

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

# **ПРОЕКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБНИЦТВ**

методичні вказівки до курсової роботи для студентів всіх форм  
навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
галузі знань 13 «Механічна інженерія»

Тернопіль  
2017

У методичних вказівках розглянуто тематику, основні завдання та методику виконання курсової роботи з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв». Детально висвітлено особливості виконання кожного розділу, наведено необхідні нормативно-довідкові дані, вимоги до оформлення та приклади виконання.

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану підготовки фахівців спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Укладачі: к.т.н., доц. Канаціла Ю.Б.  
к.т.н., доц. Комар Р.В.

Рецензент: к.т.н., доцент Савків В.Б.

Відповідальний за випуск: к.т.н., доц. Комар Р.В.

Методичні вказівки розглянуті та схвалені на методичному семінарі кафедри технології машинобудування, протокол №8 від 31 березня 2017 року.

Методичні вказівки рекомендовано до друку науково-методичною комісією факультету інженерії машин, споруд та технологій ТНТУ ім. І. Пулюя (протокол № 7 від 24 квітня 2017 р.).

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Мета і завдання курсової роботи.....	5
2 Структура курсової роботи.....	5
3 Рекомендації щодо виконання розділів курсової роботи.....	6
4 Вимоги до оформлення роботи .....	6
5 Послідовність проектування.....	7
6 Уточнення або складання розгорнутої програми виробництва.....	8
7 Розрахунок трудомісткості виготовлення виробів.....	9
8 Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. ....	9
Складання зведеної відомості обладнання .....	9
9 Визначення кількісного складу працюючих на ділянці.....	10
10 Визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху .....	12
11 Вибір типу і розрахунок кількості транспортних засобів.....	16
12 Вибір типу і основних будівельних параметрів будівлі, розробка компонувального плану цеху .....	19
13 Розроблення плану розміщення обладнання і робочих місць .....	21
14 Будівельна, санітарно-технічна та енергетична частини проекту .....	26
15 Вимоги до оформлення графічної частини.....	27
16 Захист курсової роботи та критерії оцінювання.....	28
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	30

## ВСТУП

У сучасному розвитку машинобудівної промисловості України особливе значення надається реконструкції діючих виробництв при використанні сучасного устаткування й засобів керування всіма етапами виробничого процесу. Основою проекту підприємства в цілому є детально розроблена технологічна частина, що визначає головну роль інженера-технолога в процесі проектування механоскладальних виробництв. Вирішення питань всіх інших частин проекту (будівельної, енергетичної, санітарно-технічної й ін.) підлягає вимогам технологічного процесу, що і визначає зміст завдання для розробки цих частин проекту.

Основна мета методичних вказівок полягає в підготовці фахівців до реалізації розроблених виробничих процесів при впровадженні нового обладнання, технічному переозброєнні, реконструкції виробництва й створенні нових виробництв.

Коло завдань, що стоїть перед проектувальником, не обмежується лише вмінням проектувати технологічні процеси; він повинен вирішувати весь комплекс питань, пов'язаних з побудовою виробничого процесу: добре розбиратися в економіці, організації й унавілінні виробництвом, у питаннях технічного, матеріального, інструментального й ремонтного обслуговування та ін. Необхідність вирішення таких питань виникає як на підприємстві, так й у проектних організаціях.

Завдання проектування підприємств досить об'ємні, складні й різноманітні, особливо якщо врахувати масштаби сучасного виробництва й рівень техніки. Це вимагає від проектувальника широкого кругозору й глибоких знань різних дисциплін.

Для цього необхідно знати сучасні методи проектування механоскладального виробництва, засновані на останніх наукових і технічних даних, а також принципи побудови автоматизованих виробничих процесів, що забезпечують високу продуктивність і техніко-економічну ефективність. При проектуванні виробничого процесів, що протікає в механоскладальних цехах, особливу увагу варто приділяти взаємозв'язку етапів, у результаті яких виходить готовий виріб, кількісних і якісних змін об'єкта виробництва, а також основних і допоміжних виробничих систем і сукупності ітерацій при проектуванні.

## **1 Мета і завдання курсової роботи**

Курсову роботу виконують для закріплення знань, отриманих при вивченні курсу, освоєння й використання теоретичних матеріалів і проектних нормативів шляхом розвитку практичних навичок розв'язання типових завдань, а також для підготовки до самостійної роботи над відповідним розділом магістерської роботи. У курсовій роботі передбачається вирішення основних питань технологічного проектування механоскладального цеху.

При виконанні роботи необхідно:

- спроектувати виробничі дільниці (визначити склад і кількість устаткування; робочий склад, розподілити по дільницях і змінах; визначити виробничі площі);
- здійснити проектування допоміжних підрозділів цеху (ремонтних, контрольних, транспортних, інструментальних та ін.);
- розробити виробничу структуру цеху і схему унравління, на основі яких розподілити персонал цеху по підрозділах і змінах;
- розробити об'ємно-планувальні рішення (компонувальний план цеху, планування обладнання), остаточно визначити загальну площу і її складові, вибрати тип будівлі та її будівельні параметри;
- визначити потребу цеху в енергетичних ресурсах;
- встановити основні показники проекту цеху, дати їх порівняльний аналіз і зробити висновки про доцільність реалізації пропонованого варіанта рішення завдання.

Для формування завдання студент надає комплект документації, який повинен містити номенклатуру продукції цеху, складальні креслення виробів, робочі креслення деталей, технічні умови на виготовлення, обсяги випуску.

Викладач визначає відповідність запропонованих матеріалів цілям, змісту та обсягам роботи і разом із студентом при необхідності коректує вихідні умови. Перевага віддається темам, які мають практичне значення, придатним для використання у виробництві або навчальному процесі.

## **2 Структура курсової роботи**

Курсова робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Типовий зміст розрахунково-пояснювальної записки

Вступ

1 Уточнення програми виробництва на дільниці

2 Розрахунок трудомісткості і верстатомісткості виготовлення виробів на основі розроблених технологічних процесів

3 Визначення річної потреби в технологічному обладнанні. Складання зведеної відомості обладнання

4 Визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху та дільниці

5 Визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі

- 6 Розробка компоувального плану цеху
- 7 Вибір вантажопідйомних і транспортних засобів
- 8 Розробка плану розміщення обладнання
- Перелік посилань
- Додатки

Графічна частина курсової роботи складається з двох аркушів формату А1, на яких необхідно зобразити:

- компоувальний план механоскладального цеху;
- план розміщення устаткування на дільниці;
- поперечний розріз прольоту виробничої та допоміжної будівель;
- специфікацію обладнання дільниці.

### **3 Рекомендації щодо виконання розділів курсової роботи**

Титульний аркуш оформляють за формою, яка наведена в додатку А.

На титульному аркуші необхідно вказати:

- міністерство;
- назву вузу, кафедри;
- шифр і назву спеціальності;
- шифр академічної групи;
- тему курсової роботи і назву дисципліни;
- групу, прізвище та ініціали виконавця (виконавців);
- вчений ступінь, посаду, прізвище та ініціали керівника роботи і членів комісії.

Завдання на курсову роботу оформляють у вигляді бланка встановленого зрїця (додаток Б). Бланк завдання обов'язково підписують студент-виконавець курсової роботи і керівник.

У вступі необхідно обґрунтувати актуальність теми роботи, сформулювати мету і завдання роботи, викласти сучасний стан питання, окреслити перспективи та напрямки вирішення поставлених завдань. Необхідно відзначити, за рахунок яких заходів студент планує досягти кращих техніко-економічних показників у порівнянні з існуючими на базовому підприємстві, вказати, якою мірою досвід і досягнення вітчизняної та зарубіжної науки і техніки можуть бути використані при виконанні роботи.

### **4 Вимоги до оформлення роботи**

Текст пояснювальної записки повинен бути коротким, з точними формулюваннями; мати посилання на літературні джерела, необхідні схеми і рисунки; відповідати вимогам ДСТУ 3008-95. Текст пишуть від руки або виконується в машинописному вигляді на одній стороні стандартного аркуша з полями 25 мм ліворуч, 10 мм зверху, знизу і праворуч.

Щільність рукописного тексту 26 рядків на сторінці і не менш 45 знаків у повному рядку. Всі слова пишуться повністю. Допускаються тільки скорочення передбачені ДСТУ 3582:2013.

Таблиці слід розташовувати після першого згадування про неї в тексті. Кожна таблиця повинна мати заголовок із словом «Таблиця». При переносі таблиці на наступну сторінку над перенесеною частиною поміщають слова «Продовження табл.» із зазначенням номера таблиці.

При написанні формул значення символів і числових коефіцієнтів приводять під формулою, починаючи зі слова «де». Значення кожного символу і коефіцієнта пишеться з нового рядка.

Розміщені в записці ілюстрації нумерують, наприклад рисунок 1 і т.д.

Аркуші пояснювальної записки потрібно пронумерувати. На титульному аркуші і бланку завдання номер сторінки не проставляють, проте їх включають до загальної нумерації сторінок. Номер сторінки проставляють у відповідному полі основного напису.

## **5 Послідовність проектування**

Після вивчення основних відомостей про методику проектування та розрахунку механоскладальних цехів [6], на підставі результатів аналізу вихідних даних, встановлюють і обґрунтовують тип та форми організації виробництва в цеху.

Далі виконують уточнення або складання виробничої програми, розраховують трудомісткість механічної обробки і трудомісткість складання виробів залежно від форми організації виробництва та програми проектного цеху, виконують розрахунок кількості основного і допоміжного устаткування цеху. При проектуванні цехів і дільниць з потоковою формою організації виробництва, на підставі технологічного процесу і штучного часу на операцію обробки заготовки та складання виробу, визначають розрахункову кількість основного устаткування і число робочих місць (стендів) для складання.

Для визначення кількості верстатів кожного виду користуються даними з процентного співвідношення різного устаткування в механічних цехах. При розрахунку цеху по приведеній програмі більш точно кількість верстатів кожного виду можна визначити, використовуючи процентне співвідношення штучного часу за операціями технологічного процесу виготовлення деталі-представника. Кількість одиниць допоміжного устаткування визначають за нормами технологічного проектування залежно від кількості основного технологічного устаткування.

Характеристики устаткування приймають за даними нормативно-довідкової літератури та інших джерел, наприклад, WEB-ресурсів.

При проектуванні цеху за точною програмою, уточнюють тип виробництва відповідно до ДСТУ 2974-95, використовуючи чисельні значення коефіцієнта закріплення операцій.

Далі залежно від виду програми цеху, типу і форми організації

виробництва знаходять чисельність робітників-верстатників, слюсарів-складальників і слюсарів механічної обробки, а також кількість допоміжних робітників, інженерно-технічних працівників (ІТП), службовців і молодшого обслуговуючого персоналу (МОП).

Після цього виконують проектування допоміжних відділень цеху, визначають розміри основних і допоміжних площ цеху, вибирають типи та розраховують кількість транспортних засобів, вибирають тип та основні будівельні параметри будівлі. Після цього оформляють будівельну, санітарно-технічну та енергетичну частини проекту.

Роблять висновки по виконаній роботі і оформляють звіт. У висновках по роботі слід відобразити ступінь повноти розрахунку, придатність обраної методики розрахунку для використання на діючому підприємстві за місцем майбутньої роботи студента.

Після проведення необхідних розрахунків виконують графічну частину роботи – компонувальний план цеху та план розміщення обладнання.

## 6 Уточнення або складання розгорнутої програми виробництва

Виробничу програму цеху визначають виходячи з виробничої програми заводу з урахуванням встановленого відсотка занасних частин. При цьому необхідно мати на увазі, що часто деталі та складальні одиниці виготовляють заводи-суміжники. Відповідно для складання розгорнутої чи подетальної програми виробництва необхідно мати такі дані:

- номер креслення вузла і деталі;
- назву вузла чи деталі;
- марку матеріалу;
- вид заготовки;
- кількість деталей на виріб і занасні частини;
- кількість деталей на програму виробництва;
- масу заготовки і виробу.

Розгорнуту (подетальну) річну програму виробництва в цеху оформляють у вигляді таблиці 1.

Таблиця 1 – Подетальна річна виробнича програма

№ з/п	№ креслення		Назва деталі	Марка матеріалу	Вид заготовки	Кількість деталей на виріб	% на запасні частини	Кількість деталей			Маса, кг		Маса на програму, т	
	вузла	деталі						на основну програму	на запасні частини	всього	Заготовки	деталі	заготовок	деталей



## 7 Розрахунок трудомісткості виготовлення виробів

При проектуванні механоскладальних виробництв необхідно мати дані про трудомісткість виготовлення виробу. Трудомісткість механічної обробки для масового і крупносерійного виробництв можна визначити як

$$T_M = \sum T_{шт} , \quad (1)$$

де  $T_{шт}$  – штучний час на операції технологічного процесу, хв.

Для серійного, дрібносерійного та одиничного типів виробництва:

$$T_M = \sum T_{шт-к} , \quad (2)$$

де  $T_{шт-к}$  – штучно-калькуляційний час на операції технологічного процесу, хв.

## 8 Визначення річної потреби в технологічному обладнанні.

### Складання зведеної відомості обладнання

Кількість обладнання на дільниці розраховують як відношення штучного часу на кожній із операцій технологічного процесу до такту випуску

$$m_p = \frac{T_{шт}}{t_v} . \quad (3)$$

Отриманий результат заокруглюють до цілого значення. Розрахунок проводять для кожного типу верстатів.

Специфікацію основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху оформляють у вигляді таблиці 2.

Таблиця 2 – Специфікація основного технологічного обладнання дільниці механічного цеху для виготовлення ...

№ з/п	Номер і назва операції	Назва і модель обладнання	Кількість, шт.	Габарити, мм
1				
2				
...				
	Всього			

Також необхідно враховувати, що крім основного на дільниці розміщується допоміжне обладнання (установки для промивання деталей; контрольні столи; верстаки; пристрої транспортування, накопичення та подачі заготовок і деталей).

## 9 Визначення кількісного складу працюючих на дільниці

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

Виробничі робітники – це працівники механоскладального виробництва, які безпосередньо виконують операції технологічного процесу з виготовлення продукції. Допоміжні робітники не приймають безпосередньої участі у виконанні операцій з виготовлення виробничої програми випуску продукції, а зайняті обслуговуванням технологічних процесів.

Інженерно-технічними називають працівників, які виконують обов'язки з унавіління, організації і підготовки виробництва і займають посади, для яких необхідна кваліфікація інженера або техника.

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

Молодший обслуговуючий персонал складають кур'єри, сторожі, гардеробники і прибиральники побутових і конторських приміщень.

Розрахунок кількості виробничих робітників-верстатників механічного відділення можна провести за кількістю верстатів, прийнятих у проекті:

$$P_B = \frac{C_{II} \cdot F_{\partial} \cdot k_3}{F_{\partial p} \cdot k_6}, \quad (4)$$

де  $C_{II}$  – кількість прийнятих у проекті верстатів;

$F_{\partial}$  – дійсний річний фонд роботи обладнання, год. (приймають з таблиці 3);

$k_3$  – коефіцієнт завантаження обладнання, при двозмінній роботі для одиничного і дрібносерійного виробництва – 0,85; для серійного – 0,8; для крупносерійного і масового виробництва – 0,7;

$F_{\partial p}$  – дійсний річний фонд часу роботи робітників, приймається для виробництв з 41-годинним робочим тижнем – 2070 год.; для виробництв з 36-годинним робочим тижнем – 1830 год.;

$k_6$  – коефіцієнт багатостатного обслуговування, приймається для одиничного і дрібносерійного виробництв – 1,1...1,2; в серійному 1,3...1,5, в крупносерійному – 1,5...1,8; в масовому 1,8...2,2).

Кількість допоміжних робітників визначають в процентному відношенні від кількості робітників-верстатників. Кількість ІТП, службовців і МОП визначається в процентах від загальної кількості робітників дільниці. Одержані дані заносять у відомість складу працюючих механічної дільниці або цеху (таблиця 4).

Таблиця 3 – Дійсний річний фонд роботи обладнання механічних цехів

Обладнання	Режим роботи (кількість змін)		
	одна	дві	три
Металорізальні верстати масою до 10 т від 10 до 100 т	2040	4060	6060
	2000	3985	5945
Металорізальні верстати з ЧПК масою до 10 т від 10 до 100 т	–	3890	5775
	–	3810	5650
Агрегатні верстати	–	4015	5990
Гнучкі виробничі модулі, РТК масою до 10 т від 10 до 100 т	–	–	5970
	–	–	5710

Таблиця 4 – Відомість складу працюючих механічної дільниці

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
Виробничі робітники а) верстатники б) слюсарі	за формулою 4 в % від кількості верстатників	3...55 % в одиничному і дрібносерійному виробництві; 1...3 % в крупносерійному і масовому	
Всього виробничих виробників			
Допоміжні робітники	в % від кількості виробничих робітників	18...25 % в одиничному і дрібносерійному виробництві; 35...50 % в крупносерійному і масовому	
Загальна кількість робітників			
Контролери ВТК	в % від кількості виробничих робітників	5...7 %; в одиничному і дрібносерійному виробництві; 8...10 % в крупносерійному і масовому	
Інженерно-технічні працівники	в % від загальної кількості робітників	10...13 %	
Службовці	в % від загальної кількості робітників	4...5 %	
Молодший обслуговуючий персонал	в % від загальної кількості робітників	2...3 %	
Всього працюючих			

## 10 Визначення розмірів оснoвних і допoміжних площ цеху

Визначення загальної площі механоскладального цеху базується на даних про трудомісткість робіт за розробленими технологічними процесами виготовлення деталей в умовах виробництва базового підприємства. Вихідними даними для визначення площ цеху є кількість і габарити обладнання на базовому підприємстві, а саме:

- верстатів відділення механічної обробки, шт.;
- верстатів цехової ремонтної бази (ЦРБ), шт.;
- верстатів дільниці ремонту спорядження, шт.
- габарити верстатів відділення механічної обробки.

*Відділення механічної обробки.* Виробнича площа відділення механічної обробки визначається по питомій площі на одиницю обладнання за нормами технологічного проектування [2]:

$$S_M = N \cdot S_{II} , \quad (5)$$

де  $N$  – кількість верстатів відділення механічної обробки, шт.;

$S_{II}$  – питома площа на один верстат,  $m^2$ .

Для легких верстатів питома площа складає 14...18  $m^2$ , для середніх – 18...22  $m^2$ , для крупних – 22...30  $m^2$ , для особливо крупних – 30...100  $m^2$  [9].

*Складально-випробувальне відділення.* Площу складально-випробувального відділення згідно рекомендацій [1] приймають в межах 30...40 % від площі механічного відділення.

Допоміжна площа складається із суми площ, зайнятих допоміжними відділеннями.

*Відділення заточування інструменту.* Заточне відділення призначене для централізованого заточування і поточного ремонту різального інструменту, який використовується в цеху. Його організують при кількості обладнання в механічному цеху 150...300 шт., при меншій кількості обладнання відновлення різального інструменту проводиться в інструментальному цеху. При укрупнених розрахунках кількість заточних верстатів загального призначення приймають рівною в потоковому виробництві 3...5 %, в непотоковому – 3...4 % від кількості металорізального обладнання, яке обслуговується заточним відділенням. Менший відсоток заточних верстатів приймають при кількості верстатів, які обслуговуються відділенням до 200, більший – при кількості верстатів більше 500.

Площу відділення визначають за питомою площею на одиницю обладнання. Питома площа складає 8...10  $m^2$  на один заточувальний верстат.

*Цехові ремонтні бази* механічних цехів передбачають для проведення міжремонтного обслуговування виробничого обладнання, а також для виконання міжремонтних робіт, зміст яких залежить від прийнятої форми організації ремонтних робіт. В невеликих цехах, в яких є менше 100 верстатів, організувати цехову майстерню для ремонту обладнання не доцільно.

Відділення для ремонту електрообладнання та електронних систем

служить для періодичного огляду і ремонту електродвигунів, засобів електроавтоматики, систем керування обладнання тощо. Його площа входить в склад ЦРБ і складає 35...40 % її площі.

Площу ремонтної бази визначають за питомою площею на одиницю обладнання, яка становить 20...30 м<sup>2</sup>.

*Відділення ремонту спорядження та інструменту.* Площу відділення визначають з розрахунку 20...22 м<sup>2</sup> на одиницю обладнання.

*Контрольне відділення.* Контрольні відділення в потоковому виробництві розташовують в кінці потокових ліній, а в непотоковому виробництві їх розташовують вздовж вікон для кращого природного освітлення робочих місць або на шляху руху деталей в складальне відділення. У механоскладальних цехах створюють також контрольно-перевірювальні пункти (КПП), які призначені для періодичної перевірки контрольних засобів та технічного нагляду за їх правильною експлуатацією, виявлення причин браку деталей та вибіркового інспекційного контролю деталей, які виготовляють. Площу КПП визначають із розрахунку 0,1...0,2 м<sup>2</sup> на один верстат механічного відділення, але не менше 25 м<sup>2</sup> на один пункт.

Площу контрольного відділення визначають із розрахунку 5...6 м<sup>2</sup> на одного контролера з урахуванням додаткової площі на розміщення контрольного устаткування, яка враховується поправочним коефіцієнтом  $k_n = 1,75$ .

*Склади матеріалів і заготовок.* Для забезпечення нормальної роботи механоскладальних цехів в їх складі передбачають цілий комплекс складів. Сюди відносяться склади металу і заготовок, склади деталей, вузлів і комплектуючих виробів, склади готових деталей і виробів, проміжні склади, інструментально-роздавальні комори і комори технологічного оснащення.

Площу складу матеріалів та заготовок визначають за залежністю [1]:

$$S_c = \frac{Q_\Sigma \cdot t}{m \cdot q \cdot k_B}, \quad (6)$$

де  $Q_\Sigma$  – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску, т;

$t$  – кількість робочих днів зберігання заготовок на складі (таблиця 5);

$m$  – кількість робочих днів у році;

$q$  – допустиме навантаження на 1 м<sup>2</sup> площі підлоги складу, при зберіганні матеріалів і заготовок в штабелях  $q = 1,2...1,4$  т/м<sup>2</sup>, в стелажах – 2...7 т/м<sup>2</sup> в залежності від висоти штабелювання;

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

Маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску рівна:

$$Q_\Sigma = 1,2 \cdot Q \cdot N, \quad (7)$$

де  $Q$  – маса виробів, т;

$N$  – річна програма випуску, шт.

Таблиця 5 – Норми зберігання заготовок в робочих днях

Тип виробництва	Штанговий матеріал, дрібні і середні заготовки	Крунні заготовки
Одиничне	12	5
Дрібносерійне	8	3,5
Серійне	6	2.5
Крунносерійне і масове	4...6	1...2

Маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску дорівнює:

$$Q_{\Sigma} = 1,2 \cdot Q \cdot N, \quad (7)$$

де  $Q$  – маса виробів, т;

$N$  – річна програма випуску, шт.

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

Для виконання робіт у заготівельному відділенні передбачається застосування специфічного обладнання, до якого відносяться токарно-відрізні, дискові, ножівкові і циркулярні пили, фрезерно-центрувальні верстати, преси та інше устаткування. Для механоскладальних цехів з невеликою кількістю автоматів і револьверних верстатів в заготівельному відділенні встановлюють від 4 до 10 верстатів. Питому площу приймають 25...30 м<sup>2</sup> на один верстат [2].

*Проміжний склад.* Місцем нагромадження і зберігання повністю оброблених деталей, які очікують надходження на складання є проміжний склад. Також сюди надходять інші комплектуючі: підшипники, прокладки, електрообладнання і т.п. Площа проміжного складу дорівнює [9]:

$$S_{cn} = \frac{Q_p \cdot t_1}{m \cdot q \cdot k_B}, \quad (8)$$

де  $Q_p$  – маса деталей річної програми випуску, які підлягають зберіганню, т;

$t_1$  – кількість робочих днів запасу (таблиця 6).

Таблиця 6 – Кількість робочих днів запасу

Типи виробництва	Крунні деталі	Середні деталі
Дрібносерійне	8 діб	20 діб
Серійне	5 діб	12 діб
Крунносерійне	1 зміна	2 зміни
Масове	2...4 год.	8 год.

*Відділення для приготування і роздачі мастильно-охолоджуючих рідин, склад масел.* Дане відділення призначене для постачання верстатів мастильно-охолоджуючими рідинами. Його площа укрупнено складає 35...120 м<sup>2</sup> [2] в залежності від кількості виробничого обладнання (таблиця 7).

Таблиця 7 – Нормативні дані для визначення площі відділення для приготування та роздачі МОР

Кількість верстатів	Площа, м <sup>2</sup>
30...60	35...40
61...100	40...50
101...200	50...70
201...300	75...100
301...400	100...120

Площу складу масел приймають рівною 10...20 м<sup>2</sup> [1].

*Відділення для збирання і переробки стружки.* При виборі способів видалення та переробки стружки визначають її кількість, яка при укрупнених розрахунках приймається рівною 10...15 % маси готових деталей. Рекомендації щодо вибору способу збору та транспортування стружки наведені в [5].

Площу відділення можна визначити в залежності від кількості виробничого обладнання механічного цеху за даними таблиці 8 [2].

Таблиця 8 – Нормативні дані для визначення площі відділення відведення та перероблення стружки

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

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

Результати розрахунків зводять у відомість площ цеху (таблиця 9).

Таблиця 9 – Відомість площ цеху

№ з/п	Назва відділення	Площа, м <sup>2</sup>
1	Механічної обробки	
2	Складально-випробувальне	
3	Заточування інструменту	
4	Цехова ремонтна база (ЦРБ)	
5	Ремонту спорядження та інструменту	
6	Контрольне	
7	Склади матеріалів і заготовок	
8	Проміжний склад	
9	Приготування і роздачі мастильно-охолоджуючих рідин	
10	Склад масел	
11	Збирання і переробки стружки	
	Всього	

№ з/п	Назва відділення	Площа, м <sup>2</sup>
12	Магістральні проїзди (12...15 % від площі всіх відділень цеху)	
	Всього (площа цеху)	
13	Службово-побутові приміщення (25...30% площі цеху)	
	Всього	

Площа ділянки для виготовлення окремої деталі залежить від розмірів та маси верстатів та обладнання, які використовуються при її виробництві. Згідно розробленого технологічно процесу і обладнання, яке використовується, визначають площу ділянки для виготовлення певної деталі. Результати зводять в таблицю 10.

Таблиця 10 – Площа ділянки для виготовлення ...

Обладнання	Модель	Габарити, мм	Тип	Прийнята площа, м <sup>2</sup>
Загальна площа ділянки механічної обробки				

## 11 Вибір типу і розрахунок кількості транспортних засобів

При розробці проекту ділянки (цеху) необхідно вибрати засоби для: транспортування заготовок у механічний цех; завантаження і вивантаження заготовок; передачі деталей між верстатами; встановлення та зняття деталей на верстаті; транспортування готових деталей на ділянку складання або склад; прибирання і транспортування стружки, а також тару для транспортування і зберігання заготовок і деталей.

Види та кількість транспортних засобів визначають на основі розрахунків річних вантажопотоків деталей і стружки по ділянці цеху. На вибрані транспортні засоби потрібно навести коротку технічну характеристику з описом призначення.

Основними видами підйомно-транспортного обладнання для внутрішньоцехового транспортування вантажів є:

- автомобільний транспорт;
- наземний візковий транспорт;
- кранове обладнання;
- підвісний транспорт (конвеєри);
- транспортери (наземні);
- автоматичні підйомно-транспортні засоби.

Автомобільний транспорт також застосовують для міжкорпусних перевезень металу, заготовок, комплектуючих, готової продукції,



металовідходів. Основним видом автомобільного транспорту є бортові автомобілі й самоскиди вантажопідйомністю 2,5...7,5 т. Застосовують також вкорочені (з метою підвищення маневреності), а також спеціально обладнані автомобілі.

*Машини наземного візкового транспорту з піднімальною платформою і вантажозахоплюючими пристроями знаходять широке застосування в середині цехів і складів. При цьому для роботи всередині споруд доцільно використовувати машини з електричним приводом. Найпоширеніші види наземного транспорту:*

- електрокари (відстань переміщення 50...300 м; вантажопідйомність 0,25...5 т.; швидкість переміщення 7...15 км/год.);
- електронавантажувачі ( переміщення до 120 м; вантажопідйомність 0,5...2 т.; швидкість переміщення до 3,5 км/год.);
- елетроштабелери наземні (переміщення до 300 м; вантажопідйомність 0,1...2 т.; швидкість переміщення 3...7 км/год., висота підйому до 4,5 м.);
- ручні візки (відстань переміщення до 50 м; вантажопідйомність до 0,5 т.; швидкість переміщення до 3 км/год.).

*Кранове обладнання. До кранового обладнання належать:*

- мостові крани одногакові (5...15 т) і двохгакові (15/3, 20/5, 30/5, 50/10, 75/20 т); прольот 10,5...34,5 м; висота підйому 16...32 м; швидкість пересування 70...120 м/хв. Рекомендовані відстані переміщень до 50 м.;
- підвісні однобалкові крани застосовують як технологічний транспорт, а також для вантажно-розвантажувальних робіт всередині цеху. Рекомендовані відстані переміщень 30...50 м. Типаж однобалкових кранів передбачає:
  - а) крани підвісні однобалкові (1...5 т) із прольотом 3...12 м, висотою підйому до 6 м і швидкістю пересування 30 м/хв.;
  - б) мостові крани однобалкові (1...5 т) із прольотом 4,5...28,5 м, висотою підйому до 6 м і швидкістю пересування 25...60 м/хв.;
- консольні крани (поворотні) застосовують для переміщення вантажів на близьку відстань. Вантажопідйомність 0,25...3 т; виліт стріли 3...6 м;
- монорейки застосовують для обслуговування окремих робочих місць при транспортуванні на значні відстані і міжпрольотної передачі вантажів. Вантажопідйомність 0,1...10 т, висота підйому до 6 м, швидкість підйому 8 м/хв., швидкість пересування 20 м/хв.;
- крани-штабелери (опорні, підвісні) поєднують властивості кранів і електронавантажувачів. Переваги: висока продуктивність, простота керування, висока маневреність. Вантажопідйомність від 125 кг до 5 т, висота підйому до 12,4 м, швидкість пересування до 60 м/хв.

*Підвісний транспорт. До даного виду транспорту належать: підвісні конвеєри (вантажонесучі, штовхаючі, тягові, комбіновані), однорейкові дороги, самохідні візки і тягачі. Відстані транспортування до 1000 м;*

вантажопідйомність кареток 250, 500 і 800 кг, діапазон швидкостей 0,3...31,5 м/хв.

*Наземні конвеєри і транспортери.* Залежно від розмірів, ваги й форми оброблюваних деталей і виробів, а також характеру технологічного процесу і обсягу виробничої програми застосовуються кілька типів наземних конвеєрів.

Роликові (рольганги): стаціонарні, переносні, пересувні, колісні, кулькові, приводні, неприводні, горизонтальні, похилі. Маса транспортованих виробів 25 – 100 кг. (максимальна – 1200 кг.), нахил полотна 1...3 % (залежно від виду й маси вантажу), швидкість пересування до 9 м/хв. Використовують переважно для внутрішньо цехового транспортування готових деталей, вузлів і комплектуючих на відстані до 30 м;

Скати-ринви довжиною до 10 м з ухилом 1:10, 1:15. Призначені для переміщення тіл обертання;

Ковзаючі ринви з ухилом 1:1, 1:5. Застосовують для переміщення плоских деталей або деталей у тарі;

Стрічкові. Розрізняють стаціонарні, переносні, ковзаючі на роликах. Вантажопідйомність до 250 кг, швидкість робочого конвеєра 6...30 м/хв., транспортного 30...60 м/хв.;

Пластинчасті. Даний тип застосовують в складальних потокових лініях як технологічний транспорт для складання дрібних, середніх, а також порівняно важких виробів (загальне складання автомобілів). Довжина до 200 м, ширина від 400 до 1600 мм. Швидкість робочого конвеєра 1...5 м/хв., транспортного 7...20 м/хв.

Візкові (вертикально-замкнуті (з перекидними і неперекидними візками), горизонтально-замкнуті, з безперервним (транспортні) і пульсуючим рухом. Типаж візкових конвеєрів передбачає вантажопідйомність від 10 до 8000 кг., ширину 160...200 мм., швидкість 0,2...6 м/хв., пульсуючих 6...8 м/хв., транспортних до 12 м/хв.;

Крокуючі (пульсуюче переміщення вантажів відбувається за допомогою поперемінно зворотних горизонтальних і вертикальних рухів рухомої рами на яку вкладаються вантажі). Застосовуються для складання верстатів, двигунів. Довжина 25...60 м, швидкість пересування 5...10 м/хв., маса переміщуваного вантажу 1...7 т, час одного циклу переміщення 2...6 хв.

Кількість транспортних і вантажопідйомних засобів, необхідних для своєчасного забезпечення цехів матеріалами, заготовками, деталями та вузлами, можна визначити шляхом розрахунків на основі врахування маси вантажів, які переміщуються або інших даних.

Кількість елементів колісного транспорту (електровізки, електроштабелери, навантажувачі та ін.) визначають за формулою [2]:

$$E = \frac{Q \cdot k_n \cdot T_{np}}{Q_e \cdot k_v \cdot F_d \cdot 60}, \quad (9)$$

де  $Q$  – річний вантажообіг, т ( $Q = Q_{\Sigma}$ );

$k_n$  – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів,  $k_n = 1,25$ ;  
 $T_{np}$  – загальний час пробігу одиниці транспортного обладнання, хв.;  
 $Q_e$  – вантажопідйомність одного транспортного засобу;  
 $k_e$  – коефіцієнт використання вантажопідйомності,  $k_e = 0,8$ ;  
 $F_d$  – дійсний річний фонд часу роботи транспортного засобу, год.;  
 Загальний час пробігу транспортного засобу:

$$T_{np} = T_n + T_z + T_p + T_v, \quad (10)$$

де  $T_n$  – час пробігу транспортного засобу в обидва кінці, хв.;  
 $T_z$  – час на завантаження, хв.;  
 $T_p$  – час на розвантаження, хв.;  
 $T_v$  – час випадкових затримок (приблизно 10% від  $T_n$  на кожен рейс), хв.

$$T_n = 2l/V, \quad (11)$$

де  $l$  – відстань переміщення транспортного засобу, м.;  
 $V$  – швидкість переміщення транспортного засобу, м/хв.

Кількість мостових кранів можна визначити за формулою [2]:

$$K = \frac{N \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{зм}}, \quad (12)$$

$N$  – кількість деталей, що підлягають транспортуванню за зміну, шт.;  
 $i$  – середня кількість транспортних операцій на одну деталь;  
 $T_{кр}$  – загальний час пробігу крана, хв. (визначають за формулою (10));  
 $m$  – кількість деталей, що переміщуються одночасно;  
 $T_{зм}$  – тривалість зміни, хв.

Укрупнено кількість кранів можна приймати: для механічних цехів один кран на 40...80 м довжини прольоту; в складальних цехах – на 30...50 м.

## **12 Вибір типу і основних будівельних параметрів будівлі, розробка компоновального плану цеху**

Для цехів механоскладального виробництва застосовують переважно одноповерхові будівлі із світлоаераційними ліхтарями та без них, кранові і безкранові будівлі з використанням колісного і підвісного транспорту. За формою в плані споруди переважно проектують прямокутними.

Одноповерхові будови складають у загальному обсязі промислового будівництва приблизно 85 %, причому кранові – 20...25 % і безкранові – 60...65 %. Такі будівлі, як правило, економічніші багатопверхових.

Одноповерхові будівлі мають переваги стосовно до розміщення обладнання у зв'язку з наявністю більшої площі, необмеженої частим розміщенням колон, із широкими можливостями використання всіх видів горизонтального транспорту. Відповідно для підприємств машинобудування використовуються переважно одноповерхові будівлі.

Одноповерхові будівлі можуть бути спроектовані з повним або неповним каркасом, а також із несучими стінами. У будівлях з повним каркасом вертикальними несучими елементами є колони; зовнішні стіни виконують функції лише огорожуючих елементів. У будівлях з неповним каркасом несучі колони розміщуються лише всередині будівлі, зовнішні стіни роблять несучими, що виконують одночасно також функції огорожуючих конструкцій.

Каркас промислової будівлі складається з фундаменту, колон, підкранових і обв'язувальних балок. На фундаменти опираються колони і фундаментні балки. Обріз фундаменту розташовується на рівні планувальної відмітки землі; остання приймається на 0,15 м нижче рівня підлоги.

Колони промислових споруд можуть бути залізобетонними і сталевими, а за розташуванням їх у будівлі – середніми і крайніми. У будівництві застосовуються уніфіковані залізобетонні колони з перерізами від 400×400 до 600×1400 мм.

Розміри уніфікованих прольотів і вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів наведені в таблиці 11.

Таблиця 11 – Розміри уніфікованих прольотів і вантажопідйомність піднімально-транспортних засобів

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

Підкранові балки призначені для розміщення на них рейок мостових кранів і виготовляються із залізобетону або сталі. Для перекриття прольоту і підтримування настилу покрівлі використовуються несучі конструкції, які на

машинобудівних підприємствах частіше всього виконуються у вигляді залізобетонних ферм. Детальна інформація про елементи конструкцій виробничих будівель наведена в [6].

Основні УТС мають розміри в плані  $144 \times 72$  і  $72 \times 72$  м з сітками колон  $18 \times 12$  і  $24 \times 12$  м. Пристінні ряди колон застосовуються з кроком рівним 6 м. Ширину прольоту вибирають такою, щоб можна було раціонально розмістити кратне число рядів обладнання – звичайно від двох до чотирьох, залежно від габаритних розмірів та варіантів розміщення. Довжину верстатних ділянок і ліній з міркувань пожежної безпеки приймають не менше 35...50 м, а між ними при необхідності передбачають магістральні проїзди шириною 4,5...5,5 м.

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

У пояснюючій записці потрібно коротко описати та обґрунтувати вибрані конструктивні елементи будівлі (колони, фундаменти колон, фундаментальні балки, стропильні і під стропильні ферми, підкранові балки, плити перекриттів, стінні панелі, світло аераційні ліхтарі, підлоги і ворота).

Вихідними даними для складання компонуального плану є: склад цеху і площі всіх відділень, прийнята схема будівлі. Компонуальні плани цехів виконуються в масштабі 1:100 або 1:200. На компонуальному плані за допомогою умовних позначень позначають сітку колон, основні стіни, магістральні і цехові проїзди і проходи, межі між цехами, відділеннями і ділянками, в'їзди для безрейкового і рейкового трапспорту, основні підйомнотрапспортні пристрої (крани, крап-балки, конвеєри і т.д.), межі підвалів, аптресолі, тунелі, прохідні капали та інші елементи будівель з вказуванням висотних відміток для них відносно першого поверху, технологічні розміри (ширину і довжину прольотів, крок колон, висоту до підкранових шляхів).

До компонуального плану додається поперечний розріз прольоту, який виконується в масштабі 1:50 або 1:100.

На плані наносять координатні осі, які продовжують за контур зображення і закінчують колами, в яких проставляють марки (позначення) осей. Горизонтальні осі будівлі на плані позначають знизу вверх по осі ординат великими буквами українського алфавіту крім букв З, І, Й, О, Х, Ї. Вертикальні осі рядів колон нумерують зліва на право по осі абсцис послідовно арабськими цифрами. На плані проводяться відповідні написи, які вказують назви цехів, відділень, ділянок та їх площі.

### **13 Розроблення плану розміщення обладнання і робочих місць**

Розробка плану розміщення обладнання є складним і відповідальним етапом проектування, коли одночасно повинні вирішуватися питання

здійснення технологічних процесів, організації виробництва й економіки, управління виробництвом, техніки безпеки, вибору транспортних засобів, механізації і автоматизації виробництва, наукової організації праці й виробничої естетики.

При розробці планів повинні бути враховувані такі основні вимоги:

- обладнання в цеху слід розміщувати у відповідності з прийнятою організаційною формою технологічних процесів;
- розташування обладнання, проходів і проїздів повинно гарантувати зручність і безпеку роботи, можливість монтажу і демонтажу обладнання, зручність подавання матеріалів і інструментів, прибирання відходів;
- планування обладнання повинно бути узгоджено з підйнятно-транспортними засобами, які використовуються;
- планування повинно бути «гнучким», тобто необхідно передбачити можливість переставлення обладнання при зміні технологічних процесів;
- на плануванні повинні бути передбачені робочі місця для керівного інженерно-технічного персоналу, також слід передбачити можливість використання засобів механізованого та автоматизованого обліку і управління;
- при розробці планування повинна бути раціонально використана не тільки площа, але й весь об'єм цеху і корпусу.

Для виконання технологічного планування обладнання на креслення компоувальної схеми, зображене у масштабі 1:50 для дільниці, 1:100 для цеху або 1:200 для корпусу, додатково наносять умовні позначення й проєкції:

- основного, допоміжного, підйомно-транспортного устаткування, у тому числі конвеєрів всіх типів і додаткового устаткування, із зазначенням порядкового номера по специфікації, відомості специфікації, суміщеної з кошторисом витрат на придбання та монтаж устаткування;
- робочі місця біля устаткування, допоміжні робочі місця, робочі місця багатостанковиків і маршрути обслуговування ними устаткування, робочі місця майстрів дільниць і наладчиків устаткування;
- складальні майданчики і резервні місця під устаткування, майданчики для складування матеріалів, напівфабрикатів або виробів;
- місця підведення інженерних мереж (електроенергії, стисненого повітря, газів, рідин, емульсій тощо);
- місця розташування приладів і пристроїв, наприклад електроустаткування, санітарно-технічних пристроїв, пристроїв вентиляції, опалення;
- розташування засобів пожежогасіння, у тому числі вогнегасників, повітряно-пінних установок, пожежних щитів і пожежних крапів.

Креслення планування устаткування служить завданням на розробку не

тільки архітектурно-будівельної частини проекту, монтажного плапу устаткування або завдання на проектування ґрунових чи індивідуальних фундаментів під устаткування, воно також є також вихідним документом для виконання спеціальних частин проекту (вентиляції, водопостачання, каналізації, опалення, електротехнічної), на її основі розробляють дизайн-проект або проект архітектурно-художнього оформлення інтер'єра приміщення, виготовляють об'ємні макети об'єкта проектування, виконують техніко-економічну й кошторисну частини проекту.

Планування устаткування також є вихідним документом для розробки технічних завдань на проектування не стандартного устаткування, типових робочих місць, основою для застосування організаційно-технічного оснащення. На підставі планування устаткування розробляють або уточнюють графіки програми реконструкції (технічного переозброєння), графіки оперативного керування виробництвом у період його організації або реорганізації.

Вище вже було відзначено, що на кресленнях технологічних плапів у першу чергу необхідно зобразити габарити устаткування і робочі місця біля цього устаткування. Такій роботі найчастіше передують темплетне макетування. Для макетування плапів необхідно мати на увазі, що, крім простих робочих місць, які передбачають одну одиницю технологічного устаткування і одне робоче місце, у практиці технологічного проектування досить часто зустрічаються складні робочі місця. Це – робочі місця багатостанковиків, робочі місця бригад і комплексні робочі місця з декількох одиниць технологічного устаткування, зв'язаних загальним транспортним пристроєм, наприклад промисловим роботом. Такі робототехнічні комплекси або гнучкі виробничі модулі, так само як і робочі місця багатостанковиків, вимагають попереднього аналітичного моделювання, розрахунків й обґрунтувань.

Знаючи кількість робочих місць, структуру простих робочих місць і складних технологічних комплексів устаткування типу РТК і ГВМ, їх габарити і настановні розміри устаткування можна з метою розробки креслень технологічних плапів приступити до макетування.

Основні способи макетування передбачають:

- виготовлення об'ємних макетів устаткування;
- одержання плоских ортогональних проєкцій устаткування, виконаних у відповідному масштабі, – темплетний метод;
- застосування САПР технологічних планів устаткування.

При використанні темплетного методу можна скористатися як стандартними, так і інверсними темплетами (рис. 1). Інверсні темплети відрізняються від стандартних, тобто масштабних двохвимірних зображень устаткування або великих виробів на площині, тим, що враховують габарити робочого місця біля верстата й половину нормативу відстані до суміжного устаткування.

Складання макетів планів із інверсних темплетів не лише продуктивніше традиційних способів макетування, але й дозволяє істотно

скоротити втрати виробничих площ. Пояснює таку істотну економію виробничої площі та обставина, що складання інверсних темплетів при макетуванні технологічних плапувань наочно демонструє втрати площ, які добре видні в проміжках між темплетами. Стандартні темплети не дозволяють виконувати такі візуальні оцінки. Крім того, при складанні стандартних темплетів необхідно постійно вимірювати нормативи відстапей між устаткуванням, що не зовсім зручно й вимагає більших затрат праці на макетування. Також застосування інверсних темплетів дозволяє скоротити втрати виробничої площі в деяких випадках до 20 %. Виготовлення темплетів і розробка надалі креслень технологічних плапувань устаткування здійснюються з урахуванням таких технічних вимог та норм розташування технологічного й підйомно-транспортного устаткування.

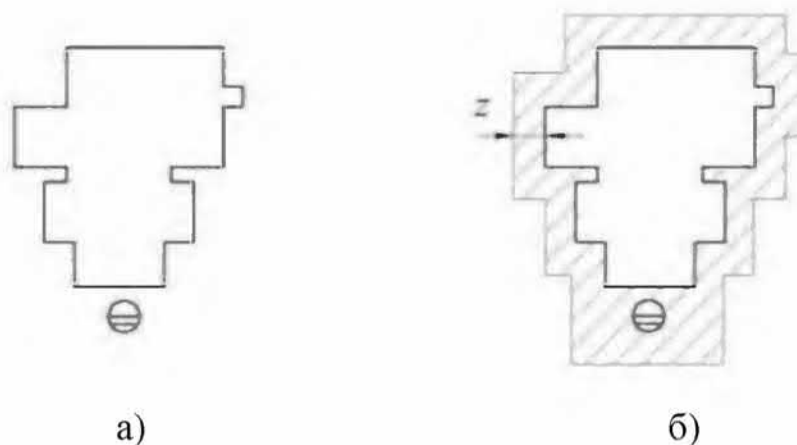


Рисунок 1 – Стандартний (а) та інверсний (б) темплети:  
 $z$  – половина нормативу відстані між одиницями обладнання

Норми, тобто графічні відстапей між технологічним устаткуванням, верстатами і елементами будівель, ширини проходів та проїздів й інші обмеження відносного розташування об'єктів на макетах устаткування і кресленнях технологічних плапувань регламентують правила техніки безпеки та промислової санітарії.

Назвамі норми відстаней залежать від габаритів устаткування. Їх задають від крайніх положень рухомих частин устаткування, наприклад від крайніх точок столів, що переміщуються, від постійних огорожень або бар'єрів робототехнічних комплексів або від інших крайніх частин, що виступають, у тому числі фундаментів устаткування.

У норми розташування входять місця для розміщення організаційно-технічного оснащення, зони для складування заготовок біля устаткування. Завантажувальні і розвантажувальні майданчики на початку та кінці потокових ліній, так само як і складальні майданчики для великогабаритних деталей, передбачають окремо. У всіх випадках ширина робочої зони біля верстата становить 800 мм. Робоче місце зображують колом діаметром 500 мм у відповідному масштабі.



Норми відстаней між технологічним устаткуванням можна визначити за схемами відносного розташування устаткування [1]. Подібним же чином нормують відстапів в проектах ливарних, складальних, гальванічних й інших цехів підприємств. Конкретні дані в цих випадках можна одержати за затвердженими нормами технологічного проектування таких виробництв.

Ширина проходів і проїздів  $B$  ( $2500 < B < 4000 \dots 6000$ ), крім магістральних проїздів, дорівнює:

$$B = n \cdot H + w(Z + T), \quad (13)$$

де  $n$  – число робочих зон ( $n = 1$  при однорядному,  $n = 2$  при дворядному розташуванні устаткування);

$H$  – ширина робочої зони (800 мм);

$w$  – число напрямків вантажопотоків у проїзді (1 або 2 зустрічних);

$Z$  – гарантований зазор між транспортним засобом і робочою зоною (200 мм у випадку використання електрокар або візків і 0 у випадку застосування в проїзді рольгангів, скатів, сковзал й інших стаціонарних транспортних засобів безперервної дії);

$T$  – ширина транспортного засобу (за умови, що вантажі, які транспортують, не виступають за його габарит).

Як загальні зауваження з використання названих нормативів слід зазначити, що при різних розмірах двох розташованих поряд верстатів відстані між ними приймають за більшим значенням нормативу. У випадку обслуговування верстатів мостовими або іншими підвісними кранами відстапів від стін і колон до верстатів приймають із урахуванням можливостей обслуговування технологічного устаткування при крайньому положенні гака крапа.

Верстати допускається встановлювати впритул до стін або збирати в блоки. Преси встановлюють по нормативах відстапей, величина яких залежить від зусилля преса й наявності фундаменту.

Макетування технологічного устаткування для обґрунтування креслень технологічних плапувань допускає:

- розміщення макетів підйомно-транспортних засобів, особливо наземного виконання;
- макетування або позначення будівельних елементів;
- розміщення макетів великогабаритного енергоустаткування: щитів, пультів, трансформаторних кіосків, гідроагрегатів, компресорів (малогобаритне устаткування – світильники, місця підведення електроенергії і т.д. звичайно зображують значками на темплетях або об'ємних макетах);
- розміщення макетів санітарно-технічних пристроїв, засобів пожежогасіння й інших пристроїв.

Найбільш ефективним методом розроблення планів діляниць та цехів є

об'ємне макетування, яке базується на використанні об'ємних моделей устаткування, транспортних систем, будівельних елементів будівлі тощо. Застосування цього методу дозволяє просторово розмістити транспортно-технологічне устаткування в будівлі і, тим самим, запобігти ряду помилок з розміщення за висотою і в просторі, чого не можна передбачити при площинному формуванні планів.

У ході виконання плану розташування обладнання слід виконати всі розглянуті вище принципи компоновання виробничих підрозділів, а також мінімізувати не лише необхідні виробничі площі, але й вантажообіг, виконати вимоги сумісності суміжних виробничих підрозділів, наприклад за критеріями пожежо- і вибухобезпеки, рівнем шуму, екологічними умовами та іншими технічними вимогами організації сучасного виробництва.

#### **14 Будівельна, санітарно-технічна та енергетична частини проекту**

В технічне завдання на проектування будівельної частини входять: загальна частина; характеристика приміщень; специфікація обладнання, яке встановлюється на окремі фундаменти; вимоги до будівельної частини, які викликаються пристроями для видалення стружки; навантаження на підлоги і перекриття від виробничого обладнання; склад працюючих по цехах та відділеннях.

В якості завдання на розробку проекту будівельної частини є:

- характеристика середовища виробничого приміщення із вказанням категорії пожежної безпеки, температури і вологості повітряного середовища, запиленості і т.д.;
- дані щодо проектування підлог та внутрішнього оздоблення приміщень з визначенням навантаження від впливу на підлогу обладнання, транспортних засобів і агресивних рідин, а також спеціальні вимоги до підлог та оздоблення приміщень;
- дані на спеціальні будівельні роботи;
- дані на проектування засобів зниження рівня шуму.

Додатково вказують місця прибудови побутових приміщень, місця розташування трансформаторних підстанцій, сходових кліток, санітарних вузлів тощо. В завданні вказують, з якої кількості і якої ширини, довжини і висоти прольотів повинен складатися корпус, які прольоти кранові, а які безкранові, які цехи та допоміжні підрозділи розташовуються в корпусі.

Проектування санітарно-технічної частини проекту включає в себе розділи: водопостачання для санітарно-побутових потреб; капілізація; вентиляція; очисні споруди; установки для кондиціонування повітря та ін.

Завдання з теплоенергетичної частини видають для розробки проекту з постачання цеху електроенергією, стисненим повітрям, технологічною парою та іншими енергоносіями. Результати роботи оформляють у вигляді таблиці 12.

Таблиця 12 – Зведені дані з енергетики

Назва енергоресурсу	Кількість споживачів	Встановлена потужність або річний розхід	Середній годинний розхід	Максимальний годинний розхід
1 Електроенергія, кВт Металорізальне обладнання Підйомно-транспортне обладнання Пічне обладнання Зварювальне обладнання Інше обладнання (вказати конкретно)				
Всього				
2 Повітря, м <sup>3</sup> Сопла для обдування Пневматичний інструмент Пневматичні затискачі				
Всього				
3 Вода, м <sup>3</sup> Охолоджуючі суміші Промивання деталей				
Всього				
4 Пара, т Приготування охолоджуючих сумішей Підігрівання рідин для миття				
Всього				

### 15 Вимоги до оформлення графічної частини

Після виконання усіх розрахунків оформляють графічну частину роботи. В загальному випадку вона повинна включати:

- компонувальний план цеху;
- плап розміщення обладнання на ділянці;
- поперечний розріз прольоту виробничої будівлі;
- специфікацію обладнання.

На компонувальному плані за допомогою прийнятих умовних позначень повинні бути зображені: габарити будівлі (корпусу), позначення осей будівлі, капітальні зовнішні стіни і внутрішні перегородки, сітка колон, відмітки магістральні і міжцехові проїзди, введення залізничних колій; загальнокорпусні і цехові підйомально-транспортні засоби (крани, кран-балки, конвеєри, ліфти). Розташування устаткування на компонувальному плапі, як правило, не показують. Компонувальний плап виконують у масштабі 1:100, 1:200, 1:400 або 1:800.

Цехові плапи розміщення обладнання виконують у масштабах 1:200 або

1:100, а плани окремих ділянок – в масштабі 1:50. При цьому всі плапування виконують у відповідності з компоувальним плапом і з тими ж позначеннями осей. На планах: колони будівель, стіни зовнішні і внутрішні, перегородки, ворота, двері, вікна, тамбури біля воріт і дверей, залізничні вводи в корпус, рейкові шляхи для цехового транспорту, основні тунелі і капали, а також люки, трапи, все технологічне, контрольно-випробувальне, підйимально-трапспортне обладнання, стелажі, місця складування заготовок і напівфабрикатів, резервні місця під обладнання, проходи і проїзди, розташування підвалів, аптресолей і прохідних каналів з вказанням їх висотних відміток.

Технологічне обладнання на планах зображується контурно з урахуванням крайніх положень рухомих частин, дверей, які відкриваються і відкидних кожухів, а також використання довгомірних заготовок. Поза контуром обладнання умовними позначеннями наносяться: місця розташування робітників, точки підводу енергоносіїв, стиснутого повітря і т. п.

До плану розміщення обладнання додають поперечний розріз прольоту виробничої будівлі, на якому повинні бути позначені: координаційні осі будівлі; відстані між цими осями; відмітки рівня землі; чистої підлоги; поверхів; відмітки низу несучих перекриттів одноповерхових будівель і низу плит перекриття верхнього поверху багатопверхових будівель; відмітку низу опорної частини; відмітки верху стін, карнизів, уступів стін, головки рейок крапових шляхів; розміри і прив'язку по висоті проломів, отворів і ніш; основні розміри світлоаераційних ліхтарів.

До плану розміщення обладнання також додають специфікацію, а на плані повинні бути позначені найменування цехів, відділень, ділянок і допоміжних приміщень.

## **16 Захист курсової роботи та критерії оцінювання**

До захисту допускаються студенти, які надали комісії повністю виконану роботу, підписаний виконавцем та керівником.

Захист курсової роботи відбувається за встановленим графіком перед комісією, склад якої затверджено завідувачем кафедрою.

Комісія заслуховує коротку (до 10 хвилин) доповідь студента. Приблизна структура доповіді:

- 1) тема і основні завдання курсової роботи;
- 2) коротка характеристика об'єкту виробництва та технологічного процесу його виготовлення;
- 3) коротка характеристика основних етапів виконання проекту ділянки або цеху, огляд прийнятих інженерно-технічних рішень;
- 4) стислий огляд графічної частини;
- 5) загальні висновки щодо роботи.

Доповідь повинна супроводжуватися посиланнями на графічну і розрахунково-пояснювальну записку.

Після закінчення доповіді члени комісії задають студенту запитання, що

стосуються як роботи, яка захищається, так і матеріалу пройденого курсу, пов'язаного з розділами виконаного проекту.

Після закінчення захисту виносяться рішення про оцінку за виконання та захист проекту за п'ятибальною системою. Оцінка оголошується студенту і заноситься в залікову книжку та відомість за підписом голови комісії. При виставленні оцінки враховуються вдалі рішення, новизна, рівень застосування останніх досліджень науки і техніки, обсяг самостійних розробок, самостійність при проектуванні засобів технологічного оснащення, якість виконання роботи та рівень захисту.

Після закінчення захисту студент повинен в установленому порядку здати курсову роботу в архів.

## ПЕРЕЛІК ПОСПЛАПЬ

- 1 Бойко, О.О. Курс нарисної геометрії, інженерного та архітектурно-будівельного креслення з основами комп'ютерної графіки: навчально-методичний посібник [Текст] / О. О. Бойко, Б. В. Папкевич, І. Г. Свідрак, та ін. Друге видання, перероблене і доповнене. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 360 с.
- 2 Вороненко, В. П. Проектирование машиностроительного производства: учебник для студ. вузов [Текст] / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа, 2007. – 380 с.
- 3 Грундиг, К.Г. Проектирование промышленных предприятий: Принципы. Методы. Практика. [Текст] / Клаус-Герольд Грундиг; Пер. с нем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 340 с.
- 4 Закалов, О.В. Проектування механоскладальних цехів : Принципи формування і структура побудови виробничих процесів механоскладальних виробництв [Текст] / О. В. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 1993. – 210 с.
- 5 Ивапов, В.П. Проектирование производственных участков в машиностроении: практикум. [Текст] / В. П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2009. – 224 с.
- 6 Когут, М.С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні: Підручник [Текст] / М.С. Когут – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.
- 7 Соломенцев, Ю.М. Проектирование автоматизированных участков и цехов учеб. для машиностроит. спец. вузов [Текст]/ под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000 – 272 с.

## Додаток А

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

**Технології машинобудування**

(повна назва кафедри)

### КУРСОВИЙ ПРОЕКТ (РОБОТА)

з Проектування машинобудівних виробництв  
(назва дисципліни)  
на тему: Проект ділянки цеху для виробництва  
корпуса ПДС 12.44.250  
вертикально-фрезерного верстату мод.6Т13

Студента (ки) V курсу, групи МТМ-51  
галузі знань \_\_\_\_\_

13 «Механічна інженерія»

спеціальності \_\_\_\_\_

131 «Прикладна механіка»

Петренка П.П.

(прізвище та ініціали)

Керівник: \_\_\_\_\_

к.т.н., доц. Іваненко І.І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Оцінка за національною шкалою \_\_\_\_\_

Кількість балів: \_\_\_\_\_ Оцінка ECTS \_\_\_\_\_

Члени комісії: \_\_\_\_\_  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_ (підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 201 Z

## Додаток Б

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

Кафедра Технології машинобудування

Дисципліна Проектування машинобудівних виробництв

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Курс V Група МТм-51 Семестр IX

### ЗАВДАННЯ

#### на курсову роботу

Студентові Петренку Петру Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки цеху для виробництва корпусу ПДС 12.44.250  
вертикально-фрезерного верстату мод.6Т13

2. Термін здачі студентом закінченої роботи до 28.11.2017 р.

3. Вихідні дані до роботи річна програма випуску верстата - 1300 шт., трудомісткість  
механічної обробки – 145 верст.-год., маса виробу – 2,7 т.;  
річна програма випуску гільзи – 5000 шт., операції ТП: верт.-фрезерна ( $T_{шт}=3,23$  хв.),  
токарна ( $T_{шт}=4,02$  хв.), верт.-свердлильна ( $T_{шт}=5,48$  хв.), круглошліфувальна ( $T_{шт}=6,72$  хв.)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці)

Вступ. Загальна частина. Проектна частина. Висновки. Перелік посилань

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу, якщо передбачено

Компонувальний план цеху (1 арк. А1);

План розміщення устаткування на механічній ділянці  
цеху та специфікацією обладнання (1 арк. А1).

6. Дата видачі завдання 8.09.2017 р.



## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів курсової роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Вступ</i>	<i>10.09.2017 р.</i>	
2.	<i>Загальна частина</i>	<i>15.09.2017 р.</i>	
3.	<i>Проектна частина</i>	<i>11.10.2017 р.</i>	
4.	<i>Висновки</i>	<i>20.10.2017 р.</i>	
5.	<i>Перелік посилань</i>	<i>12.11.2017 р.</i>	
6.	<i>Графічна частина:</i>	<i>20.11.2017 р.</i>	
	<i>- компонувальний план цеху</i>		
	<i>- план розміщення устаткування на</i>		
	<i>механічній ділянці</i>		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Петренко Петро Петрович*

\_\_\_\_\_ (прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

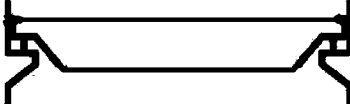
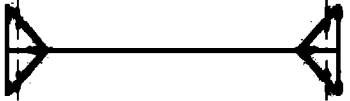

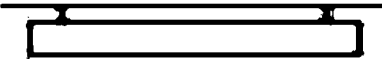



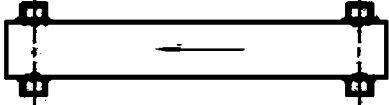



*к.т.н., доц. Іваненко Іван Іванович*

\_\_\_\_\_ (вчений ступінь, посада, прізвище, ім'я, по батькові)

## Додаток В

Умовні позначення, що застосовуються на компоновальних планах цехів

Назва	Умовне позначення
Капітальна стіна	
Вікно	
Суцільна перегородка	
Перегородка з склоблоків	
Двері (ворота) одностулкові	
Двері (ворота) двостулкові	
Двері (ворота) зсувні	
Колона залізобетонна	
Колона металева	
Сходи	
Канал для відводу стружки	
Місце складування заготовок і виробів	
Кран-штабелер автоматизований	
Кран консольний поворотний	
Мостовий електричний кран в плані	

Назва	Умовне позначення
Мостовий електричний кран в розрізі	
Мостовий опорний однобалковий кран в плані	
Підвісна кран-балка в плані	
Підвісна кран-балка в розрізі	
Робоче місце	
Промисловий робот	
Роликовий конвеєр (рольганг)	
Стрічковий конвеєр	
Монорейка з тельфером	
Візок рейковий	
Конвеєр підвісний ланцюговий	

Додаток Г

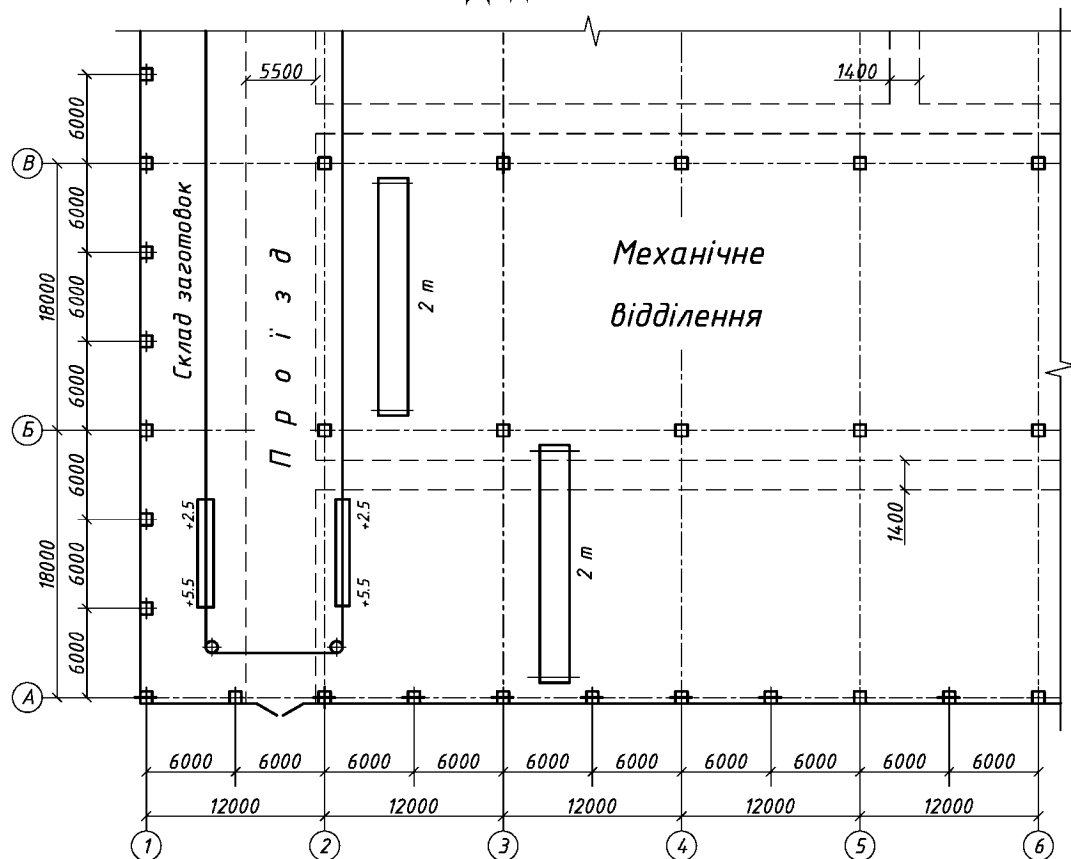


Рисунок Г1 – Приклад оформлення фрагмента компоувального плану

Додаток Д

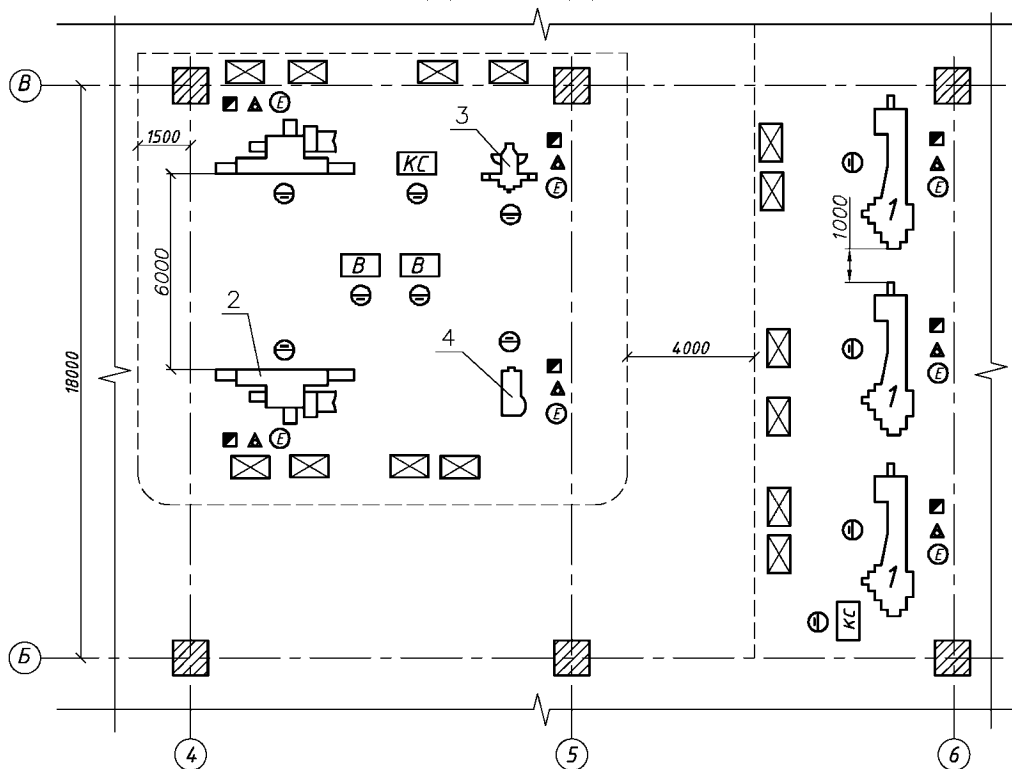


Рисунок Д1 – План розміщення обладнання

## Додаток Е

### Приклади оформлення поперечних розрізів

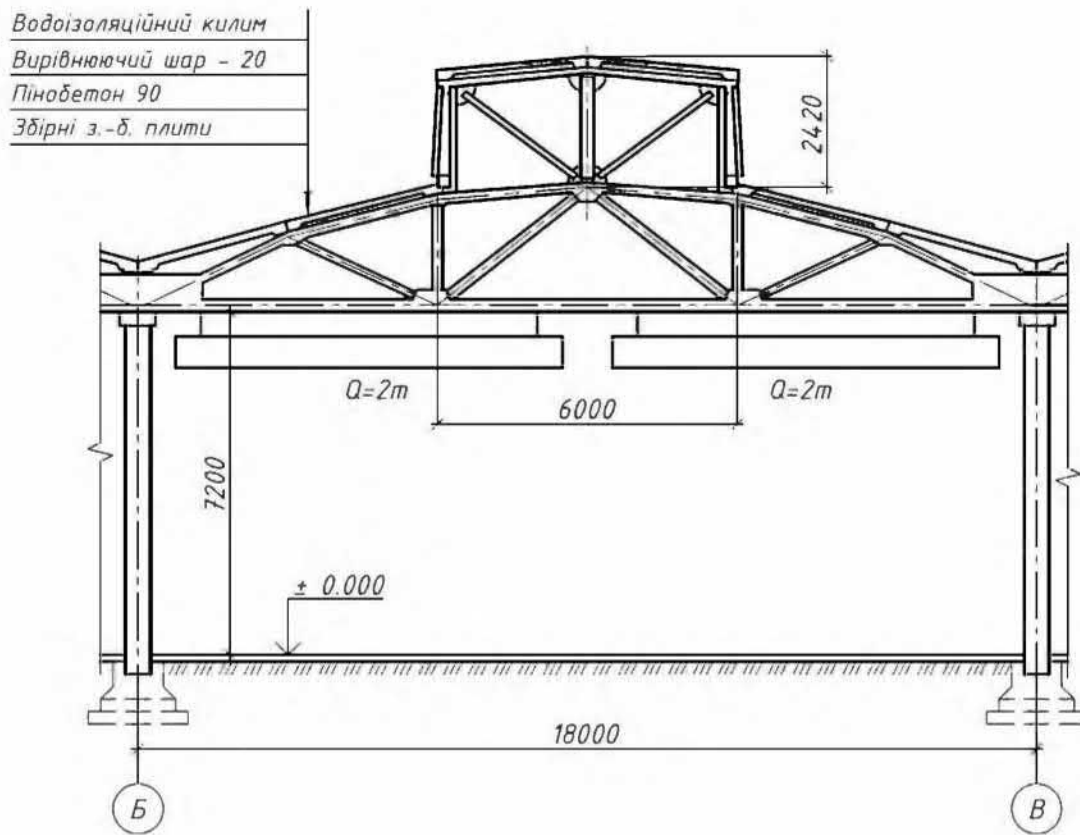


Рисунок Е1 – Поперечний розріз прольоту виробничої будівлі

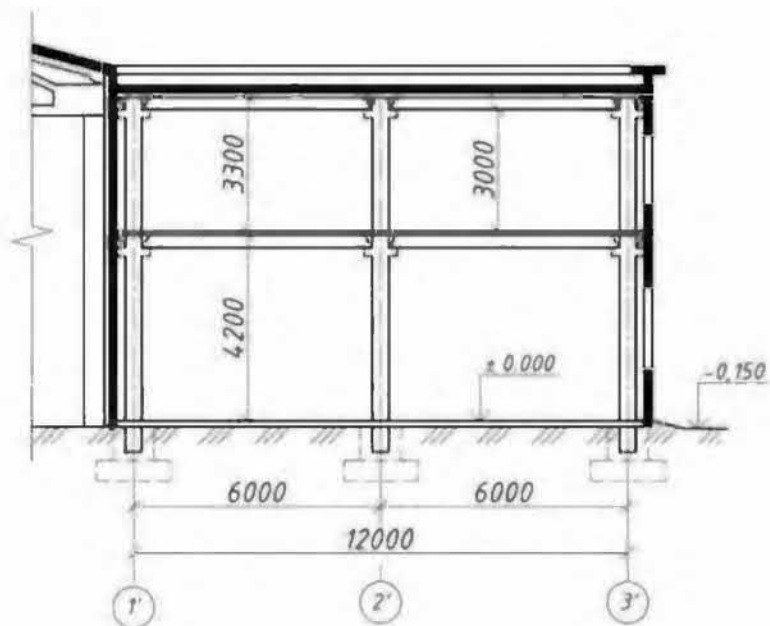
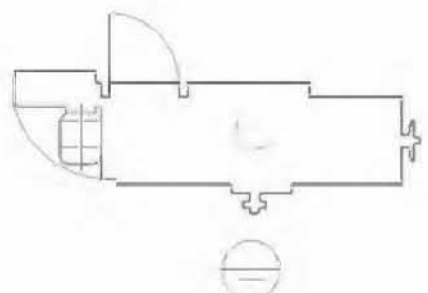
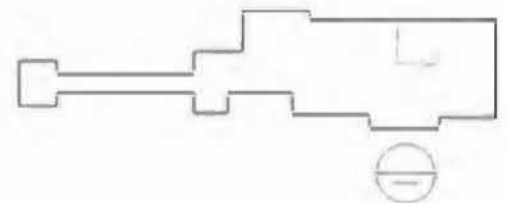
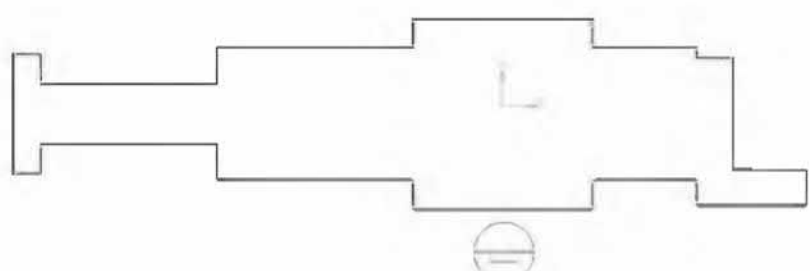
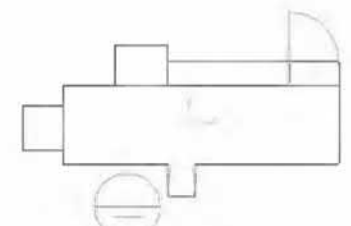
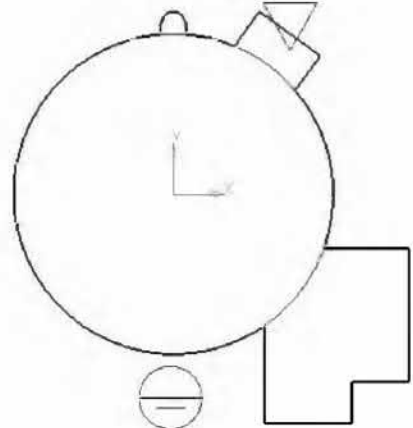
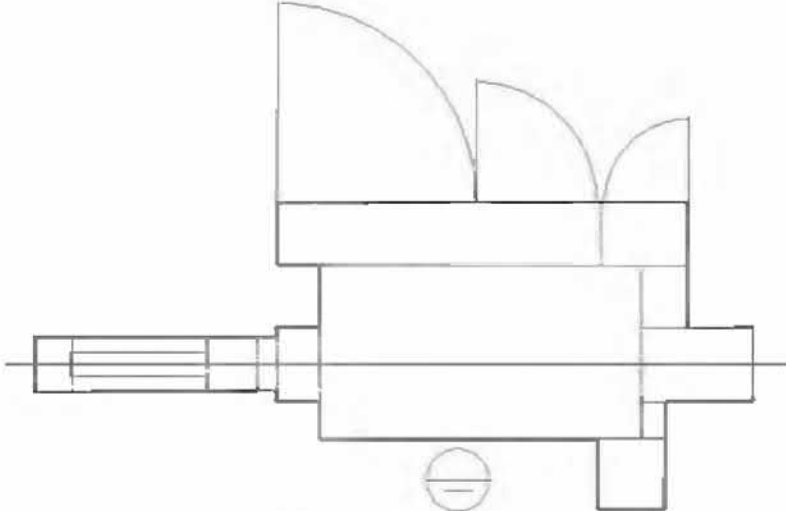
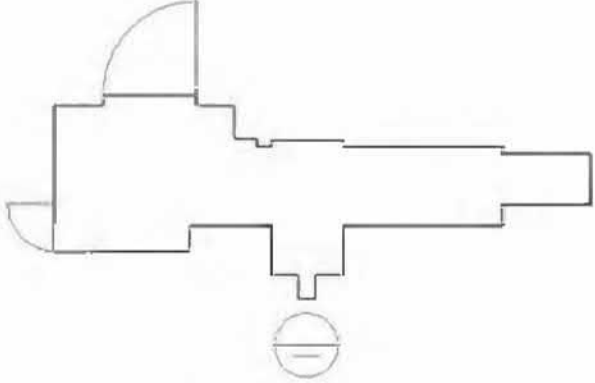
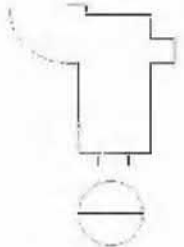
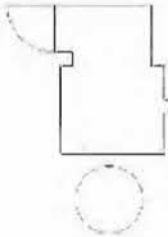
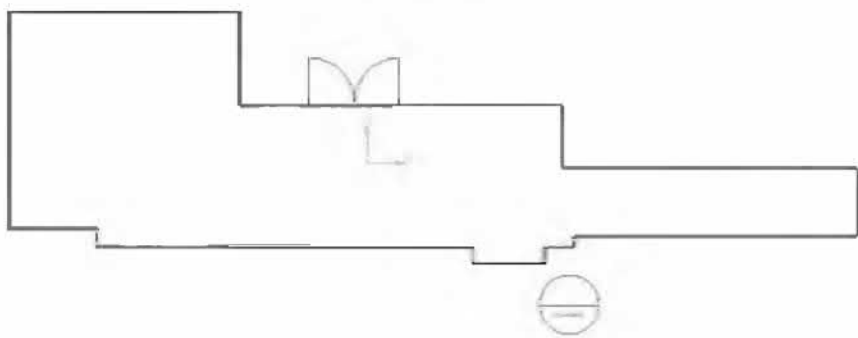


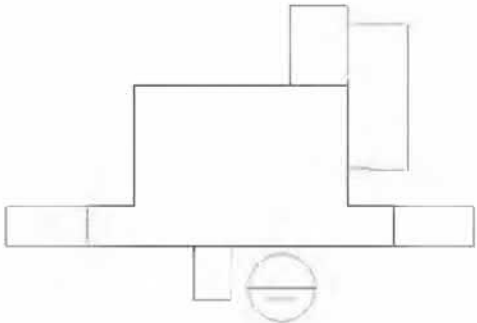
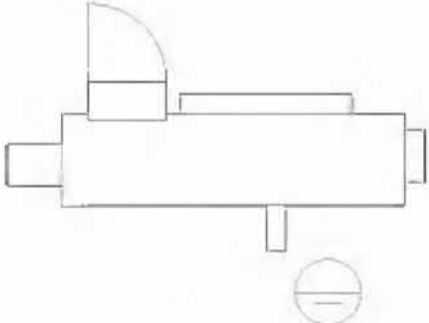
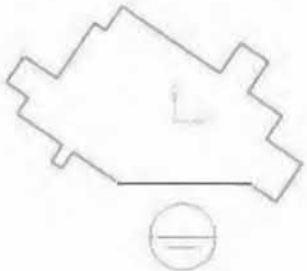
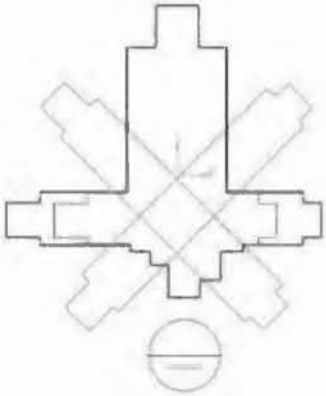
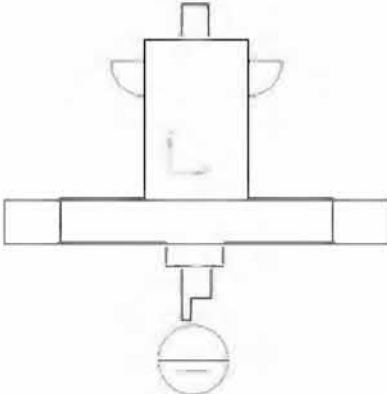
Рисунок Е2 – Поперечний розріз прибудови до виробничої будівлі

## Додаток К

Умовні позначення окремих моделей металорізального обладнання  
у вигляді стандартних темп летів, які застосовуються  
на планах розміщення устаткування

Темплет	Модель обладнання
	16K20
	1E140
	1A240-6
	1A616
	1B284

Темплет	Модель обладнання
	1B340Ф30
	1M63MФ101
	2H135
	2C132
	7B56

Темплет	Модель обладнання
	3A151
	MK6056
	5B725
	6P81
	6T12-29