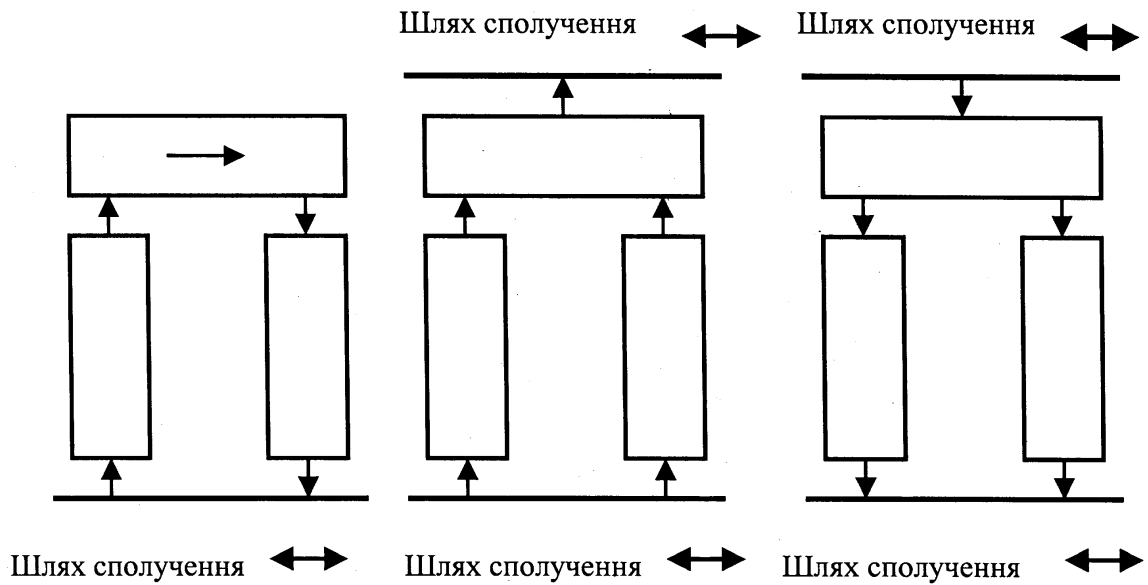


Рис. 1.4. Комбінована схема руху вантажів (проста вилка)

При такій схемі рух вантажів здійснюється як у поздовжньому, так і в поперечному напрямку, що дозволяє застосовувати будь-які транспортні засоби. Комбінована схема може використовуватися на заводах різних видів машинобудування і в усіх цехах.

У поздовжньому та поперечному напрямках рух вантажів здійснюється і в разі використання кутової та кільцевої схеми.

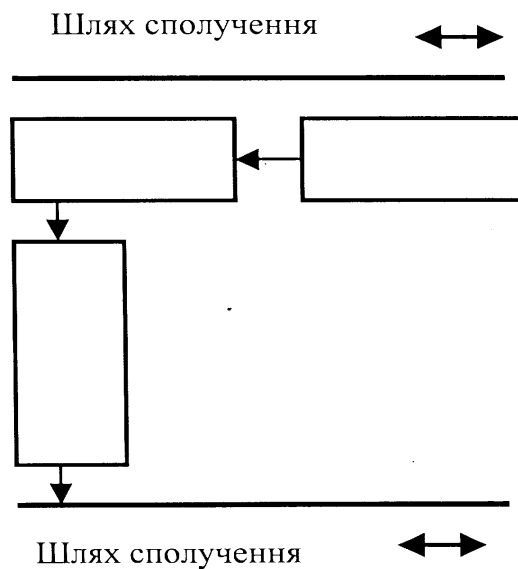


Рис. 1.5. Кутова схема руху вантажів

Використовується у випадку, коли ділянка землі має відповідну форму. Рух вантажів може здійснюватися під будь-яким кутом до основних шляхів сполучення у відповідності з формою ділянки землі та розташуванням будівель.

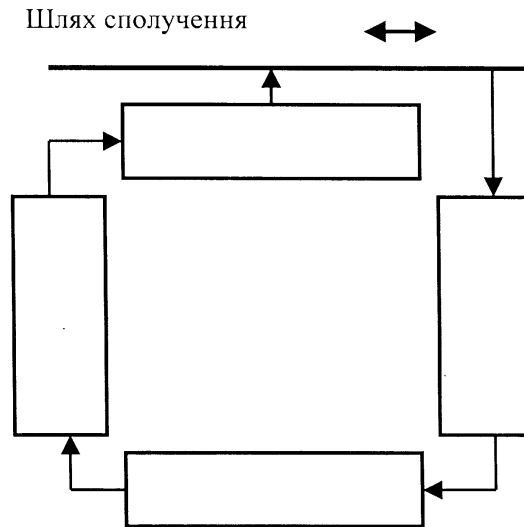


Рис. 1.6. Кільцева схема руху вантажів

Кільцева схема руху вантажів використовується у випадку, коли ділянка землі має форму квадрата або близьку до квадратної. Будівлі розташовуються по периметру, що забезпечує можливість розташувати необхідну кількість обладнання

Інтенсивність вантажопотоку визначається за формулою:

$$I = \frac{G}{T_H} ;$$

де G - кількість вантажу (т);

T_H - нормований інтервал часу (година).

На плані заводу, цеху або ділянки складаються схеми вантажопотоків переміщуваних вантажів.

Вантажопотік зображується у вигляді смуги шириною пропорційною його інтенсивності I та стрілкою, яка вказує напрям.

Така схема показує:

Місця згущення однієї групи вантажів.

Завантаження шляхів міжцехового транспорту.

Дотримання принципу найкоротшого шляху руху вантажів.

Раціональність зустрічних переміщень, перетинань, згущень та дальності вантажопотоків.

Для транспортування вантажів використовуються різноманітні транспортні засоби, які будуть додатково розглянуті у розділі 2.

Контрольні завдання до розділу 1.

1. Наведіть економічні задачі, які вирішуються при проектуванні машинобудівних заводів та цехів
2. Наведіть технічні задачі, які вирішуються при проектуванні машинобудівних заводів та цехів
3. Наведіть організаційні задачі, які вирішуються при проектуванні машинобудівних заводів та цехів
4. Опишіть передпроектні роботи при створенні нового заводу (цеху)
5. Наведіть основні розділи бізнес-плану, який розробляється за результатами перед проектного дослідження
6. Наведіть основні розділи аванпроекту
7. Наведіть основні розділи завдання на проектування
8. Наведіть вихідні дані, які необхідні для проектування
9. Вкажіть основні розділи технічного проекту
10. Охарактеризуйте основні принципи побудови генерального плану підприємства
11. Наведіть загальну класифікацію підрозділів машинобудівного заводу
12. Наведіть класифікацію виробничих цехів
13. Наведіть класифікацію допоміжних цехів
14. Наведіть класифікацію санітарно-технічних підрозділів
15. Наведіть класифікацію обслуговуючих цехів та підрозділів машинобудівного заводу
16. Охарактеризуйте поздовжню (прямолінійну) схему вантажопотоків на машинобудівному заводі.
17. Охарактеризуйте поперечну схему вантажопотоків на машинобудівному заводі.
18. Охарактеризуйте комбіновану схему (схему простої та складної вилки) вантажопотоків на машинобудівному заводі.
19. Охарактеризуйте кутову схему вантажопотоків на машинобудівному заводі.
20. Охарактеризуйте кільцеву схему вантажопотоків на машинобудівному заводі

2. ПРОЕКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ЦЕХІВ

2.1. Класифікація цехів машинобудівного виробництва.

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; великосерійного; 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, як наведений у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Вид машинобудування	Максимальна маса заготовки, (т)	Кількість верстатів у цеху		
		малий	середній	великий
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

Для ливарних цехів поділ буде іншим.

Таблиця 2.2.

Цехи	Одиничне, дрібносерійне та серійне виробництво	Великосерійне та масове виробництво
	Максимальна вага виливків, кг	
Дрібного та середнього лиття	100	10
Середнього лиття	1000	50
Великого лиття	5000	500
Важкого лиття	20000	—
Особливо важкого лиття	50000 і більше	—

2.2. Виробнича програма цеху.

Основою для проектування цеху є його виробнича програма, яка в залежності від типу виробництва, характеру продукції, що випускається, та стадії проектування може бути точною, приведеною і умовною.

Проектування цехів за точною програмою здійснюється найчастіше для масового та великосерійного 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 (Π) розраховується річна програма запуску:

$$\Pi = \sum_{i=1}^n \Pi_i ;$$

де Π_i - програма випуску i -го виробу;

n - номенклатура виробів;

$$\Pi_3 = \sum_{i=1}^n \Pi_{i3} ;$$

$$\text{де } \Pi_{i3} = \Pi_i \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad i = \overline{1, n};$$

(β - коефіцієнт, який враховує можливі втрати в процесі виробництва на налагодження устаткування, проведення контрольних-вибіркових іспитів, можливий брак, звичайно $\beta=1-3\%$, але за умов одиничного виробництва та необхідності значної кількості контрольних-вибіркових випробувань для забезпечення високої надійності товарних виробів β може збільшуватися до 20-25%, навіть до 100% і більше).

У проектуванні рівною мірою використовуються як програма випуску, так і програма запуску. Іноді для розрахунку трудоемності виконуваних робіт виходять із програми випуску, а при розрахунку верстатоемності - програми запуску. У курсовому проектуванні з певним спрощенням можна у всіх розрахунках у якості вихідних даних приймати програму запуску.

Проектування за приведеною програмою ведеться для одиничного, дрібносерійного і серійного виробництва, коли:

– частина виробів, передбачена завданням на проектування, не забезпечена цілком кресленнями та іншими вихідними даними;

– за наявності великої номенклатури виробів, які суттєво 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, розбиваються на групи. У кожну групу входять вироби, подібні за конструкцію та технологію виготовлення. У

кожній групі намічають вироб-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 трудоемність виробів-представників повинна складати велику частину від загальної річної трудомісткості 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

$$K = \sum_{i=1}^m K_i ,$$

де K_i - коефіцієнт приведення за параметром (маса, серійність, складності і таке інше), що враховує особливості розглянутого виробу.

У курсовому проектуванні можна обмежитися тільки трьома коефіцієнтами:

1. Коефіцієнт приведення по масі (K_1). Визначається за формулою

$$K_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2} ;$$

де Q і Q_x маси виробу представника і виробу, що приводиться. Прийнятну точність формула дає в межах $0,5Q_x < Q \leq 2Q_x$;

2. Коефіцієнт приведення за серійністю (K_2). Визначається в залежності від співвідношення Π/Π_x , де Π и Π_x - річні програми випуску в штуках виробу-представника і виробу, що приводиться. Практично це робиться за допомогою спеціальної таблиці, або за формулою:

$$K_2 = (\Pi/\Pi_x)^{0,15 \dots 0,2} .$$

Показник ступеня приймається 0,15 - для середнього і дрібного машинобудування, 0,2 - для важкого.

Прийнятна точність досягається в межах: $0,1\Pi_x < \Pi \leq 10\Pi_x$.

3. Коефіцієнт приведення за складністю (K_3). Він враховує розходження і складність конструкцій і є досить суб'єктивним, залежним значною мірою від кваліфікації проектанта. Приведення виробу за складністю до виробу-представника можна здійснювати по різному, наприклад, за такими показниками,:

- через загальну кількість операцій технологічного процесу;
- трудоемність;
- верстатоемність;

– сумарний основний (технологічний або машинний) час по всіх операціях технологічного процесу.

У результаті визначається приведена програма по кожній групі

$$\Pi_j^{\text{PP}} = \Pi_j \cdot K_{\Pi_j};$$

$$\Pi = \sum_{j=1}^1 \Pi_j^{\text{PP}};$$

$$\Pi_m^{\text{PP}} = \Pi_m \cdot K;$$

де m - номер групи.

Замість заданої кількості виробів одержують приведену номенклатуру, як це графічно зображено на рисунку .

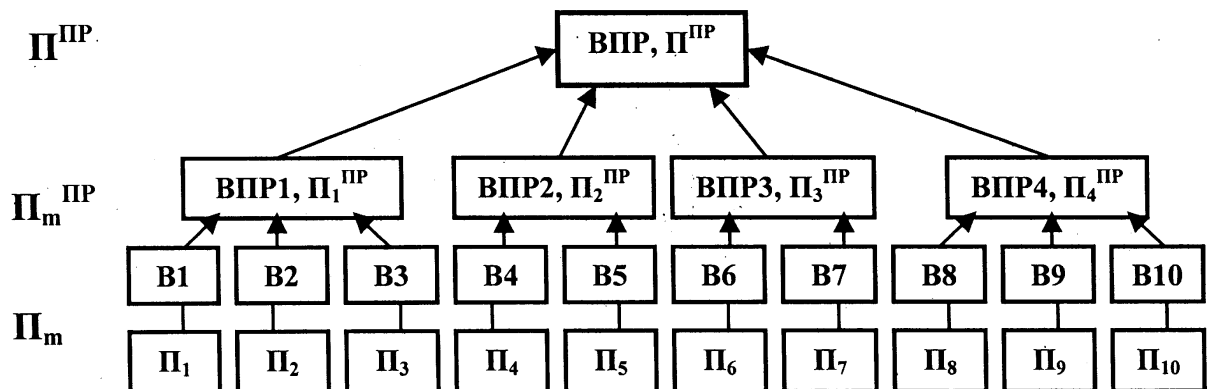


Рис.2.1. Схема створення приведеної номенклатури продукції

В1-В10 – вироби заданої номенклатури, П1–П10 – програма випуску виробів заданої номенклатури, ВІР1-ВІР4 – вироби-представники для поділу на групи; ПІР1 – ПІР4 – приведена програма випуску виробів-представників при розбитті номенклатури на групи, в даному прикладі кількість груп дорівнює 4; ВІР – виріб-представник у випадку, коли всі вироби приводяться до одного; ПІР – програма випуску виробу-представника.

У межах однієї дільниці або цеху звичайно номенклатуру обмежують одним-двома виробами. Приведена програма в цьому випадку буде визначатися за формулою:

$$\Pi^{\text{PP}} = \sum_{m=1}^K \Pi_m^{\text{PP}};$$

де K - кількість груп.

При цьому загальна маса виробів, заданих у програмі, залишається без змін і не підлягає приведенню.

Проектування механічних та складальних цехів за умовною програмою ведеться 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, у всякому випадку, не бути меншою за неї.

2.3. Визначення типу виробництва

Тип машинобудівного виробництва визначається за кількома ознаками та показниками. Звичайно це робиться в два етапи. На першому етапі за такими показниками як виробнича програма (кількість виробів на рік), маса і розміри заготовок, деталей, виробів, сумарна трудоемність, такт випуску, коефіцієнт серійності попередньо визначається тип виробництва. Після цього розробляється технологічний процес, встановлюються потрібні кількість технологічних операцій та робочих місць, обирається обладнання. На заключному етапі тип виробництва уточнюється за значенням коефіцієнту закріплення операцій.

Попереднє визначення типу виробництва.

1. Для механічних цехів за річною програмою випуску та масі заготовки (деталі) до 200 кг рекомендується призначати:

- одиничне виробництво при програмі до 1000 шт./рік;
- дрібносерійне виробництво – 1000 - 5000 шт./рік;
- середньо серійне виробництво – 5000 - 10000 шт./рік;
- великосерійне виробництво – 10000 -100000 шт./рік;
- масове виробництво – більше, ніж 100000 шт./рік.

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 зорієнтовані на виробництво автомобілів та тракторів. В ракетобудуванні серійним буде виробництво вже десяти і навіть меншої кількості ракет-носіїв на рік, а бойові ракети протягом 50-х–80-х років ХХ століття випускалися в кількості 100-200

ракет 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.

2. Для складальних цехів тип виробництва попередньо визначається за сумарної трудоемністю. Орієнтовні дані наведені в таблиці 2.3.

Таблиця. 2.3 Попереднє визначення типу виробництва за сумарною трудоемністю складання

Трудоемність складання виробу люд.рік./шт	Одиничне виробництво	Дрібносерійне виробництво	Середньо-серійне виробництво	Велико серійне виробництво	Масове виробництво
Більше 2500	$\leq 1^{**}$	2 – 4	≥ 5	–	–
250 - 2500	≤ 3	3 – 8	9 – 60	≥ 60	–
25 - 250	≤ 5	5 – 30	31 – 350	351 – 1500	≥ 1500
2,5 - 25	≤ 8	9 – 50	51 – 600	601 – 3000	≥ 3000
0,25 - 2,5	–	≤ 80	81 – 800	801 – 4500	≥ 4500
До 0,25	–	–	–	1000 – 6000	≥ 6000

** – середньо місячний випуск виробів, штуки, при типах виробництва.

За тактом випуску тип виробництва визначають згідно з формулою:

$$\tau_{\text{в}} = (60 \times \Phi_{\text{д}}) / \Pi;$$

де $\tau_{\text{в}}$ – такт випуску (хвил./шт.); $\Phi_{\text{д}}$ — дійсний фонд години на рік роботи одиниці обладнання (год); Π — виробнича програма на рік (шт.).

Якщо $\tau \leq 5$ хвилин виробництво вважають масовим, в інших випадках – серійним. Цей показник дуже приблизний і не дозволяє більш точно визначитися з типом виробництва. Для одиничного виробництва він взагалі майже не може бути застосований, тому що такт випуску передбачає ритмічне, повторюване виготовлення продукції. За умов одиничного виробництва продукція або не повторюється, або повторюється через великі інтервали часу.

За коефіцієнтом серійності тип виробництва визначають виходячи з формули:

$$K_{\text{сер}} = \tau_{\text{в}} / t_{\text{шт}};$$

$t_{\text{шт}}$ – середній штучний час (звичайно це середнє арифметичне значення) по всім операціям технологічного процесу який розглядається (хвилини). Значення $t_{\text{шт}}$ на початку проектування технологічного процесу звичайно приймаються по базовому або типовому технологічному процесу, або приймається орієнтовним на основі досвіду обробки деталей та складання виробів, схожих за конструктивними та технологічними ознаками.

Вважають, що

- $K_{\text{СЕР}} < 2$ – масове виробництво;
- $K_{\text{СЕР}} = 2 - 10$ – великосерійне виробництво;
- $K_{\text{СЕР}} = 10 - 20$ – середньосерійне виробництво;
- $K_{\text{СЕР}} > 20$ – 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. Більше того, може статися, що різні цехи заводу будуть працювати в умовах різних типів виробництва. Це може становити певні проблеми в організації та функціонуванні заводу. Тому в деяких випадках буває доцільно розділити завод на декілька, іноді територіально віддалених один від одного. 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.. Остаточний тип виробництва визначається за допомогою коефіцієнта закріплення операцій.

Уточнення типу виробництва за значенням коефіцієнту закріплення операцій

Тип виробництва уточнюється після того, як в результаті технологічного проектування для конкретного виробництва встановлено загальну кількість різних операцій, які виконуються на ділянці (в цеху) протягом місяця (N_0), а також кількість одиниць обладнання, на яких ці операції виконуються (C_p). У цьому випадку

$$K_{30} = N_0 / C_p$$

Для масового виробництва $K_{30}=1$.

Для великосерійного виробництва $K_{30}=1-10$.

Для середньо серійного виробництва $K_{30}=10-20$.

Для дрібносерійного виробництва $K_{30}=20-40$.

В одиничному виробництві $K_{30} > 40$.

У випадку, коли по технологічному передбачається використання обладнання різних типорозмірів і кількість операцій на кожному різна, K_{30} розраховують за формулою:

$$K_{30} = (\sum C_{pi} \cdot m_{di} \cdot m_{oi}) / \sum C_{pi} ;$$

C_{pi} — кількість одиниць обладнання одного найменування;

m_{di} — кількість найменувань (типорозмірів) заготовок, які обробляються протягом місяця;

m_{oi} — кількість операцій, закріплених за однією одиницею обладнання при обробці заготовок одного найменування (типорозмірів).

2.4. Форми організації виробництва на заводі

Для кожного заводу 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 обирається в результаті ретельного аналізу усіх факторів, пов'язаних з підготовкою і функціонуванням виробничого процесу, і є результатом його внутрішньої несуперечності і доцільності.

Механоскладальне та ковальсько-штампувальне виробництво, як правило, групується цехами 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 великосерійному 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. 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.

Ковальсько-штампувальні цехи, як правило, розділяються на цехи кування та об'ємного штампування і цехи листового штампування. Іноді до цього розподілу додається спеціалізація цехів по матеріалах, з яких виготовляються вироби (наприклад, сталі, алюмінієві сплави, титанові сплави).

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.

Як видно, обидві ці форми мають певні переваги і недоліки, тому більшість заводів організує виробництво за змішаною схемою.

Організація за змішаною схемою передбачає, що частина цехів проектується 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 заводі освоєні далеко не всі. При освоєнні нового виробу спочатку відпрацьовуються та використовуються освоєні та добре відомі персоналу заводу технологічні процеси, а правило, наявному обладнанню. Тобто досить часто не тільки в рамках заводу в 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).

2.5. Форми організації виробництва в цеху.

Роботи в цеху в залежності від типу виробництва мають різну організацію, як у технічному, так і в структурному відношенні.

2.5.1. Форми технічної організації виробництва в цеху.

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 ($t_{осн}$) у загальній структурі штучного часу ($t_{шт}$) невелика. У механічних цехах пристосування, ріжучий та вимірювальний інструмент є універсальними. У цехах обробки тиском звичайно 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 (відношення розрахованої до прийнятої кількості одиниць устаткування) $\eta_3 < 0.5$

на складальних операціях і $\eta_3 < 0.7$ на механічних операціях, кількість операцій зменшується.

$$\eta_3 = \frac{C_p}{C_{II}}.$$

Якщо коефіцієнт завантаження устаткування $\eta_3 > 0,9$ кількість операцій потрібно збільшити.

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 велико серійне – 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 трудоемності і верстатоемності механічної обробки широко застосовується концентрація операцій, які виконуються на автоматах, агрегатних, багаторізцевих і револьверних, а також спеціальних верстатах. Ріжучий інструмент вибирається вузько спеціалізованим. Вимірювальний інструмент автоматичний, сполучений з устаткуванням, а також використовуються граничні калібри. В разі обробки матеріалів тиском використовуються високопродуктивні кривошипні гарячештампувальні преси, горизонтально-кувальні машини, ротаційно-кувальні машини, гідравлічні преси, устатковані 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).

2.5.2. Доцільність використання обладнання з числовим програмним управлінням. 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 були спроектовані та виготовлені перші зразки гнучких виробничих систем, які фактично стали класичними і визначили напрями розвитку цієї форми організації виробництва. 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 2.2. Гнучкі виробничі системи мають багато рівнів – від одиночних верстатів з ЧПУ до автоматизованих ліній і навіть заводів.

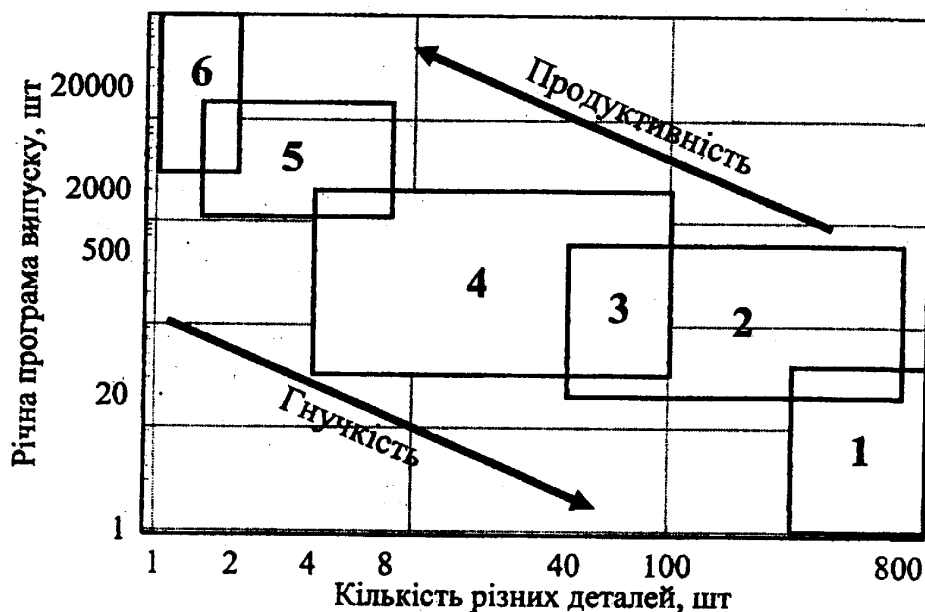


Рис. 2.2. Зв'язок гнучкості та продуктивності виробничих систем із типом виробництва та ступенем його автоматизації

1 – окремі верстати з ЧПУ одиничного виробництва з ручним програмуванням; 2 – гнучкий виробничий модуль (одиниця обладнання з ЧПУ, найчастіше верстат типу «обробний центр», оснащений накопичувачем деталей та а промисловим роботом); 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 – гнучка автоматизована лінія; 6 – автоматичні лінії або спеціалізоване (спеціальне) обладнання масового виробництва

З точки зору ширини охоплення всіх сфер діяльності людства на сьогодні розрізняють шість рівнів автоматизації та інтеграції виробництва, як це вказано на рисунку 2.3.

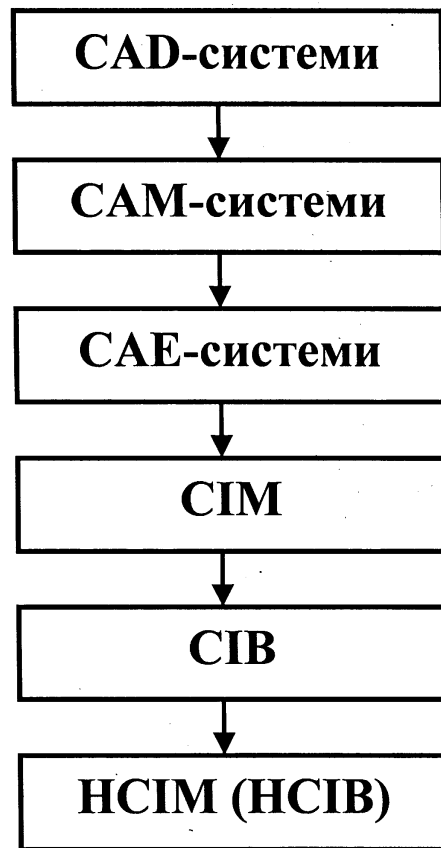


Рис. 2.3. Рівні автоматизації та інтеграції виробництва

CAD – автоматизоване проектування 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).

На превеликий жаль змушені зазначити, що значна частина благородних задумів авторів наведених нижче концепцій залишилася на папері, а ті, що були втілені в життя, мають не тільки позитивні наслідки. Особливо це стосується концепцій людиноорієнтованого виробництва та бізнесу. Наведені на рисунку 2.2 рівні автоматизації та інтеграції виробництва існують і засновані на них підприємства функціонують, але не всі вони, особливо найвищі (НСІМ та 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 числовим програмним управлінням. 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 ЧПУ та виконуючих органів в одному корпусі молота чи преса. Тим більше, що електронні пристрої ЧПУ досить чутливі до вібрацій при куванні на молотах. Але програмування процесу кування за допомогою ЧПУ 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 ЧПУ. Крім цього, при обробці матеріалів тиском досить часто, особливо за умов великосерійного та масового виробництва, використовуються роботизовані технологічні комплекси.

У ливарному виробництві гнучкість виробництва забезпечується швидкістю виготовлення ливарних форм. Це також забезпечується використанням обладнання з ЧПУ. Крім металорізальних верстатів досить перспективним є використання обладнання для різних генеративних технологій прискореного формоутворення та прототипування. Це перш за все лазерна стереолітографія та тривимірний струменевий друк. Сутність генеративних технологій полягає у формоутворенні виробу не за рахунок пошарового зняття матеріалу з заготовки, а шляхом пошарового нарощування. Це 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 генеративні технології використовуються для виготовлення прес-форм, у яких отримуються воскові моделі. Ливарні форми або прес-форми, отримані за допомогою генеративних технологій, не потребують верстатної обробки (потребують дуже незначної слюсарної).

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 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 гнучких виробничих систем 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.

Розглянемо доцільність використання обладнання з ЧПУ на прикладі металорізальних верстатів. Використання верстатів із ЧПУ 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 $t_{доп}$, який затрачається на зміну режимів різання, оброблюваних поверхонь, зміною інструмента, що різє, і т.п. 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 уведенням багатOVERстатного устаткування.

2.5.3. Форми структурної організації виробництва в цеху.

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) - 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 - 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.

Для розрахунку оптимальної величини партії деталей існує ряд формул. Одна з них має такий вигляд:

$$\delta_i = \frac{P_i \cdot a_i}{F_{др}}$$

де P_i – виробнича програма в рік i -ої деталі (шт.);

a_i – кількість днів, на яку потрібно мати запас заготовок (напівфабрикатів, сировини) i -го найменування;

$F_{др}$ – кількість робочих днів у році.

З досвіду виробництва середнього машинобудування звичайно протягом місяця проводиться не більш 3-4 запусків партій. У курсовому проектуванні рекомендується приймати $a_i = 5-10$ днів.

Властива така організація головним чином серійному виробництву; для окремих деталей застосовується в масовому виробництві.

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:

1. Розчленування операцій або їхнє укрупнення.
2. Застосування оптимальних режимів обробки.
3. Застосування спеціального інструмента (ріжучого, штампувального).
4. Одночасна обробка декількома інструментами.

5. Скорочення допоміжного часу застосуванням спеціальних механізованих та автоматизованих електромеханічних, пневматичних, гідравлічних, пневмогідравлічних швидкодіючих пристосувань.

6. Одночасна обробка декількох заготовок.

7. Автоматизація і механізація обладнання.

8. Застосування одночасно працюючих однотипних одиниць обладнання (дублерів).

9. Механізація та автоматизація транспортування заготовок між обладнанням.

10. Включення в потік основної обробки інших її видів (наприклад, в дільницю механічної обробки входить обладнання для термічної обробки, зварювання, обробки тиском, складання).

3. Прямоточна (пульсуючим потоком) - 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 (τ_v), хоча і не на всіх ділянках лінії. Внаслідок цього біля одиниць обладнання, у яких час на виконання операцій більше встановленого такту, створюються заділи 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 немеханізованими 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.

Вирішальним фактором, що обумовлює дотримання принципу потоку, є механічне транспортування і такт випуску τ_v . Визначення τ_v здійснюється за формулами у залежності від виробничої програми. Якщо виробнича програма одного найменування, то

$$\tau_v = \frac{60 \cdot F_d \cdot m}{\Pi};$$

де F_d - дійсний річний фонд часу роботи устаткування при роботі в одну зміну(години) – якщо тривалість змін різна, то замість добутку $F_d \cdot m$ використовується F_d – дійсний фонд роботи обладнання у випадку того чи іншого режиму роботи;

m - кількість робочих змін;

Π - виробнича програма (шт./рік.).

Якщо річна програма формується з деталей різних найменувань (поточно-серійне виробництво), то τ_B може бути однаковим або різним. Якщо τ_B однакове, то розрахункова формула має вигляд:

$$\tau_B = \frac{60 \cdot F_d \cdot m}{\sum_{i=1}^n \Pi_i} \cdot K_H$$

де n - номенклатура виробів;

Π_i - виробнича програма i -го найменування;

K_H - коефіцієнт, що враховує витрату часу на переналагодження лінії ($K_H \approx 0.95$).

Якщо τ_B різні для різних найменувань, то його величину розраховують окремо для кожного найменування виходячи з фонду часу, протягом якого повинна бути оброблена дана партія.

2.6. 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, сушільних, 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, що працюють у нормальних умовах - 40 годин на тиждень при 5 робочих днях і 2 вихідних. При роботі в 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:

$$\Phi_K = 24 \times 365 = 8760 \text{ годин (8784 години у високосному році).}$$

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. Наприклад, в разі однозмінної роботи у 2012 році він складе – 2028 годин, двозмінної роботи – 4056 годин, тризмінної – 6084 годин. Слід врахувати, що 2012 рік є високосним.

Розраховується номінальний річний фонд часу Φ_H за формулою:

$$\Phi_H = (\tau_3 (N_K - N_B - N_C) - \tau_1 N_{ПС}) n,$$

де τ_3 – тривалість зміни, години, N_K – кількість календарних днів на рік, N_B – кількість вихідних днів, N_C – кількість святкових днів, $N_{ПС}$ – кількість передсвяткових днів, τ_1 – час скорочення зміни у передсвяткові дні (1 година).

Дійсний (розрахунковий) річний фонд часу - це час, що може бути цілком використаний для виробництва і визначається відрахуванням з номінального фонду неминучих утрат. Дійсний фонд роботи Φ_D визначається за формулою:

$$\Phi_D = \Phi_H (1 - \gamma/100),$$

де γ – 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 10000 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 – для двозмінної та 5840 – 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:

$$K_{BO} = \Phi_D / \Phi_K$$

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 кожену 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. Звісно є 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.

2.7. Технічне нормування

2.7.1. Складові частини технічних норм часу.

Технічне нормування встановлює технічно обґрунтовану норму витрати виробничих ресурсів (робочого часу, енергії, сировини, матеріалів, інструментів та тому подібне).

Нормою часу називають регламентований час виконання будь якого об'єму робіт у визначених виробничих умовах одним або декількома робочими (одиницями обладнання).

У структурі норми часу можуть бути присутні такі складові частини:

t_o – час технологічного процесу, який витрачається на зміну i (або) послідує визначення становища предмету праці (основний час);

$t_{доп}$ – час технологічного процесу, який витрачається на виконання прийомів, необхідних для забезпечення зміни i послідує визначення стану предмету праці (допоміжний час);

$t_{обс}$ – час який витрачається виконавцем на підтримку засобів технологічного оснащення та робочого місця у працездатному становище (час на обслуговування).

Буває $t_{обс}^{техн}$ – це час на зміну інструменту, регулювання та налагодження обладнання; $t_{обс}^{орг}$ – це час на огляд випробування, змашування, обладнання, прибирання робочого місця.

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{обс}}^{\text{техн}} + t_{\text{обс}}^{\text{орг}}.$$

$T_{\text{відп}}$ – час відпочинку робітників, зайнятих виконанням технологічного процесу.

В технічному нормуванні розрізняють два види норм:

норми трудоемності;

норми верстатоемності.

Під трудоемністю (T_p) розуміють час, який витрачається виробничим робітником, на виготовлення одиниці продукції. Розмірність має вигляд (люд.-год.)/шт. або (люд.-хвил.)/шт.

Під верстатоемністю (C_T) розуміють час, який витрачається обладнанням для виготовлення одиниці продукції. Розмірність має вигляд (верст.-год.)/шт. або (верст.-хвил.)/шт. Замість верстатів можуть вказуватися інші види обладнання (преси, печі, стенди).

2.7.2. Вихідні дані та послідовність технічного нормування.

Вихідні дані для технічного нормування це:

1. Зміст окремих операцій технологічного процесу;
2. Необхідні типи обладнання та інструментів;
3. Розраховані або обрані режими обробки (складання).

Послідовність нормування:

1. Розрахунок або встановлення (t_o)_j по кожному із переходів ТП (встановлюється згідно обраних режимів роботи обладнання).
2. По змісту кожного із переходів встановлюється об'єм допоміжних робіт ($t_{\text{доп}}$)_j із урахуванням можливих та доцільних сполучень і перекривань.
3. По нормативам, у залежності від змісту операцій і обладнання встановлюються ($t_{\text{обс}}$)_j = ($t_{\text{обс}}^{\text{техн}} + t_{\text{обс}}^{\text{орг}}$)_j.
4. Визначається норма штучного часу ($t_{\text{шт}}$)_j = ($t_o + t_{\text{доп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}}$)_j
У скороченому виді таке порівняння для розрахунку має наступний вигляд
($t_{\text{шт}}$)_j = ($t_o + t_{\text{доп}}$)_j × (1 + (α + β + γ) / 100)_j ($t_o + t_{\text{доп}}$)_j = ($t_{\text{оп}}$)_j.

Тут α – відсоток від часу ($t_{\text{оп}}$)_j, який вказує час технічного обслуговування робочого місця;

β – відсоток від ($t_{\text{оп}}$)_j, який вказує час організаційного обслуговування;

γ – відсоток від ($t_{\text{оп}}$)_j, який вказує час на відпочинок та окремі потреби робочого.

Значення α, β, γ – обирають за нормативами для конкретних верстатів та виробництва.

В курсовому та дипломному проектуванні можна прийняти (α + β) = (2-4)%, γ = 4%.

В структурі ($t_{\text{шт}}$)_j (t_o)_j залежить тільки від обраних параметрів режиму обробки (складання) та параметрів (розміри, точність) виробів, які виготовляються, ($t_{\text{доп}}$)_j сильно залежить від типу виробництва.

Коли уявити, що $(t_{шт})_j = \varphi_k \times (t_o)_j$, то для одиничного та дрібносерійного виробництва

$$1,6 \leq \varphi_k \leq 3,5.$$

Для середньо серійного та великосерійного виробництва

$$1,3 \leq \varphi_k \leq 1,6.$$

Для масового виробництва $1,1 \leq \varphi_k \leq 1,3$.

Вказані співвідношення дозволяють приблизно робити перерахунок $(t_{шт})_j$ для різних типів виробництва при відомому значенні $(t_o)_j$.

Для одиничного та серійного виробництва враховують такі величини як $T_{п.з}$ – підготовчо-заклучний час на всю партію деталей (хвил.) та n – кількість деталей в партії, (шт).

$$(t_{шк})_j = (t_{шт})_j + T_{п.з}/n.$$

Наступні етапи нормування залежать від того, що розраховується – трудоемність або верстатоемність. Це пов'язано з тим, що в умовах конкретного виробництва необхідно враховувати такі обставини як:

- багатOVERSTATність обслуговування (одним виробничим робочим можуть обслуговуватися не тільки верстати, але й печі, преси та інше обладнання);
- умови, коли на одному робочому місці працюють декілька робочих;
- робота обладнання без участі основних робочих.

2.7.3. Визначення верстатоемності та трудоемності.

Верстатоемність необхідна для визначення кількості обладнання, яке потрібне для виготовлення продукції. Верстатоемність виготовлення одного виробу (деталі) (C_T) визначається як сума верстатоемностей виконання всіх верстатних операцій технологічного процесу $(C_T)_j$ тобто

$$C_T = \sum_{j=1}^k (C_T)_j$$

k – кількість операцій із застосуванням обладнання (верстатів).

Перед початком виконання будь якої технологічної операції необхідно підготувати та налагодити обладнання, а також інструменти та оснащення. На це необхідно мати час, який має назву підготовчо-заклучного часу ($T_{п.з}$). Обладнання у цей період часу зайняте, хоча безпосередньої роботи зі зміною стану предмета праці не здійснюється.

В умовах одиничного та серійного виробництва $T_{п.з}$ об'єднується до складу технічної норми часу. Виходячи із цього $(C_T)_j = (t_{шк})_j$ чисельно тобто

$$(C_T)_j = (t_{шт})_j + T_{п.з}/n.$$

В умовах масового виробництва, коли час на підготовку та налагодження верстатів у загальній структурі часу дуже малий, $T_{п.з}$ до складу технічної норми часу не включають. У цьому випадку верстатоемність виконання j – ої операції $(C_T)_j$ чисельно дорівнює $(t_{шт})_j$ тобто

$$(C_T)_j = (t_{шт})_j$$

Трудоємність необхідна для визначення кількості робочих, яка потрібна для виготовлення продукції (деталі) та їх заробітної плати.

Трудоємність виготовлення виробу (деталі) (T_p) визначається як сума трудоємностей виконання всіх операцій які виконуються за участю виробничих робочих та передбачених технологічним процесом.

$$T_p = \sum_{i=1}^m (T_p)_i,$$

m – загальна кількість операцій за участю виробничих робочих.

Трудоємність виконання j -ої операції для виробництва, де за кожним робочим закріплена одна одиниця обладнання, чисельно дорівнює її верстатоемності. Це характерно для великосерійного або масового виробництва.

$$(T_p)_i = (C_T)_i$$

Для багатостатного обслуговування (також може використовуватися для інших видів обладнання)

$$(T_p)_i = (C_T)_i / \lambda,$$

де λ – коефіцієнт багатостатного обслуговування при виконанні i -ої операції (верст.-хвил.)/(люд.- хвил.). ($\lambda \geq 1$)

Коли на одному робочому місці працюють K робочих (складання на стапелі), то

$$(T_p)_i = (C_T)_i \times K,$$

K – щільність виконання операцій (люд.-хвил.)/(верст.- хвил) ($K \geq 1$)

Коли i -а операція виконується без участі виробничого робочого, то $(T_p)_i=0$.

2.7.4. Методи визначення технічних норм часу в процесі проектування машинобудівних цехів

Існують такі методи визначення технічних норм часу для цехів та ділянок, які підлягають проектуванню: за технологічним процесом; методом порівняння; згідно з заводськими нормами; за техніко-економічним показникам; за типовими нормами.

1. За технологічним процесом технічне нормування здійснюється шляхом розрахунку норм часу на кожну операцію. При цьому тільки t_0 визначається розрахунком, в залежності від розмірів поверхні яка обробляється, режимів обробки або складання та конструкції обладнання. Решти елементи визначаються згідно з нормативами. (у курсовому проектуванні за допомогою коефіцієнту ϕ_k).

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 виробу-представника групи визначають за технологічному процесу, а технічні норми часу всіх інших виробів групи визначають шляхом порівняння, користуючись коефіцієнтом приведення.

$$T_x = T \times K_{пр}.$$

T_x – технічна норма часу, що визначається;

T – відома технічна норма часу;

$K_{пр.}$ – загальний коефіцієнт приведення (подібно до розрахунку приведеної програми).

3. Визначення технічних норм часу за нормами заводів або за матеріалами раніше виконаних проектів застосовується для приблизних розрахунків в серійному та одиничному виробництві, а також при реконструкції цехів. У цьому випадку відомі заводські або проектні норми змінюють (норми стають більш жорсткими), враховуючі переробку технічних норм часу на діючому заводі і поліпшення технологічного процесу в розгляданому проекті.

$$T_{пр} = T_{ф} / K_y$$

$T_{пр}$ – технічна норма часу, яку застосовують для розгляданого проекту;

$T_{ф}$ -- 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 трудоемність обробки комплекту деталей, вузла або виробу приймається за інформацією, яка одержана з раніше виконаних проектів подібних виробництв. Обов'язковою умовою таких проектів є те, що вони мають достатньо великі 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, 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 з трудового процесу та замінюються іншими. Іноді для виключення зайвих дій доводиться перепланувати не тільки окремі робочі місця, а й всю ділянку, цех, навіть завод. Технологічний процес виготовлення виробу та трудовий процес окремих робітників протягом усієї зміни фіксується за допомогою фотозйомки або відеозйомки. Тому цей метод отримав назву “фотографія робочого дня”.

2.8. Склад цеху машинобудівного виробництва.

До складу цех машинобудівного заводу входять виробничі і допоміжні відділення (ділянки, господарства, служби), а також службово-побутові приміщення.

Виробничі відділення (ділянки) призначені для безпосереднього здійснення технологічного процесу обробки, складання, випробування, упакування. Склад виробничого відділення або ділянки визначається структурою технологічного процесу, характером виробів, що виготовляються, організацією виробництва. Наприклад, металорізальні верстати можуть бути розподілені по ділянках за предметною схемою, тобто у порядку виконання операцій технологічного процесу, або за технологічною. Ковальсько-штампувальне обладнання теж може розміщатися по різному: у різних прогонах цеху можуть бути різні машини для обробки тиском (ковальські та штампувальні молоти, гідравлічні преси, кривошипні преси) з відповідним нагрівальним обладнанням. Виробничі відділення ливарних цехів виділяються за ознакою виконання певних операцій: формувальні, стрижневі, модельні, плавильні, залив очні, обрубні та очисні і таке інше.

Допоміжні відділення (ділянки) потрібні для ремонту, обслуговування, розміщення, усього того, що необхідно для підтримки роботи виробничих відділень або ділянок:

- інструментальне (штампо-інструментальне) господарство;
- складське господарство;
- контрольна служба (відділ, бюро технічного контролю);
- ремонтне господарство (ремонтна служба);

Інструментальне господарство - включає комори, заточувальні відділення, майстерню для ремонту оснащення та інструмента.

Комори робляться інструментальні, пристосувань, абразивного інструменту, штампів, прес-форм. У невеликих цехах комори інструментального господарства поєднують.

Заточувальне відділення займається переточуванням ріжучого інструмента, за винятком складного і точного, який заточують в інструментальному цеху.

Майстерня з ремонту оснащення та інструмента призначена для нескладного поточного ремонту пристосувань, прес-форм, штампів, інструмента.

Складське господарство - являє собою комплекс складів необхідних для забезпечення нормального ходу виробництва.

В одиничному і серійному виробництві цеховий склади шихти, заготовок і напівфабрикатів звичайно розташовують на початку прольотів відповідно до номенклатури продукції, яка випускається. З метою економії площі цеху роблять спеціальні естакади. Якщо кліматичні умови дозволяють, то естакади роблять на відкритих площадках.

Для цехів потоково-масового та великосерійного виробництва передбачають майданчики на початку потокової лінії. В умовах безперервності виробництва матеріали можуть постачатися, минаючи проміжне складування в стандартній тарі автотранспорту або конвеєрами.

Міжопераційні склади призначаються для збереження заготовок і деталей при переході від однієї операції до іншої. При потоковому виробництві міжопераційні склади знаходяться безпосередньо біля обладнання або на підвісному конвеєрі. При одиничному і серійному виробництві немає необхідності передбачати міжопераційні склади біля кожної одиниці обладнання. У цьому випадку створюються міжопераційні склади для груп обладнання.

Часто в структуру цеху вводиться заготівельне відділення, яке входить до складу складського господарства. Заготівельне відділення звичайно розташовується разом із цеховим складом матеріалів і заготовок і в ньому здійснюють розрізання, відрізання, центрування, виправлення, обдирання. На великих заводах заготівельні відділення виділяються в окремі цехи.

Контрольна служба (відділ, бюро технічного контролю) організаційно може містити в собі контрольне відділення, контрольні площадки, контрольні пункти, столи або стелажі біля верстатів або робочих місць.

У залежності від структури технологічного процесу контроль може бути летучий, міжопераційний та остаточний.

Летучому (статистичному) контролю піддаються перші деталі оброблені після налагодження або переналагодження обладнання, деталі після відповідальних операцій. Летучий контроль, як правило, виконується на робочих місцях, де здійснювалася обробка або складання. якщо для здійснення контролю не потрібне спеціальне обладнання. В останньому випадку контроль здійснюється у підрозділах, устаткованих таким обладнанням.

Міжопераційний контроль здійснюється між операціями. Він може проводитися на контрольних площадках, пунктах. Це залежить від форми організації роботи, габаритів та ваги заготовок або деталей.

Контрольні площадки як правило, встановлюються при плануванні цеху за груповою ознакою і розташовуються наприкінці кожної групи верстатів даного найменування.

Контрольні пункти встановлюються у випадку масового та серійного виробництва. У цьому випадку контрольні пункти розташовуються не після кожної проміжної операції, а тільки біля обладнання, на якому виконують найбільш важливі в технологічному відношенні операції.

Остаточний (вихідний) контроль здійснюється по завершенні обробки. Перевірка здійснюється як правило, у контрольному відділенні або в центральній заводській лабораторії. Великі і важкі деталі і вузли перевіряють безпосередньо на робочих місцях. Остаточному контролю можуть піддаються або всі деталі (суцільний контроль) або частина їх на вибір (вибірковий контроль).

Ремонтне господарство має у своєму складі майстерню для міжремонтного обслуговування та здійснення окремих видів ремонту.

Цехові ремонтні господарства рекомендується організовувати в цехах з устаткуванням не менше 500-800 одиниць. Для кількох невеликих цехів організуються корпусні бази або ремонтно-механічні цехи.

В разі розташування декількох цехів в одному корпусі допоміжні відділення (ділянки) доцільно об'єднувати.

До складу допоміжних відділень також можуть відноситися відділення для приготування змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ, середовищ для термічної або хіміко-термічної обробки, відділення для переробки стружки та інші підрозділи.

До складу службово-побутових приміщень входять: приміщення для розміщення адміністративно-технічного персоналу; гардеробні; душові; умивальники; їдальні, буфети. кімнати для приймання їжі.

2.9. Обладнання, робочі місця та інвентар цехів

Обладнання цеху розділяється на: виробниче; допоміжне; підйомно-транспортне; енергетичне.

Виробниче обладнання це металорізальні верстати, преси, печі, стенди, тобто обладнання на якому виконуються всі технологічні операції по обробці, складанню, фарбуванню, випробуванням та тому подібному передбаченому технологічним процесом.

Допоміжне обладнання це обладнання на якому ремонтують інструмент, прес-форми штампи, пристосування, виробниче обладнання, запасні частини до нього і таке інше.

До допоміжного обладнання також відносяться виробниче та допоміжне обладнання допоміжних цехів у складі заводу.

Підйомно-транспортне обладнання – це засоби механізованого навантажування, розвантажування, підйому та переміщення матеріалів, деталей, виробів та інших вантажів.

Енергетичне обладнання – це джерела перетворення струму, смоки, трансформатори, генератори яки забезпечують роботу всіх видів обладнання.

Робоче місце – окрема виробнича ділянка, закріплена за робочим або бригадою робочих, яка призначена для виконання вказаної технологічної операції.

Робочі місця розділяють на механізовані та немеханізовані.

Механізовані – робочі місця, які забезпечені обладнанням. Серед механізованих слід виділити автоматизовані робочі місця, тобто устатковані обладнанням, яке дозволяє виконувати операції технологічного процесу без участі людини або за її мінімальної участі.

Немеханізовані – робочі місця, на яких виконуються лише ручні роботи, хоч би і з епізодичним використанням обладнання (слюсарні верстаки, монтажні столи та таке інше).

Інвентар цеху – предмети побуту. Бувають виробничими та господарчими.

Виробничий інвентар – предмети виробничого побуту: столи для встановлення дрібного обладнання (настільних свердлильних верстатів, ручних пресів та т.п.), огороження, стелажі, ємності невиробничого призначення, тара.

Господарчий інвентар – конторська обстановка, дивани, шафи, стільці, вішалки і таке інше.

2.9.1. Визначення кількості виробничого обладнання

Необхідна кількість виробничого обладнання визначається в залежності від верстатоемності об'єму робіт та фонду роботи обладнання або робочого місця.

Виходячи з того, який тип виробництва, яка стадія проектування та потрібна точність, розрахунок можливо вести точно або приблизно.

Точний розрахунок виконують у разі розробки технічних проектів цехів серійного та масового виробництва.

Для масового виробництва точний розрахунок виконується для кожної операції.

Для серійного виробництва розрахунок виконується по кожному типорозміру одиниці обладнання на підставі розрахунку верстатоемності робіт за рік та дійсного фонду роботи обладнання при вказаній кількості змін його роботи.

Іноді точний розрахунок виконують і для одиничного виробництва у випадку, коли відомий час на виконання операцій, закріплених за кожним типорозміром обладнання.

Приблизний розрахунок застосовується у випадках, коли відсутні достатні дані для точного розрахунку або його проведення неможливо через скорочені терміни проектування. Таке має місце при проектуванні цехів одиничного та дрібносерійного виробництва, коли виробнича програма цехові різноманітна та її номенклатуру заздалегідь встановити важко. Розрахунок кількості обладнання виконується за технічними нормами часу, які визначили одним з методів приблизного розрахунку, а також за техніко-економічними показниками, одержаними з виконаних раніше проектів.

2.9.2. Розрахунок кількості виробничого обладнання.

Коли програма випуску загадана одним найменуванням виробу, необхідна кількість виробничого обладнання на кожній технологічній операції визначається за формулою

$$C_{Pj} = \frac{C_{Tj} \times \Pi}{60 \times \Phi_D};$$

C_{Tj} – верстатоемність виконання розглядової операції на одну деталь, (верст. хвил / шт.);

Π – виробнича програма випуску деталей, (шт./рік);

Φ_D – дійсний фонд години на рік роботи обладнання, з урахуванням кількості змін.

За допомогою такту випуску

$$C_{Pj} = C_{Tj} / \tau_B.$$

Коли програма загадана номенклатурою з “n” однотипних деталей A_i з програмою випуску Π_i , то необхідна кількість обладнання на кожну операцію

$$C_{Pj} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{Tj_i} \times \Pi_i}{60 \times \Phi_D};$$

Коли виробнича програма є приведеною, тобто вказано Π_{np} , то

$$C_{Pj} = \frac{C_{Tjk} \times \Pi_{np}}{60 \times \Phi_D};$$

де C_{Tjk} – верстатоемність виконання j -ої операції для деталі-представника k .

Розрахункова кількість виробничого обладнання округлюється до найближчого цілого більшого числа. Ці формули придатні для визначення кількості обладнання у механічному, механоскладальному, складальному цеху. Для ливарних, ковальсько-штампувальних та термічних цехів формула для розрахунку кількості обладнання певного типорозміру буде мати наступний вигляд.

$$C_{Pj} = \frac{Q \times k}{q \times \Phi_D \times t},$$

де Q – виробнича програма у тонах, q – продуктивність машини або печі (т/год), Φ_D – дійсний фонд роботи в одну зміну, години, t – кількість змін, k – коефіцієнт, який враховує нерівномірність споживання рідкого металу для ливарних цехів ($k = 1,10-1,20$), або простій у ремонті обладнання для обробки тиском (1,06-1,10 для двозмінної роботи та 1,04 –1,05 для тризмінної) та переналагоджування для термічного обладнання. Для ливарних цехів Φ_D спеціально домножається на коефіцієнт знаходження обладнання в ремонті (0,88-0,96 при двозмінній роботі та 0,86-0,96 при тризмінній).

Виробнича програма, так само, як і для механічних, механоскладальних та складальних цехів може бути точною, приведеною та завдаватися номенклатурою, але в усіх цих випадках вона буде визначатися в тонах або інших одиницях ваги, дуже рідко площі або об'єму.

2.9.3. Розрахунок коефіцієнта завантаження.

Для характеристики ступеню зайнятості обладнання використовується коефіцієнт завантаження η_j , який дорівнює частки від ділення розрахункової до прийнятої кількості виробничого обладнання.

$$\eta_j = C_{Pj} / C_{Пj}$$

де відповідно C_{Pj} і $C_{Пj}$ – розрахункова та прийнята кількість обладнання для j -ої операції.

Середній коефіцієнт завантаження по цеху (ділянці) розраховується за формулою

$$\eta_{cp} = \frac{\sum_{j=1}^K C_{Pj}}{\sum_{j=1}^K C_{Пj}}.$$

де K – кількість операцій у технологічному процесі.

Після розрахунку η_j та η_{cp} звичайно для наочності будують графік завантаження обладнання цеху (ділянки).

У такому графіку:

– по горизонталі вказують операції з використанням обладнання, типи обладнання, прийняту кількість обладнання;

– по вертикалі вказують значення η_j та η_{cp} (іноді вказують у відсотках).

Прийнятними (за даними різних джерел) вважаються значення η_j :

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 складання

0,90 – 0,95 – для масового виробництва;

0,70 – 0,80 – для серійного виробництва;

0,40-0,70 – для одиничного виробництва.

Для ливарного виробництва та цехів термічної обробки цифри будуть подібними з рахуванням того, що для цих цехів найбільш прийнятним є безперервний або тризмінний режим роботи.

2.9.4. Визначення кількості допоміжного обладнання.

Допоміжне обладнання механічних цехів розташовується в загострювальних відділеннях та відділеннях з ремонту інструмента і оснащення. В разі приблизного розрахунку кількість загострювальних верстатів визначається у відсотках від кількості виробничого металорізального обладнання яку обслуговується загострювальним відділенням і орієнтовно може складати від 4 до 5 відсотків від загальної кількості верстатів які обслуговуються. Крім основних верстатів у загострювальних відділеннях установлюється допоміжне обладнання в кількості 20% від кількості основних (виробничих) верстатів відділення.

Склад допоміжного обладнання загострювальних відділень надходять: обдирально-шліфувальний верстат, настільне точило, ручний през, загострювальний верстат для дискових пив, загострювальний верстат для центрувальних свердел.

Відділення ремонту інструменту і оснащення призначається для виконання середнього та текучого ремонту.

Кількість основних верстатів відділення визначається за нормами згідно яких при кількості верстатів які обслуговуються до 150 кількість основних верстатів у відділенні складає три одиниці.

До складу відділення з ремонту оснащення, крім основних верстатів можуть входити в кількості до 40% металорізальні верстати у настільному виконанні (свердлильні, токарні, фрезерні, шліфувальні, заточні та інші), які є допоміжним обладнанням.

У складальних цехах або ділянках допоміжне обладнання знаходиться у відділеннях з ремонту оснащення. Його кількість визначається за нормами, згідно з якими кількість основних верстатів відділення в разі кількості робочих місць до 75 одиниць складає три одиниці.

2.9.5. Визначення кількості підйомно-транспортного обладнання

Основні види підйомно-транспортного устаткування для міжкорпусного, міжцехового і внутрішньоцехового транспортування і переміщення вантажів є наступні:

- залізничний транспорт;
- автомобільний транспорт;
- підлогово-візковий транспорт;
- кранове устаткування;
- підвісний транспорт;
- конвеєри та транспортери (підлогові);
- підйомно-транспортні засоби автоматичної дії.

У разі вибору виду транспорту перевага віддається тому варіанту, в якого найменша собівартість перевезення одиниці вантажу.

Обраний транспортний засіб повинен задовольняти наступним умовам:

- забезпечувати перевезення в потрібній кількості і ритмі, що відповідає характерові виробництва;
- забезпечувати схоронність вантажу і незмінність його властивостей при транспортуванні;
- мати достатню надійність і запас провізної і пропускної здатності;
- відповідати існуючому на підприємстві рівню механізації операцій навантаження та розвантаження.

Залізничний транспорт - доцільно застосовувати для міжкорпусних перевезень металу, великих і важких заготівель. Для транспортування таких вантажів рекомендується застосовувати платформи вантажопідйомністю 20-80 т і напіввагони вантажопідйомністю 60-80 т.

Автомобільний транспорт - застосовують для міжкорпусних перевезень металу, заготівель, що комплектують виробів, готової продукції та відходів. Основним видом автомобільного транспорту служать бортові автомобілі та самоскиди вантажопідйомністю 2,5-7,5 т, іноді до 14-20 т і більше. Застосовують також укорочені (з метою підвищення маневреності), а також спеціально обладнані автомобілі.

Підлогово-візковий транспорт застосовують для роботи усередині цехів і складів, а також для міжцехового транспорту.

Для міжкорпусного транспортування вантажів:

Автонавантажувачі (від 1 до 5 т) зі швидкістю 15-40 км/год;

Електронавантажувачі (від 0.25 до 3 т) на масивних і пневматичних шинах зі швидкістю 6-10 км/год;

Електрокари (від 0.5 до 5 т) з піднімальною і непід'ємною платформою;

Електротягачі (від 0.5 до 0.8 т) зі швидкістю від 7 до 12 км/год;

Трактори з причіпними візками (від 2 до 5 т) зі швидкістю 20 км/ч.

Кранове устаткування - мостові та опорні крани (від 5 до 75 т, іноді навіть до 150-250 т, в особливих випадках до 1250 т), мостові підвісні крани (до 5 т), крани консольні, монорейки і крани-штабелери. Таке устаткування широке

застосовується на всіляких підйомно-транспортних і вантажно-розвантажувальних роботах у цехах та на складах.

Мостові опорні крани пересуваються по підкранових шляхах, покладених на консолях колон, їх допускається застосовувати тільки в цехах великих і важких деталей і вузлів (більш 5 т). Мостові підвісні однобалкові крани, вантажопідйомністю до 5 т, застосовують як технологічний транспорт, а також для вантажно-розвантажувальних робіт всередині цехів і складів.

Підвісні кран-балки в порівнянні з опорними мають ряд переваг: вони не вимагають установки колон для підкранових колій, що збільшує корисну площу цеху; мають малі габарити по вертикалі, що дозволяє одержати велику висоту підйому вантажу; дозволяє здійснювати стикування з монорельсовими шляхами і перехід талі з кран-балки на монорейку і назад, а також із кран-балки одного прольоту на кран-балку іншого прольоту, що дуже важливо в потоковому виробництві. Мостові однобалкові крани використовуються при такті випуску виробів більш 8-10 хв. Відстані робочих переміщень кранів складають 30-50 м.

Консольні (поворотні) крани з електроталями і підйомниками застосовуються для безпосереднього обслуговування робочих місць або верстатів і встановлюються на окремих стійках або на колонах, можуть бути убудованими у верстат або підвішеними; їхня вантажопідйомність 0.25-3 т. Виліт стріли 3-6 м. монорейки застосовують разом з електроталями, ручними талями, пневматичними або гідравлічними підйомниками для обслуговування окремих робочих місць, при транспортуванні на значні відстані і меж пролітній передачі вантажів.

Вантажопідйомність електроталей 0,1-10 т, висота підйому до 6 м. Обсяг підйому дорівнює 8 м³/хв, швидкість пересування 20 м/хв.

Недоліком монорейок є мала ширина зони обслуговування. Для її збільшення використовують гнучку підвіску монорейок на тягу довжиною до 1.5 м, що дає можливість відвести електроталь на 700-800 мм від номінальної осі підвіски в кожену сторону.

Крани-штабелери сполучають у собі можливості кранів і електропогрузчиків. Вони можуть бути опорними та підвісними.

Основне застосування - обслуговування складів зі штабельним і стелажним збереженням вантажів у тарі.

Перевага кранів-штабелерів: висока продуктивність, простота керування, можливість зменшення площі складів за рахунок кращого використання обсягу приміщень.

Вантажопідйомність кранів-штабелерів від 0,125 т до 5 т, висота підйому вантажів до 12,4 м, швидкості пересування моста до 60 м/хв і поперечного руху візка до 12,5 м/хв.

Підвісний транспорт - підвісні конвеєри, що підрозділяються на вантажонесучі, штовхаючі та вантажотягнущі.

У вантажонесучого конвеєра каретки з підвісками для вантажів прикріплені до тягового елемента (ланцюга) і переміщуються по постійній трасі підвісних шляхів, уздовж яких тягнеться ланцюг. Вантажопідйомність кареток 250, 500 і 800 кг; діапазон швидкостей 0.3-31.5 м/хв.

Завантаження і розвантаження підвісок конвеєра може здійснюватися вручну, напівавтоматично, автоматично.

У підвісних штовхаючих конвеєрів, тяговий елемент не прикріплений до вантажного візка, що рухається по окремому вантажному ходовому шляху за допомогою кулака-штовхальника, прикріпленої до тягового ланцюга, що рухається на каретках по своєму (верхньому, тяговому) шляхи. Наявність двох шляхів (тягова і вантажного) і відсутність застосування тягового ланцюга до візків з вантажами дають можливість вільного включення і відключення вантажних візків від тягового ланцюга і перехід їхній на інші шляхи, що є найважливішою конструктивною особливістю цього типу конвеєра.

Особливо ефективно використовуються конвеєри, що штовхають, там, де на технологічних лініях маються операції з різко відмінними від всіх інших режимами часу (сушіння, охолодження, фарбування, виправлення шлюбу і т.п.), а також для створення висячих комплектуючих складів і заділів.

Типаж конвеєрів, що штовхають, передбачає 4 типорозміри з візками вантажопідйомністю 32, 125, 500 і 1250 кг. Діапазон швидкостей від 0.8 до 24 м/хв.

Підвісні вантажотягнуці конвеєри служать для транспортування вантажу на напольному візку, переміщуваної по підлозі за допомогою захвату або штовхальника, укріпленого на каретці, яка переміщається по підвісному шляху.

Переваги: вільне введення і висновок візка зі сфери дії ланцюга, що рухається; можливість транспортування важких вантажів більш 2.5 т; можливість взаємодії з напідлоговим транспортом; можливість адресного транспортування.

Напідлогові конвеєри і транспортери - застосовуються в умовах потокового виробництва і бувають роликіві (рольганги), сходи і сковзала, стрічкові, пластинчасті, візкові й інші.

Роликіві застосовуються для невеликих деталей вагою 25-100 кг із плоскою опорною поверхнею, можуть бути приводними і неприводні, переносні і стаціонарними. Ухил 1-3 %.

Сходи виконуються у виді жолобів довжиною до 10 м з ухилом 1:10 до 1:15 і служать для переміщення тіл обертання.

Сковзала виконуються з ухилом 1:1-1:5 і застосовуються для переміщення плоских деталей або деталей у тарі.

Стрічкові конвеєри - для транспортування дрібних деталей у поточно-масовому виробництві і являють собою текстильну прогумовану стрічку шириною 200-800 мм, що рухається по настилі або роликівих опорах. Їхня вантажопідйомність до 250 кг, швидкість 6-30 м/хв.

Пластинчасті застосовують в основному в складальних потокових лініях як технологічний транспорт. Можуть мати довжину до 200 м, ширину настилу 400-1600 мм. Швидкість конвеєра від 1м/хв до 20 м/хв.

Візкові використовують у складальних, іспитових і рідше механічних цехах потокового виробництва. Вантажопідйомність візків від 10 до 8000 кг; ширина 700-1600 мм; швидкість руху від 0,2 до 12 м/хв.

Підйомно-транспортні засоби автоматичної дії застосовують в умовах усіх типів виробництва. Типова транспортна система складається з:

– каретки-оператора, що представляє собою рейкову або безрейкову електротележку напольного або підвісного типу з програмним або дистанційним керуванням;

– прийомних столів різних типів, роликкових з підвісними або откатними секціями вантажопідйомністю 0.5 т;

– телескопічного столу вантажопідйомністю 320 кг, з горизонтальним переміщенням або роликковий приводний стіл для завантаження і розвантаження прийомних столів тарою з деталями на робочих столах.

Крім наведених видів транспорту в цехах машинобудівних заводів застосовуються ще декілька, наприклад трубопровідний. Трубопроводи використовуються не тільки для газу, води, повітря, а й для транспортування, наприклад, формувальних матеріалів у ливарних цехах. Діаметр трубопроводу в цьому випадку та швидкість руху по ньому сировини визначається за даними про її витрату у формувальному відділенні. Пневматичний транспорт також є різновидом трубопровідного.

Кількість підйомно-транспортного обладнання, яка необхідна для своєчасного забезпечення ділянок або відділень цеху сировиною, матеріалами, заготовками, деталями, напівфабрикатами, вузлами, можна визначити шляхом докладних розрахунків на основі розрахунку маси та кількості переміщуваних вантажів, або за даними, отриманими дослідним шляхом, або на основі досвіду роботи подібних виробництв.

Для внутрішньоцехового забезпечення найбільше поширення одержав підлогово-візковий транспорт. Кількість розраховується по формулах:

для двосторонньої маятникової системи перевезень

$$E_2 = \frac{Q \cdot K_1 \cdot T_E}{2 \cdot Q_E \cdot K_2 \cdot \Phi_0 \cdot 60};$$

для односторонньої маятникової системи перевезень

$$E_1 = \frac{Q \cdot K_1 \cdot T_E}{Q_E \cdot K_2 \cdot \Phi_0 \cdot 60};$$

де Q - річний вантажообіг цеху (т);

K₁ - коефіцієнт нерівномірності вантажообігу (1 ÷ 0.75);

T_E - загальний час пробігу (оборот) електрокара в хв;

Q_E - вантажопідйомність електрокара в т;

K₂ - коефіцієнт використання вантажопідйомності (~0.8);

Φ₀ - дійсний (розрахунковий) річний фонд часу роботи візків при відповідному числі змін роботи (верстатогодини).

Загальний час пробігу візка або електрокара

$$T = T_{\text{ПР}} + T_{\text{Н}} + T_{\text{Р}} + T_{\text{З}};$$

де T_{ПР} - час пробігу в обидва кінці в хвилинах;

T_Н - час на навантаження в хвилинах;

T_p - час на розвантаження в хвилинах;

T_3 - час випадкових затримок (до 10% на кожен рейс у хвилинах)

Час пробігу в обидва кінці візка

$$T_p = \frac{2 \cdot l}{V};$$

де l – середня відстань при маршрутних перевезеннях у м;

V - середньотехнічна швидкість візка (електрокара) в м/хв.

Кількість мостових кранів для механічних цехів розраховується по формулі:

$$N = \frac{n \cdot i \cdot T_{KP}}{m \cdot T_{3M}}$$

де n - кількість деталей, які підлягають транспортуванню в зміну;

i - середня кількість транспортних операцій на деталь;

T_{KP} - загальний час пробігу крана в хв.;

m - кількість деталей, які одночасно переміщуються ;

T_{3M} - час роботи в зміну в хв.

Загальний час пробігу крана T

$$T = T_{PP} + T_H + T_p + T_3;$$

де T_{PP} - час одного пробігу крана в хв.

$$T_{PP} = l/V;$$

де l – середня довжина пробігу крана в м;

V – середня швидкість руху крана в м/хв. (30-80 м/хв.)

Кількість піднімальних кранів для складальних робіт може визначатися на основі графіків зборки, у яких приводиться тривалість роботи крана на кожній операції.

Наближено кількість кранів приймається: для механічних цехів - один кран на 40-80 м довжини прольоту; для складальних цехів - один кран на 30-50 м довжини прольоту.

При розрахунку підвісного і конвеєрного транспорту важливим є забезпечення можливості пропустити за визначений час потрібну кількість матеріалу. Тому як розрахунковий параметр береться швидкість переміщення:

$$V = \frac{Q \cdot l_{II}}{60 \cdot n} = \frac{l_{II}}{\tau \cdot n};$$

де Q - продуктивність конвеєра в шт./година.;

τ - темп роботи в хв.;

l_{II} - крок підвісок (візків, питома довжина) у м;

n - кількість виробів на одному підвіску (візку, питомій довжині) у шт.

Для конвеєрів, що обслуговують верстатні лінії, швидкість приймають 1-6 м/хв. (при масі виробів 30-50 кг - не більш 3 м/хв.)

При обслуговуванні підвісним конвеєром мийних, фарбувальних або сушильних камер швидкість його визначають по формулі:

$$V = \frac{L}{T_0};$$

де L - загальна довжина робочої ділянки камери;

T₀ - технологічний час обробки.

Для розрахунку кількості транспортних конвеєрів визначають їхню продуктивність за формулою:

$$Q = \frac{V \cdot n \cdot 60}{1} \text{ за умови, що } V \text{ відома.}$$

Таким чином визначається кількість найбільш поширених у машинобудівних цехах транспортних засобів.

2.10. Склад працівників цеху.

На сьогодні офіційно прийнятою є така класифікація працівників:

1. Керівники – директор заводу, начальник цеху, майстри
2. Фахівці – головні фахівці заводу, технологи, головні фахівці цехів
3. Робітники
4. Службовці

У довідковій та навчальній літературі ще зустрічається і така класифікація, яка на сьогодні є застарілою і офіційно не застосовується.

Виробничі (основні) робітники.

Допоміжні робітники.

Інженерно-технічні працівники (ІТП).

Службовці.

Молодший обслуговуючий персонал (МОП), лічильно-контрський персонал (ЛКП).

Інженерно-технічні працівники за сучасною класифікацією віднесені до фахівців та керівників, а молодший обслуговуючий та лічильно-контрський персонал – до робітників або службовців.

Керівники – здійснюють керівництво діяльністю підприємства та його підрозділів, це директор та його заступники, начальники цехів і їхні заступники, майстри і їхні помічники, начальники відділень, ділянок, бюро, відділів, лабораторій і їхні заступники, а також головні фахівці підприємств (головні технологи, головні інженери, головні металурги).

Фахівці - здійснюють технічне керівництво виробничим процесом, або займають посади, для яких потрібна кваліфікація інженера, техника або інші спеціальні, фахові знання в тому числі з рахунків, звітності, постачання і фінансування. До них відносяться: інженери, техніки, технологи, конструктори,

нормувальники, економісти, механіки, енергетики, лаборанти, бухгалтери, завідувачі складами.

Робітників можна умовно розділити на основних та допоміжних. такий поділ достатньо зручний для визначення кількості персоналу, хоча, повторимося, на сьогодні цей поділ офіційно не існує.

Основні або виробничі робітники – безпосередньо виконують технологічні операції по виготовленню продукції. У механічних цехах - верстатники, оператори і наладчики автоматичних ліній, розмітники, мийники деталей, випробувачі. У складальних цехах – слюсарі з обробки та випробування складальних одиниць, слюсарі по монтажу, налагодженню та випробуванню виробів, слюсарі-електрики по вузловому складанню, мийники деталей, маляри й пакувальники.

Допоміжні робітники – обслуговують виробництво. До них відносяться: наладчики, установники, контролери відділу (бюро) технічного контролю, транспортні робітники, мастильники, робочі по ремонту інструмента і устаткування, комірники, прибиральники, бригадири і роздавальники інструмента, прибиральники виробничих, службових та побутових приміщень, двірники, гардеробники.

Службовці – кур'єри, касири, секретарі, обліковці, оператори ПЕОМ.

Узагальнені дані щодо чисельності різних категорій працівників у машинобудівних цехах такі: кількість допоміжних робітників складає приблизно 30-50% від чисельності основних. Чисельність керівників та фахівців складає приблизно 10-12% від загальної чисельності основних та допоміжних робітників.

2.11. Визначення кількості виробничих робітників.

Розрахунок кількості виробничих робітників може вестися різними методами в залежності від їхньої категорії, типу виробництва, стадії проектування й інших факторів. Для механічних цехів з одиничним і серійним виробництвом розрахунок може вестися одним із двох способів:

- за трудоємністю виконання обсягу робіт;
- за верстатоеємністю або за кількістю прийнятого устаткування.

В разі розрахунку за трудоємністю, якщо програма випуску задана одним найменуванням:

$$P_i = \frac{T_{pi} \cdot \Pi}{60 \cdot \Phi_p};$$

де P_i - кількість робітників на i -у операцію (людей);

T_{pi} - трудоємність i -ої операції на одну деталь (люд. · хв./шт.);

Π - виробнича програма на рік (шт./рік);

Φ_p - дійсний річний фонд часу роботи робітників з урахуванням кількості робочих змін, години.

Якщо програма на рік задана номенклатурою з “п” однотипних деталей з річним випуском кожна P_j :

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^m Tr_{ij} \cdot n_j}{60 \cdot \Phi_p};$$

де Tr_{ij} - трудоємність і-ої операції для j-ої деталі (люд. · хвил./шт.)

За верстатоеємністю розрахунок ведеться з використанням наступної формули:

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot C_{T_i} \cdot \Pi}{60 \cdot \Phi_p^2 \cdot K_m};$$

де C_{T_i} - верстатоеємність і-ої операції (ст. · хв./шт.);

Φ_d - дійсний річний фонд часу роботи обладнання з урахуванням кількості робочих змін, (години);

K_m - коефіцієнт багатостатності (кількість одиниць обладнання, яка обслуговується одним робітником (од.обл./люд.).

Якщо програма на рік задана номенклатурою з “m” однотипних деталей з річним випуском кожної P_j :

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot \left(\sum_{j=1}^m C_{T_{ij}} \cdot \Pi_j \right)}{60 \cdot \Phi_p^2 \cdot K_m};$$

де $C_{T_{ij}}$ - верстатоеємність і-ої операції для j-ої деталі (од. обл. · хв./шт.).

За прийнятою кількістю обладнання:

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot C_{\Pi_i} \cdot \eta_i}{K_m \cdot \Phi_p};$$

де C_{Π_i} - прийнята кількість обладнання для і-ої операції;

η_i - коефіцієнт завантаження устаткування на і-ій операції.

Якщо в результаті розрахунків кількість робітників виходить дробовою, її слід округляти до більшого цілого числа.

Величина коефіцієнта багатостатного обслуговування K_M для кожної операції розраховується окремо. Так при обслуговуванні однакового обладнання, яке виконує ту саму операцію:

$$K_M \leq t_{MA}/(t_{DP} + t_{PER}) + 1;$$

де t_{MA} - безперервний машинний час на одній одиниці обладнання (час, протягом якого ця одиниця обладнання працює без особистої участі робітника);

t_{DP} - допоміжний ручний час робіт, витрачений на одній одиниці обладнання (установка заготовки на верстат, її закріплення, зняття, вимірювання, завантаження деталей у піч);

t_{PER} - час, затрачений робітником на перехід від однієї одиниці обладнання до іншої та на обслуговування обладнання до його пуску.

Якщо розрахункове значення K_M є дробовим, то дробова частина відкидається; отримане число відповідає прийнятій кількості обладнання: 1,86→1, 2,1→2.

Якщо обладнання різне або однако, проте виконує різні операції, для розрахунку треба приймати t_{MA} тієї одиниці обладнання, в якій він менший.

Для точного з'ясування можливості багатостатної роботи необхідно на підставі аналізу технологічних процесів на поєднаних одиницях обладнання, скласти циклограми роботи. Приклад обслуговування трьох одиниць обладнання наведений на рисунку 2.4.

За циклограмою визначають послідовність обслуговування одиниць обладнання, час, який витрачається робітником на кожній одиниці обладнання, період безперервного машинного часу на окремій одиниці обладнання. У випадку потокового та потоково-масового виробництва кількість основних робітників визначається за кількістю робочих місць з урахуванням багатостатного обслуговування.

Остаточна кількість робітників приймається тільки після розробки і планування обладнання цеху та побудови циклограм.

Якщо виробництво оснащено автоматичними лініями, то розрахунок виробничих робітників ведеться по двох професіях – операторів та наладчиків. Наладчики в автоматичному виробництві відносяться до виробничих робітників.

В обов'язки оператора входить установка і зняття заготовок на лінії, подача сировинних матеріалів (шихта, модельні сполуки, формувальні матеріали) . Їх кількість відповідає кількості робочих місць. Як правило, це 1-2 людини на зміну.

В обов'язки наладчика входить забезпечення безперебійної роботи лінії. Їхня кількість приймається з розрахунку 1 людина на 2-8 одиниць обладнання лінії, що обслуговується.

До загальної кількості виробничих робочих автоматичних ліній цехи додаються додатково 5% запасних робітників.

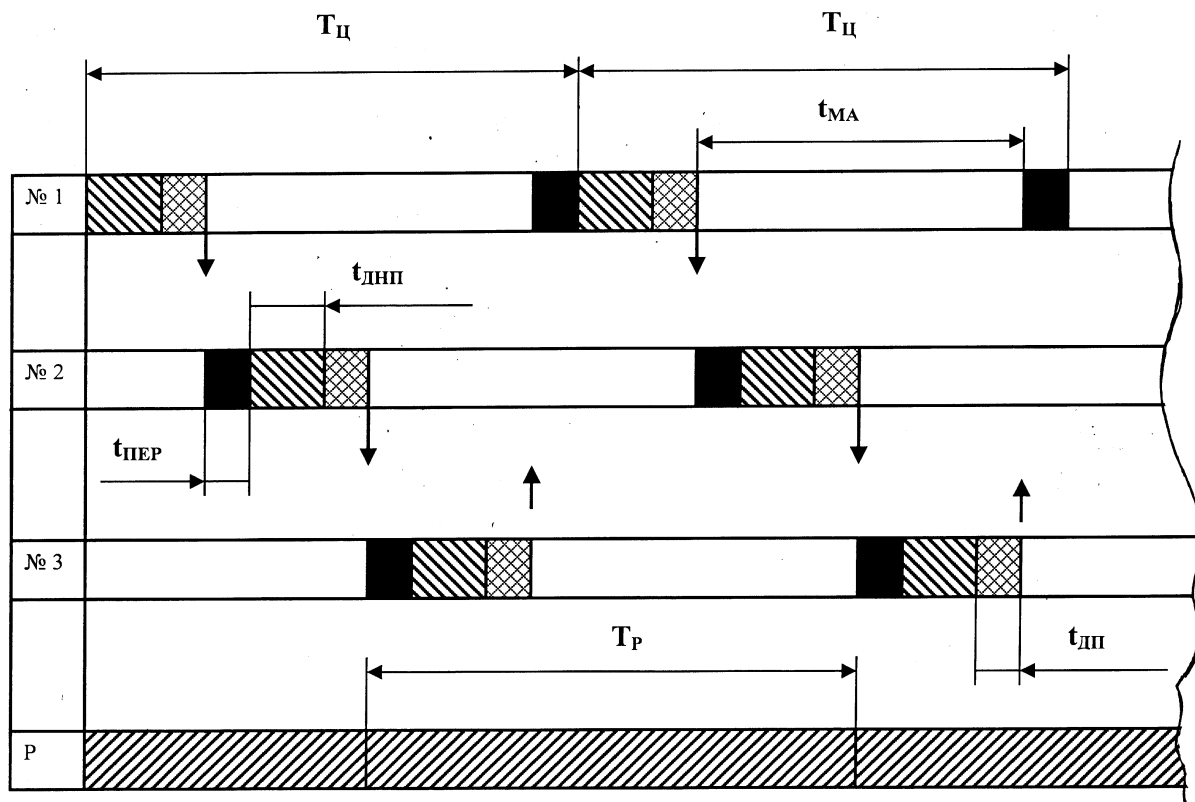


Рис.2.4. Циклограма роботи при багатOVERстатному обслуговуванні (на прикладі обслуговування трьох одиниць обладнання)

$T_{Ц}$ – тривалість циклу

$t_{МА}$ - машинно-автоматичний час;

$t_{ДНП}$ - допоміжний час, який не перекривається машинно-автоматичним на одній одиниці обладнання;

$t_{ДП}$ - допоміжний час, який перекривається машинно-автоматичним на одній одиниці обладнання;

$t_{ПЕР}$ - час переходів;

$T_{Р}$ - час роботи робітника;

Тривалість циклу визначається за формулою

$$T_{Ц} = T_{Р} = t_{МА} + t_{ДНП} = S \cdot t_{ДНП} + S \cdot t_{ДП} + S \cdot t_{ПЕР} ;$$

$$S = (t_{МА} + t_{ДНП}) / (t_{ДНП} + t_{ДП} + t_{ПЕР})$$

де S – розрахункова кількість обладнання (дорівнює K_M).

Розрахунок кількості допоміжних робочих цеху може здійснюватися:

- за трудоемністю запланованого обсягу робіт;
- за кількістю робочих місць;
- за нормами обслуговування;
- у відсотковому відношенні від кількості виробничого обладнання;
- у відсотковому співвідношенні від числа виробничих робітників.

Чим вищий рівень автоматизації, тим вище частка допоміжних робітників у загальній кількості робочих цеху.

2.12. Визначення кількості робочих місць у цеху

При визначенні кількості робочих місць виходять з того, що на операціях технологічного процесу їх кількість відповідає кількості одиниць обладнання.

В інших випадках, таких як випробувальні та складальні стенди, столи контролю, ділянки потокових ліній і таке інше, за робоче місце приймається та ділянка цеху, з відповідною частиною виробничого устаткування, на якій самостійно виконується окрема технологічна операція.

Розглянемо кілька прикладів.

1. Складальний стенд, на якому виконується операція складання-клепання або паяння або зварювання, обслуговується групою робітників - вважається одним робочим місцем.

2. Кілька металорізальних верстатів, які обслуговуються одним робітником, на кожному верстаті виконується або одна, або різні операції. У цьому випадку кількість робочих місць відповідає кількості верстатів.

3. Багатомісний монтажний стіл, за яким працюють кілька робітників, кожний з яких або групами виконують окремі операції - розділяється на кілька ділянок, кожна з яких відповідає робочому місцю.

Таким чином, кількість робочих місць може не співпадати з кількістю робітників та кількістю одиниць обладнання.

Контрольні завдання до розділу 2.

1. Вкажіть, за якими ознаками здійснюється класифікація цехів машинобудівних підприємств.

2. Наведіть основні види програм випуску продукції.

3. Наведіть основні розрахункові формули для визначення приведеної виробничої програми.

4. Вкажіть, як здійснюється попереднє визначення типу виробництва для механічних цехів за обсягами випуску продукції.

5. Вкажіть, який показник продукції використовується для попереднього визначення типу складального виробництва.

6. Наведіть значення коефіцієнту закріплення операцій для різних типів виробництва

7. Наведіть та проаналізуйте основні чинники, які впливають на вибір тієї чи іншої форми організації виробництва на машинобудівному заводі.

8. Наведіть основні форми організації виробництва на машинобудівному заводі.

9. Наведіть основні форми технічної організації виробництва у машинобудівному цеху та чинники, які впливають на вибір тієї чи іншої форми.

10. Наведіть основні форми структурної організації виробництва у цеху.

11. Наведіть основні режими роботи машинобудівних цехів.

12. Наведіть та проаналізуйте основні особливості паралельного та послідовного режимів роботи.

13. Наведіть основні складові технічних норм часу на здійснення технологічних операцій.

14. Наведіть послідовність технічного нормування.
15. Наведіть основні розрахункові формули для визначення верстатоемності.
16. Наведіть основні розрахункові формули для визначення трудоемності.
17. Наведіть основні методи визначення технічних норм часу.
18. Вкажіть склад цеху машинобудівного підприємства.
19. Наведіть основні розрахункові формули для визначення кількості виробничого обладнання
20. Наведіть, що є допоміжним обладнанням у різних машинобудівних цехах
21. Охарактеризуйте основні види підйомно-транспортного обладнання.
22. Наведіть склад працівників цеху та співвідношення між категоріями працівників.
23. Наведіть основні розрахункові залежності для визначення кількості виробничих робітників.
24. Наведіть основні формули для розрахунку кількості робітників в разі багатOVERSTATної роботи.

3. КОМПОНУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ ТА РОЗМІЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ НА НАЯВНИХ ПЛОЩАХ

3.1. Елементи будівельної частини промислових будівель

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.

Промисловим підприємством називають комплекс будівель, споруд та технологічних засобів виробництва, які використовують для, виробництва завершеної продукції або напівфабрикатів.

Промислові підприємства класифікують за галузями виробництва, які є складовими загальнодержавного та приватного господарства країни. Галузева класифікація промислових підприємств покладена і в основу створення проектних, науково-дослідних і виробничих установ та закладів.

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. Велика кількість галузей промисловості та видів виробництв (майже 10 галузей промисловості, в кожному з яких входить декілька десятків видів промислових виробництв) обумовлює великий діапазон різних за типами і видами промислових будівель. 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. Іноді навіть має місце зміна галузі. 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 велико серійне 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.

3.2. 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 вибрати 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, передусім, 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.

3.3. Класифікація промислових будівель

За призначенням промислові будівлі та споруди поділяють на:

виробничі, в яких розміщують основні технологічні процеси підприємств (мартенівські, прокатні, механоскладальні, ткацькі, кондитерські цехи тощо);

підсобно-виробничі, призначені для розміщення допоміжних процесів виробництва (ремонтні, інструментальні, механічні, тарні цехи тощо);
енергетичні, в яких розміщують обладнання для забезпечення електроенергією, стиснутим повітрям, паром, газом (ТЕЦ, компресорні, газогенераторні та повітродувні станції тощо);

транспортні, призначені для розміщення і обслуговування транспортних засобів (гаражі, депо тощо);

складські, необхідні для зберігання сировини, напівфабрикатів, готової продукції, пального тощо;

санітарно-технічні, призначені для обслуговування мереж водопостачання і каналізації, для захисту навколишнього середовища від забруднення (станції очищення, насосні, водонапірні станції тощо);

адміністративні та побутові, призначені для розміщення адміністративних, побутових (громадське харчування, гардеробні, душові тощо) і медичних приміщень.

До спеціальних споруд промислових підприємств відносять резервуари, градирні, газгольдери, силоси для зерна та цементу, димові труби, естакади, опори, мачти тощо.

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 небезпекою 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 (млини, хлібозаводи, агломераційні фабрики тощо) 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 12м; середньопрогонні - 18, 24, 30 і 36 м; великопрогонні - понад 36 м; зауважимо, що в 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 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.

3.4. Основні елементи промислових будівель

Фундамент — це підземна чи підводна частина будівлі або споруди, конструкції якої сприймають і передають на ґрунтові основи навантаження від розміщених вище частин будівлі, бічного тиску ґрунту і нерівномірних його деформацій. Нижню площину фундаменту, яка стикується з ґрунтом основ, називають підшовою. Відстань від поверхні планування до підшови - це глибина закладання фундаменту. Фундаменти поділяють на фундаменти мілкового та глибокого закладання.

Технологічне обладнання можна встановлювати або безпосередньо на підлогу, яка в свою чергу покладена на перекриття або на фундамент будівлі, або на окремих фундаментах. Безпосередньо на підлозі можна встановлювати легке та середнє обладнання загального призначення (металорізальні верстати, термічні печі), яке не створює значних навантажень на підлогу, від яких не потрібна надвисока точність обробки, та таких, що мають жорстку конструкцію базових деталей. Більшість металорізальних верстатів малих та середніх розмірів відповідає цим умовам. Як виключення на підлозі без спеціального фундаменту може розміщатися обладнання з перемінним зворотно-поступальним рухом робочих органів (довбальні, стругальні металорізальні верстати) з умовою, що вони не будуть заважати іншому обладнанню. При цьому підлога робиться з бетону товщиною 150-200 мм, з відповідною підготовкою. Всі інші види обладнання (прецизійні верстати, лазерні технологічні комплекси, термічні та потужні преси та молоти) встановлюються на окремі фундаменти, запобігаючи тим самим коливанню станин, сусіднього устаткування та будівель. Окремі фундаменти повинні мати форму і розміри (у плані) відповідно розмірам опорної поверхні станини обладнання та перевищувати їх на встановлену окремо для кожного виду обладнання величину.

Основи будівель та споруд — це масив ґрунту, який сприймає навантаження від фундаментів і при цьому деформується. Ґрунти, які складають основи будівель та споруд, залягають найчастіше у вигляді прошарків, неоднорідних за складом і властивостями. Основні вимоги до основ будівель та споруд - це загальна стійкість масиву ґрунту до впливів природних і техногенних факторів і навантажень, які передаються фундаментами будівель та споруд на ґрунтові основи. Несуча здатність ґрунтових основ - це загальне максимальне навантаження від фундаменту, яке можуть витримати ґрунтові основи без руйнування та надмірного ущільнення. Величина несучої здатності основ, поділена на площу фундаменту, визначає граничний опір основ.

Ґрунти — це гірські породи, техногенні утворення, що являють собою багатокомпонентну і різноманітну геологічну систему та є об'єктом інженерно-господарської діяльності людини.

Ґрунти можуть служити: матеріалом основ будівель та споруд; середовищем для розміщення в них споруд (труб, тунелів, підземних споруд тощо); матеріалом для споруд (насипи, земляні греблі, сировина для виготовлення будівельних матеріалів). Ґрунти складаються: з твердих мінеральних частинок; води в різних видах і станах, у тому числі у вигляді льоду; газів, у тому числі повітря. Води і гази знаходяться в порах між мінеральними частинками ґрунтів.

Ґрунти поділяють на чотири класи: I - природні скельні (скельні та напівскельні); II – природні дисперсні (мінеральні - це глинисті ґрунти; органомінеральні — це мули, сапропелі та заторфовані ґрунти; органічні - це торфи тощо; незв'язні поділяють на мінеральні – це піски та великоуламкові); III - природні мерзлі (напівскельні, зв'язні та льодяні –на конституційні (внутрішньоґрунтові), поховальні та печерно-жильні) ; IV — техногенні (скельні, природні та мерзлі) .

Техногенні ґрунти (скельні, дисперсні та мерзлі) – це ґрунти з різними структурними зв'язками, утвореними в результаті діяльності людини, які класифікують за всіма вище перерахованими ознаками з урахуванням специфічних особливостей і властивостей. За походженням та умовами утворення – це ґрунти, змінені фізичним (тепловим) або фізико-хімічним впливами, насипні, наливні або поморожені.

Стіна – це вертикальний або нахилений під кутом конструктивний елемент: за розташуванням у плані вона може бути зовнішньою і внутрішньою; за статичною функцією - несучою, самонесучою і навісною. Несуча стіна сприймає вертикальні та горизонтальні навантаження від конструкцій покриття, перекриттів, сходів і передає їх на фундамент. Самонесуча стіна спирається на фундамент і передає йому вертикальні навантаження тільки від своєї власної ваги. Навісна стіна складається з окремих елементів, що кріпляться до несучих вертикальних або горизонтальних конструкцій будівель. Саме такі стіни найчастіше використовуються у сучасних виробничих будівлях. В якості навісних елементів використовуються або залізобетонні або тришарові сандвіч-панелі з мінеральної палити та двобічного личкування зі сталевого, рідше алюмінієвого, листа.

Каркас – остов, скелет будівлі або споруди; стрижньова несуча система, що сприймає навантаження та впливи і забезпечує міцність і стійкість будівлі або споруди.

Перекрыття - горизонтальна або інколи похила конструкція, що розділяє внутрішній об'єм будівлі на поверхи. В залежності від розташування розрізняють перекрыття: міжповерхові, що розділяють суміжні за висотою поверхи; горищні, що відділяють приміщення верхнього поверху від горища; надпідвальні, що відділяють приміщення першого поверху від підвалу.

Загальні вимоги до підлог залежать від функціонального призначення і характеру приміщень. Підлоги повинні бути міцними і довговічними, тобто добре чинити опір стиранню, зминанню або удару; жорсткими, нековзкими та безшумними при ходінні та їзді транспортних засобів; гігієнічними - легко очищуватись від пилу та бруду; естетичними - гармонійно поєднуватись з композиційним рішенням інтер'єру; зручними в експлуатації - не утворювати пилу, легко ремонтуватись; економічними - мати мінімальні показники собівартості, трудомісткості та максимальний термін експлуатації.

У деяких випадках до підлог висувають спеціальні вимоги: вологостійкість і водонепроникність - для санітарно-технічних приміщень; високий ступінь вогнестійкості та підвищений опір стиранню - для приміщень з інтенсивним рухом людей (вестибюлі, холи, сходові клітки); еластичність і безшумність - для приміщень лікувальних закладів; стійкість до хімічно агресивних речовин - для приміщень промислових підприємств; мати низький коефіцієнт теплотозасвоєння - для підлог промислових цехів.

В промисловому будівництві використовують більше 80-ти типів покриттів підлог. У залежності від матеріалу покриття розрізняють підлоги: безшовні із суцільним покриттям, із штучних, із рулонних та із листових матеріалів. Безшовні підлоги виготовляють із бетону та бетону з різними домішками, асфальтобетону, цементно-піщаного розчину, полімерів, ксилоліту тощо. Підлоги з покриттям із штучних матеріалів є більш трудомісткими. Для влаштування таких підлог використовують залізобетонні та металеві плити, керамічні та пластмасові плитки, цеглу, камінь тощо.

Підлоги із суцільним покриттям найбільш застосовувані в промислових будівлях. Порівняно з конструкціями підлог із штучних матеріалів вони більш технологічні (краще піддаються механізації облаштування) і в багатьох випадках економічніші. Найчастіше у виробничих приміщеннях цехів машинобудівних заводів використовуються бетонні та металеві підлоги. В разі необхідності використовують також полімерцементні (наливні) підлоги, підлоги з жаростійких бетонів, полімерні наливні, брущаті кам'яні, з комплексних бетонних плит, підлоги з торцових дерев'яних шашок. У побутових приміщеннях найчастіше використовують плиточні підлоги (ні в якому разі не з кахельної плитки !) або підлоги з рулонних матеріалів (лінолеум). В адміністративних приміщеннях використовуються бетонні, дерев'яні, в тому числі паркетні, ламіновані, з рулонних матеріалів.

Бетонні підлоги застосовують у цехах із підвищеною вологістю, в разі можливості забруднення підлоги мінеральними мастилами і органічними

розчинниками. Вони мають високу міцність проти механічних впливів спричинених інтенсивним рухом транспорту, задовольняють технічні вимоги більшості промислових підприємств щодо зносостійкості та ударостійкості, їх виготовляють із бетонів класів В15-В40 товщиною 20-50 мм із двох- трьох шарів. До суттєвих недоліків бетонних підлог відносять: нестійкість проти впливу кислотних та лужних розчинів, пилоутворення і непривабливий зовнішній вигляд.

Для отримання необхідних якісних характеристик і зниження трудовитрат при виготовленні бетонних підлог використовують різні за складом покриття. Так, для покращання естетичних та гігієнічних якостей застосовують мозаїчне покриття, для чого в бетон додають пігмент або кришиво із мармуру, базальту, граніту тощо. Поверхню такої підлоги, як правило, шліфують.

Для підвищення міцнісних характеристик бетонних підлог верхній шар покриття виготовляють із суміші цементу і металевих домішок - сталеві та чавунної стружки і ошурки розміром до 5 мм, металевого порошку або окалини. Суміш із цементу і металевих домішок утирають у незатверділу поверхню бетону з допомогою механічних загладжувальних пристроїв. У результаті утворюється підлога з броньованою поверхнею, високоміцна та зносостійка. Товщина зміцненого верхнього шару складає від 3 мм до 6 мм. Для покращення міцності, ударостійкості, зносостійкості та запобігання пилоутворенню на підлогах використовують різноманітні сухі суміші, які втирають у верхній шар свіжозалитого і розрівняного бетону за технологією Майстертоп. Це фактично наближає бетонні підлоги до полімерцементних та з жаростійких бетонів

Металеві підлоги виготовляються зі сталевих або чавунних плит, які вкладаються на залізобетонну основу. Схеми основних типів підлог, які використовуються у виробничих будівлях, наведені на рисунку 3.1. Більш докладна інформація про підлоги виробничих, адміністративних та побутових приміщень наведена у рекомендованій літературі.

Покриття – верхня зовнішня огорожувальна конструкція, призначена для ізоляції та захисту внутрішнього простору будівлі від атмосферних опадів, вітру, негативних температур та сонячного перегріву і складається з даху та горищного перекриття. Покриття можуть бути плоскими (горизонтальними і похилими), багатограними і криволінійними.

Дах – вид покриття у вигляді надбудови над перекриттям останнього поверху. Він складається з однієї або кількох похилих площин, що утворюють над верхнім перекриттям горище. Несуча частина даху складається з кроквяної системи, що влаштовується із дерев'яних, металевих або залізобетонних конструкцій (крокв, прогонів, стояків, підкосів тощо) та покрівлі (азбестоцементної, металеві, черепичної, гонтової тощо).

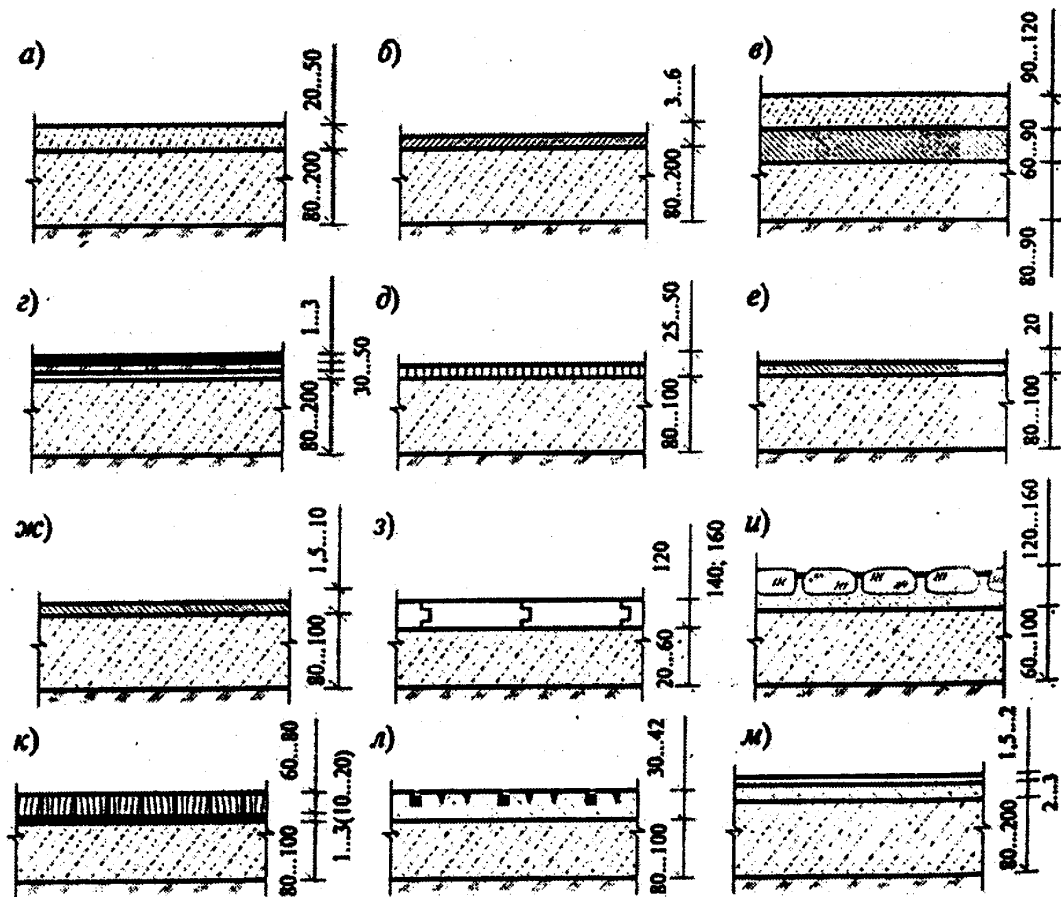


Рис.3.1. Основні типи підлог в промислових будівлях:

а - бетонні; б - металоцементні; в - жаростійкі бетонні; г - силікатні; д - асфальтобетонні; е - полімерцементні; ж - полімерні наливні; з - збірні із комплексних бетонних плит; й - бруцяті кам'яні; к - із торцевої дерев'яної шашки; л - із металевих плит; м - із лінолеуму

Покрівля - це поверхневий елемент покриття (даху), який захищає будівлю або споруду від проникнення атмосферних опадів у вигляді дощу і талого снігу.

Покрівля - відповідальний конструктивний елемент будівлі, надійність та довговічність якої суттєво впливає на її нормальну експлуатацію. Конструкції покрівель працюють в складних умовах: вплив атмосферних опадів, дія різниці температур, навантаження від снігу, вітру і деяких інших факторів як зовнішнього, так і внутрішнього середовища.

Спектр покрівель за конструктивними рішеннями і геометричними формами дуже різноманітний, а тому існує велика кількість покрівельних матеріалів. Найбільш вживані матеріали для покрівельних робіт можна об'єднати в декілька груп: мастикові, рулонні, штучні, монолітні та напилені.

У промисловому будівництві найчастіше використовують мастикові та рулонні покрівлі. У каркасних будівлях з металевим каркасом та навісними стінами із сандвіч-панелей перекриття даху роблять з сандвіч-панелей або

профільованого листа та мінеральної плити, які потім вкривають рулонною покрівлею.

Металеві покрівлі (профільований настил або метало черепиця) мають погані шумоізолюючі властивості, та їх важко прикріпити до металевих або бетонних конструкцій перекриття. Звичайна черепиця дуже дорога для промислових будівель. Ці покрівлі можуть бути використані для адміністративних будівель.

Матеріалом для мастикових покрівель є мастики на основі нафтопродуктів, полімерів та їх комбінацій.

Мастика являє собою рухому однорідну масу, яка після нанесення та твердіння перетворюється в монолітний покрівельний шар. До складу мастики входить в'язуча речовина, розчинник, наповнювачі та різні добавки. В залежності від температури укладання, мастики бувають гарячими і холодними. Сучасні мастики використовують без розігріву (холодні мастики) і поділяють на однокомпонентні та двокомпонентні. Однокомпонентну мастику на розчинниках постачають у готовому для споживання вигляді, а твердіння складу відбувається при звітрюванні розчинника, чому перешкоджає герметична тара. Тому термін її використання рідко перевищує три місяці. Двокомпонентну мастику постачають у вигляді двох хімічно малоактивних складників, які порізно можуть зберігатися 12 і більше місяців.

В'язучі матеріали – бітумні, бітумно-гумові, бітумно-полімерні, полімерні та дьогтьові матеріали. Наповнювачі бувають такі: волокнисті – азбест, коротковолокниста вата, скловолокно; пилоподібні – тальк, вапняк, доломіт, трепел, вугільний пил; комбіновані. Розчинники використовують для приготування холодних мастик: бензин, гас, сольвент, уайт-спірит, солярне мастило, гудрон тощо. Наповнювачі вводять у мастики для підвищення їх теплостійкості та економії в'язучого матеріалу, розчинники - для можливості використання мастик у холодному вигляді. Для підвищення еластичності мастик до їх складу вводять полімери, в результаті отримують сучасні бітумно-полімерні мастики. Полімерні мастики виготовляють на основі полімерів без розчинників. Надання мастикам необхідного кольору здійснюють введенням у них барвників у заводських умовах або під час приготування мастики на місці використання. Захисний шар на сучасних типах мастик можна не застосовувати, тому що пофарбована в масі мастика має необхідні декоративні властивості, а сам матеріал достатньо стійкий до атмосферних впливів.

Важливим технічним показником мастик є адгезія до основи, яка виражається величиною сили, що прикладена до матеріалу, з метою відриву або зсуву від поверхні, яку ізолюють.

Для мастик однією із найважливіших характеристик є показник місткості сухого залишку, тобто кількість речовини, яка залишається на поверхні після нанесення і твердіння мастики на розчинниках. Цей показник виражається у відсотках від об'ємної витрати нанесеної мастики і означає, що при малому сухому залишку збільшуються витрати мастики для утворення заданої товщини плівки. У більшості мастик сухий залишок знаходиться в межах від 20% до 70%. Для утворення однакової товщини покриття витрати мастики при показнику 70%

будуть майже в три рази менші ніж при 20%, а це вигідно (як за собівартістю так і за трудоємністю). Ще більше переваг за витратами матеріалу мають полімерні мастики без розчинників, які твердіють за рахунок полімерних компонентів. Показник місткості сухого залишку в мастиці - важлива характеристика для розрахунку необхідної кількості мастики на квадратний метр для забезпечення необхідної товщини покрівельної плівки.

Покрівельні мастики використовують як самостійний покрівельний матеріал (у вигляді безшовного покриття) і як клейову основу для виготовлення покрівельного килима з рулонних матеріалів і для нових покрівель, і для ремонту всіх видів старих покрівель. Бітумно-полімерні мастики можна наносити на різноманітні поверхні (металеві, бетонні, руберойдові) і будь-якої конфігурації (ухили дахів не обмежуються) за умови, що поверхні покрівлі будуть ідеально рівними для утворення мастикового шару однакової товщини.

Для збільшення міцнісних характеристик мастикових покрівель їх армують скловойлоком або склосіткою. Скловойлок – це полотнище з довільно розташованих скловолокон. Склосітка – це виткана сітка з дуже міцних склониток із розмірами комірок 4×4 мм. Армування підвищує міцність, але знижує еластичність мастикового покриття, тому його виконують в окремих вузлах стикування елементів покрівлі. Прокладками із склотканини, втопленої в шар мастики, здійснюють проклеювання деформаційних швів будівель.

До переваг мастикових покрівель можна віднести відсутність стиків і швів. Технологічність нанесення мастик механізованим (повітряним розпилювачем) або ручним способом (щітками, валиками) дозволяє просто і надійно виконати покрівлю і гідроізоляцію на поверхнях будь-яких форм і ухилів. Особливо доцільно мастикові покрівлі влаштовувати на суміщених дахах, тому що в них діють водяні пари, які піднімаються вгору і намагаються відірвати покрівельний шар. Покрівельні мастики за рахунок високої адгезії до цементно-піщаного розчину стяжки або бетону покрівельної панелі та гарної паропроникності плівки виключають здимання покрівлі.

Покрівлі з рулонних матеріалів

Рулонні покрівельні матеріали являють собою полотнища, згорнуті в рулони, які виготовляють шириною близько 1000 мм, довжиною від 7 до 20 м, товщиною 2,5 до 5,0 мм.

Рулонні покрівельні матеріали забезпечують водонепроникність при ухилах від 2°-3° до 45°-50°, їх укладають по будь-якій суцільній основі (дерев'яній, бетонній, металевій). В малопохилих покриттях покрівельний килим із сучасних рулонних матеріалів, як правило, є дво- або тришаровий. Тому розрізняють матеріали для нижнього і верхнього (покрівельного) шарів. Вага 1 м покрівельного килима, залежно від виду матеріалу і кількості шарів, складає від 5 до 12 кг.

Рулонні покрівельні матеріали класифікують за такими основними ознаками:

- 1) за призначенням: покрівельні, гідроізоляційні, пароізоляційні;
- 2) за структурою полотна: одноосновні, багатоосновні, безосновні;

3) за видом основи: на картонній основі, на азбестовій основі, на скловолокнистій основі, на основі з полімерних волокон, на комбінованій основі;

4) за видом компонента покрівельного складу, в'язучого або матеріалу: бітумні (наплавлені, ненаплавлені), бітумно-полімерні (наплавлені, ненаплавлені), полімерні (еластомерні вулканізовані, невулканізовані, термопластичні);

5) за видом захисного шару: матеріали з посипкою (крупнозернисті, лускаті, дрібнозернисті, пиловидні), матеріали з фольгою, матеріали з плівкою.

На вітчизняному ринку нині присутні одночасно декілька поколінь рулонних матеріалів: бітумні матеріали на картонній основі; бітумні матеріали на гниlostійких основах; бітумно-полімерні матеріали на гниlostійких основах; повністю полімерні матеріали. Найкращими з технічної точки зору для використання у промисловому будівництві є повністю полімерні матеріали. В більшості випадків цілком придатними виявляються і бітумні та бітумно-полімерні матеріали на гниlostійких основах. Прикріплюються до основи рулонні матеріали за допомогою гумових або полімерних клеїв та розплавленого бітуму (бітумні покрівельні матеріали).

Різновидом полімерних рулонних матеріалів є одношарові покрівельні мембрани з принципово новими високими технологіями виготовлення покрівлі. Це високоякісний покрівельний і гідроізоляційний матеріал, який має високу міцність і еластичність, високі атмосферо-, морозо- і озоностійкість, стійкість до впливів ультрафіолетових променів. Виробники покрівельних мембран дають гарантію на матеріал не менше двадцяти років, а термін безремонтної служби такої покрівлі – до п'ятидесяти років.

Можна виділити три основні види полімерних покрівельних мембран:

ЕПДМ – на основі етилен-пропілен-дієн-мономеру або синтетичного каучуку;

ТПО – на основі термопластичних поліолефінів;

ПВХ – на основі еластичного (пластифікованого) полівінілхлориду

Перші покрівлі з ЕПДМ були зроблені в США і Канаді (тобто у країнах з досить різноманітними та досить часто суворими кліматичними умовами) у 70-ті роки ХХ століття. Використання ЕПДМ-мембран дозволяє в короткі терміни покривати великі поверхні (ширина рулонів від 3 до 15 м і довжина від 15 до 61 м). Монтаж швів мембрани здійснюють з допомогою спеціальної двосторонньої самоклеючої стрічки без нагрівання. ЕПДМ-мембрани мають високу еластичність (відносне подовження 300%), малу вагу (1 м² мембрани товщиною 1,15 мм важить 1,4 кг) і гарну стійкість до перепаду температур (від

ТПО-мембрани мають армуючий шар з поліефірної сітки, а тому менш еластичні, але більш стійкі до механічних впливів, у порівнянні з ЕПДМ-мембранами. ТПО-мембрани розроблені та запущені в серійне виробництво у 90-х роках ХХ століття. Постачаються в рулонах шириною від 0,95 м до 1,8 м. Монтаж швів здійснюють шляхом зварювання гарячим повітрям із допомогою спеціальних зварювальних машин;

ПВХ-мембрани також мають армувальну поліефірну сітку, високу міцність на проколювання і широку кольорову гаму (9 стандартних кольорів і можливість влаштування прозорої мембрани). Монтаж швів здійснюють шляхом зварювання

гарячим повітрям із допомогою спеціального дорогого зварювального обладнання.

Існує декілька варіантів укладки мембран на покрівлю (покрівельних систем), розроблених для плоских і похилих покрівель нових будівель і тих, що підлягають реконструкції. При виконанні цих систем використовують різні способи закріплення мембран.

Баластна система – найбільш економічна і універсальна для простих плоских покрівель, ухил яких не перевищує 1:6. Листи мембрани вільно укладають на основу з напуском не менше 100 мм, шви з'єднують самоклеюною стрічкою, мембрану закріплюють лише по периметру та в місцях примикань, а на поверхні покрівлі вона утримується з допомогою баласту: гальки, гравію, щебеню, бетонних блоків або тротуарної плитки на покрівлях, які експлуатують. Нерівні поверхні основи покривають шаром захисного матеріалу з геотекстилю. При використанні як баласту щебеню для захисту мембрани від механічних пошкоджень укладають ще один шар геотекстилю.

Механічно закріплену систему - використовують на похилих дахах, при відсутності парапетів, при неможливості сприйняття великих навантажень від баласту на несучі конструкції покриття. Листи мембрани вільно укладають на основу з напуском не менше 100 мм, шви з'єднують з допомогою самоклеюної стрічки, по периметру мембрану закріплюють, а потім, приблизно через 2 м, поле мембрани механічно закріплюють з допомогою металевих рейок, які зверху захищають самоклеючою стрічкою шириною 150 мм.

Приклеєна система — це легка за вагою система з ідеальними конструктивними можливостями, її використовують при складних конфігураціях покрівлі, при великих вітрових навантаженнях і малій несучій здатності конструкцій даху, але за умови, що основи під мембрану сумісні з монтажними клеями. Листи мембрани приклеюють безпосередньо на основу з допомогою монтажного клею, при цьому суміжні листи стикують з напуском не менше 100 мм і з'єднують самоклеюною стрічкою.

Перегородка – внутрішня вертикальна огорожувальна конструкція, що служить для розділення суміжних приміщень. Вона спирається на міжповерхові перекриття або на підлогу перших поверхів. Виконується з цегли та інших штучних будівельних матеріалів, гіпсокартону, скла, органічного скла, склоблоків, металу, залізобетону та інших матеріалів в залежності від призначення.

Сходи – нахилені східчасті конструктивні елементи, призначені для пересування людей між поверхами або приміщеннями, розташованими на різних рівнях. Для захисту від вогню та задимлення сходи ізолюють від інших приміщень вогнестійкими вертикальними стінами. Такі стіни, простір, відгороджений ними, та розташовані в ньому сходи і площадки називають сходовою кліткою. Об'ємно-планувальний елемент будівлі, що включає сходову клітку, шахти ліфтів та обслуговуючі їх площадки, називають сходово-ліфтовим вузлом.

Ліфт – стаціонарний підйомник із кабіною або платформою, що рухається по жорстких напрямних. У сучасних будівлях та спорудах експлуатують, як

правило, ліфти з електричною тягою періодичної дії, у яких закрита кабіна переміщується в закритій шахті, а відкривання дверей синхронізоване із зупинками на певних рівнях (поверхах). Основні елементи: лебідка, кабіна, шахта, напрямні, противага.

Вікно – світлопрозоре заповнення прорізу в зовнішніх стінах будівель, призначене для природного освітлення, інсоляції та вентиляції приміщень. Заповнюються віконними блоками, які складаються з віконної коробки і зашкленних віконних рам. На сьогодні найефективнішими є металопластикові вікна з дво або трикамерними склопакетами. В особливо холодному кліматі можуть використовуватися і чотирикамерні склопакети. Для вибухонебезпечних виробництв можуть бути застосовані лише вікна з одинарним склом.

Вітраж – суцільне зашклення фасаду або його частини, застосовується у вигляді світлопрозорого огороження будівлі, яке монтується на металевому каркасі.

Ліхтар – зашклений проріз у покрівлі будівлі. Найчастіше - це надбудова над покрівлею будівлі, призначена для природного освітлення і природної вентиляції (аерації) приміщень. За формою поперечного перерізу може бути трикутним, прямокутним, зубчастим (шедовим), трапецієподібним тощо. Прорізи світлових ліхтарів заповнюються глухими або такими, що відчиняються, зашкленими рамами. В аераційних ліхтарях виконують глухі або регульовані жалюзі чи стулки. Світлові та аераційні ліхтарі досить широко використовують при будівництві машинобудівних цехів. Зенітні ліхтарі - це світлопрозорі ковпаки або ілюмінатори різної форми, зорієнтовані на небозвід, закріплені до конструкцій покриття, їх розміщують групами чи рядами над окремими приміщеннями або ділянками будівель.

Ліхтарі застосовуються шириною 6 м для прогонів шириною 12 м і 18 м та шириною 12 м для прогонів шириною 24 та 30 м і більше.

Двері – проріз у стінах будівлі, призначений для проходу, що з'єднує окремі приміщення або внутрішній і зовнішній простір будівлі. Заповнюються дверним блоком, що складається з дверної коробки, до якої на завісах кріплять дверні полотна. Двері, ворота, тамбури. Двері встановлюються за умовами пожежної безпеки. Відстань від найбільш віддаленого робочого місця до виходу назовні або на сходову клітку для одноповерхових будинків від 50 до 100 м, для багатоповерхових 30-75 м. Сумарна ширина дверей, коридорів або проходів на шляхах евакуації приймається з розрахунку не менше 0,6 м на 100 чоловік. Гранична ширина проходів не менш 1 м, коридорів 1,4 м, дверей 0.8-2.4 м×2 м, маршів і площадок східців 1,15-2,4 м. Відкриваються двері в напрямку виходу з будівлі. Кількість виходів повинна бути не менш двох. Ворота – ширина повинна перевищувати на 600 мм найбільшу ширину транспортного засобу. Для захисту приміщень у холодний час року у воротах ставлять тамбури з обігрівачами різних типів. Глибина і ширина тамбурів визначаються транспортними засобами. Розсувні двері у машинобудівних цехах майже не використовуються з міркувань безпеки людей у разі вибуху всередині приміщення або евакуації людей в разі пожежі.

3.5. Основні конструктивні рішення промислових будівель машинобудівних підприємств

Найчастіше промислові будівлі машинобудівних підприємств виконуються за каркасною площинною безрозпірною схемою покриття. Несучими елементами є колони та ферми або балки перекриття, які виконуються з залізобетону або металу. Стіни в більшості випадків є не несучими або самонесучими і виконуються з залізобетонних або “сендвіч-панелей”. Будівлі з залізобетонним каркасом найчастіше будуються з уніфікованих типових секцій з розмірами 72×72 м та 72×144м. Ширина прогонів у будівлях із залізобетонним каркасом складає 6,12, 18, 24, 30, 36 м. Висота прогонів складає 6,0; 7,2; 8,4 м для безкранових будівель та 10,8 м та 12,6 м для кранових будівель. ширина прогонів у будівлях з металевим каркасом, як було вказано вище, не обмежується.

Перекриття в багатоповерхових будівлях виконуються або з залізобетонних плит або, в будівлях з металевим каркасом, з металевого листа та сендвіч-панелей. У залізобетонних будівлях дах перекривають бетонними плитами. В разі ремонту або реконструкції такої будівлі для перекриття даху можуть застосовуватися профільований металевий лист, часто у поєднанні з мінеральними плитами, та сендвіч-панелі. У будівлях з металевим каркасом дах перекривають сендвіч-панелями або профільованим металевим листом та мінеральною плитою. В обох випадках зверху вкладають рулонну покрівлю. Фундаменти найчастіше виконуються з монолітного залізобетону, іноді зі складаного. Фундаменти можуть бути для окремих одиниць обладнання та загальні для всього цеху, в залежності від виду обладнання та навантажень, які воно створює на конструкції будівлі. В разі необхідності використовуються пальові опори, які з'єднуються за допомогою ростверку – найчастіше залізобетонної монолітної плити. В будівлях, збудованих у 40-х–50-х роках двадцятого століття стіни можуть бути несучими та виконаними з цегли або інших штучних будівельних матеріалів (шлакоблоків, бутового каменю та інших). Перекриття в таких будівлях залізобетонні, в разі реконструкції або ремонту можуть замінюватися на металеві або із сендвіч-панелей. Цегла, шлакоблок та інші штучні будівельні матеріали в поєднанні з залізобетонними плитами та балками перекриття також використовуються при будівництві невеликих промислових будівель, наприклад, для ремонтних підприємств у сільській місцевості, авторемонтних підприємств і таке інше.

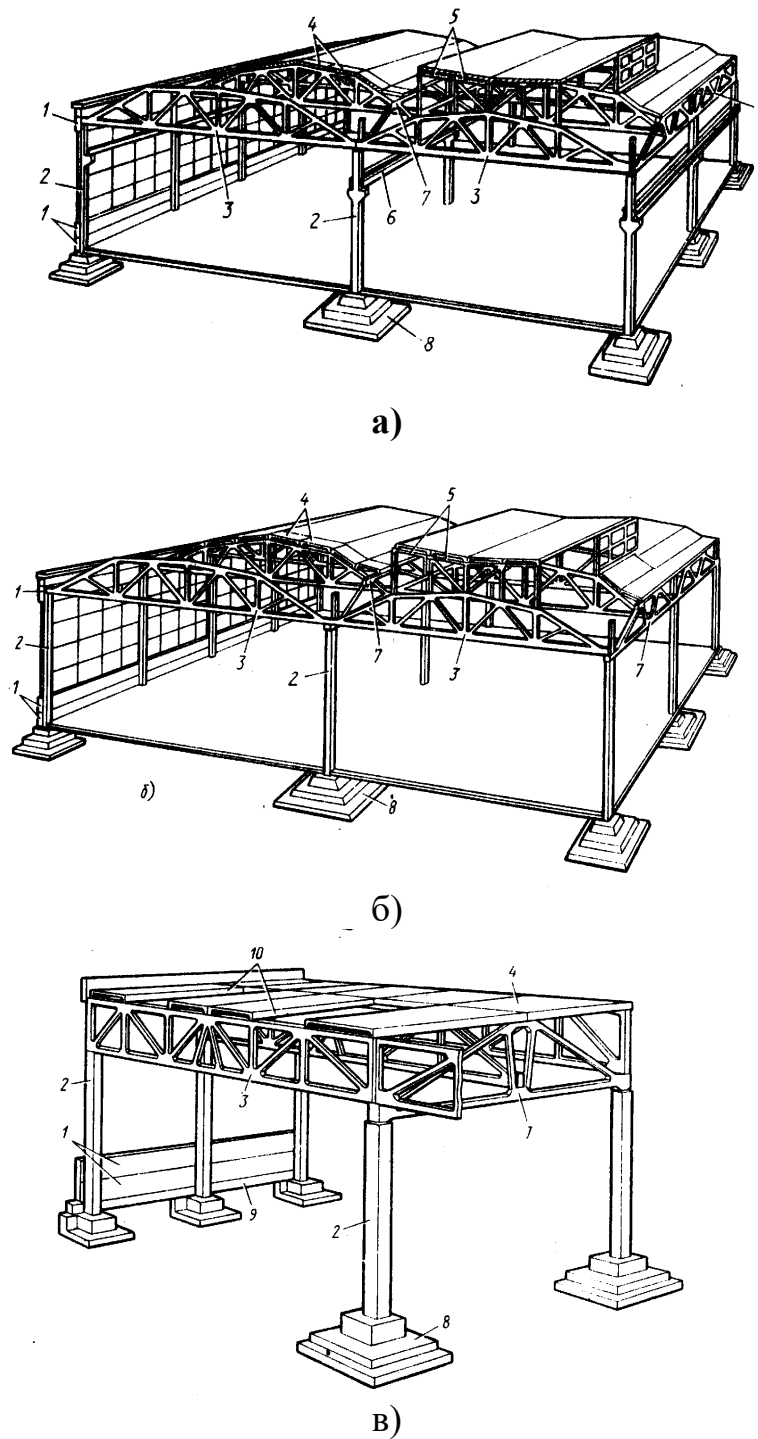


Рис. 3.2. Конструктивні схеми прогонів одноповерхових виробничих будівель

а) кранові прогони; б) без кранові прогони – без ліхтарний та зі світло аераційним ліхтарем; в) без кранові прогони з плоскою покрівлею та світловими плафонами (зенітними ліхтарями)

1 – панелі стін (бетонні або сандвіч-панелі); 2 – колони (залізобетонні або металеві) 3 – стропильні ферми; 4 – плити покриттів; 5 – сталева рама ліхтаря; 6 – підкранова балка; 7 – підстропильні ферми; 8 – фундамент; 9 – фундаментна балка; 10 – місця для встановлення світлових плафонів.

3.6. 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, шихта, 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 повинне гарантувати зручність і безпеку роботи; можливість монтажу, демонтажу і ремонту обладнання; зручність подачі інструментів, оснащення, заготовок, шихти, 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 застосованими підйомно-транспортними засобами. Для цього повинні бути передбачені найкоротші шляхи переміщення шихти, 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. На плануванні повинні бути передбачені робочі місця майстрів та їхніх помічників, якщо це передбачається прийнятою формою організації виробництва на певній ділянці, у відділенні або в цеху.

5. Необхідно раціонально використовувати не тільки площу, але й весь об'єм цеху (наприклад, в разі безококової формовки ливарних форм при литті в земляні форми для складування готових до використання ливарних форм можна використовувати об'єм цеху, а не тільки площу підлоги).

Планування цеху може бути розроблено одним з наступних методів:

1. Метод плоского макетування з використанням паперових або картонних вирізних темплетів.

2. Метод об'ємного макетування з використанням об'ємних моделей устаткування.

3. Метод комп'ютерного 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. Перевага цього методу – відсутність витрат часу на виготовлення темплетів (темплети виготовляються з паперу або картону). 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 твердотільних 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 натурального моделювання.

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

3.7. Вимоги до розміщення обладнання. Організація робочих місць.

Навести універсальні рекомендації щодо розміщення різних видів обладнання цехів машинобудівних заводів дуже важко, але наведемо ті, які є загальними.

1. 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.

2. Технологічні лінії на ділянках можуть розташовуватися як уздовж прогонів, так і поперек.

3. 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.

4. Обладнання може бути розташоване стосовно проходів та проїздів уздовж, поперек або під кутом.

5. Одиниці обладнання відносно одна одної можуть розташовуватися фронтом, “у потилицю”, тильними сторонами, перпендикулярно, під кутом.

6. Одиниці обладнання, які мають значну висоту, не повинні встановлюватися поряд з зовнішніми стінами біля вікон, тому що це затемнює цех.

7. 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.

8. 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:

1. Відстані беруться від зовнішніх габаритних розмірів обладнання, які враховують крайні положення частин, що рухаються, дверцят, що відкриваються, та постійного огороження обладнання.

2. 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.

3. 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 крюка крана (необхідно врахувати так звані мертві зони кранів, до яких не дістає крюк).

4. Нормативи відстаней не враховують розміри каналів для транспортування стружки, для продуктопроводів (вода, газ і таке інше), 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:

1. Відстані беруться від зовнішніх габаритних розмірів обладнання, що враховують крайні положення частин, що рухаються, дверцят, що відкриваються, та постійного огороження обладнання.

2. Під розміром деталей, що транспортуються, або тари з деталями варто розуміти розмір у напрямку перпендикулярному проїзду (по ширині проїзду).

3. Ширина проїздів при транспортуванні електронавантажувачами приймається з урахуванням можливості їхнього повороту на 90°.

4. 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.

5. 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 і

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, заготівлі, 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 указівки 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 установленій 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) під час роботи при виконанні різних дій робітник не повинен зазнавати будь-яких перешкод;

4) інструмент, креслення, інструкційна карта, інші документи, необхідні для виконання роботи, повинні знаходитися в робітника під рукою щоб уникнути відриву від роботи;

5) весь інструмент повинен бути розподілений по групах; для кожного інструмента треба відвести особливе місце, причому найбільш часто

застосований інструмент треба розміщати у найбільш доступному місці; це повною мірою стосується і пристосувань, які зберігаються на робочому місці;

6) 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;

7) взаємне розташування всіх елементів робочого місця повинне за допомогою відповідних пристроїв забезпечувати безпеку робітника під час роботи; мова йде про різні захисні пристрої

8) при багатостадійній роботі розташування одиниць устаткування, які обслуговуються одночасно, повинне бути таким, щоб на переходи від одного верстата до іншого затрачався мінімальний час;

9) 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°C і достатня для виконання точних робіт освітленість;

10) робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами індивідуального і колективного захисту.

3.8. 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, умивальні, душові, санітарні вузли, ванни, пральні, приміщення для паління, медичні пункти, профілакторії, їдальні, кімнати прийому їжі, культурно-побутові кімнати, бібліотеки та інші приміщення. Загальна площа побутових приміщень на одну людину (з розрахунку на найбільш численну зміну) складає для цехів холодної обробки від $2,7\text{ м}^2$ до $3,0\text{ м}^2$, для “гарячих” цехів – до $3,0\text{--}3,5\text{ м}^2$.

Адміністративно-господарчі та побутові приміщення звичайно проектується в одному спеціальному будинку. Такий будинок пристроюється безпосередньо до торцевої або подовжньої сторони будинку цеху або будуються окремо паралельно подовжній стороні будинку цеху. З виробничим приміщенням його з'єднують спеціальними теплими переходами підземними або зовнішніми.

Розташування будинку адміністративно-господарчих та побутових приміщень повинне відповідати наступним вимогам:

1) бути ув'язаним із загальним напрямком 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 стискувати рух вантажів.

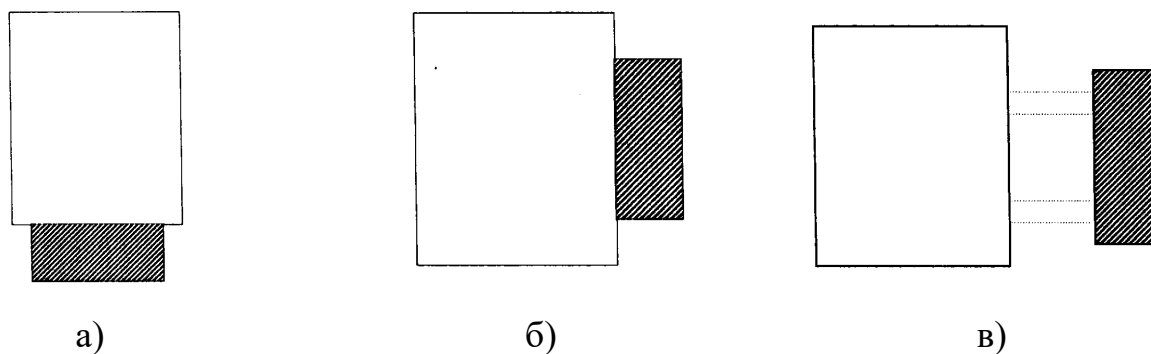


Рис. 3.3. Розташування прибудови для адміністративно-побутових приміщень відносно виробничої будівлі

Кращим 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.

Варіант б) характерний для випадків необхідності використовувати залізничний транспорт для підвезення заготовок або в разі наявності наскрізних залізничних колій уздовж цеху.

Ширина (глибина) прибудови при однобічному освітленні приймається 12 м (рідше 9 м). Крок колон (опор) приймається 6 м. Висота найчастіше 3,3 м. Звичайно довжина такого будинку у варіанті а) приймається рівною ширині цеху, але може бути менше.

Для великих цехів такі будинки можуть проектуватися в два, три і більше поверхів. У цьому випадку перший поверх займають вбиральні, умивальники, душові, гардеробні, медпункти. Другий, третій, четвертий поверхи призначені для адміністративно-господарчих приміщень, їдалень, буфетів, технологічних і конструкторських бюро, відділів, секторів. Часто на першому поверсі розташовують тільки вбиральні та умивальники, а на другому і вище гардеробні, душові та інші вказані приміщення.

Розрахунок займаних площ здійснюється виходячи з наступних характерних питомих параметрів:

1) площа конторських приміщень визначається з розрахунку $3,25 \text{ м}^2$ на кожного працюючого в найбільш численній зміні;

2) площа для технічних секторів і конструкторських відділів – 5 м^2 на один креслярський стіл (робоче місце, устатковане ПЕОМ)

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

Зазначені приміщення повинні мати природне освітлення.

Кафедра майстра в цеху розташовується по можливості в центрі керованої ділянки або прогону цеху, її розміри найчастіше $2,5 \text{ м} \times 2,5 \text{ м}$. На сьогодні вважається, що майстер повинен керувати ділянкою безпосередньо на робочих місцях, тому досить часто кафедру майстра не обладнують. В ковальсько-штампувальних цехах кафедра майстра має звукоізоляцію і облаштовується в окремому приміщенні зі скляними або плексигласовими стінками.

Гардеробні призначені для зберігання вуличного, домашнього та робочого одягу та взуття. Розрізняють три способи зберігання одягу:

закритий – одяг всіх видів зберігається у шафах;

відкритий – вуличний одяг зберігається на вішалках, а робочий – у відкритих шафах;

змішаний – вуличний одяг зберігається на вішалках, виробничий та домашній – у закритих шафах.

На сьогодні найчастіше застосовується закритий спосіб зберігання одягу. Для цього способу кількість місць для зберігання одягу приймається рівною кількості робітників у всіх змінах. Для змішаного способу зберігання кількість місць для зберігання робочого та домашнього одягу приймається рівною кількості робітників у всіх змінах, для зберігання вуличного одягу – приймається рівною кількості робітників у двох суміжних, найбільш численних змінах. Для відкритого способу зберігання – кількість місць для зберігання робочого одягу приймається рівною кількості робітників у всіх змінах, для зберігання вуличного та домашнього одягу – приймається рівною кількості робітників у двох суміжних, найбільш численних змінах.

Розміри шаф для зберігання одягу:

одинарний: глибина – 500 мм, ширина – 250 мм, висота – 1,65 м;

одинарний для легкого робочого одягу – глибина – 500 мм, ширина – 250 мм, висота – 1,65 м;

подвійна шафа – глибина – 500 мм, ширина – 330 мм, висота – 1,65;

багаторусні шафи. призначені для зберігання дрібного робочого одягу (для кожного ярусу) – глибина – 250 мм, ширина – 330 мм, висота – 235 мм.

Відстань між паралельними рядами вішалок або лицевими поверхнями шаф – не менше ніж 0,6 м при обслуговуванні і не менше ніж 1,0 м (довжина проходу 9 м і менше) і не менше 1,5 м, якщо довжина проходу більша за 9 м; ширина проходу між бар'єром біля вішалок та стіною не менше 2 м, між бар'єрами при двосторонньому розташуванні – не менше 3 м.

Ряди шаф встановлюються перпендикулярно до поздовжньої осі приміщення і одночасно перпендикулярно до стіни з вікнами для забезпечення природного освітлення.

Кількість кранів у умивальних розраховується за чисельністю робітників у найчисельнішій зміні і становить 1 кран на 20 осіб для механічних та складальних цехів та 1 кран на 15 осіб для ливарних, термічних, ковальсько-штампувальних цехів та для робітників, зайнятих на налагоджуванні обладнання. Відстань між кранами – не менше 0,6 м, ширина проходу між рядами умивальників – не менше 1,6 м; ширина проходу між умивальниками та протилежною стіною – не менше 1,1 м. Розміри умивальників на сьогодні різноманітні.

Вбиральні повинні розташовуватися не далі, ніж у 100 м від найбільш віддалених від них робочих місць. При розташуванні вбиральних поза будівлею відстань від робочих місць до них не повинна перевищувати 200 м. Кількість унітазів в залежності від кількості робітників в одну зміну наведена у таблиці. Вбиральні для чоловіків устатковуються також пісуарами у кількості, яка дорівнює кількості унітазів. Кожна вбиральня устатковується умивальниками з

розрахунку один кран на чотири унітази, але не менше одного крана. Досить часто вмивальні розташовують поряд з вбиральними.

Таблиця 3.1. Кількість унітазів у вбиральних.

Кількість працюючих в одну зміну	В чоловічих вбиральних	У жіночих вбиральних
до 40	2	2
40-55	3	3
55-100	5	6
100-200	7	10
200-300	9	14
300-400	11	18
400-500	13	22

Душові розташовуються поряд з гардеробними в ізольованих приміщеннях. Кількість душових кабін приймається одна на п'ять осіб для ливарних, термічних, ковальсько-штампувальних цехів та для робіт з налагоджування обладнання і одна на сім осіб для механічних та складальних цехів. Розміри душових кабін повинні бути не менші, ніж 0,9×0,9 м, ширина проходу між кабінами – не менше 1,5 м, між кабіною та протилежною стіною (перегородкою) – не менше 0,9 м. При душових повинні бути приміщення для перевдягання з розмірами 0,4×0,3 м – по три на кожен душ. Приміщення душової повинно мати приточно-втяжну вентиляцію. Тривалість роботи душової приймається 45 хвилин після кожної зміни.

Розташовуються унітази у кабінах з розмірами 1,2×0,9 м, висота перегородок – не менше 1,75 м. Ширина проходів між рядами кабін – не менше 1,5 м, відстань від ряду кабін до протилежної стіни – не менше 1,3 м. Ширина проходу між кабінами та пісуарами повинна бути не менше 2 м.

Приміщення для знепилювання або сушіння одягу – не менше 12 м². Призначені для виробництв, які діють з використанням води та водяних завіс та для робіт, в процесі виконання яких виділяється багато пилу.

Приміщення для паління, якщо воно виділяється всередині будівлі, повинно бути площею не менше 8 м².

Медичні пункти. Обладнуються окремо для кожного підприємства. Для фельдшерського пункту з кількох кімнат може бути прийнята площа 48 м², плюс площа для умивальної (один кран) та вбиральні (один унітаз), для лікарського пункту – 102 м² плюс площа для умивальної (один кран), вбиральні (один унітаз), душової (одна кабіна). Медичне обладнання встановлюється виходячи з потреб конкретного виробництва.

3.9. Визначення площі цеху

Площа цеху за своїм призначенням підрозділяється на виробничу, допоміжну і службово-побутову.

До виробничої площі S^{BP} відноситься територія цеху, зайнята: виробничим устаткуванням; робочими місцями (для виконання слюсарних і складальних операцій, обладнаних верстатами, стендами, пресами, печами); транспортним обладнанням - конвеєрами, рольгангами, транспортерами та інше; заготовками, деталями і вузлами на робочих місцях і в обладнанні; робочими місцями майстрів, контролерів; ділянками консервації та пакування деталей; проходами і проїздами між рядами виробничого обладнання за винятком магістральних транспортних проїздів.

До допоміжної площі $S^{ДОП}$ відноситься територія цеху, зайнята допоміжними відділеннями, а також магістральними і пожежними проїздами, які обслуговують кілька цехів або ділянок, розташованих в одному корпусі.

У розрахунках, виконуваних у процесі проектування цеху, враховується тільки виробнича і допоміжна площа.

Сума виробничої і допоміжної площі називається загальною технологічною площею цеху

$$S_{Ц} = S^{BP} + S^{ДОП}$$

Площа службово-побутових приміщень $S^{С.П.}$ враховується в будівельній частині проекту.

Для визначення технологічної площі цеху в залежності від стадії проектування розрахунок ведуть укрупнено або точно. Як укрупнені показники використовуються показники питомої площі, яка припадає на одиницю обладнання, на одне робоче місце або на одного робітника, та злом готової продукції з 1 м^2 площі ділянки, відділення, цеху.

Показники питомих площ використовуються для попереднього компонування усіх відділень і ділянок цеху, а також цехів в одному корпусі.

Точне значення площі визначається шляхом розміщення всього обладнання, робочих місць та інших пристроїв на плані цеху або корпусу з урахуванням установлених норм розривів між устаткуванням і ширини проходів і проїздів.

Питома виробнича площа звичайно визначається з розрахунку на одну одиницю обладнання:

для малих верстатів (750мм×1500мм) - 10 - 12 м^2 ;

для середніх верстатів (від 1500мм×3500мм) - 15 - 25 м^2 ;

для великих верстатів (один з розмірів у плані більший 3500мм) - 25 - 70 м^2 ;
молоти, преси – 35-100 м^2 в залежності від розмірів;

нагрівальні печі – 25-35 м^2 в інструментальних цехах; 55-70 м^2 у звичайних термічних цехах; до 120-150 м^2 – у термічних відділеннях ливарних та ковальсько-штампувальних цехів

Виходячи з цього виробнича площа цеху визначається по формулі:

$$S^{BP} = \sum_{I=1}^N S_{ПИТ}^{BP};$$

де N - кількість верстатів на ділянку або в цеху;

$S_{ПИТ}^{BP}$ - питома виробнича площа на i -у одиницю обладнання.

Середня питома технологічна площа на одну одиницю обладнання

$$S_T = \frac{S^{BP} + S^{ДОП}}{C_{П}};$$

де $C_{П}$ - кількість обладнання на виробничій площі.

Якщо відомо $S_{уд}^{Ц}$, то в першому наближенні $S^{Ц} = S_{уд}^{Ц} \cdot C_{П}$.

$$S^{BCП} = \sum_{J=1}^M S_J^{BCП};$$

де M - кількість допоміжних підрозділів.

$$S^{e,n} = S_{..м} + S_{mГМ}^M + S_{жо} + S_{жсмГтн} + S_{mГМ}^T + S_{..жж} + S_{..мм} + S_{МА,};$$

де $S_{з.в.}$ - загальна площа заточувального відділення. Приймається: 8-10 м² - якщо випускаються дрібні вироби; 10-12 м² - середні вироби; 12-14 м² - при великих виробах - на один основний верстат відділення;

$S_{РЕМ}^O$ - загальна площа відділення ремонту інструмента й оснащення. Приймається за нормою: 20-22 м² - при дрібних виробах; 22-24 м² - при середніх виробах; 24-26 м² - при великих виробах - на один основний верстат відділення;

$S_{КОМ}$ - загальна площа комор. Задається по таблицях норм площ цехових комор у залежності від того, що в них зберігається, а також від типу виробництва;

$S_{КОНТР}$ - загальна площа контрольного відділення. Приймається 3-5 % від виробничої площі. (У тих випадках, коли таке відділення передбачається);

$S_{РЕМ}^{СТ}$ - загальна площа ремонтної бази цеху для проведення ремонтних робіт у виробничому устаткуванні. Задається в залежності від кількості одиниць обладнання бази;

$S_{СКЛ}$ - загальна площа цехових складів заготовок, деталей, формувальних матеріалів, шихти, напівфабрикатів. Задається по типових нормах;

$S_{ЗОТС}$ - загальна площа відділення для готування і роздачі змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ. Приймається в залежності від кількості виробничого устаткування. Так при кількості одиниць обладнання 30-60 $S_{ЗОТС} = 35-40$ м², 61-100 – $S_{ЗОТС} = 40-50$ м², 101-200 $S_{ЗОТС} = 50-75$ м², 201-300 $S_{ЗОТС} = 75-100$ м², 301-400 $S_{ЗОТС} = 100-120$ м²;

$S_{МАС}$ - загальна площа складу мастил. Приймається 10-20 м².

Остаточне значення площі цеху встановлюється після виконання планування і компоновання. Порівнюють площі, отримані за санітарно-технічними вимогами, за технологічними розрахунками та отриману в масштабі за результатами планування та приймають найбільшу.

3.10. Визначення довжини, ширини і висоти прогонів

Довжина прогонів визначається, виходячи з суми довжин виробничих ділянок і відділень. Довжина ділянок звичайно коливається в межах 40-80 м – з урахуванням розмірів обладнання та відстані до виходів з цеху, вбиральних, вмивальних. Ширина прогону визначається з урахуванням розташування обладнання, ширини проходів і проїздів, санітарно-гігієнічних вимог. В разі використання мостових кранів ширина прогону залежить від ширини прогону крана.

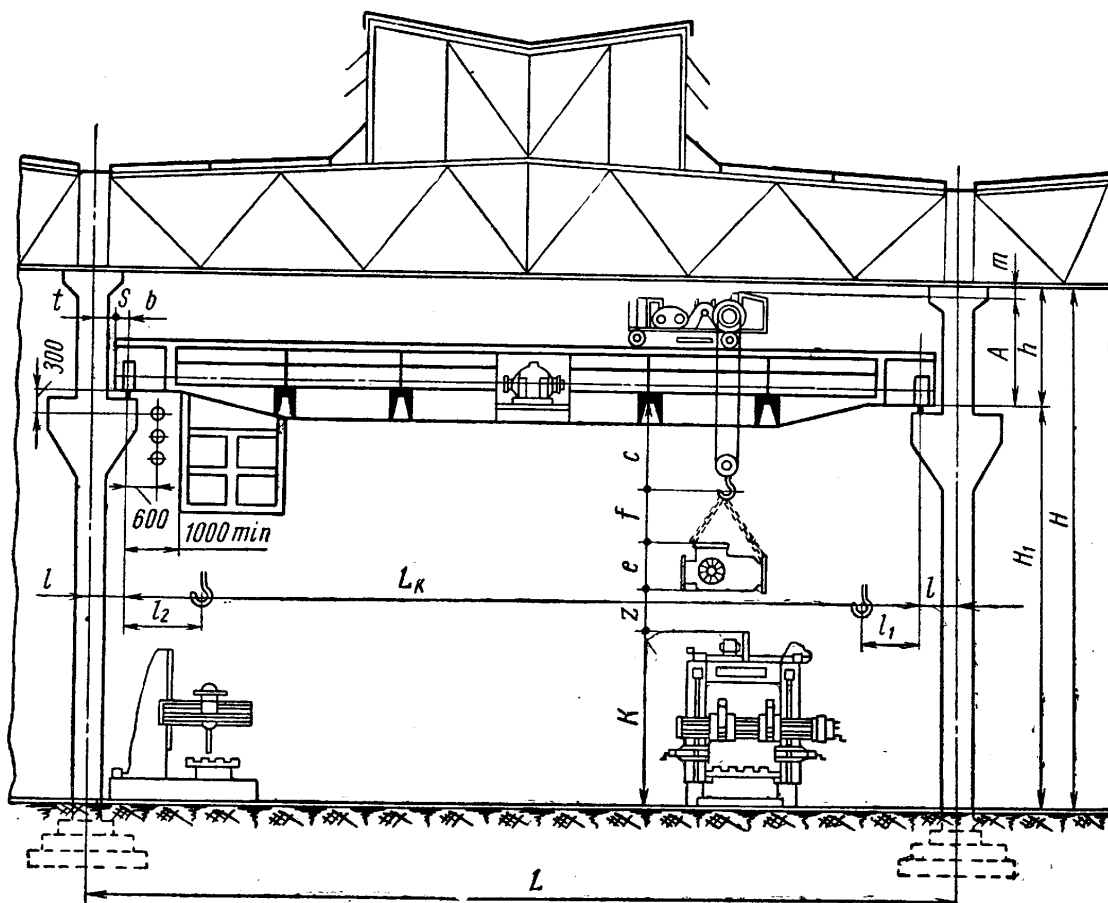


Рис.3.4. Схема для визначення ширини і висоти прогону цеху.

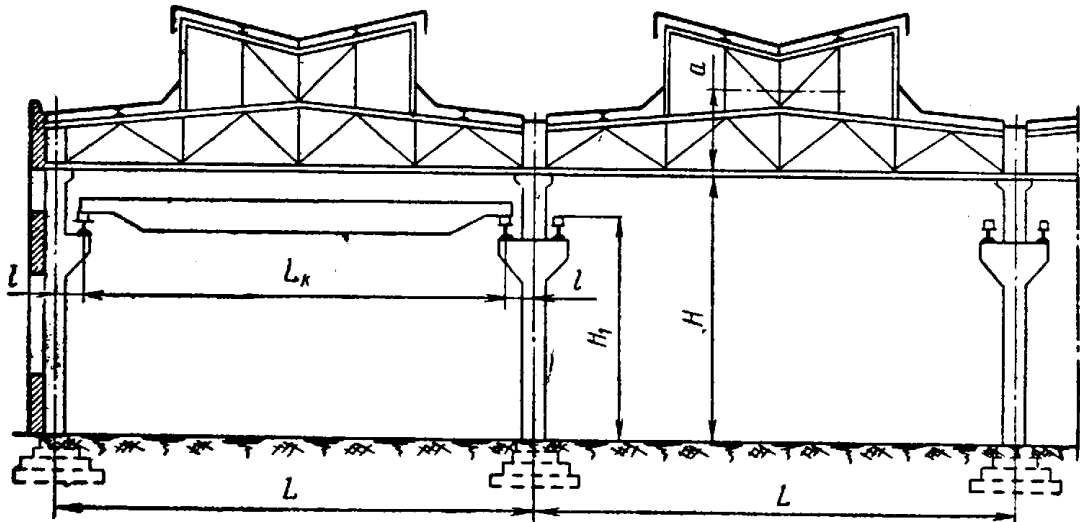


Рис.3.5. Схема прогонів промислової будівлі

Таблиця. 3.2. Розміри прогонів кранів

Ширина прогону будівлі L, м	Ширина прогону крана в залежності від його вантажопідйомності L _к , (м)		
	до 15 т	20-75 т	більше 75 т
9	8	—	—
12	11	10,5	—
15	14	13,5	13
18	17	16,5	16
21	20	19,5	19
24	23	22,5	22
27	26	25,5	25
30	29	28,5	28
33	32	31,5	31
36	35	34,5	34

Ширина прогону будівлі L визначається за формулою:

$$L = L_k + 2l$$

$$l = t + s + b$$

t – відстань від осі колони до її краю в місці, де розташована підкранова рейка;

s – проміжок між колоною або стіною та крайньою виступаючою частиною крана; s не менше 60 мм для кранів вантажопідйомністю 5-10 т і не менше 75 мм для кранів вантажопідйомністю 75-250 т;

b – відстань між крайньою габаритною лінією крана та віссю підкранових шляхів; $b = 230$ мм для кранів вантажопідйомністю 5 т і 500 мм – для 250-тонних кранів.

Висоту прольоту цеху визначають виходячи з розмірів виробів, що виготовляються, габаритних розмірів устаткування по висоті, розмірів і конструкції мостових кранів, а також санітарно-гігієнічних вимог.

Загальна висота будинку H від підлоги до нижньої виступаючої частини верхнього перекриття або до нижньої точки кроквяного затягування складається з відстані Y_4 від підлоги до голівки підкранової рейки та відстані H від головки рейки до нижньої виступаючої частини верхнього перекриття або до нижньої точки кроквяного затягування, що залежить тільки від конструкції крана і його габаритного розміру по висоті, тобто

$$H = H_1 + h$$

Величина H_1 складається з наступних величин:

$$H_1 = k + z + e + f + c$$

де k – висота найбільш високого обладнання; якщо обладнання невисоке, то цей розмір приймається не менш, ніж 2,3 м, тобто дещо вище росту людини;

z – проміжок між виробом, що транспортується, піднятим у крайнє верхнє положення, і верхньою точкою найбільш високого обладнання; цей проміжок приймається рівним 0,5-1,0 м (найчастіше 1,0 м)

e – висота найбільшого за розміром виробу в положенні транспортування, м;

f – відстань від верхньої кромки (точки) найбільшого виробу, що транспортується, до центра гака крана у верхньому його положенні, необхідне для захоплення виробу ланцюгом або канатом і залежне від розмірів виробу; приймається не меншим, ніж 1 м;

c – відстань від граничного верхнього положення гака до горизонтальної лінії, яка проходить через вершину головки рейки; приймається за стандартами на електричні мостові крани; величина цієї відстані коливається в межах від 0,5 м до 1,6 м в залежності від конструкції і вантажопідйомності крана.

Якщо високих одиниць обладнання у прогоні небагато, висота прогону може бути прийнята без урахування можливості транспортування деталей над найбільш високим обладнанням; в цьому разі повинна бути забезпечена тільки можливість проходу крана над цим обладнанням. Отримана в такий спосіб висота прогону H від підлоги до головки рейки буде мінімальною. Найменша висота для цеху, оснащеного електричним мостовим краном – 6,15 м. В залежності від роду виробництва і розмірів устаткування вона часто буває значно більшою і в цехах важкого машинобудування доходить до десятків метрів. Друга частина висоти прольоту h визначається в залежності від конструкції та розмірів крана: вона дорівнює сумі габаритної висоти крана A і відстані m між верхньою точкою крана і нижньою точкою перекриття або затягування кроквяної ферми, тобто

$$h = A + m.$$

Висота електричних мостових кранів A встановлена стандартами у залежності від вантажопідйомності кранів. Вона коливається в межах від 2100 мм (для кранів вантажопідйомністю 10 т) до 5200 мм (дл: кранів вантажопідйомністю 250 т).

Відстань між верхньою точкою крана і нижньою точкою перекриття (або затягування кроквяної ферми) m повинне бути не менш 100 мм (в разі розташування тролейних проводів збоку під краном).

При визначенні висоти варто враховувати санітарно-гігієнічні вимоги, за якими на кожного працюючого повинно приходиться не менше 15 м³ об'єму виробничого приміщення і не менше 4,5 м² площі, висота виробничих приміщень повинна бути не меншою, ніж 3,2 м від підлоги до стелі, а висота від підлоги до виступаючих частин конструкції будинку – не менше 2,6 м.

Висота виробничого приміщення залежить також від ширини прогонів: чим ширше прогон, тим більшою повинна бути його висота; в разі малої висоти і великої ширини прольоту виходить недостатня і нерівномірна освітленість цеху. Виходячи з вищенаведених міркувань можна встановити найбільш прийнятні розміри висот для різних конструкцій будинків відповідно до ширини прогонів.

Загальний об'єм будинків підраховується по будівельній кубатурі, тобто по їх зовнішній площі і висоті. Для наближених підрахунків зовнішню площу будинків можна визначити по внутрішній площі зі збільшенням її приблизно на 10% — на товщину стін і по середній висоті (при наявності світлового ліхтаря).

Середню висоту будинку приймають рівній сумі висоти H — від підлоги до нижнього пояса ферми й a — від нижнього пояса ферми до горизонтальної лінії, що проходить через середину аераційного або світло аераційного ліхтаря в разі його наявності. Висота a приймається рівною приблизно 20-25% ширини прольоту будинку.

Загальний об'єм будинку може бути визначений за допомогою кубатурного коефіцієнта, під яким розуміється відношення загального об'єму будинку (у кубічних метрах) до робочої площі (у квадратних метрах). Під робочою площею мається на увазі площа виробничих, складських та інших приміщень, використовуваних для виробництва (у житловому будівництві під робочою площею розуміється житлова корисна площа).

В такий спосіб встановлюють необхідні основні розміри прольоту — його ширину, висоту і крок колон, а також на підставі обсягів виробництва і планування технологічного устаткування необхідну кількість прогонів, загальну ширину і довжину будівлі, що відповідають умовам даного виробництва. Після цього розробляється індивідуальне проектне рішення для тієї чи іншої будівлі, яке найкращим чином задовольняє всім вимогам, які до нього висуваються. Іншим варіантом є застосування уніфікованих типових секцій і будівельних схем для будівель того чи іншого призначення, розроблених для аналогічних виробництв типових проектів.

3.11. Системи опалення та вентиляції

Класифікація виробничих будівель за системою вентиляції та опалення наведена вище. Тут розглядаються деякі технічні особливості систем опалення, які найчастіше використовуються у виробничих будівлях.

У виробничих приміщеннях найчастіше використовується конвективне опалення. Сутність цього методу полягає у тім, що повітря обтікає обігрівачі і піднімається уверх. За рахунок перемішування обігрівачі все повітря у приміщенні. Нагрівачі найчастіше водяні. Для подачі гарячої води використовуються або котельня (заводська або комунальна) – централізоване опалення, або автономні електричні та газові нагрівачі. Теоретично для невеликих підприємств може використовуватися навіть пічне опалення. Найчастіше обігрівачі розташовуються біля стін приміщення. Ця система опалення є найдавнішою і придатна для промислових будівель будь-якого призначення і будь-якої конструкції. До недоліків цієї системи слід віднести наступні:

- сухість повітря у приміщенні;
- значне підвищення температури у верхній частині приміщення – створення великого температурного напору на конструкції перекриття або покрівлю і, відповідно, значні втрати тепла;
- температура повітря біля тіла, за якої людина себе відчуває себе найбільш комфортно, складає 22-23°C, а температура повітря для дихання, яка забезпечує найбільшу працездатність – 18-20°C.
- через наведені причини ця система опалення є дуже енерговитратою.

Різновидом цієї системи є використання електричних тепловентиляторів. За допомогою вентилятора повітря обтікає нагрівачі, розміщені всередині приладу і подається у приміщення. За допомогою таких приладів можна створювати певні зони у приміщенні, де буде підтримуватися певна температура, яка відрізняється від температури в ньому. Недоліки цієї системи такі ж самі, як і в традиційній системі конвективного опалення.

Позбавитися притаманних конвективному опаленню недоліків дозволяє система променевого опалення. Як відомо, повітря є прозорим для інфрачервоних променів. Таким чином, нагріваються лише обладнання, побутові предмети та поверхня тілі людини (або одяг). Повітря нагрівається вже за рахунок обтікання нагрітих предметів у приміщенні. Інфрачервоні обігрівачі встановлюються на стінах або на стелі приміщення. Втрати енергії на опалення приміщень зменшуються у 3-5 разів. Недоліком таких систем опалення слід визнати існуючу на сьогодні заборону їх використання у будівлях з металевими несучими та огорожувальними конструкціями, тобто в тому числі і побудованих з використанням сандвіч-панелей.

Системи вентиляції найчастіше є приточно-витяжними. Для цього в цехах облаштовуються вентиляційні камери, обладнані компресорами та фільтрами. Потужність вентиляції визначається з урахуванням кількості шкідливих речовин, які виділяються у приміщенні цеху та потреб у повітрі для життєзабезпечення людей та функціонування обладнання. Крім загальної системи вентиляції можуть застосовуватися місцеві вентиляційні пристрої (зонти, відсмоктувачі і таке інше).

3.12. Виробничі інтер'єри

На сьогодні виробничі інтер'єри дуже різноманітні. Загальні рекомендації для машинобудівних цехів навести досить важко з урахуванням різних умов праці в них, тим більше, що в багатьох країнах існують власні традиції оздоблення житлових, виробничих та адміністративно-побутових приміщень, тому наведемо лише основні.

Фарбувати обладнання та стіни виробничих приміщень найбільш доцільно у світлі холодні кольору (світло-блакитний, світло-зелений, світло-сірий). Для фарбування обладнання найчастіше використовують жовто-зелений, зелений, блакитно-зелений, світло-сірий, білий кольори. Ці кольори не здійснюють збуджуючого впливу на нервову систему людини і водночас не викликають сонливості і не знижують гостроту реакції. Для виділення органів управління обладнанням використовують основні кольори спектру: червоний, помаранчевий, жовтий, зелений, сірий, фіолетовий, а також білий, чорний, сірий, коричневий, малиновий. У випадку здійснення технологічних процесів з одноманітними операціями, які не можна автоматизувати, а здійснювати треба у високому темпі (загальне складання автомобілів) можна використовувати на загальному світло-холодному фоні яскраві елементи оздоблення, що значно зменшує психічну втому та покращує концентрацію на виконанні роботи. В таких цехах можна використовувати навіть зелені насадження з кімнатних рослин у горщиках різних розмірів. "Етажерками" з рослин у горщиках можна навіть відокремлювати одну зону приміщення цеху від іншої. Стелі звичайно фарбують білою фарбою. У гарячих цехах (термічні, ливарні, ковальсько-штампувальні) стіни досить часто не фарбують, або використовують лише побілку. На сьогодні у зв'язку з удосконаленням технологічного обладнання і відповідним покращенням умов праці у гарячих цехах до них можуть бути застосовані підходи до створення виробничих інтер'єрів, застосовувані у механічних та складальних цехах.

Червоним кольором позначають небезпечні об'єкти, чорно-помаранчевим – залізничний транспорт.

Розмітку на підлозі цехів та на території підприємства здійснюють білою фарбою, у відповідних випадках – жовтою згідно з Правилами дорожнього руху.

В адміністративно-побутових приміщеннях дизайн інтер'єрів здійснюється відповідно до їх призначення. Сучасні оздоблювальні матеріали дозволяють створити комфортні умови для праці та відпочинку працівників підприємства з урахуванням всіх санітарних норм.

У вбиральнях, умивальних та душових кімнатах підлоги найчастіше з метлахської плитки (ні в якому разі не з кахельної!), стіни або вкриті кахлем (звичайно на висоті людського росту) або фарбовані емульсійною фарбою. Сантехніка (унітази, умивальники) звичайно білого кольору. Перегородки в душових виготовляються звичайно виготовляються з нержавіючої сталі або пластику, або з цегли. Для деяких робіт використання після зміни спеціальних гідропробудов (аналог джакузі) для рук є обов'язковим. Це стосується ручного klepanня, обрубання виливків та поковок, вибивання виливків з ливарних форм та деяких інших робіт.

Інтер'єр адміністративних приміщень відрізняється від виробничих. Стіни фарбують, часто у світлі теплі кольори, іноді оклеюють шпалерами теж світлих теплих кольорів з неясними візерунками. Шпалери доцільно використовувати такі, щоб можна було мити (з полімерним покриттям) або фарбувати, можуть бути використані і більш дорогі шпалери, наприклад, з шовкографією (конференц-зали, зали засідань, кабінети керівників підприємств). Підлоги найчастіше з лінолеуму. використовуються також ламінатні, паркетні та інші. До кольору меблів однозначних рекомендацій немає, використовуються і світлі і темні кольори. Конструкції меблів різноманітні.

Інтер'єри кімнат відпочинку залежать від характеру трудових процесів. Наприклад, на високоавтоматизованих виробництвах, де від оператора в ході роботи потрібна постійна концентрація уваги та майже відсутні фізичні навантаження, у кімнатах відпочинку можна використовувати навіть спортивні знаряддя, тренажери. Ефективним з точки зору зняття психічної напруги є поєднання темно-синього фону (обої) та яскравих жовто-гарячих та зелених кольорів, що забезпечує, наприклад, акваріум із золотими рибами та водними рослинами. Дуже ефективну заспокійливу дію має класична музика та відтворення природних шумів (шелест листя, шум морських хвиль).

Таким чином, на сьогодні існує цілісна наука про створення виробничих інтер'єрів. яка дозволяє оздобити виробничі та адміністративно-побутові приміщення таким чином, щоб забезпечити максимальну працездатність людей та комфортні умови праці для них.

Контрольні завдання до розділу 3.

1. Наведіть визначення промислового будівництва. промислового підприємства та промислової будівлі.
2. Наведіть основні вимоги до промислових будівель
3. Наведіть класифікацію промислових будівель
4. Наведіть основні елементи промислових будівель
5. Наведіть основні стінові матеріали.
6. Наведіть основні матеріали перекриттів.
7. Наведіть основні матеріали підлог.
8. Наведіть основні матеріали покриттів.
9. Наведіть основні варіанти розташування адміністративних приміщень відносно основної виробничої будівлі та дайте їх характеристику.
10. Наведіть основні вимоги до планування ділянки (відділення, цеху).
11. Наведіть основні вимоги до розміщення обладнання.
12. Наведіть основні заходи з підготовки робочого місця до роботи та його обслуговування
13. Наведіть основні вимоги до планування робочого місця.
14. Наведіть основні розрахункові залежності для визначення площі цеху.
15. Наведіть основні залежності для визначення висоти прогону
16. Наведіть основні залежності для визначення ширини прогону.

ДОДАТОК А

ПРИКЛАД СТРУКТУРИ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ (РОЗРАХУНКОВОЇ РОБОТИ) ТЕМИ:

«Спроекувати дільницю (відділення, цех) для виготовлення деталі (складання виробу, виготовлення того чи іншого матеріалу)

«Спроекувати дільницю (відділення, цех) термічної обробки (лиття тим чи іншим способом, кування та штампування, механічної обробки, складання)

Вихідні дані:

1. Номенклатура та технічна характеристика виробів;
2. Програма випуску кожного із виробів на рік;
3. Креслення виробів за номенклатурою або типових представників, або виробів, які розглядаються у курсовому проекті (розрахунковій роботі);
4. Базові маршрутні технологічні процеси виготовлення виробів за номенклатурою.

Обсяг курсового проекту (розрахункової роботи):

текстова частина – пояснювальна записка (30–40 сторінок формату А4, 14 пт, полуторний інтервал);

графічна частина – один лист формату А1:

варіант 1– планування у масштабі цеху (розташування дільниць, відділень, служб), дільниці та розріз прогону;


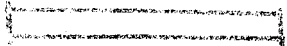

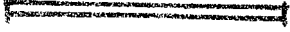


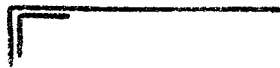

варіант 2 – планування у масштабі цеху (розташування дільниць, відділень, служб) із розташуванням обладнання.

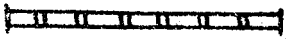


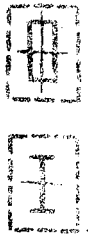

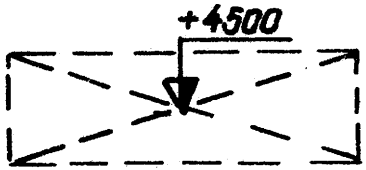

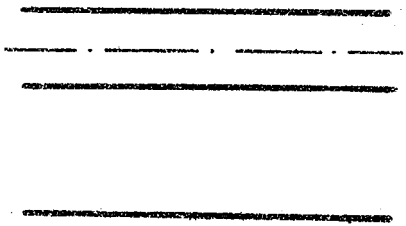
Зміст проекту:



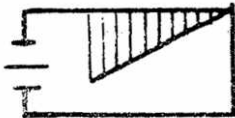





1. Попереднє визначення типу виробництва.
2. Розрахунок виробничої програми випуску.
3. Обґрунтування та вибір форм технічної та структурної організації виробництва.
4. Складання маршрутного технологічного процесу для дільниці (відділення, цеху), яку спроектують.
5. Вибір типів технологічного обладнання і оснащення по всім технологічним операціям.
6. Визначення початкової верстатоемності по технологічним операціям.
7. Визначення необхідної кількості виробничого та допоміжного обладнання.
8. Визначення розрахункової та прийнятої кількості виробничого обладнання по технологічним операціям.
9. Креслення графіку завантаження обладнання.
10. Розрахунок необхідного довантаження обладнання.
11. Розрахунок загальної верстатоемності по технологічним операціям.
12. Визначення необхідної кількості допоміжного обладнання ділянки.
13. Уточнення типу виробництва по коефіцієнту закріплення операцій.
14. Вибір та розрахунок кількості внутрішньо цехового транспорту.
15. Визначення трудоемності
16. Побудова циклограм роботи обладнання.
17. Визначення кількості робочих місць.










- 18.Визначення трудоемності по операціям, сумарної трудоемності на одиницю продукції.
- 19.Розрахунок кількості виробничих та допоміжних робочих на ділянки.
- 20.Визначення кількості керівників та спеціалістів.
- 21.Вибір і розрахунок параметрів промислової будівлі для розміщення виробничої ділянки.
- 22.Планування ділянки (відділення, цеху) з територією яка примикає до неї.
- 23.Розміщення обладнання та оснащення, передбаченого технологічним процесом.
- 24.Місця зберігання комплектуючих, заготовок, деталей, вузлів, відходів та інше.
- 25.Розміщення транспортних засобів.
- 26.Вантажопотоки комплектуючих, заготовок, деталей, відходів та інше.
- 27.Планування адміністративно господарчих та побутових приміщень, які примикають до ділянки.
- 28.Розрахунок та вибір технологічної площі ділянки (відділення, цеху).










ДОДАТОК Б
УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ НА КОМПОНОВОЧНИХ ПЛАНАХ ТА
ПЛАНУВАННЯХ ЦЕХІВ, ВІДДІЛЕНЬ ТА ДІЛЬНИЦЬ



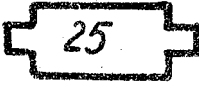

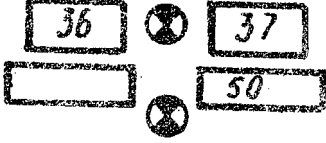
№	Найменування	Умовне позначення
1	2	3
1	Капітальна стіна на компоновочному плані	
2	Капітальна стіна на плануванні	
3	Легкі перегородки (на компоновочному плані)	
4	Суцільна перегородка до нижнього краю ферми або до стелі	
5	Скляна перегородка	
6	Перегородка з сіткою	
7	Металева перегородка з листа	
8	Звукоізолююча перегородка	

1	2	3
9	Бар'єр	
10	Границя цеху (відділення, ділянки)	
11	Колона будівлі на компоновочному плані	
	на плануванні вказується з фундаментом (вверху залізобетонна, внизу – металева)	
12	Підвальні приміщення (тонелі, канали) з відміткою рівня підлоги	
13	Антресолі, вентиляційні камери та майданчики	
14	Проїзди та проходи	
15	Залізничні шляхи (зверху на плануванні, знизу – на компоновочному плані)	

1	2	3
16	Ворота	
	на компоновочному плані	
	на плануванні	
17	Східці	
18	Двері	
19	Люк	
20	Грап	
21	Центральний розподільчий пункт, трансформаторна підстанція	
22	Підведення холодної води	

1	2	3
23	Підведення холодної води з відведенням до каналізації	
24	Підведення пари	
25	Підведення стисненого повітря із зазначенням тиску (вказано у кгс/см ²)	
26	Підведення емульсії	
27	Підведення мастила	
28	Підведення содового розчину	
29	Підведення газу	
30	Рольганг	
31	Монорельс з тельфером	

1	2	3
32	Монорельс з пневматичним підйомником	
33	Електроінструмент на монорельсі	
34	Жолоб, скліз	
35	Гідравлічний підйомник	
36	Ліфт-підйомник	
37	Санітарний вузол	
38	Контрольний стіл	
39	Резервне місце обладнання	
40	Контрольний пункт	

1	2	3
41	Місце розташування мостового крана	
42	Кінцеве положення мостового крана	
43	Технологічне обладнання (з номером у відповідності до плану)	
44	Місце робочого	
45	Багатоверстатне обслуговування одним робітником	

На плануваннях цехів, відділень, дільниць деякі об'єкти можуть позначатися написами, цифровими позначеннями з розшифровкою у текстових поясненнях.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильев В.Н. Организация, управление и экономика гибкого интегрированного производства в машиностроении. – М.: Машиностроение, 1986 . – 312 с., ил.
2. Гетун Г.В. Основы проектирования промышленных зданий: Навч. посіб. – К.: Кондор, 2009. – 210 с.
3. ДБН А. 2.2-3-97. Склад, порядок розроблення. погодження та затвердження проектної документації для будівництва. – К., 1997.
4. ДБН В.2.6-14-95. Конструкції будинків і споруд. покриття будинків і споруд. – К., 1998
5. ДК 018-2000 Державний класифікатор будівель та споруд. – К., 2000.
6. Долженков И.Е., Стародубов К.Ф., Спасов А.А. Основы проектирования термических цехов. – К.: Высш. шк., 1986. – 215 с.
7. Егоров М.Е. Основы проектирования машиностроительных заводов. Изд-е 6-е, переработ и доп. Учебник для машиностроит. вузов. М. , «Высшая школа», 1969. 480 с., с илл. 1 вкл.
8. Красовский А.И. Основы проектирования сварочных цехов. – М.: Машиностроение, 1980 . – 320 с.
9. Манько, Т.А. Технологічні аспекти створення елементів гнучких виробничих систем [Текст]: навч. посіб./ Т.А. Манько, Ю.В. Ткачов. – Д.: РВВ ДНУ, 2010. – 168 с.
10. Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов; Учебник для студентов машиностроит. специальностей вузов/ Под ред. А.М. Дальского – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.: ил. – (технология автоматизированного машиностроения).
11. Момот В.Е. Теоретические основы крупных реконструкции промышленных предприятий. – Днепропетровск, “наука і освіта”, 1998. – 146 с.
12. Морозов Ю.Д., Момот В.Е. Путь к организации производства мирового уровня. – Днепропетровск, “Наука і освіта”, 1999. – 144 с.
13. Норицын И.А., Шехтер В.Я., Мансуров А.М. Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. – М.: Высшая школа, 1977. – 423 с.
14. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия.. – М., 1988.
15. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания. – М., 1991.
16. СНиП 2.09.04-87 Административные и бытовые здания. – М., 1995.
17. СНиП 21-01-97 Пожарная безопасность зданий и сооружений. – М., 1997.
18. Тихомиров В.А. Основы проектирования самолетостроительных заводов и цехов. – М.: Машиностроение, 1975. – 472 с.
19. Ткачов Ю.В. Технологічні основи вибору обладнання машинобудівних цехів: Навч. посіб./ Ю.В. Ткачов, Є.О. Джур, Є.Ю. Ніколенко. – Д. : РВВ ДНУ, 2006. – 136 с.
20. Ткачов Ю.В. Проективання технологічних процесів обробки матеріалів та їх техніко-економічне обґрунтування [текст]: навч. посіб./ Ю.В. Ткачов, Ю.М. Стасюк. – Д.РВВ ДНУ, 2008. – 168 с.

21. Федоров Г.Є., Ямшинський М.М. Проектування ливарних цехів. Ч.1.: навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2009. – 486 с.
22. Ухов Е.И., Россихин В.И. Методические указания к курсовому проектированию «Проектирование машиностроительных заводов и цехов». – Днепропетровск, РИО ДГУ, 1981 г. – 56 с.
23. Когут М.С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник. – Львів: Вмдавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000 – 352 с. іл. 308, таблиць 39, бібліогр. 74 назви.
24. Сігова В.І. С34 Технологія і проектне рішення термічних цехів і дільниць: навч. посіб. /В.І. Сігова, В.Б.Юскаєв, А.Ф. Будник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 318 с. ISBN 978-966-657-327-1
25. Швець С. В. Ш 35 Моделювання мехатронної ковальсько-пресової системи : навчальний посібник / С. В. Швець, У. С. Швець, В. М. Борисюк. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 177 с. ISBN 978-966-657-913-6
26. Чигарев В.В., Щетинина В.И. Проектирование цехов для сварки и пайки: Учеб.пособие.- Мариуполь: ММИ, 1993.- 119 с.
27. Проектування ливарних цехів. Ч.1: підручник / Г. Є. Федоров, М. М. Ямшинський, В. Г. Могилатенко [та ін.]. — К. : НТУУ «КПІ», 2011. — 588 с.

Зміст

	ВСТУП	3
1	ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ЗАВОДІВ ТА ЦЕХІВ	8
1.1.	Основні задачі проектування	8
1.2.	Завдання на проектування	9
1.3.	Вихідні дані для проектування	12
1.4.	Стадії проектування та вибір майданчику для виробництва	13
1.5.	Технологічна схема виробництва та генеральний план заводу	14
1.6.	Склад машинобудівного заводу	17
1.7.	Вантажообіг і вантажопотоки	18
	Контрольні завдання до розділу 1	22
2	ПРОЕКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ЦЕХІВ	23
2.1.	Класифікація цехів машинобудівного виробництва	23
2.2.	Виробнича програма цеху	24
2.3.	Визначення типу виробництва	27
2.4.	Форми організації виробництва на заводі	30
2.5.	Форми організації виробництва в цеху	32
2.5.1.	Форми технічної організації виробництва в цеху	32
2.5.2.	Доцільність використання обладнання з числовим програмним управлінням. Гнучкі виробничі системи	34
2.5.3.	Форми структурної організації виробництва в цеху	37
2.6.	Режими роботи і фонди часу роботи обладнання і робітників	40
2.7.	Технічне нормування	42
2.7.1.	Складові частини технічних норм часу	42
2.7.2.	Вихідні дані та послідовність технічного нормування	43
2.7.3.	Визначення верстатоемності та трудоємності	44
2.7.4.	Методи визначення технічних норм часу в процесі проектування машинобудівних цехів	45
2.8.	Склад цеху машинобудівного виробництва	47
2.9.	Обладнання, робочі місця та інвентар цехів	49
2.9.1	Визначення кількості виробничого обладнання	50
2.9.2.	Розрахунок кількості виробничого обладнання	50
2.9.3.	Розрахунок коефіцієнта завантаження	51
2.9.4.	Визначення кількості допоміжного обладнання	52
2.9.5.	Визначення кількості підйомно-транспортного обладнання	53
2.10.	Склад працівників цеху	58
2.11.	Визначення кількості виробничих робітників	59
2.12.	Визначення кількості робочих місць у цеху	63
	Контрольні завдання до розділу 2	63
3	КОМПУНУВАННЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ РОЗМІЩЕННЯ ОБЛАДНАННЯ НА НАЯВНИХ ПЛОЩАХ	ТА 65
3.1.	Елементи будівельної частини промислових будівель	65
3.2.	Вимоги до промислових будівель	66

3.3.	Класифікація промислових будівель	67
3.4.	Основні елементи промислових будівель	69
3.5.	Основні конструктивні рішення промислових будівель машинобудівних підприємств	79
3.6.	Планування цеху, дільниці, відділення	81
3.7.	Вимоги до розміщення обладнання. Організація робочих місць	82
3.8.	Проектування адміністративно-господарських та побутових приміщень цеху	85
3.9.	Визначення площі цеху	89
3.10.	Визначення довжини, ширини і висоти прогонів	91
3.11.	Системи опалення і вентиляції	95
3.12.	Виробничі інтер'єри	96
	Контрольні завдання до розділу 3	97
	Додаток А	98
	Додаток Б	100
	Список рекомендованої літератури	106
	Зміст	108