

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

Кафедра інжинірингу машинобудівних технологій

## **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання курсових робіт  
з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв»  
для здобувачів  
другого (магістерського) рівня вищої освіти  
за спеціальністю 131 Прикладна механіка

Тернопіль  
2024

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, професор.

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

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

**М-11**

**Методичні вказівки до виконання курсових робіт з  
дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв»  
для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої  
освіти за спеціальністю 131 Прикладна механіка /  
Укладачі : Комар Р.В., Сенчишин В.С. – Тернопіль : 2024.  
– 34 с.**

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

© Комар Р.В., Сенчишин В.С. .... 2024  
© Тернопільський національний технічний  
університет імені Івана Пулюя, ..... 2024

## ЗМІСТ

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| Вступ .....                                                                  | 4  |
| 1 Загальні положення .....                                                   | 5  |
| 1.1 Мета і завдання курсової роботи .....                                    | 5  |
| 1.2 Тематика курсового проєктування .....                                    | 5  |
| 1.3 Політика щодо академічної доброчесності .....                            | 6  |
| 2 Організація курсового проєктування .....                                   | 7  |
| 2.1 Етапи курсової роботи .....                                              | 7  |
| 2.2 Підготовка роботи до захисту .....                                       | 7  |
| 2.3 Захист курсової роботи .....                                             | 8  |
| 2.4 Критерії оцінювання .....                                                | 8  |
| 3 Структура і обсяг курсової роботи .....                                    | 9  |
| 4 Рекомендації та вимоги щодо розділів курсової роботи .....                 | 10 |
| 4.1 Титульний аркуш .....                                                    | 10 |
| 4.2 Завдання на курсову роботу .....                                         | 10 |
| 4.3 Зміст .....                                                              | 11 |
| 4.4 Вступ .....                                                              | 11 |
| 4.5 Технологічна частина .....                                               | 11 |
| 4.5.1 Аналіз конструкції виробу .....                                        | 11 |
| 4.5.2 Розроблення структури технологічного процесу .....                     | 12 |
| 4.5.3 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу .....             | 13 |
| 4.5.4 Вибір технологічного обладнання і розрахунок його кількості .....      | 14 |
| 4.5.5 Ресурсне забезпечення технологічного процесу .....                     | 16 |
| 5 Проєктна частина .....                                                     | 18 |
| 5.1 Розрахунок виробничих площ цеху .....                                    | 18 |
| 5.2 Визначення площі виробничої ділянки .....                                | 21 |
| 5.3 Вибір типу і конструкції будівлі для реалізації технологічного процесу . | 21 |
| 5.4 Компонування машинобудівного виробництва .....                           | 23 |
| 5.5 Планування розміщення засобів виробництва на ділянці .....               | 24 |
| 6 Правила оформлення розділів пояснювальної записки .....                    | 27 |
| Використана література .....                                                 | 29 |
| Додатки .....                                                                | 30 |

## 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 машинобудівного виробництва, особливу увагу варто приділяти взаємозв'язку етапів, у результаті яких виходить готовий виріб, а також основних і допоміжних виробничих систем.

Під час виконання курсової роботи необхідно узагальнити досвід, накопичений на підприємствах, проаналізувати їхню роботу, використати вітчизняну і зарубіжну інформацію та розробити на цій основі наукові й технічно обґрунтовані рекомендації.

# **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ**

## **1.1 Мета і завдання курсової роботи**

Курсова робота з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» виконується студентами всіх форм навчання з метою закріплення та поглиблення знань, отриманих під час вивчення теоретичного курсу і практичних занять, а також використання цих знань під час самостійної роботи. А також має за мету вивчення методів формування структури сучасних машинобудівних виробництв, проектування технологічних процесів і механоскладальних дільниць та цехів для їх реалізації, із застосуванням типових проєктів та засобів систем автоматизованого проектування.

## **1.2 Тематика курсового проектування**

Теми курсових робіт затверджуються викладачем на початку семестру. Тема КР задає лише основні напрямки проектування машинобудівного виробництва, але не задає вимог до апаратного забезпечення та використання тих чи інших методів дослідження чи проектування. Ці питання розробляються студентом і узгоджуються з керівником роботи. Також студент має право запропонувати власну тему, яка не виходить за межі предметної області навчальної дисципліни.

Здобувачам рекомендується вибирати тему КР із перспективою її продовження для написання кваліфікаційної роботи магістра (КРМ). Ознайомитися із темами кваліфікаційних робіт магістрів, які пройшли атестацію у формі публічного захисту КРМ, можна в інституційному репозитарії університету ELARTU, який є у відкритому доступі (<https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/23475>).

Згідно робочої програми типова тема КР розглядається у наступній редакції: «Проект дільниці цеху для виробництва ...», з вказанням конкретного виробу для якого буде розроблятися технологія виготовлення та проектуватися виробничі потужності, наприклад: «Проект дільниці цеху для виробництва фланця установочного 001-24».

### 1.3 Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність – це сукупність етичних принципів та визначених законом правил, якими мають керуватися учасники освітнього процесу під час навчання, викладання та провадження наукової (творчої) діяльності з метою забезпечення довіри до результатів навчання та/або наукових (творчих) досягнень.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами освіти передбачає:

- самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використанні методики досліджень і джерела інформації.

Порушенням академічної доброчесності вважається:

академічний плагіат – оприлюднення (частково або повністю) наукових (творчих) результатів, отриманих іншими особами, як результатів власного дослідження (творчості) та/або відтворення опублікованих текстів (оприлюднених творів мистецтва) інших авторів без зазначення авторства;

самоплагіат – оприлюднення (частково або повністю) власних раніше опублікованих наукових результатів як нових наукових результатів;

фабрикація – вигадкування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі або наукових дослідженнях;

фальсифікація – свідомо зміна чи модифікація вже наявних даних, що стосуються освітнього процесу чи наукових досліджень;

списування – виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання, зокрема під час оцінювання результатів навчання;

обман – надання завідомо неправдивої інформації щодо власної освітньої (наукової, творчої) діяльності чи організації освітнього процесу; формами обману є, зокрема, академічний плагіат, самоплагіат, фабрикація, фальсифікація та списування.

Принципи академічної доброчесності визначаються Положенням про недопущення академічного плагіату в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя (<https://docs.tntu.edu.ua/base/document?id=462>).

## **2 Організація курсового проектування**

### **2.1 Етапи курсової роботи**

Тема КР затверджується на початку семестру, як правило на практичних заняттях або під час консультацій. Керівник КР ознайомлює студентів з тематикою курсових робіт і проводить такі заходи:

- видає і затверджує завдання на КР;
- консультує студентів щодо календарного графіка курсової роботи;
- надає консультації щодо вибору навчальної літератури, довідкових матеріалів та джерела інформації за темою роботи;
- періодично контролює ступінь виконання роботи (окремі частини або розділи);
- затверджує готовність виконаних завдань своїм підписом.

Процес курсового проектування складається з наступних етапів:

- підготовчого, на якому студент отримує тему, узгоджує з керівником об'єкт розробки, особливості завдання;
- основного, який починається одразу після видачі завдання і визначається тривалістю навчального семестру. На цьому етапі робота повинна бути повністю виконана та перевірена керівником;
- заключного, який включає підготовку до захисту КР.

### **2.2 Підготовка роботи до захисту**

Виконану, відповідно до завдання, у повному обсязі КР підписану автором, у незброшурованому вигляді необхідно представити на перевірку керівникові. Роботу необхідно подати на перевірку не пізніше, ніж за три робочих дні до захисту. Виявлені при перевірці курсової роботи помилки студент зобов'язаний виправити, а результати представити керівникові у визначені терміни. Якщо ж при огляді встановлено, що КР потребує суттєвого доопрацювання, то визначається

обсяг доопрацювання і встановлюється термін подання виправленої роботи на повторну перевірку.

Роботи, що не відповідають виданому завданню, встановленій структурі і тематиці до захисту не допускаються.

## **2.3 Захист курсової роботи**

До захисту КР допускаються студенти, які виконали всі вимоги навчальної програми та календарного плану та своєчасно представили роботу. На захист робота представляється у зброшурованому вигляді.

Захист КР відбувається на відкритому засіданні у такому порядку:

- оголошується початок чергового відкритого захисту курсової роботи, зачитується прізвище автора, тема роботи;
- здобувач чітко, лаконічно, технічно грамотно доповідає про зміст виконаної роботи. Рекомендований час доповіді – до 5 хв.;
- члени комісії (не менше 2-х, включно із керівником роботи) задають запитання, які стосуються тематики КР і на які студент повинен дати відповіді чи пояснення;
- виступи членів комісії, керівника (при потребі чи за побажанням);
- оголошується закінчення захисту.

## **2.4 Критерії оцінювання**

При оцінюванні КР приймається до уваги рівень теоретичної і практичної підготовки студента, виконання ним затвердженого плану роботи, якість прийнятих інженерних рішень. Оцінювання курсової роботи здійснюється за 100 бальною системою. У випадку чіткого виконання вимог затвердженого плану за кредитно-модульною системою, студент може отримати сумарно 75 балів за розділи пояснювальної записки і графічну частину, до 25 балів можна отримати за успішний захист роботи.

Якщо студент не з'явився на захист без поважної причини, або ж проігнорував виконання КР, то він отримує 1-34 балів, що передбачає видачу нового завдання і повторне виконання курсової роботи за цим завданням.

Таблиця 2.1 – Розподіл балів за виконання розділів курсової роботи

| Модуль 1         |                 | Модуль 2         |                 | Підсумковий контроль |    | Разом |
|------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------------|----|-------|
| Розділ 1         | Кількість балів | Розділ 2         | Кількість балів |                      |    |       |
| 40               |                 | 35               |                 | 25                   |    | 100   |
| розділ 1.1       | 6               | розділ 2.1       | 5               | Захист роботи        | 25 |       |
| розділ 1.2       | 6               | розділ 2.2       | 5               |                      |    |       |
| розділ 1.3       | 6               | розділ 2.3       | 5               |                      |    |       |
| розділ 1.4       | 6               | розділ 2.4       | 5               |                      |    |       |
| розділ 1.5       | 6               | розділ 2.5       | 5               |                      |    |       |
| Графічна частина | 10              | Графічна частина | 10              |                      |    |       |

### 3 Структура і обсяг курсової роботи

Дана КР складається з розрахунково-пояснювальної записки і графічної (презентаційної) частини. Вихідними даними для курсового проектування є креслення деталі; назва виробу (вузла чи механізму) складальною одиницею якого є дана деталь; річна програма виробництва; режим роботи; трудомісткість виготовлення, а також маса виробу (вузла чи механізму). Типовий зміст курсової роботи:

Титульний аркуш

Завдання на курсову роботу

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Аналіз конструкції виробу

1.2 Розроблення структури технологічного процесу

1.3 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

1.4 Вибір технологічного обладнання і розрахунок його кількості

1.5 Ресурсне забезпечення технологічного процесу

2 ПРОЄКТНА ЧАСТИНА.

2.1 Розрахунок виробничих площ цеху

2.2 Визначення площі виробничої ділянки

2.3 Вибір типу, конструкції будівлі для реалізації технологічного процесу

2.4 Компонування машинобудівного виробництва

2.5 Планування розміщення засобів виробництва на дільниці

Перелік використаних джерел

Додатки (при необхідності)

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки – 25...35 аркушів формату А4.

У графічній частині курсової роботи рекомендується виконувати: схему маршруту технологічного процесу виробництва деталі; компоновальний план механоскладального цеху; план розміщення устаткування на виробничій дільниці; поперечний розріз прольоту виробничої та допоміжної будівель.

Обсяг графічної частини КР 1...2 листи креслень формату А1 або презентації створені засобами Microsoft Office, які представляють суть проведених розробок (кількість сторінок не обмежена).

## **4 Рекомендації та вимоги щодо розділів курсової роботи**

### **4.1 Титульний аркуш**

Титульний аркуш (додаток А) оформляють за формою, встановленою Міністерством освіти і науки України. Для комплексної курсової роботи кожен співвиконавець оформляє індивідуальний титульний аркуш. Оцінка за національною шкалою, кількість балів і оцінка за шкалою ECTS заповнюється у разі успішного захисту, а також прізвища та ініціали членів комісії.

Титульний аркуш включають в загальну кількість аркушів розрахунково-пояснювальної записки, але номер сторінки не проставляють.

### **4.2 Завдання на курсову роботу**

Завдання на курсову роботу оформляють у вигляді бланка встановленого зразка (додаток Б). Бланк завдання обов'язково підписують студент-виконавець курсової роботи і керівник. Лицьову та зворотну сторінки аркуша не нумерують, але включають в загальну кількість аркушів розрахунково-пояснювальної записки.

## **4.3 Зміст**

Зміст наводять на початку розрахунково-пояснювальної записки і розміщують перед вступом. В зміст включають вступ, найменування всіх розділів, підрозділів, пунктів, висновок, список використаних джерел і найменування додатків із вказанням сторінок.

## **4.4 Вступ**

У вступі необхідно обґрунтувати актуальність розроблюваної теми, 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 базових підприємствах, вказати, якою мірою досвід і досягнення вітчизняної та зарубіжної науки і техніки можуть бути використані при виконанні роботи.

Обсяг вступу – до 1 аркуша формату А4.

## **4.5 Технологічна частина**

### **4.5.1 Аналіз конструкції виробу**

У даному розділі наводиться опис конструкції деталі, її призначення та умови роботи у вузлі чи механізмі. Для цього також необхідно навести опис службового призначення самої деталі, основних поверхонь та їх взаємного розташування, вимог до точності та чистоти обробки. Якщо призначення деталі невідомо, слід описати призначення її поверхонь. Для спрощення опису кожній поверхні доцільно присвоїти позначення та вказати його на кресленні чи схемі. Також необхідно опрацювати граничні відхилення розмірів, вимоги до шорсткості, допусків форми та взаємного розташування поверхонь. Необхідно виявити найбільш відповідальні поверхні, вибрати способи забезпечення виконання і контролю точності відповідальних поверхонь. Також доцільно навести основні хімічні і механічні властивості матеріалу деталі. Результати опрацювання даного пункту доцільно оформити у вигляді таблиць.

Таблиця 4.1 – Технічні вимоги до оброблюваних поверхонь

| Поверхня | Вид поверхні, розмір, вимоги | Точність | Шорсткість |
|----------|------------------------------|----------|------------|
| 1        | 2                            | 3        | 4          |
| 1        |                              |          |            |
| 2        |                              |          |            |
| ...      |                              |          |            |

Таблиця 4.2 – Способи забезпечення виконання і контролю точності відповідальних поверхонь

| Позначення | Технічна умова | Спосіб виконання | Спосіб контролю |
|------------|----------------|------------------|-----------------|
| 1          | 2              | 3                | 4               |
| 1          |                |                  |                 |
| 2          |                |                  |                 |
| ...        |                |                  |                 |

Таблиця 4.3 – Хімічні та механічні властивості матеріалу деталі

| Марка матеріалу | Вміст основних хімічних елементів |                  |                |            |                         |       |       |
|-----------------|-----------------------------------|------------------|----------------|------------|-------------------------|-------|-------|
|                 | C, %                              | Mn, %            | Si, %          | S, %       | P, %                    | Cr, % | Ni, % |
|                 |                                   |                  |                | не більше  |                         |       |       |
|                 |                                   |                  |                |            |                         |       |       |
|                 | Основні механічні властивості     |                  |                |            |                         |       |       |
|                 | $\sigma_B$ , МПа                  | $\sigma_T$ , МПа | $\delta_5$ , % | $\psi$ , % | КСУ, Дж/см <sup>2</sup> | НВ    |       |
|                 |                                   |                  |                |            |                         |       |       |

#### 4.5.2 Розроблення структури технологічного процесу

Маршрут обробки визначають, виходячи з вимог робочого креслення деталі і з урахуванням типу виробництва. Вибір технологічних та вимірювальних баз є одним із найскладніших та принципових етапів проєктування технологічного процесу. Від правильного вибору технологічних баз значною мірою залежать фактична точність виконання розмірів,

правильність взаємного розташування поверхонь, складність пристроїв, інструментів, загальна продуктивність виготовлення. При виборі баз необхідно керуватися такими міркуваннями:

- базові поверхні повинні мати достатню довжину для забезпечення стійкого положення деталі;
- чорнові технологічні бази повинні використовуватися лише на перших операціях з метою одержання чистових баз;
- необхідно дотримуватися принципів єдності і суміщення баз.

В першу чергу обробляють поверхні деталі, що є базовими для подальшої обробки, потім – поверхні, що мають найбільший припуск, а також поверхні, при обробці яких є найбільша ймовірність одержання браку (через приховані дефекти або складності механічної обробки).

Поверхні, до яких висувають найвищі вимоги якості та точності, обробляють остаточно в останню чергу, причому при виборі методів обробки враховуються умови експлуатації.

Попередній вибір обладнання проводиться при призначенні методу обробки поверхні. Вибраний маршрут обробки рекомендовано оформляти у вигляді таблиці із вказанням номера операції, її назви, переходу, оброблюваних і базових поверхонь та моделі використовуваного обладнання.

Результат виконання даного розділу представляють у вигляді таблиці.

Таблиця 4.4 – Маршрут технологічного процесу оброблення деталі

| Назва операції, переходу, суть операції |  | Застосовуване обладнання |  |
|-----------------------------------------|--|--------------------------|--|
| 1                                       |  | 2                        |  |
| 005                                     |  |                          |  |
| (операційний ескіз переходу)            |  |                          |  |
| 010                                     |  |                          |  |
| (операційний ескіз переходу)            |  |                          |  |

#### 4.5.3 Визначення режимів оброблення та технічних норм часу

Встановити режими обробки можна розрахунково-аналітичним методом і з використанням нормативних даних. Для досягнення цілей проєктування у даному випадку доцільно встановлення режимів обробки проводити табличним

методом. Але при призначенні режимів виготовлення за таблицями варто звернути увагу на таке:

- умови, для яких даються рекомендації в таблицях, не завжди цілком відповідають конкретним умовам обробки, для правильного вибору режимів варто користуватися коефіцієнтами на змінні умови роботи;

- коригувати режими обробки по устаткуванню необхідно як при розрахунково-аналітичному, так і при табличному методах.

Технічні норми часу призначають за наближеними формулами в залежності від способу оброблення певної поверхні. Трудомісткість виготовлення деталі – це трудомісткість її механічної обробки і визначається як сума штучних часів по всіх операціях.

Результати опрацювання даного пункту представити у вигляді таблиць.

Таблиця 4.5 – Вибрані режими обробки деталі

| № опер. | Назва операції, перехід | $L$ , мм | $t$ , мм | $i$ | $S$ , мм/об | $S_m$ , мм/хв. | $n$ , об/хв. | $V$ , м/хв. | $T_o$ , хв. | $N$ , кВт |
|---------|-------------------------|----------|----------|-----|-------------|----------------|--------------|-------------|-------------|-----------|
| 1       | 2                       | 3        | 4        | 5   | 6           | 7              | 8            | 9           | 10          | 11        |
| 005     |                         |          |          |     |             |                |              |             |             |           |
| ...     |                         |          |          |     |             |                |              |             |             |           |

Таблиця 4.6 – Норми часових затрат на операції оброблення

| № опер. | $T_o$ , хв. | Допоміжний, хв. |           |           | $T_d$ , хв. | $T_{оп}$ , хв. | $T_{обс}$ , хв. | $T_{відп}$ , хв. | $T_{шт.}$ , хв. | $T_{пз.}$ , хв. | $T_{шт.к}$ , хв. |
|---------|-------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
|         |             | $T_{уст}$       | $T_{упр}$ | $T_{вим}$ |             |                |                 |                  |                 |                 |                  |
| 005     |             |                 |           |           |             |                |                 |                  |                 |                 |                  |
| ...     |             |                 |           |           |             |                |                 |                  |                 |                 |                  |

#### 4.5.4 Вибір технологічного обладнання і розрахунок його кількості

Попередній вибір обладнання проводять при призначенні методу обробки поверхні, а остаточний вибір обладнання проводять враховуючи такі фактори:

- вид оброблення, для якого призначений верстат;
- габарити робочої зони верстата, що визначають найбільші розміри заготовки, яка обробляється;

- точність оброблення, яку забезпечує верстат;
- відповідність верстата за продуктивністю заданій програмі випуску деталей;
- відповідність верстата за потужністю;
- можливість роботи на оптимальних режимах різання;
- можливість механізації та автоматизації як основних, так і допоміжних процесів механічного оброблення.

Для розробки компоувального плану машинобудівного виробництва необхідно мати інформацію про кількість основного металорізального обладнання для виготовлення виробу (вузла чи механізму). Для цього проводять розподіл верстатів за типами на основі приблизного складу обладнання згідно норм технологічного проектування і встановлюють їх кількість і необхідну виробничу площу механічних ділянок цеху.

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

Таблиця 4.7 – Розподіл верстатів за типами та виробничі площі цеху

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

Для встановлення виробничої площі ділянки виготовлення деталі визначають кількість необхідного обладнання згідно розробленого маршруту технологічного процесу. Кількість одиниць використовуваних верстатів визначають за числовим значенням відношень штучного часу і такту виробництва, даний спосіб є прийнятним для завдань курсового проектування. Крім основного необхідно передбачити необхідність розміщення на ділянці 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.

Результати представляють таблицею.

Таблиця 4.8 – Технологічне обладнання для виготовлення деталі

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

#### 4.5.5 Ресурсне забезпечення технологічного процесу

Ресурсне забезпечення технологічного процесу – це комплекс заходів, спрямованих на забезпечення виробництва необхідними ресурсами: матеріальними, трудовими, фінансовими, інформаційними та іншими, щоб технологічний процес міг ефективно функціонувати і досягати поставлених цілей. Завданням даного розділу КР є встановлення потреби у трудових ресурсах. А це кваліфікований персонал, який виконує виробничі операції та обслуговує процес.

Основними вихідними даними є кількість основних верстатів, тип обладнання механічного цеху, обладнання складального цеху, режим роботи, трудомісткість складальних робіт, тип виробництва, тривалість робочого тижня, маса виробу, річна програма випуску.

Згідно отриманого завдання необхідно провести розрахунок кількісного складу працюючих механоскладального цеху за категоріями; встановити кількість робочих місць; провести вибір типорозмірів вантажопідйомних і транспортних засобів, розрахунок їх кількості.

Для здійснення виробничих процесів у механоскладальному виробництві передбачений певний штат працюючих, яких поділяють на наступні категорії: виробничі (основні) і допоміжні робітники, інженерно-технічні працівники, службовці (лічильно-конторський персонал), молодший обслуговуючий персонал. Відповідно кількість верстатників визначають розрахунковим методом, а кількість працюючих інших категорій – у процентному відношенні.

Результати заносимо у відомість складу працюючих.

Таблиця 4.9 – Відомість складу працюючих на механічній дільниці цеху

| №<br>п/п | Категорії працюючих                                 | Спосіб визначення                       | Процентне<br>відношення | Кількість,<br>чол. |
|----------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1        | 2                                                   | 3                                       | 4                       | 5                  |
| 1.       | Виробничі робітники<br>а) верстатники<br>б) слюсарі | за формулою<br>% від верстатників       |                         |                    |
| 2.       | Всього виробничих<br>робітників                     | сума верстатників і<br>слюсарів         | —                       |                    |
| 3.       | Допоміжні робітники                                 | % від виробничих                        |                         |                    |
| 4.       | Загальна кількість<br>робітників                    | сума виробничих і<br>допоміжних         | —                       |                    |
| 5.       | МОП                                                 | % від загальної<br>кількості робітників |                         |                    |
| 6.       | ІТП                                                 | — // —                                  |                         |                    |
| 7.       | ЛКП                                                 | — // —                                  |                         |                    |
| 8.       | Всього працюючих                                    | сума п. № 4, 5, 6, 7                    | —                       |                    |

Аналогічна відомість працюючих формується для складальної дільниці.

Для внутрішньоцехових та міжопераційних переміщень вантажів у механоскладальних цехах використовуються електрокари, електронавантажувачі, однобалкові підвісні кран-балки, мостові або консольні крани, транспортери, конвеєри. Для роботи всередині споруд доцільно використовувати машини з електричним приводом; машини із двигунами внутрішнього згоряння – на відкритих площадках.

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

Кількість транспортних і вантажопідйомних засобів, необхідних для своєчасного забезпечення дільниць або відділень цеху сировиною, матеріалами, заготовками, деталями, напівфабрикатами, вузлами, можна визначити шляхом детальних розрахунків на основі розрахунку маси та кількості вантажів, які

переміщаються, або за даними, отриманими дослідним шляхом, або на основі досвіду роботи подібних виробництв.

Кількість піднімальних кранів може визначатися на основі графіків транспортування чи складання, у яких наводиться тривалість роботи крана на кожній операції. Укрупнено кількість кранів можна приймати: в механічних цехах один кран на 40-80 м довжини прольоту; в складальних – на 30-50 м.

## **5 Проектна частина**

### **5.1 Розрахунок виробничих площ цеху**

У даному розділі необхідно провести розрахунок необхідних площ допоміжних відділень і скласти відомість площ механоскладального цеху.

Методика передбачає встановлення площ таких відділень:

- *заточне відділення*. Дане відділення організовують при кількості верстатів у механічному цеху не менше 150 од., при меншій кількості відновлення різального інструменту проводиться в інструментального цеху, оскільки створення такого відділення є недоцільним.

- *цехова ремонтна база (ЦРБ)*. Додатково виділяється площа для складу запасних частин, а також до складу ЦРБ входить відділення для ремонту електрообладнання та електронних систем, яке служить для періодичного огляду і ремонту електродвигунів, засобів електроавтоматики, систем керування обладнання тощо. У невеликих цехах, в яких є менше 100 верстатів, організовувати цехову майстерню для ремонту обладнання не доцільно.

- *відділення для відведення та переробки стружки*. Для своєчасного прибирання та переробки відходів виробництва, зокрема стружки, в складі цеху передбачається відділення для відводу та переробки стружки. Його площу можна визначити в залежності від кількості виробничого обладнання механічного цеху згідно нормативних даних.

- *відділення для приготування мастильно-охолоджувальних рідин (МОР), склад масел*. Для постачання верстатів мастильно-охолоджувальними рідинами в цеху необхідно передбачити відділення для приготування та роздавання МОР. Його площа призначається в залежності від кількості виробничого обладнання. Також додатково передбачають склади масел. Їх площу встановлюють за нормативними даними.

- *пункти відділу технічного контролю*. У механоскладальних цехах

передбачають контрольні відділення, що входять до відділу технічного контролю (ВТК) заводу. Площу контрольних відділень призначають з розрахунку  $5 \dots 6 \text{ м}^2$  на одного контролера.

- *системи електропостачання, стисненого повітря та мікроклімату.*

Для забезпечення обладнання електроенергією в цехах передбачають по одній трансформаторній підстанції на кожні  $5000 \text{ м}^2$  виробничої площі. Для забезпечення виробництва стисненим повітрям у складі цеху передбачаються площі для розміщення компресорних установок. Розміри площ визначають за співвідношенням:

$$S_K = (0,006 \dots 0,008) \cdot S_B, \quad (1)$$

де  $S_B$  – виробнича площа цеху,  $\text{м}^2$ .

Для забезпечення мікроклімату та чистоти повітря цехи обладнують притоковою та витяжною вентиляцією. Загальну площу під вентиляційне обладнання визначають за співвідношенням:

$$S_{BEHT} = (0,005 \dots 0,0075) \cdot S_B. \quad (2)$$

- *склад заготовок.* Цеховий склад матеріалів і заготовок призначений для забезпечення безперервного постачання верстатів матеріалами та заготовками, але не для зберігання матеріалу і заготовок, які надходять на завод великими партіями. Площу цехового складу матеріалів і заготовок можна визначити за формулою:

$$S_{CЗ} = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (3)$$

де  $M_{\Sigma}$  – маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску, т. Маса матеріалу і заготовок річного об'єму випуску рівна сумі маси виробу і стружки помноженій на річну програму випуску. При укрупнених розрахунках маса стружки приймається рівною  $10 \dots 15 \%$  маси готового виробу.

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

$q$  – середнє допустиме навантаження на  $1 \text{ м}^2$  корисної площі підлоги (вантажонапруженість);

$k_B$  – коефіцієнт використання площі складування.

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

непотоковому виробництві.

Необхідну площу для міжопераційного складу визначають за формулою:

$$S_{\text{пп}} = \frac{M_{\Sigma} \cdot t_3}{260 \cdot q \cdot k'_B}, \quad (4)$$

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

$t_3$  – кількість робочих днів запасу;

$q$  – середня вантажна напруженість 1 м<sup>2</sup>;

$k'_B$  – коефіцієнт використання площі складування.

- *заготівельне відділення*. Для виконання робіт з розрізання і центрування пруткового та сортового матеріалу та інших видів заготовок у заготівельному відділенні передбачається застосування специфічного обладнання, до якого відносяться токарно-відрізні, дискові, ножівкові і циркулярні пили, фрезерно-центрувальні верстати, преси та інше устаткування.

За результатами розрахунку площ всіх відділень цеху складається відомість площ цеху за відповідною формою з урахуванням, що магістральні проїзди складають 12...15 % від площі всіх відділень цеху.

Таблиця 5.1 – Відомість площ механоскладального цеху

| №<br>п/п | Назва відділення                                                           | Площа, м <sup>2</sup> |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 1        | 2                                                                          | 3                     |
| 1.       | Механічне                                                                  |                       |
| 2.       | Заточне                                                                    |                       |
| 3.       | Цехово-ремонтна база                                                       |                       |
| 4.       | Відведення та переробки стружки                                            |                       |
| 5.       | Приготування МОР, склад масел                                              |                       |
| 6.       | Пункти відділу технічного контролю                                         |                       |
| 7.       | Системи електропостачання, стисненого повітря та забезпечення мікроклімату |                       |
| 8.       | Склад заготовок                                                            |                       |
| 9.       | Заготівельне                                                               |                       |
| 10.      | Площа цеху                                                                 |                       |
| 11.      | Магістральні проїзди                                                       |                       |
| 12.      | Загальна площа цеху                                                        |                       |

На виробництві також передбачають службово-побутові приміщення, в цю ж площу входить також площа, зайнята конструкторськими і технологічними бюро. Побутовою називається площа приміщень, призначених для задоволення гігієнічних та санітарно-побутових потреб працюючих.

При укрупнених розрахунках загальну площу службово-побутових приміщень приймають рівною 25...30 % площі цеху без площі магістральних проїздів.

## 5.2 Визначення площі виробничої ділянки

Площа ділянки для виготовлення деталі залежить від розмірів та маси верстатів та обладнання, які використовуються при її виробництві згідно складеного маршруту обробки. Відповідно до вибраного типу обладнання та прийнятого модельного ряду визначають площу ділянки і результати зводять в таблицю.

Таблиця 5.2 – Відомість площі ділянки для виробництва деталі

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

## 5.3 Вибір типу і конструкції будівлі для реалізації технологічного процесу

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 багатоповерхових. 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.

Основні уніфікованих типових секцій (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 пояснючій 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).

#### **5.4 Компонування машинобудівного виробництва**

У цьому розділі необхідно призначити розміри уніфікованих типових секцій (УТС), вибрати розміри прольоту та накреслити схему вибору сітки колон механоскладального цеху, службово-побутових приміщень і їх поперечні перерізи.

Вихідними даними для складання компонувального плану є: склад цеху і площі всіх відділень, прийнята схема будівлі. Розміри УТС вибираються окремо для цеху і допоміжних будівель адміністративно-побутового призначення. Для цеху рекомендованим є прийняття розмірів основних секцій із стандартних значень УТС, тобто розміри в плані 144х72 і 72х72 м з сітками колон 18х12 і 24х12 м. Пристінні ряди колон застосовуються з кроком рівним 6 м. Відповідно площа механоскладального цеху з УТС може складати відповідно 5184 (72х72), 10368 (144х72), 15552 (144х72 + 72х72), 20736 м<sup>2</sup> (144х72 + 72х72) і т.д. Стандартні УТС рекомендовано використовувати, якщо розрахункова площа не відрізняється від стандартного ряду більше ніж на 10%. У протилежному випадку застосовують нетипові секції, але із уніфікованими сітками колон, тобто ширина прольоту із стандартного ряду 18, 24, 30 або 36 м. Всі прольоти цеху повинні бути однакової ширини згідно значень стандартного ряду. Пристінні колони розміщують з кроком 6 м, але секціями по 12 м. Типові компонувальні плани цехів виконують в масштабі 1:100, 1:200. В окремих випадках допускається використання інших масштабів відмінних від типових. На плані наносять координаційні осі, які продовжують за контур зображення і закінчують колами, в яких проставляють марки (позначення) осей. Горизонтальні осі будівлі на плані позначають знизу вверху 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.

Розмітку меж цеху і його відділень проводять на основі заданих даних про їх площі або на основі попереднього розрахунку цих площ.

Згідно прийнятого масштабу на компонувальному плані згідно прийнятих умовних позначень відмічають основні стіни, межі між відділеннями і

дільницями, в'їзди для транспорту, магістральні проїзди, основні піднімально-транспортні пристрої з вказанням основних технологічних розмірів. На плані наводять відповідні написи, які вказують назви цехів, відділень, дільниць і їх площі. Особливу увагу слід звернути на дотримання масштабу. При розробці компоувального плану повинні бути враховані такі загальні вимоги: прямоточність виробничого процесу, найкращі шляхи руху продукції на протязі процесу виробництва, розташування дільниць з шкідливими виділеннями і небезпечних в пожежному відношенні біля зовнішніх стін будівлі.

До компоувального плану можна додати поперечний розріз прольоту, який виконується в масштабі 1:50 або 1:100.

### **5.5 Планування розміщення засобів виробництва на дільниці**

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 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 підйімально-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 багатOVERSTATників 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 багатOVERSTATників, 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 багатOVERSTATників, 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. 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, становить:

$$B = n \cdot H + w(Z + T), \quad (5)$$

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.

## **6 Правила оформлення розділів пояснювальної записки**

Текст пояснювальної записки повинен бути коротким, з точними формулюваннями; мати посилання на літературні джерела, необхідні схеми і рисунки; відповідати вимогам ДСТУ 3008:2015.

Текст пояснювальної записки до КР оформляється 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. Всі пояснення вказуються 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.

## ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Посібник з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» для здобувачів освітнього рівня магістр за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» / Укладачі: Комар Р.В., Барановський В.М., Окіпний І.Б. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2024. – 140 с.
2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Проектування машинобудівних виробництв» зі спеціальності 131 Прикладна механіка для підготовки освітнього рівня «магістр» / Укладачі : Комар Р.В., Окіпний І.Б., Сенчишин В.С. – Тернопіль : 2022. – 42 с.
3. 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.
4. Джур Є. О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина : навч. посіб. / Є. О. Джур, О. В. Бондаренко. – Донецьк : «Інновація», 2011. – 109 с.
5. 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.
6. Когут М. С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні : підручник / М. С. Когут. – Львів : Вид-во ДУ «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.
7. Паливода Ю. Є., Дячун А. Є., Лещук Р. Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
8. Технологія машинобудівних підприємств: підручник / В. Л. Дикань, Ю. Є. Калабухін, Н. Є. Каличева та ін., за заг. ред. В. Л. Диканя. – Харків: УкрДУЗТ, 2020. – 386 с.

Додаток А  
Приклад заповнення титульної сторінки

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 дільниці цеху для виробництва*

*стакана 002-23*

*токарно-гвинторізного верстату*

Студента (ки) *V* курсу, групи *МПм-51*

галузі знань *13 «Механічна інженерія»*

спеціальності *131 «Прикладна механіка»*

*Іваненка І.І.*

(прізвище та ініціали)

Керівник: *к.т.н., доц. Комар Р.В.*

(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 – 202 \_

Додаток Б  
Приклад заповнення завдання на курсову роботу

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 1

---

**ЗАВДАННЯ**  
на курсову роботу

Студентові Іваненкові Івану Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект ділянки цеху для виробництва стакана 002-23  
токарно-гвинторізного верстату

---

---

---

2. Термін здачі студентом закінченої роботи до 29.12.2023

3. Вихідні дані до роботи креслення деталі токарно-гвинторізного верстату,  
програма випуску - 10000 шт., робота у 2 зміни, трудомісткість виготовлення – 1400  
верст.-год., маса виробу – 3,6 т.

---

---

---

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які підлягають розробці) Технологічна частина. Проектна частина. Список використаних джерел

---

---

---

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу, якщо передбачено Схема маршруту технологічного процесу виробництва деталі. Компонувальний план цеху.  
План розміщення устаткування на механічній ділянці.

---

---

---

6. Дата видачі завдання 03.09.2023 р.

---

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| №<br>п/п | Назва етапів курсової роботи                                           | Термін виконання<br>етапів роботи | Примітка |
|----------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----------|
| 1.       | Технологічна:                                                          |                                   |          |
| 1.1      | аналіз конструкції виробу                                              | 14.09.2023                        |          |
| 1.2      | розроблення структури технологічного процесу                           | 20.09.2023                        |          |
| 1.3      | призначення режимів оброблення та технічних норм часу                  | 22.09.2023                        |          |
| 1.4      | обладнання для технологічного процесу і розрахунок його кількості      | 25.09.2023                        |          |
| 1.5      | ресурсне забезпечення ТП                                               | 02.10.2023                        |          |
| 2.       | Проектна частина:                                                      |                                   |          |
| 2.1      | розрахунок виробничих площ цеху                                        | 05.10.2023                        |          |
| 2.2      | визначення площі виробничої ділянки                                    | 15.10.2023                        |          |
| 2.3      | вибір типу і конструкції будівлі для реалізації технологічного процесу | 22.10.2023                        |          |
| 2.4      | компонування машинобудівного виробництва                               | 02.11.2023                        |          |
| 2.5      | планування розміщення засобів виробництва на ділянці                   | 12.11.2023                        |          |
| 3        | Графічна частина                                                       | до 20.12.2023                     |          |
|          |                                                                        |                                   |          |
|          |                                                                        |                                   |          |
|          |                                                                        |                                   |          |
|          |                                                                        |                                   |          |
|          |                                                                        |                                   |          |
|          |                                                                        |                                   |          |
|          |                                                                        |                                   |          |

Студент

*Іваненко Іван Іванович*

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

Керівник роботи

*к.т.н., доц. Комар Роман Васильович*

\_\_\_\_\_  
(підпис)

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

## Додаток В

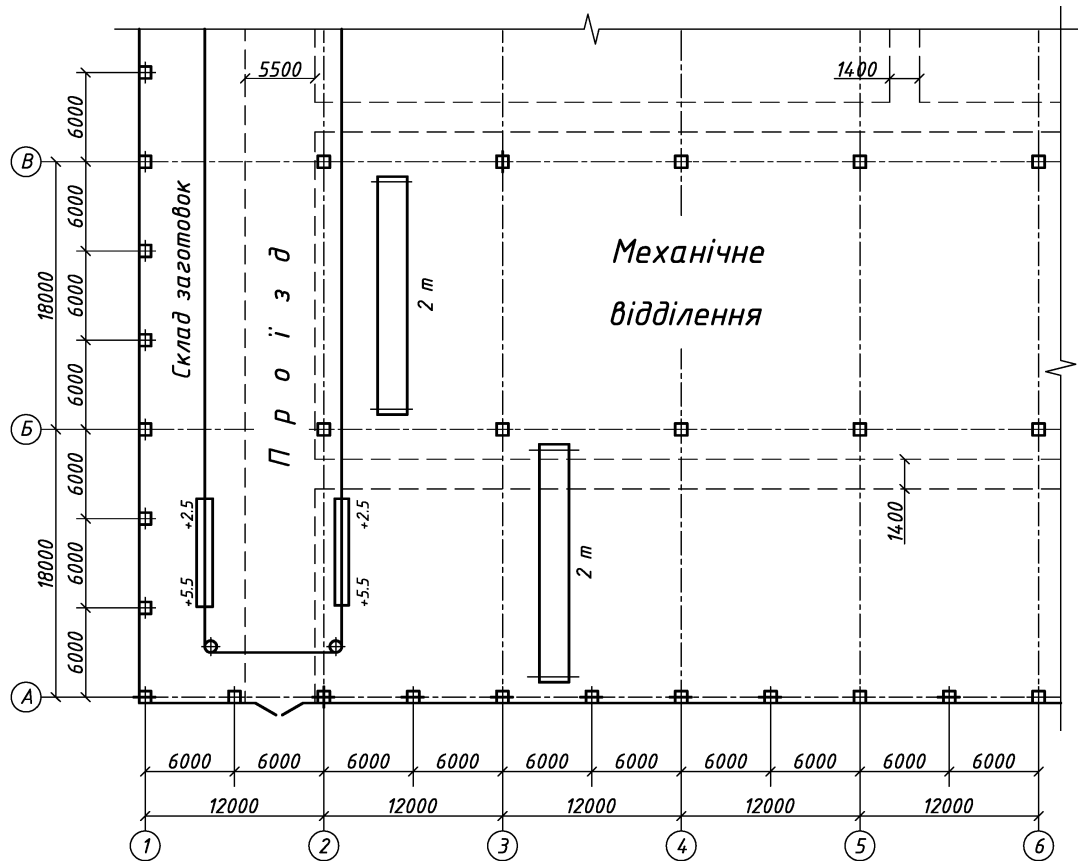


Рисунок В1 – Приклад оформлення фрагмента компоувального плану

## Додаток Г

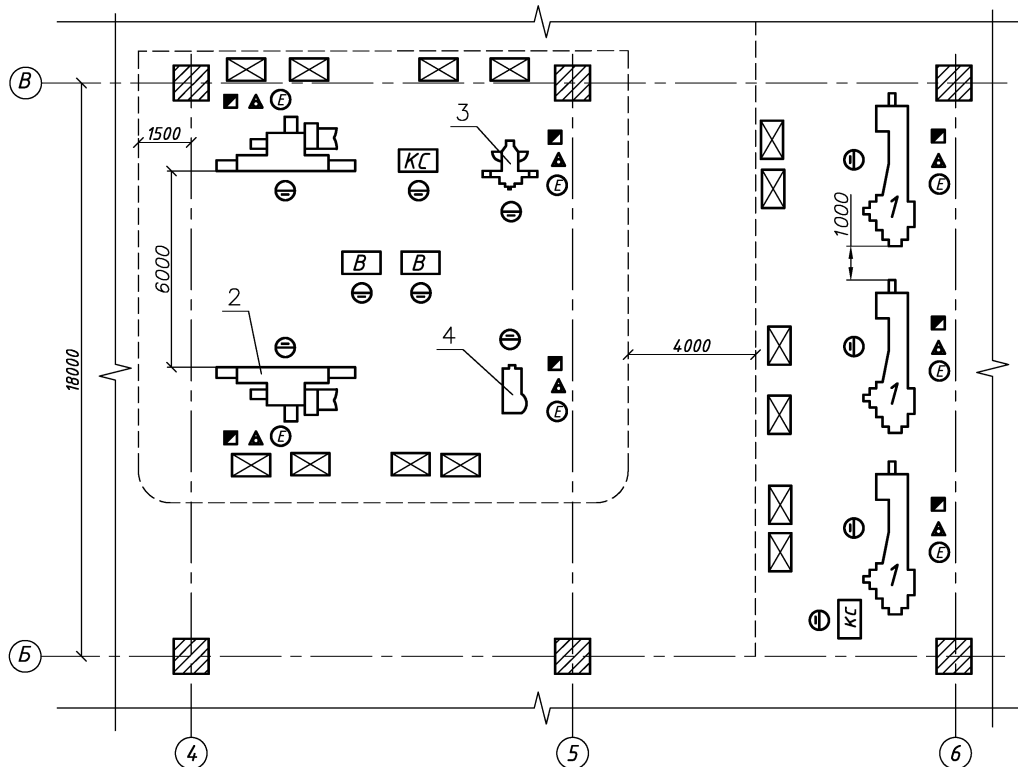


Рисунок Г1 – План розміщення обладнання

## Додаток Д

### Приклади оформлення поперечних розрізів

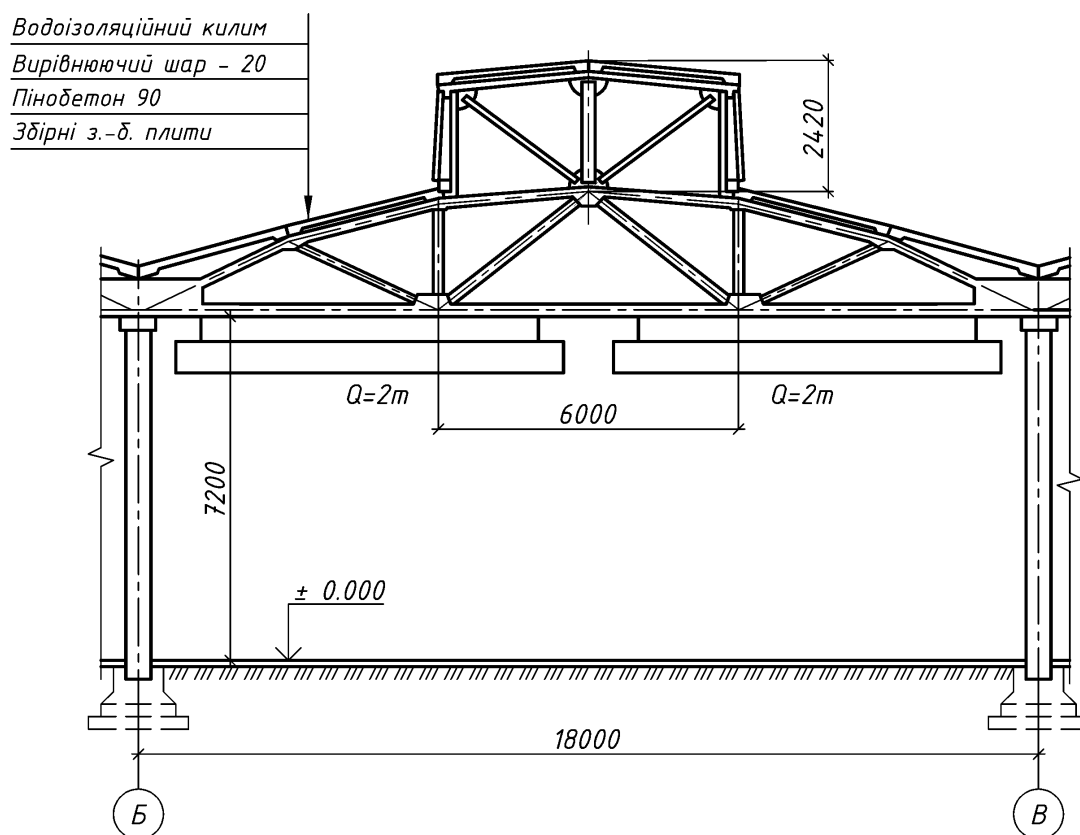


Рисунок Д1 – Поперечний розріз прольоту виробничої будівлі

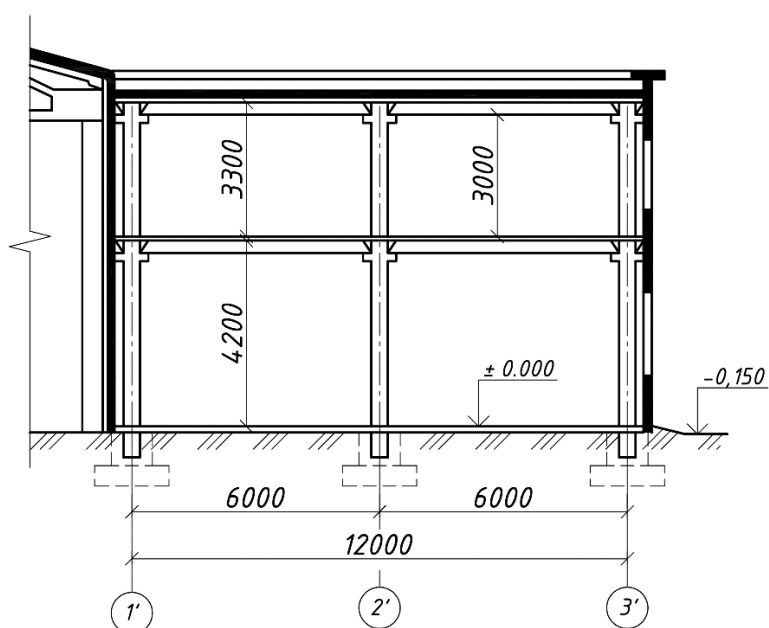


Рисунок Д2 – Поперечний розріз прибудови до виробничої будівлі