

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

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

ПРОЄКТУВАННЯ МАШИНОБУДІВНИХ ВИРОБНИЦТВ

методичні вказівки до виконання курсової роботи
зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»
для підготовки освітнього рівня «магістр»

Тернопіль
2021

УДК 624.922
М-11

Укладачі:

Комар Р.В., канд. техн. наук, доцент;
Сенчишин В.С., канд. техн. наук, доцент.

Рецензент:

Дзюра В.О., докт. техн. наук, доцент.

Методичні вказівки розглянуто й схвалено на засіданні методичного семінару кафедри інжинірингу машинобудівних технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол № 6 від 9 грудня 2021 року.

Схвалено та рекомендовано до друку на засіданні методичної ради факультету інженерії машин, споруд та технологій Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.
Протокол 5 від 22 грудня 2021 року.

М-11 **Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Сенчишин В.С. – Тернопіль : 2021. – 36 с.**

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

© Комар Р.В., Сенчишин В.С. 2021
© Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| ВСТУП | 4 |
| 1 Мета і завдання курсової роботи | 5 |
| 2 Структура курсової роботи | 5 |
| 3 Рекомендації та вимоги щодо виконання розділів курсової роботи | 6 |
| 4 Послідовність проєктування | 7 |
| 5 Уточнення програми виробництва | 8 |
| 6 Визначення трудомісткості виготовлення виробів | 8 |
| 7 Визначення кількості устаткування | 8 |
| 8 Визначення кількісного складу працюючих | 10 |
| 9 Визначення площ відділень цеху | 12 |
| 10 Вибір вантажопідйомних і транспортних засобів | 16 |
| 11 Вибір типу і основних параметрів будівлі, розробка компонувального плану цеху | 19 |
| 12 Розроблення плану розміщення обладнання і робочих місць | 21 |
| 13 Вимоги до оформлення графічної частини | 24 |
| ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА | 26 |

ВСТУП

У сучасному етапі розвитку машинобудівної промисловості України особливе значення надається реконструкції діючих виробництв при використанні сучасного устаткування та засобів проектування. Основою проекту підприємства є детально розроблена технологічна частина, яка містить вихідні дані для розробки чи реконструкції механоскладального виробництва.

Основна мета методичних вказівок полягає у набутті студентами практичних навичок реалізації виробничих процесів у розробленні механоскладальних виробництв з використанням нового оснащення, а також реконструкції існуючого виробництва з метою забезпечення його рентабельності.

Завдання майбутнього проектувальника не обмежується лише вмінням забезпечувати розроблені технологічні процеси оснащенням та виробничими умовами; він повинен вирішувати весь комплекс питань, пов'язаних з побудовою виробничого процесу: орієнтуватися в організації і управлінні 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 механоскладального виробництва, особливу увагу варто приділяти взаємозв'язку етапів, у результаті яких виходить готовий виріб, а також основних і допоміжних виробничих систем.

1 Мета і завдання курсової роботи

Курсову роботу виконують для закріплення знань, отриманих при вивченні курсу, освоєння і використання теоретичних матеріалів та 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 управління, 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 у матеріальних і енергетичних ресурсах;
- встановити основні показники проекту цеху, дати їх порівняльний аналіз і зробити висновки про доцільність реалізації пропонованого варіанту рішення завдання.

2 Структура курсової роботи

Типова тема курсової роботи: «Проект дільниці цеху для виробництва ...».

Курсова робота складається з графічної частини і розрахунково-пояснювальної записки. Вихідними даними до роботи є назва виробу і його складальної одиниці, їх маркування чи модель, річна програма випуску, трудомісткість механічної обробки, основні операції механічної обробки складової одиниці та штучний час на їх виконання, а також маса основного виробу.

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки – 25...35 аркушів формату А4. Структурні складові типового змісту розрахунково-пояснювальної записки:

Титульний аркуш

Завдання на курсову роботу

Зміст

1 Загальна частина

1.1 Уточнення програми виробництва

1.2 Розрахунок трудомісткості виготовлення

1.2.1 Трудомісткість виготовлення основного виробу

1.2.2 Трудомісткість виготовлення складальної одиниці

- 1.3 Специфікація технологічного обладнання
 - 1.3.1 Основне технологічного обладнання
 - 1.3.2 Технологічне обладнання для складальної одиниці
- 1.4 Висновки та постановка завдання на курсову роботу
- 2 Проектна частина
 - 2.1 Визначення кількісного складу працюючих
 - 2.1.1 Кількісний склад працюючих для виготовлення основного виробу
 - 2.1.2 Кількісний склад працюючих для виготовлення складальної одиниці
 - 2.2 Визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху
 - 2.3 Визначення площі ділянки для виробництва складальної одиниці
 - 2.4 Вибір вантажопідйомних і транспортних засобів
 - 2.5 Визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі
 - 2.6 Розробка компоувального плану цеху
 - 2.7 План розміщення обладнання на ділянці виробництва складальної одиниці
- Висновки по роботі
- Перелік посилань
- Додатки (при необхідності)

Графічна частина курсової роботи повинна містити креслення, на яких необхідно показати:

- компоувальний план проектованого механоскладального цеху;
- план розміщення устаткування на ділянці механічної обробки;
- поперечні розрізи прольотів виробничої та допоміжної будівель;
- специфікацію обладнання механічної ділянки.

3 Рекомендації та вимоги щодо виконання розділів курсової роботи

Титульний аркуш оформляють за формою, яка наведена в додатку А. Завдання на курсову роботу оформляють у вигляді бланка встановленого взірця (додаток Б). Бланк завдання обов'язково підписують студент-виконавець курсової роботи і керівник.

Текст пояснювальної записки повинен бути коротким, з точними формулюваннями; мати посилання на літературні джерела, необхідні схеми і рисунки; відповідати вимогам ДСТУ 3008-95.

Текст пояснювальної записки до курсової роботи оформляється рукописним текстом або із використанням відповідних текстових редакторів (наприклад MS Word) на ПК на одній стороні стандартного аркуша формату А4 (210x297 мм) з полями 25 мм ліворуч, 20 мм зверху і знизу та 15 мм 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. Машинописний текст вирівнювати за шириною, абзац виконувати з відступом 1,25 см. Тип шрифту основного тексту – Times New Roman, розмір 14 пт з інтервалом 1,5. Рисунки та ілюстрації оформляються

на ПК.

При написанні формул значення символів і числових коефіцієнтів приводять під формулою, починаючи зі слова «де». Значення кожного символу і коефіцієнта пишеться з нового рядка. Для набору формул у текстовому редакторі рекомендовано використовувати вмонтовані редактори формул, причому позначення, стиль і розмір коефіцієнтів повинні бути однаковими у формулі та у тексті пояснювальної записки.

Таблиці слід розташовувати після першого згадування про них в тексті. Кожна таблиця повинна мати заголовок із словом «Таблиця» із вказанням її номеру та назви. При переносі таблиці на наступну сторінку над перенесеною частиною поміщають слова «Продовження табл.» із зазначенням номера таблиці. Нумерація вказується у межах розділу, наприклад «Таблиця 1.1» – таблиця 1, першого розділу; «Таблиця 2.5» – таблиця 5, другого розділу.

Розміщені в записці ілюстрації підписують, наприклад «Рисунок» із вказанням його номеру та назви і т.д. у межах одного розділу аналогічно нумерації таблиць. Рисунки також розміщують після першого згадування про них в тексті пояснювальної записки.

Аркуші пояснювальної записки потрібно пронумерувати. На титульному аркуші і бланку завдання номер сторінки не проставляють, проте їх включають до загальної нумерації сторінок. Номер сторінки повинен співпадати із її номером у змісті.

4 Послідовність проєктування

Після вивчення основних відомостей про методику проєктування та розрахунку цехів машинобудівного виробництва [1, 3], на підставі результатів аналізу вихідних даних проводять уточнення програми виробництва.

Наступним етапом є розрахунок трудомісткості виготовлення. Для визначення трудомісткості механічної обробки річного випуску всіх виробів необхідно показник трудомісткості механічної обробки виробу, який визначений завданням, помножити на річну програму випуску виробів. Трудомісткість механічної обробки при детальному проєктуванні визначається як сума штучних часів по всіх операціях.

Після цього визначають загальну кількість обладнання механічного відділення та проводять розподіл його по типах на основі приблизного складу обладнання згідно норм технологічного проєктування. За цими даними розраховується необхідна площа основного відділення цеху. Також визначається кількість технологічного устаткування для виробництва складальної одиниці. Характеристики устаткування приймають за даними нормативно-довідкової літератури та інших джерел, наприклад, WEB-ресурсів.

Після цього проводять розрахунок необхідної кількості працюючих для потреб виробництва.

За попередньо визначеними потребами у технологічному устаткуванні та людських ресурсах проєктують допоміжні відділення цеху, визначають розміри

основних і допоміжних площ цеху, вибирають типи та розраховують кількість транспортних засобів, вибирають тип та основні будівельні параметри будівлі.

Після проведення необхідних розрахунків виконують графічну частину роботи – компоувальний план цеху, план розміщення обладнання, а також наводять вибрані поперечні розрізи прольотів виробничої та допоміжної будівель і специфікацію обладнання дільниці.

5 Уточнення програми виробництва

На практиці виробничу програму цеху визначають виходячи з виробничої програми заводу з урахуванням встановленого відсотка запасних частин. У даному випадку для уточнення розгорнутої чи подетальної програми виробництва необхідно мати наступні дані:

- назву виробу та складальної одиниці, які будуть виготовлятися в цеху;
- модель або маркування виробів та складальних одиниць;
- планову річну програму їх випуску, шт.;
- трудомісткість механічної обробки (верстато-год., хв.).

Уточнену програму виробництва оформляють у вигляді таблиці, а також встановлюють тип виробництва та його організаційну форму.

Таблиця 1.1 – Уточнена річна виробнича програма

| Номер варіанту | Назва виробу, який виготовляється в цеху | Тип або марка виробу | Річна програма випуску, шт. | Трудомісткість механічної обробки |
|----------------|--|----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | <i>Назва виробу</i> | | | <i>верст.-год.</i> |
| | <i>Назва складальної одиниці</i> | | | <i>хв.</i> |

6 Визначення трудомісткості виготовлення виробів

Для визначення трудомісткості механічної обробки річного випуску виробу необхідно показник трудомісткості його механічної обробки, який визначений завданням, помножити на річну програму випуску.

Трудомісткість виготовлення складальної одиниці – це трудомісткість її механічної обробки і визначається як сума штучних часів по всіх операціях.

7 Визначення кількості устаткування

Визначення загальної кількості обладнання механічного відділення проводять за трудомісткістю механічної обробки річного випуску виробу:

$$C_{заг} = \frac{T_M}{F_{\partial} \cdot k_3}, \quad (1)$$

де T_M – трудомісткість механічної обробки річного випуску, верстато-годин;
 F_{∂} – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;
 k_3 – середній коефіцієнт завантаження обладнання згідно типу виробництва.

Розподіл верстатів по типах здійснюють на основі приблизного складу обладнання згідно норм технологічного проектування [2].

Всі розрахунки і вибрані дані по необхідній кількості обладнання та необхідних для них площ представляють у вигляді таблиці.

Таблиця 2 – Розподіл верстатів за типами та розрахунок необхідних виробничих площ

| № п/п | Назви верстатів | % віднош. до заг. кількості | Кількість верстатів | Питома площа на верстат, м ² | Необхідна площа, м ² |
|--------|-----------------|-----------------------------|---------------------|---|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| ... | | | | | |
| Всього | | | | | |

Кількість обладнання на ділянці виробництва складальної одиниці знаходять за відношенням штучного часу на кожній із операцій до такту випуску

$$m_p = \frac{t_{um}}{t_{\epsilon}}, \quad (2)$$

де t_n – штучний час на операцію, хв.;

t_{ϵ} – такт випуску, хв..

Величина такту випуску

$$t_{\epsilon} = \frac{F_{\partial} \cdot 60}{N}, \quad (3)$$

де F_{∂} – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год.;

N – річна програма випуску складальної одиниці, шт.

Вибір технологічного обладнання проводять із модельного ряду верстатів (за даними нормативно-довідкової літератури або WEB-ресурсів), що використовуються для відповідних операцій і технічні характеристики яких дозволяють обробляти задану деталь. Результати представляють таблицею.

Таблиця 3 – Технологічне обладнання для виготовлення складальної одиниці

| № п/п | Назва операції | Назва і модель обладнання | Кількість, шт. | Габарити, мм |
|--------|----------------|---------------------------|----------------|--------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| ... | | | | |
| Всього | | | | |

Крім основного необхідно передбачити необхідність розміщення на дільниці допоміжного обладнання: верстака для слюсарних робіт; установки для промивання деталей; пристроїв накопичення та подачі заготовок чи деталей, конвеєра або робота-маніпулятора, контрольного столу і т.п.

8 Визначення кількісного складу працюючих

Для здійснення виробничих процесів у машинобудівному 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 управління, 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 проводять за встановленою кількістю верстатів:

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

де C_{II} – кількість прийнятих верстатів;
 F_{δ} – дійсний річний фонд роботи обладнання, год.;
 k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;
 $F_{\delta p}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників;
 k_6 – коефіцієнт багатOVERстатного обслуговування.

Кількість слюсарів приймають 3...55 % в одиничному і дрібносерійному виробництвах; 1...3 % в крупносерійному і масовому – від кількості верстатників. Разом ці категорії є загальною кількістю виробничих робітників. Відповідно чисельність допоміжних робітників становить 18...25 % в одиничному і дрібносерійному виробництві; 35...50 % в крупносерійному і масовому від загальної кількості виробничих робітників. Кількість контролерів відділу технічного контролю (ВТК) приймають 5...7 % від кількості виробничих для одиничного і дрібносерійного виробництва і 8...10 % для крупносерійного і масового. Кількість працюючих інших категорій приймають у процентному відношенні від загальної кількості робітників, куди входять виробничі і допоміжні. Інженерно-технічні працівники (ІТП) становлять 10...13 %, лічильно-контрорський персонал (ЛКП) – 4...5 %, а молодший обслуговуючий персонал (МОП) – 2...3 % від загальної кількості робітників незалежно від типу виробництва. Одержані дані заносять у відомість складу працюючих.

Таблиця 4 – Відомість складу працюючих механічного відділення

| Категорії працюючих | Спосіб визначення | Процентне відношення | Кількість |
|---|--|----------------------|-----------|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| Виробничі робітники а) верстатники б) слюсарі | за формулою 4 % від верстатників | | |
| Всього виробничих виробників | | | |
| Допоміжні робітники | % від виробничих робітників | | |
| Контролери ВТК | % від виробничих робітників | | |
| Загальна кількість робітників | | | |
| Інженерно-технічні працівники | в % від загальної кількості робітників | | |
| Службовці | в % від загальної кількості робітників | | |
| Молодший обслуговуючий персонал | в % від загальної кількості робітників | | |
| Всього працюючих | | | |

Необхідну кількість виробничих робітників складального відділення

визначають за формулою

$$P_{СК} = \frac{T_{СК}}{F_{оп}}, \quad (5)$$

де $T_{СК}$ – трудомісткість складальних робіт, людино-год.;

Трудомісткість складальних робіт на річну програму випуску виробу визначають за укрупненими показниками, тобто в процентному відношенні до трудомісткості механічної обробки. Залежно від типу виробництва трудомісткість складальних робіт у відсотках від часу механічної обробки приймають[1]:

- для одиничного і дрібносерійного виробництва 40-50 %;
- для середньосерійного – 30...35 %;
- для крупносерійного – 20...25 %;
- для масового – менше 20 %.

Кількість допоміжних робітників в складальних цехах і дільницях масового і крупносерійного виробництва становить 30...40 % від кількості виробничих робітників, одиничного і дрібносерійного – 15...20 %.

Кількість працівників ВТК, ІТП, ЛКП та МОП визначають аналогічно як і для механічного відділення цеху.

Одержані дані заносять у відомість складу працюючих.

Кількість виробничих робітників-верстатників дільниці для виготовлення складальної одиниці також визначається в залежності від кількості верстатів за формулою 4. Але коефіцієнт завантаження обладнання приймається не загально цеховий, а місцевий на дільниці. Він рівний відношення розрахункової кількості m_p обладнання до фактично прийнятої m_n .

Кількість працюючих інших категорій приймається аналогічно як і для механічного відділення цеху і оформляється у вигляді таблиці.

9 Визначення площ відділень цеху

Площу складальної дільниці визначають за питомою площею, яка припадає на одного виробничого робітника найбільшої (за кількістю робітників) зміни.

Заточне відділення організують при кількості верстатів в механічному цеху не менше 150 од., при меншій кількості відновлення різального інструменту проводиться в інструментального 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 од., більший – при кількості верстатів більше 500 од.

Площу відділення визначають за питомою площею на одиницю

обладнання. Питома площа складає 8...10 м² на один заточувальний верстат.

Цехові ремонтні бази (ЦРБ) механічних цехів передбачають для проведення міжремонтного обслуговування виробничого обладнання, а також для виконання міжремонтних робіт. У невеликих цехах, в яких є менше 100 верстатів, організувати цехову майстерню для ремонту обладнання не доцільно. Кількість верстатів ЦРБ приймають рівною 2,5...5 % від кількості верстатів, які обслуговуються ЦРБ. Площу цехової ремонтної бази визначають за нормою 25...30 м² на один основний верстат ЦРБ. Додатково виділяється площа для складу запасних частин у розмірі 25...30 % площі бази. Також сюди входить відділення для ремонту електрообладнання та електронних систем. Його площу приймають в межах 35...40 % від площі ЦРБ. Сума площ цих складових відділень і є площею цехової ремонтної бази.

Для своєчасного прибирання та переробки відходів виробництва в складі цеху передбачається відділення відводу та переробки стружки. Його площу можна визначити в залежності від кількості виробничого обладнання механічного цеху.

Таблиця 5 – Нормативні дані для визначення площі відділення відведення та переробки стружки

| Кількість металообробних верстатів | Площа відділення, м ² |
|------------------------------------|----------------------------------|
| до 60 | 65-75 |
| 61-100 | 75-85 |
| 101-200 | 85-105 |
| 201-300 | 110-125 |
| 301-400 | 130-180 |

Для постачання верстатів мастильно-охолоджуючими рідинами (МОР) в цеху необхідно передбачити відділення для приготування та роздавання МОР. Його площа призначається в залежності від кількості виробничого обладнання. Також у складі відділення передбачають місця для зберігання масел. Площу складу масел приймають рівною 10...20 м².

Таблиця 6 – Нормативні дані для визначення площі відділення для приготування та роздачі МОР

| Кількість металообробних верстатів | Площа відділення, м ² |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 30-60 | 35-40 |
| 61-100 | 40-50 |
| 101-200 | 50-70 |
| 201-300 | 75-100 |
| 301-400 | 100-120 |

Контрольні відділення в потоковому виробництві розташовують в кінці поточкових ліній, а в непотоковому виробництві їх розташовують на шляху руху

деталей в складальне відділення. Площу контрольних відділень визначають з розрахунку $5 \dots 6 \text{ м}^2$ на одного контролера.

Функціонування будь-якого сучасного підприємства неможливе без забезпечення його електроенергією. Тому в цехах передбачають по одній трансформаторній підстанції на кожні 5000 м^2 виробничої площі, які розташовують на відстані $75 \dots 100 \text{ м}$ одна від одної. Площа приміщень підстанцій становить 50 м^2 .

Для забезпечення виробництва стисненим повітрям у складі цеху передбачаються площі для розміщення компресорних установок. Розміри площ визначають за співвідношенням

$$S_K = (0,006 \dots 0,008) \cdot S_B, \quad (6)$$

де S_B – виробнича площа цеху, м^2 .

Для забезпечення мікроклімату та чистоти повітря цехи обладнують притоковою та витяжною вентиляцією. Загальну площу під вентиляційні системи визначають за співвідношенням

$$S_{\text{ВЕНТ}} = (0,005 \dots 0,0075) \cdot S_B. \quad (7)$$

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

Площу цехового складу матеріалів і заготовок визначають за формулою

$$S_{\text{СЗ}} = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (8)$$

де M_{Σ} – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску, т. Маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску рівна

$$M_{\Sigma} = (m + (0,1 \dots 0,15) \cdot m) \cdot N, \quad (9)$$

де m – маса виробу, т;

N – програма випуску, шт.;

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

q – середнє допустиме навантаження на 1 м^2 корисної площі підлоги, т/м^2 ;

k_B – коефіцієнт використання площі складування.

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

Для непотокового виробництва передбачають міжопераційний склад, площа якого рівна

$$S_{MC} = \frac{M \cdot t_3}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (10)$$

де M – маса деталей і вузлів річної програми, які підлягають зберіганню, т;
 t_3 – кількість робочих днів запасу.

Заготівельні відділення середніх та малих цехів розташовують на площах складу заготовок та матеріалів. Для виконання робіт у заготівельному відділенні передбачають відрізні верстати, дискові пили, приводні ножівки, центрувальні та фрезерно-центрувальні, правильні, обдирні верстати, преси. В заготівельному відділенні встановлюють від 4 до 10 одиниць вище вказаного устаткування. Питома площа, що припадає на одиницю устаткування, становить 25...30 м².

За результатами розрахунку площ всіх відділень цеху складають відомість площ цеху. У дану відомість також заносять площу магістральних проїздів, яку приймають 12...15 % від площі всіх відділень цеху.

Таблиця 7 – Розрахункова відомість площ цеху для виготовлення виробу

| № п/п | Назва відділення | Площа, м ² |
|-------|--|-----------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| 1. | Механічне | |
| 2. | Складальне | |
| 3. | Загочне | |
| 4. | Цехова ремонтна база | |
| 5. | Відведення та переробки стружки | |
| 6. | Приготування МОР, склад масел | |
| 7. | Пункти відділу технічного контролю | |
| 8. | Підсистема електропостачання, постачання стисненого повітря та забезпечення мікроклімату | |
| 9. | Склад матеріалів і заготовок | |
| 10 | Міжопераційний склад | |
| 11. | Заготівельне | |
| 12. | Площа цеху | |
| 13. | Магістральні проїзди | |
| 14. | Загальна площа цеху | |

Також для розміщення допоміжних служб та підрозділів передбачають службово-побутових приміщення, площа яких приймається в межах 25...30 % площі цеху (без магістральних проїздів).

Площа ділянки для виготовлення складальної одиниці залежить від розмірів та маси верстатів та обладнання, які використовуються при її виробництві. Згідно заданого типу обладнання та прийнятого модельного ряду визначають площу ділянки і результати зводять в таблицю 8.

Таблиця 8 – Відомість площі ділянки для виробництва складальної одиниці

| Обладнання (верстат) | Модель | Габарити, мм | Тип | Прийнята питома площа, м ² |
|---|--------|--------------|-----|---------------------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Загальна площа ділянки механічної обробки | | | | |

10 Вибір вантажопідйомних і транспортних засобів

При розробці проєкту 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 чи 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 (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), поділяють на 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, які є стаціонарні, переносні, ковзаючі на роликах. Вантажопідйомність до 250 кг, швидкість робочого конвеєра 6...30 м/хв., транспортного 30...60 м/хв.;

- пластинчасті, що 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 [3]:

$$E = \frac{Q \cdot k_n \cdot T_{np}}{Q_e \cdot k_g \cdot F_d \cdot 60}, \quad (10)$$

де Q – річний вантажообіг, т (як правило приймають $Q = M_{\Sigma}$);

k_n – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів;

T_{np} – загальний час пробігу одиниці транспортного обладнання, хв.;

Q_e – вантажопідйомність одного транспортного засобу;

k_g – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи транспортного засобу, год.;

Загальний час пробігу транспортного засобу:

$$T_{np} = T_n + T_z + T_p + T_g, \quad (11)$$

де T_n – час пробігу транспортного засобу в обидва кінці, хв.;
 T_3 – час на завантаження, хв.;
 T_p – час на розвантаження, хв.;
 T_b – час випадкових затримок (приблизно 10% від T_n на кожен рейс), хв.

$$T_n = 2l/V, \quad (12)$$

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

Кількість мостових кранів можна визначити за формулою [3]:

$$K = \frac{N_d \cdot i \cdot T_{кр}}{m_d \cdot T_{зм}}, \quad (13)$$

N_d – 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 (11));
 m_d – кількість деталей, що переміщуються одночасно;
 $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв.

Укрупнено кількість кран-балок приймають: для механічних цехів один кран на 40...80 м довжини прольоту; в складальних цехах – на 30...50 м.

11 Вибір типу і основних параметрів будівлі, розробка компоувального 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 проєктують 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 9.

Таблиця 9 – 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 24 30 | 6,0; 7,2; 8,4 7,2; 8,4 7,2; 8,4 | – | Підвісні | 0,25...0,30 |
| 18 24 | 8,4; 9,6 10,8 | 6,15; 6,95; 8,16 | | |
| 18 24 30 | 12,6; 14,4 | 9,65; 11,45 | Електричні мостові | 10; 20/5 10; 20/5; 30/5 |
| 30 36 | 16,2; 18,0 | 12,65; 14,45; 12,0; 13,8 | Електричні мостові | 30/5; 50/10; 75/25 |
| 30 36 30 | 16,2; 18,0; 19,8; 19,8 | 12,0; 13,8; 15,6; 11,2; 13,0; 14,8 | Електричні мостові | 100/20 150/30 |

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 [1, 3].

Основні УТС мають розміри в плані 144×72 і 72×72 м з сітками колон 18×12 і 24×12 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 розташовувані допоміжні будівлі адміністративно-побутового призначення компонуються з уніфікованих типових секцій, які характеризуються шириною 12 і 18 м, довжиною 36, 48, 60 м, сіткою колон 9×6 або 6×6 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 дільницями, в'їзди для безрейкового і рейкового транспорту, основні підйомно-транспортні пристрої (крани, кран-балки, конвеєри і т.д.), межі підвалів, антресолі, тунелі, прохідні канали 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 вгору 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, дільниць та їх площі.

12 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 враховані 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 підйомально-

транспортними засобами, які використовуються;

- планування повинно бути «гнучким», тобто необхідно передбачити можливість переставлення обладнання при зміні технологічних процесів;

- при розробці планування повинна бути раціонально використана не тільки площа, але й весь об'єм цеху і корпусу.

Для виконання технологічного планування обладнання на кресленні компоувальної схеми додатково наносять умовні позначення:

- основного, допоміжного, підйомно-транспортного устаткування, у тому числі конвеєрів всіх типів і додаткового устаткування, із зазначенням порядкового номера по специфікації, відомості специфікації;

- робочі місця біля устаткування, допоміжні робочі місця, робочі місця багатOVERSTATNIKІВ і маршрути обслуговування ними 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).

Креслення планування устаткування служить завданням на розробку не тільки архітектурно-будівельної частини проєкту, монтажного плану устаткування або завданням на проєктування групових чи індивідуальних фундаментів під устаткування, воно також є також вихідним документом для виконання спеціальних частин проєкту (вентиляції, водопостачання, каналізації, опалення, електротехнічної), на її основі розробляють дизайн-проєкт або проєкт архітектурно-художнього оформлення інтер'єра приміщення, виготовляють об'ємні макети об'єкта проєктування, виконують техніко-економічну і кошторисну частини проєкту.

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

Вище вже було відзначено, що на кресленнях технологічних планувань у першу чергу необхідно зобразити габарити устаткування і робочі місця біля цього устаткування. Такій роботі найчастіше передують темплетне макетування. Для макетування планувань необхідно мати на увазі, що, крім простих робочих місць, які передбачають одну одиницю технологічного устаткування і одне робоче місце, у практиці технологічного проєктування досить часто зустрічаються складні робочі місця. Це – робочі місця багатOVERSTATNIKІВ, 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 багатOVERSTATNIKІВ, вимагають попереднього аналітичного моделювання, розрахунків і 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 планувань приступати до макетування. Основні способи макетування передбачають:

- виготовлення об'ємних макетів устаткування;
- одержання плоских ортогональних проєкцій устаткування, виконаного у відповідному масштабі (темплетний метод);
- застосування САПР технологічних планувань устаткування.

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

Названі 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 відстані в проєктах ливарних, складальних, гальванічних та інших цехів підприємств. Конкретні дані в цих випадках можна одержати за затвердженими нормами технологічного проєктування таких виробництв.

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

$$B = n \cdot H + w(Z + T), \quad (14)$$

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

H – ширина робочої зони (приймають 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 або 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 відстані від стін і колон до верстатів приймають із урахуванням можливостей обслуговування технологічного устаткування при крайньому положенні гака крана.

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

У ході виконання плану розташування обладнання слід виконати усі можливі 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.

13 Вимоги до оформлення графічної частини

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

- компонувальний план цеху;
- план 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 підйимально-транспортні засоби (крани, кран-балки, конвеєри, ліфти). Розташування устаткування на компонувальному плані, як правило, не показують. Компонувальний план виконують у масштабі 1:100, 1:200, 1:400 або 1:800.

Цехові плани розміщення обладнання виконують у масштабах 1:200 або 1:100, а плани окремих ділянок – в масштабі 1:50. При цьому всі планування виконують у відповідності з компонувальним планом і з тими ж позначеннями осей. На планах вказують: 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 канали, а також люки, трапи, все технологічне, контрольно-випробувальне, підйимально-транспортне обладнання, стелажі, місця складування заготовок і напівфабрикатів, резервні місця під обладнання, проходи і проїзди, розташування підвалів, антресолей 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 кранових шляхів; розміри і прив'язку по висоті проломів, отворів і ніш; основні розміри світлоаераційних ліхтарів.

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

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Вороненко В. П. Проектирование машиностроительного производства: учебник / В. П. Вороненко, М. С. Чепчуров, А. Г. Схиртладзе. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 416 с.
2. Грундиг К. Г. Проектирование промышленных предприятий: Принципы. Методы. Практика. / Клаус-Герольд Грундиг; Пер. с нем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 340 с.
3. Когут М. С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні : підручник / М. С. Когут. – Львів : Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.
4. Вороненко В. П. Проектирование машиностроительного производства: учебник / В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа. 2007. – 380 с.
5. Иванов В. П. Проектирование производственных участков в машиностроении: практикум / В. П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2009. – 224 с.
6. Дусанюк Ж. П. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні : практикум / Ж. П. Дусанюк, С. В. Репінський, В. В. Савуляк, О. В. Сердюк. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 148 с.
7. Мамаев В. С. Основы проектирования машиностроительных заводов : учебник / В. С. Мамаев, В. Г. Осипов. – М.: Машиностроение, 1974. – 296 с.
8. Джур Є. О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина : навч. посіб. / Є. О. Джур, О. В. Бондаренко. – Д.: «Інновація», 2011. – 109 с.

Додаток А

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інжинірингу машинобудівних технологій

(повна назва кафедри)

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ (РОБОТА)

з Проектування машинобудівних виробництв

(назва дисципліни)

на тему: Проект ділянки цеху для виробництва

корпуса 10А.43.005

токарно-гвинторізного верстату мод.16К20

Студента (ки) V курсу, групи МПм-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:

м. Тернопіль – 202 _

Додаток Б

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

Кафедра Інжинірингу машинобудівних технологій

Дисципліна Проектування машинобудівних виробництв

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

Курс 5 Група МПМ-51 Семестр 9

ЗАВДАННЯ на курсову роботу

Студентові Петренкові Петру Петровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки цеху для виробництва корпусу 10А.43.005
токарно-гвинторізного верстату мод.16К20

2. Термін здачі студентом закінченої роботи _____

3. Вихідні дані до роботи річна програма випуску верстата - 390 шт., трудомісткість
механічної обробки – 1400 верст.-год., маса виробу – 3,6 т.;
річна програма випуску корпусу – 20000 шт., операції ТП: верт.-фрезерна ($T_{шт}=1,87$ хв.),
верт.-свердлильна ($T_{шт}=8,3$ хв.), токарна ($T_{шт}=5,27$ хв.)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) _____
Загальна частина. Проектна частина. Висновки

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу, якщо передбачено _____
Компонувальний план цеху. План розміщення устаткування на механічній ділянці
цеху та специфікацією обладнання.

6. Дата видачі завдання 10.09.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № п/п | Назва етапів курсової роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|----------|--|-----------------------------------|----------|
| 1. | <i>Загальна частина:</i> | | |
| | <i>- уточнення програми виробництва</i> | | |
| | <i>- розрахунок трудомісткості виготовлення</i> | | |
| | <i>- специфікація технологічного обладнання</i> | | |
| | <i>- висновки та постановка завдання на курсову роботу</i> | | |
| 2. | <i>Проектна частина:</i> | | |
| | <i>- визначення кількісного складу працюючих</i> | | |
| | <i>- визначення розмірів основних і допоміжних площ цеху</i> | дата | |
| | <i>- визначення площі ділянки для виробництва складальної одиниці</i> | виконання | |
| | <i>- вибір вантажопідйомних і транспортних засобів</i> | етапу | |
| | <i>- визначення основних розмірів та вибір типу і конструкції будівлі</i> | | |
| | <i>- розробка компонувального плану цеху</i> | | |
| | <i>- план розміщення обладнання на ділянці виробництва складальної одиниці</i> | | |
| 3. | <i>Висновки по роботі</i> | | |
| 4. | <i>Графічна частина:</i> | | |
| | <i>- компонувальний план цеху</i> | | |
| | <i>- план розміщення устаткування на механічній ділянці</i> | | |
| | | | |

Студент

(підпис)

Петренко Петро Петрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник роботи

(підпис)

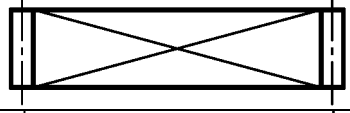
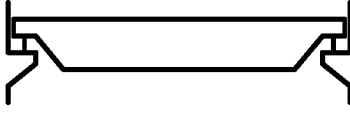
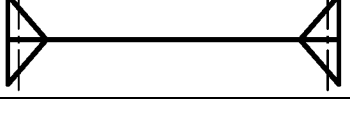
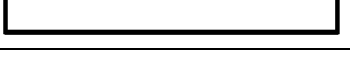
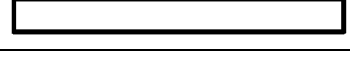
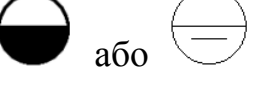
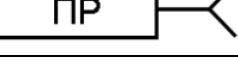

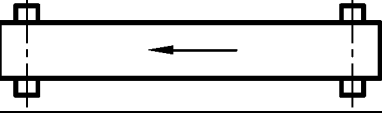
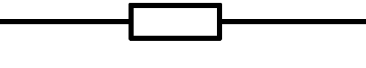


к.т.н., доц. Іваненко Іван Іванович

(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 | |

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

Додаток Г

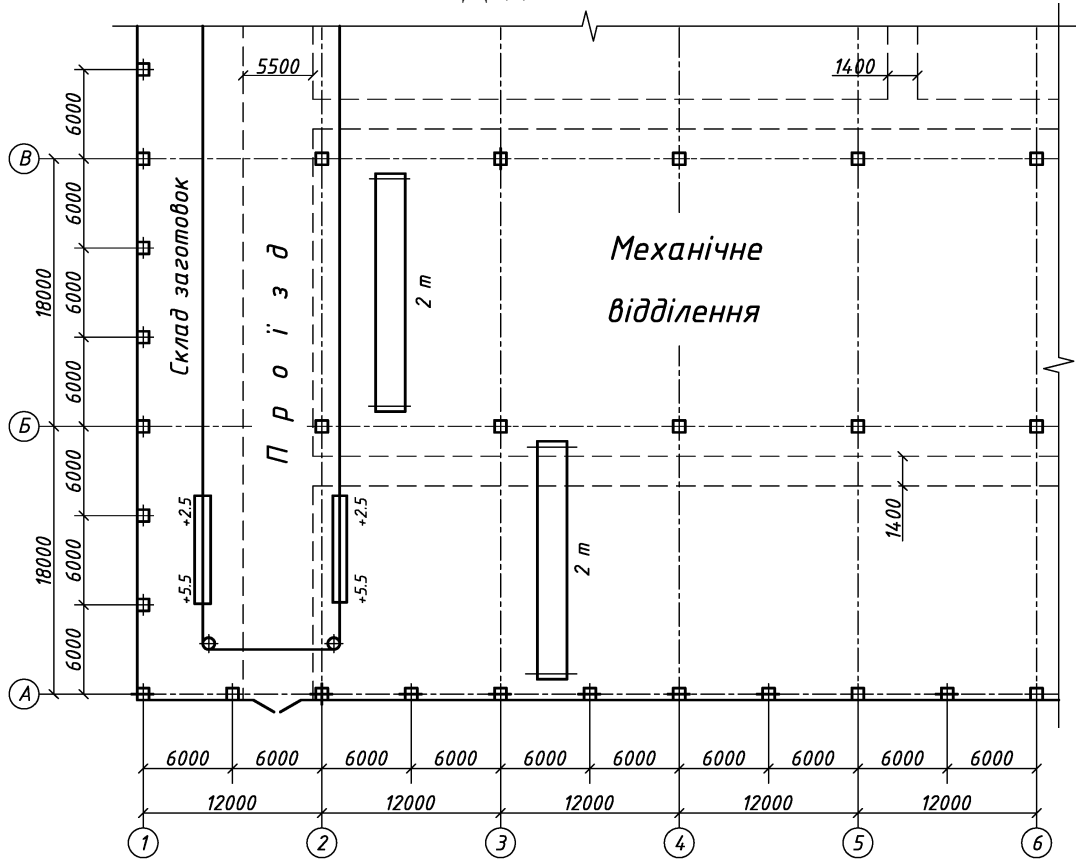


Рисунок Г1 – Приклад оформлення фрагмента компоувального плану

Додаток Д

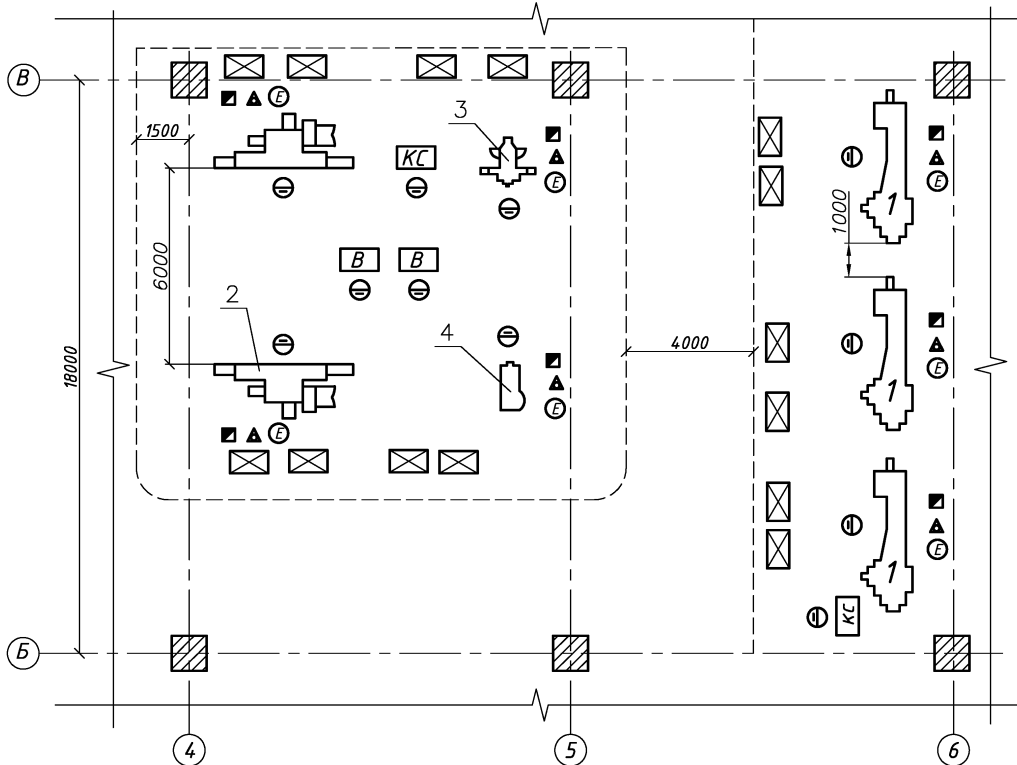


Рисунок Д1 – План розміщення обладнання

Додаток Е

Приклади оформлення поперечних розрізів

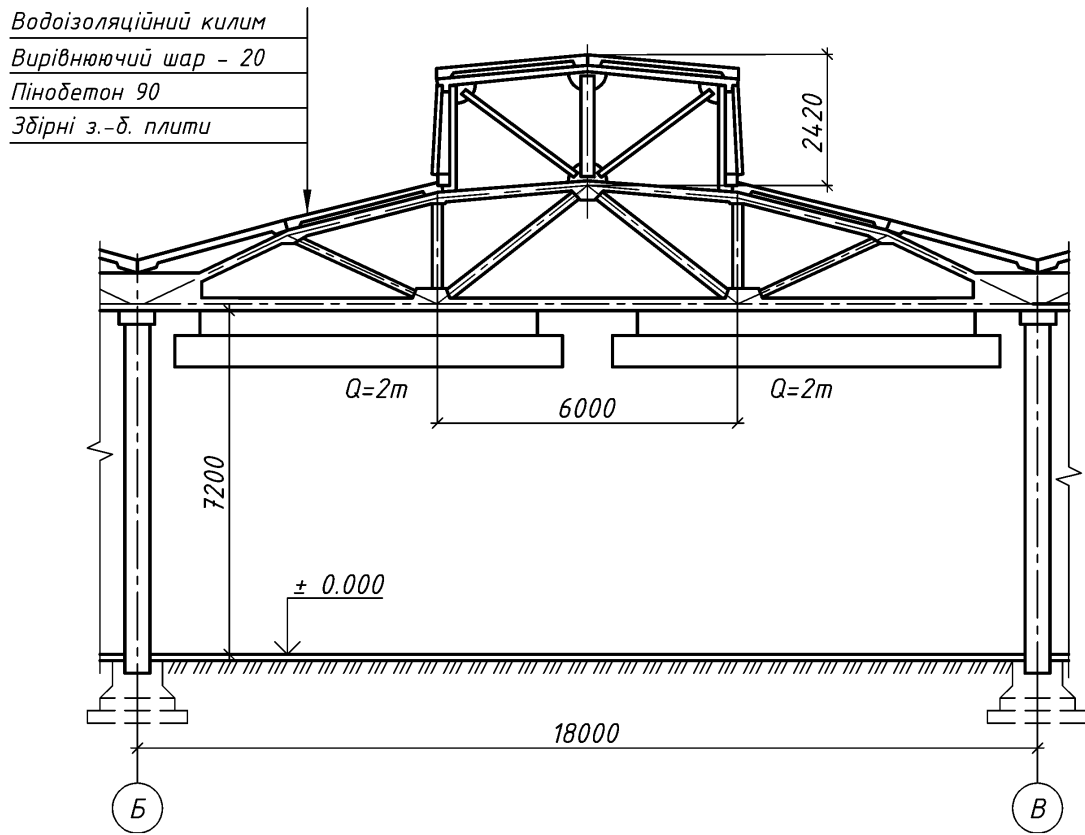


Рисунок Е1 – Поперечний розріз прольоту виробничої будівлі

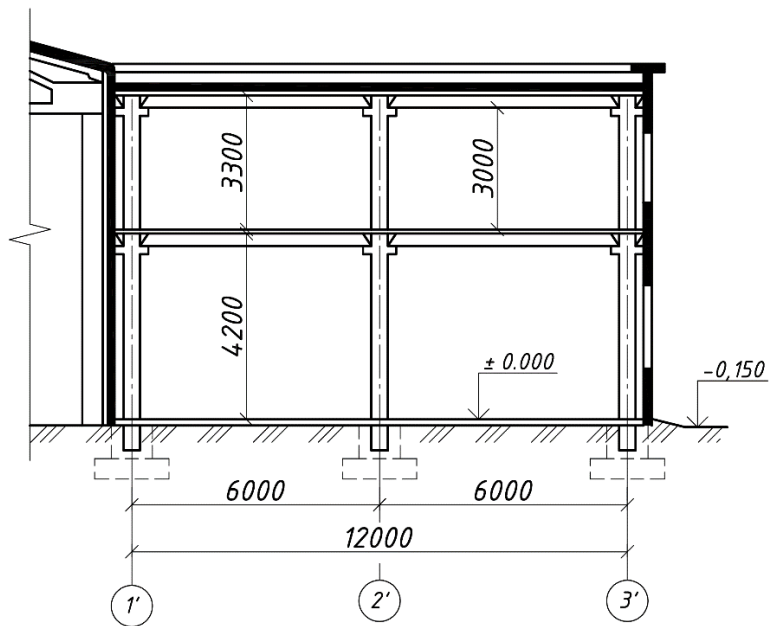
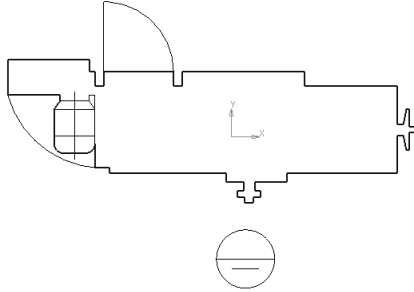
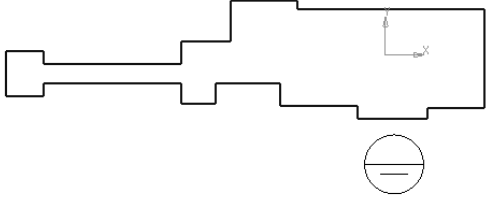
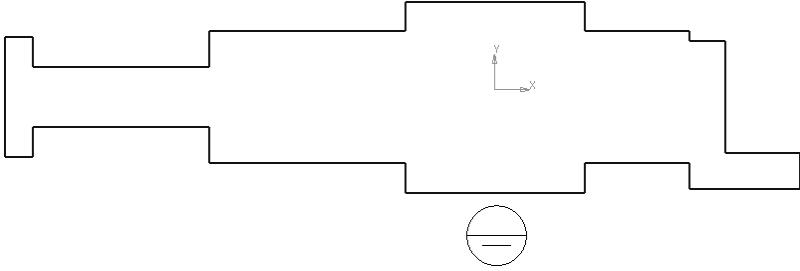
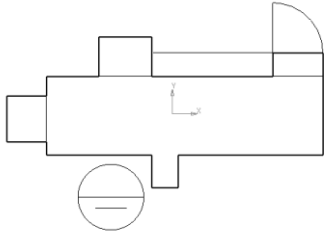
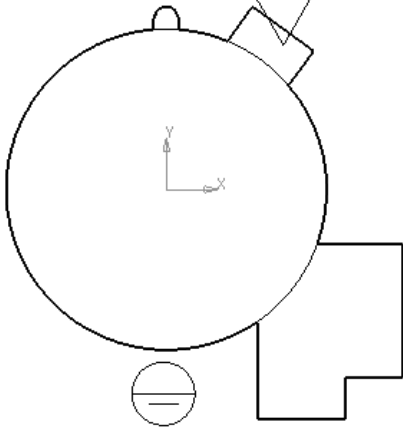
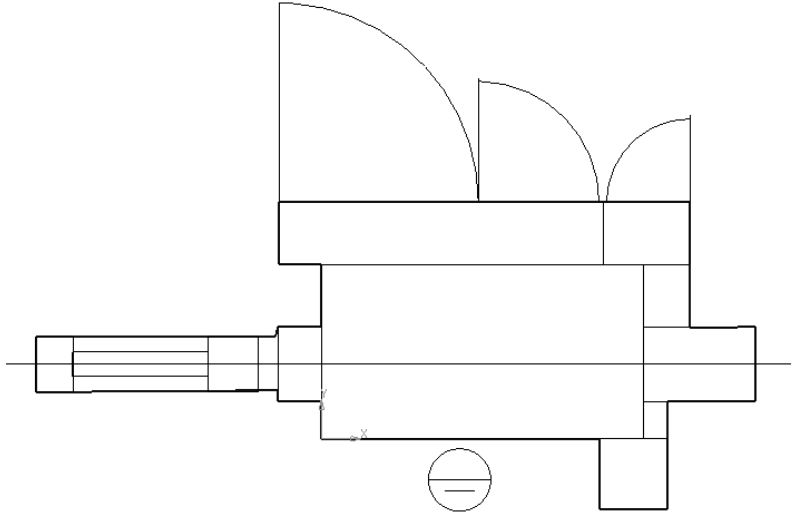
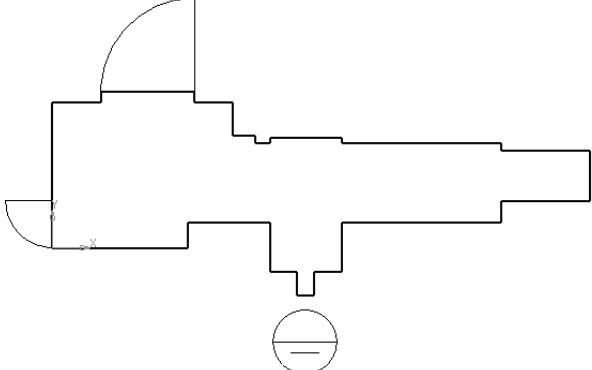
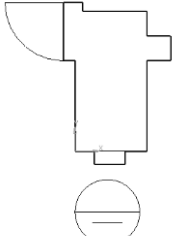
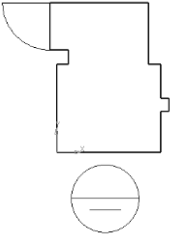
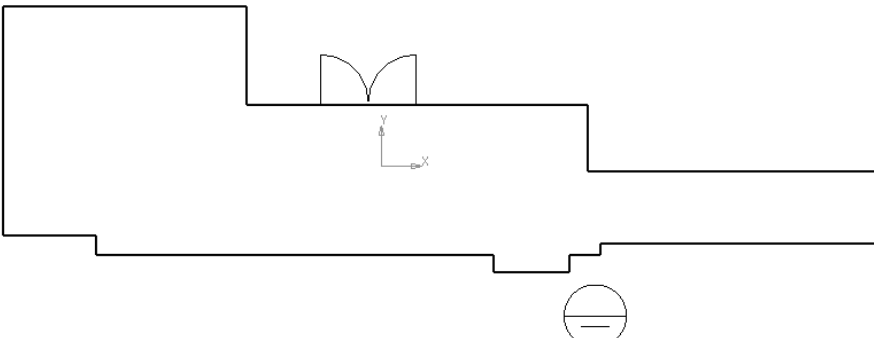


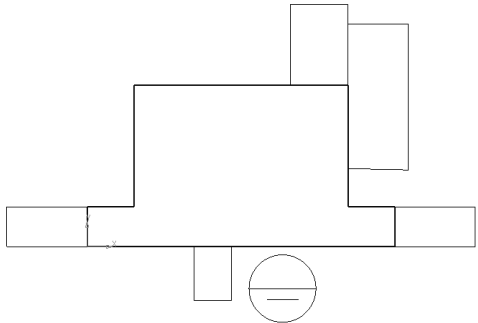
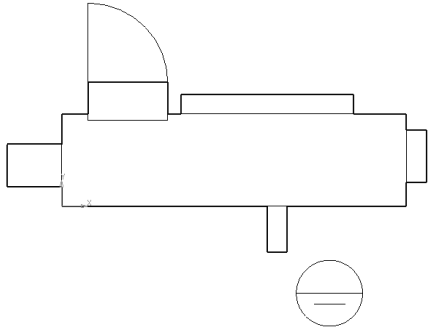
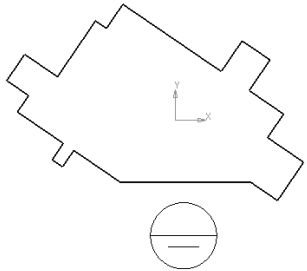
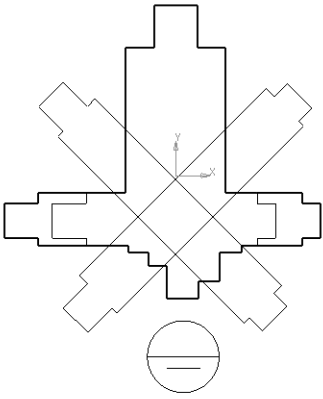
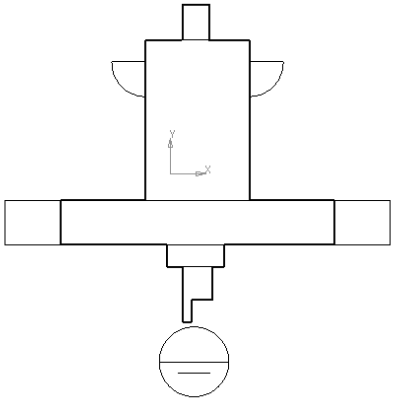
Рисунок Е2 – Поперечний розріз прибудови до виробничої будівлі

Додаток Є

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

| Позначення стандартним темплетом | Модель обладнання |
|--|-------------------|
|  | 16K20 |
|  | 1E140 |
|  | 1A240-6 |
|  | 1A616 |
|  | 1B284 |

| Позначення стандартним темплетом | Модель обладнання |
|--|-------------------|
|  | 1В340Ф30 |
|  | 1М63МФ101 |
|  | 2Н135 |
|  | 2С132 |
|  | 7Б56 |

| Позначення стандартним темплетом | Модель обладнання |
|---|-------------------|
|  | 3A151 |
|  | MK6056 |
|  | 5B725 |
|  | 6P81 |
|  | 6T12-29 |