

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

МЕХАНОСКЛАДАЛЬНІ ДІЛЬНИЦІ ТА ЦЕХИ

методичні вказівки до практичних та самостійних занять студентів
всіх форм навчання напряму підготовки 6.050502 «Інженерна
механіка» та спеціальності 131 «Прикладна механіка»

Тернопіль
2016

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи для студентів усіх форм навчання розроблені з метою закріплення теоретичних знань студентів і формування практичних навичок з курсу «Механоскладальні ділянки та цехи». План практичних занять та послідовність виконання самостійної роботи складено в тематичній послідовності згідно з програмою курсу. Також наведено варіанти завдань, нормативно-довідкові та приклади оформлення графічної частини.

Методичні вказівки розроблено відповідно до навчального плану підготовки фахівців освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія».

Укладачі: к.т.н., доц. Капаціла Ю.Б.
к.т.н., доц. Комар Р.В.
к.т.н., доц. Дячун А.Є.

Рецензент: к.т.н., ст. викл. кафедри будівельної механіки
Конончук О.П.

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

Методичні вказівки розглянуті та схвалені на методичному семінарі кафедри технології машинобудування, протокол № 2 від 25 лютого 2016 р.

Методичні вказівки рекомендовано до друку методичною комісією механіко-технологічного факультету, протокол №6 від 29 лютого 2016 р.

З М І С Т

В С Т У П.....	4
1 Загальні відомості.....	5
2 Методичні вказівки з виконання окремих розділів проекту механоскладального цеху	6
2.1 Вивчення особливостей конструкції виробів, що виготовляються та умов виробництва у відповідності із заданою виробничою програмою	6
2.2 Визначення типу та організаційної форми виробництва	6
2.3 Визначення трудомісткості механічної обробки	7
2.4 Визначення загальної кількості обладнання механічного відділення та розподіл його за типами.....	7
2.5 Визначення кількісного складу працюючих в механічній дільниці за категоріями.....	10
2.6 Визначення трудомісткості складальних робіт.....	11
2.7 Визначення кількості робочих місць складального відділення	12
2.8 Визначення кількісного складу працюючих в складальному відділенні за категоріями.....	12
2.9 Визначення виробничої площі складальної дільниці.....	13
2.10 Проектування допоміжних відділень	13
2.10.1 Проектування заточувального відділення	13
2.10.2 Цехова ремонтна база (ЦРБ)	14
2.10.3. Відділення відведення та переробки стружки.....	14
2.10.4 Відділення та приготування та роздачі мастильно-охолоджувальних рідини (МОР), склад масел.....	15
2.10.5 Пункти відділу технічного контролю	15
2.10.6 Підсистема електропостачання, постачання стисненого повітря та забезпечення мікроклімату.....	16
2.10.7 Складські приміщення	16
2.10.8 Заготівельне відділення	18
2.11 Складання відомості площ цеху	18
2.12 Вибір типорозмірів транспортних засобів і розрахунок їх кількості	19
2.13 Вибір типу і конструкції будівлі.....	20
2.14 Загальне компонування механоскладального цеху	28
3 Використання системи автоматизованого проектування (САПР) при проектуванні дільниць і цехів механоскладального виробництва.....	29
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	31
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Інтенсивний розвиток технічних засобів викликав необхідність удосконалювання методики проектування та створення на її основі нових високоефективних підприємств. При цьому особливе значення надається реконструкції діючих виробництв при використанні сучасного устаткування й засобів керування всіма етапами виробничого процесу. Основою проекту дільниці, цеху в цілому є детально розроблена технологічна частина, що визначає головну роль інженера-технолога в процесі проектування механоскладальних виробництв. Вирішення питань всіх інших частин проекту (будівельної, енергетичної, санітарно-технічної та ін.) підлягає вимогам технологічного процесу, що і визначає зміст завдання для розробки цих частин проекту.

Коло завдань, що стоїть перед проектувальником, не обмежується лише вмінням проектувати технологічні процеси; він повинен вирішувати весь комплекс питань, пов'язаних з побудовою виробничого процесу: добре розбиратися в економіці, організації і управлінні виробництвом, у питаннях технічного, матеріального, інструментального й ремонтного обслуговування й ін. Завдання проектування дільниць і цехів досить об'ємні, складні та різноманітні, особливо якщо врахувати масштаби сучасного виробництва і рівень техніки. Це вимагає від проектувальника широкого кругозору і глибоких знань різних дисциплін.

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

Ці методичні вказівки призначені для практичних занять та самостійної роботи студентів всіх форм навчання освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» та спеціальності 131 «Прикладна механіка» галузі знань 13 «Механічна інженерія», а також можуть бути використані при курсовому і дипломному проектуванні.

1 Загальні відомості

Завдання для практичних занять в загальному випадку можна сформулювати таким чином: спроектувати механоскладальний цех, який забезпечує випуск заданого виробу, необхідної якості в заданій кількості при досягненні мінімально можливих приведених затрат на виготовлення і з урахуванням усіх вимог охорони праці.

Варіант завдання для практичних занять видає викладач (див. додаток А). Всі числові дані, приведені в завданнях, носять умовний характер і не є нормативними.

Звіт з роботи складається із розрахунково-пояснювальної записки, оформленої у відповідності із загальними вимогами до текстових документів і компоновального плану механоскладального цеху, виконаного в масштабі 1:100 або 1:200. До компоновального плану додається поперечний розріз прольоту і прибудови в масштабі 1:50 або 1:100.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна бути виконана в такій послідовності.

- 1 Вивчення особливостей конструкції виробів, що виготовляються та умов виробництва у відповідності із заданою виробничою програмою.
- 2 Визначення типу та організаційної форми виробництва.
- 3 Проектування механічного відділення або цеху.
 - 3.1 Визначення трудомісткості механічної обробки всіх деталей річного випуску заданого виробу.
 - 3.2 Розрахунок кількості металорізального обладнання механічного відділення, розподіл його за типами і розрахунок виробничої площі механічної ділянки або цеху.
 - 3.3 Визначення кількісного складу працюючих в механічному відділенні за категоріями (виробничих допоміжних працівників і т.п. і т.д.).
- 4 Проектування складального відділення або цеху.
 - 4.1 Визначення трудомісткості складальних робіт, обґрунтування виду та форми організації складального відділення.
 - 4.2 Визначення кількості робочих місць складального відділення.
 - 4.3 Визначення кількісного складу працюючих в складальному відділенні за категоріями.
 - 4.4 Визначення виробничої площі складального відділення.
- 5 Проектування допоміжних відділень механоскладального цеху.
- 6 Укрупнений розрахунок площі обслуговуючих приміщень.
- 7 Визначення загальної площі механоскладального цеху. Складання відомості площі цеху.
- 8 Вибір типорозмірів вантажопідйомних і транспортних засобів для цеху і розрахунок необхідної її кількості.
- 9 Вибір типу і конструкції будівлі (обґрунтування).
- 10 Загальне компоновання механоскладального цеху.

2 Методичні вказівки з виконання окремих розділів проекту механоскладального цеху

2.1 Вивчення особливостей конструкції виробів, що виготовляються та умов виробництва у відповідності із заданою виробничою програмою

У цьому розділі на основі вивчення літературних джерел необхідно навести загальну характеристику виробу, що підлягає виготовленню в цеху. При цьому потрібно відмітити ті характерні особливості, які можуть мати вплив на формування структури цеху, режими його роботи, організацію виробництва, склад цеху і технологічні процеси.

У результаті необхідно сформулювати висновки та основні задачі проектування.

2.2 Визначення типу та організаційної форми виробництва

Для визначення типу виробництва переважно використовують коефіцієнт закріплення операцій. При укрупненому проектуванні тип виробництва орієнтовно можна визначити в залежності від програми випуску і маси виробів, що виготовляються за даними, наведеними в таблиці 1.

Таблиця 1 – Орієнтовні дані для вибору типу виробництва

Тип виробництва	Річна програма випуску деталей		
	важких (> 100 кг)	середніх (10 – 100 кг)	легких (до 10 кг)
Одиничне	до 5	до 10	до 100
Дрібносерійне	5 - 100	10 - 200	100 - 500
Середньoserійне	100 - 300	200 - 300	500 - 5000
Крупносерійне	300 - 1000	500 - 5000	5000 - 50000
Масове	> 1000	> 5000	> 50000

Організаційну форму приймають у відповідності з типом виробництва. Встановлюється дві основні форми організації виробництва: групова і потокова.

Групова форма організації виробництва характеризується однорідністю конструктивно-технологічних ознак виробів, єдністю засобів технологічного оснащення однієї або декількох технологічних операцій і спеціалізацією робочих місць. Поточковий метод роботи являє собою прогресивну форму організації виробництва в машинобудуванні. Найбільш ефективні результати його застосування дає в масовому виробництві, однак він впроваджується й у серійне виробництво.

2.3 Визначення трудомісткості механічної обробки

Залежно від типу виробництва та інших чинників трудомісткість виготовлення виробу може бути визначена різними методами, серед яких виділяють три: емпіричний, експертний і технологічний розрахунковий.

В даному випадку, для визначення трудомісткості механічної обробки річного випуску всіх виробів необхідно показник трудомісткості, який приводиться в завданні (додаток А) помножити на річну програму випуску виробів.

2.4 Визначення загальної кількості обладнання механічного відділення та розподіл його за типами

Визначення загальної кількості обладнання механічного відділення укрупненим способом проводять за трудомісткістю механічної обробки річного випуску виробів:

$$C_{\text{заг}} = \frac{T_{\text{м}}}{F_{\text{д}} \cdot k_3}, \quad (1)$$

де $T_{\text{м}}$ – трудомісткість механічної обробки річного випуску всіх виробів програми у верстато-годинах;

$F_{\text{д}}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання в годинах (таблиця 2);

k_3 – середній коефіцієнт завантаження обладнання по цеху або ділянці (при двозмінній роботі приймають для масового і крупносерійного виробництва рівним 0,7; для серійного 0,8; для дрібносерійного й одиничного 0,85 [6]).

Таблиця 2 – Ефективний річний фонд часу, год.,
роботи обладнання механічних цехів

Обладнання	Режим роботи		
	I зміна	II зміни	III зміни
Металорізальні верстати масою, т			
до 10	2040	4060	6060
10-100	2000	3985	5945
Металорізальні верстати з ЧПК масою, т			
до 10	—	3890	5775
10-100	—	3810	5650
Агрегатні верстати	—	4015	5990
Автоматичні лінії	—	3725	5465

Розподіл обладнання за типами для різних галузей машинобудування проводять на основі приблизного складу обладнання згідно норм технологічного проектування [8]. Розподіл обладнання з достатньою для навчальних цілей точністю можна виконати за даними таблиць 3, 4.

Таблиця 3 – Приблизний склад обладнання по окремих механічних цехах автомобільних заводів в % від загальної кількості верстатів

Типи верстатів	Виробництво вантажних автомобілів вантажопідйомністю 2-2,5 т			Виробництво вантажних автомобілів вантажопідйомністю 4-2,5 т			Виробництво легкових малолітражних автомобілів		
	Цех двигунів	Цех шасі	Автоматний цех	Цех двигунів	Цех шасі і задніх мостів	Цех коробки передач	Цех двигунів	Цех шасі	Автоматний цех
Токарні	11	25	49	22	26	24	16	24	53
Розточувальні	4	1	1,5	3	0,4	0,3	3	2	0,3
Свердлильні	17	21	14	22	20	17	27	22	15
Агрегатні	7	10	4	9	13	3	10	5	2
Стругальні і довбальні	0,5	–	0,1	–	–	–	–	–	1
Протягувальні	2	3	1	3	3	2	2	2	1
Зубооброблювальні	14	9	–	5	13	24	4	16	–
Фрезерні	11	7	9	14	8	12	13	12	10
Шліфувальні і полірувальні	20	12,5	5	21	12	17	20	13	8
Різенарізні	0,1	1	2	0,2	3	0,6	0,6	1	9
Інші	13,4	10,5	14,4	0,8	1,6	0,1	4,4	3	0,7

Виробничу площу механічного цеху або дільниці укрупнено підраховують за нормативними показниками площі. Основним показником для визначення загальної площі дільниці (цеху) є питома площа, тобто площа, яка припадає на одиницю устаткування і залежить від габаритних розмірів обладнання і транспортних засобів, які використовуються.

Так, для легких верстатів механічного відділення питома площа складає 14-18 м², для середніх – 18-22 м², для крупних – 22-30 м², для особливо крупних – 30-100 м² за даними [6].

Результати розрахунків з визначення необхідної кількості обладнання і площ оформляють у вигляді таблиці 5.

Таблиця 4 – Приблизний склад обладнання механічних цехів верстатобудівних заводів в % від загальної кількості верстатів

Типи верстатів	Завод токарно-гвинторізнних, токарно - револьверних і агрегатних верстатів	Завод шліфувальних, різь, черв'ячно-і зубошліфувальних верстатів	Завод розточувальних верстатів	Завод фрезерних і зубооброблюючих верстатів	Завод свердлильних верстатів
Токарно-гвинторізні	19	12	16	12	18
Токарно-револьверні	4	7	3	5	5
Токарні автомати і напіваавтомати	—	1	—	1	1
Карусельні	2	1	1	1	2,5
Розточувальні	6	5	7	5,5	6
Кординатно-розточувальні	1,5	—	—	—	—
Свердлильні	10	6	5	11	5
Фрезерні	15	13	13	14	11
Стругальні і довбальні	5	4	8	2	4
Протяжні	1	0,5	1	1	1
Шліфувальні	12	22	13	13	12
Зубообробні	6	6	9	6	10
Спеціальні, агрегатні, автомати і напіваавтомати	15	20	22	25	23
Відрізнні	1	1	2	3	1,5
Інші	2,5	1,5	—	0.5	—

Таблиця 5 – Розподіл верстатів за типами та розрахунок необхідних площ

№ з/п	Назви верстатів	Процентне відношення до загальної кількості	Кількість верстатів	Питома площа на один верстат, м ²	Необхідна площа, м ²
	Всього				

2.5 Визначення кількісного складу працюючих в механічному цеху чи на дільниці за категоріями

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.

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 механічного відділення може бути виконаний за кількістю верстатів, прийнятих у проекті:

$$P_B = \frac{C_{\Pi} \cdot F_{\partial} \cdot k_3}{F_{\partial p} \cdot k_6}, \quad (2)$$

де C_{Π} – кількість прийнятих у проекті верстатів;

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

$F_{\partial p}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників, приймається рівним: для виробництв з 41-годинним робочим тижнем – 2070 год., для виробництв з 36-годинним робочим тижнем – 1830 год. [6];

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання, при двозмінній роботі приймається: для одиничного і дрібносерійного виробництва – 0,85; для серійного – 0,80; для крупносерійного і масового виробництва – 0,7 [6];

k_6 – коефіцієнт багатостанкового обслуговування приймається рівним: в одиничному і дрібносерійному виробництві – 1,1-1,2; в серійному 1,3-1,5; в крупносерійному – 1,5-1,8; в масовому 1,8-2,2 [6]).

Кількість робітників слюсарів визначають в процентному відношенні до кількості робітників-верстатників. Кількість молодшого обслуговуючого персоналу (МОП), інженерно-технічних працівників (ІТП) і лічильно-конторського персоналу (ЛКП) визначають у відсотках від загальної кількості робітників дільниці. Одержані дані необхідно занести в таблицю 6.

Таблиця 6 – Відомість складу працюючих механічної дільниці або цеху

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Процентне відношення	Кількість
1 Виробничі робітники а) верстатники б) слюсарі	за формулою 2 у відсотках від кількості верстатників	1-3 % в крупносерійному і масовому виробництві, 3-55 % в одиничному і дрібносерійному	
Всього			
2 Допоміжні робітники	у відсотках від кількості виробничих робітників	18-25 % в дрібно- серійному і одиничному виробництві, 35-50 % в крупносерійному і масовому	
3 Молодший обслуговуючий персонал (МОП)	у відсотках від загальної кількості робітників	2-3 %	
4 Інженерно-технічні працівники (ІТП)	те ж	10-13 %	
5 Лічильно-конторський персонал (ЛКП)	те ж	4-5 %	
Всього працюючих			

2.6 Визначення трудомісткості складальних робіт

Трудомісткість складальних робіт може бути визначена такими методами:

- за даними технологічного процесу (детальне проектування);
- за скоригованими даними заводів, які випускають аналогічні вироби (для одиничного, дрібно-і середньосерійного виробництва);
- за укрупненими показниками.

В даному випадку трудомісткість складальних робіт на річну програму випуску виробів 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[6]:

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

2.7 Визначення кількості робочих місць складального відділення

Для виконання складальних робіт у цеху повинні бути розміщені та відповідно оснащені робочі місця складання. При укрупненому проектуванні кількість робочих місць складального відділення визначають за формулою:

$$M_{СК} = \frac{T_{СК}}{F_{\partial} \cdot K_1 \cdot k_3}, \quad (3)$$

де $T_{СК}$ – трудомісткість складання в людино-годинах;

F_{∂} – дійсний річний фонд часу робочого місця в год.;

K_1 – середня щільність роботи, $K_1 = 1,2-1,8$ [6];

k_3 – середній коефіцієнт завантаження рівний 0,75-0,85 [6].

Дійсний річний фонд часу робочого місця може бути визначений за даними таблиці 7 або рекомендаціями [6], [8].

Таблиця 7 – Ефективний річний фонд часу, год., роботи устаткування складальних дільниць і цехів

Обладнання	Режим роботи		
	одно- змінний	дво- змінний	три- змінний
Робоче місце складальника	2070	4140	6210
Робоче місце складальника з механізованими пристроями	2050	4080	6085
Складальне автоматичне та напівавтоматичне обладнання	2000	3975	5930
Автоматичні складальні лінії	–	3725	6465

2.8 Визначення кількісного складу працюючих в складальному відділенні за категоріями

Необхідну кількість виробничих робітників складального відділення визначають за формулою:

$$P_{СК} = \frac{T_{СК}}{F_{\partial p}}, \quad (4)$$

де $T_{СК}$ – трудомісткість складальних робіт;

$F_{\partial p}$ – дійсний річний фонд часу роботи робітників у годинах.

Кількість допоміжних робітників в складальних цехах і дільницях масового і крупносерійного виробництва складає 30-40 % від кількості виробничих робітників, одиничного і дрібносерійного – 15-20 % [6].

Кількість МОП, ЛКП та ІТП визначають в процентному відношенні від загальної кількості робітників дільниці або цеху. Величини їх такі ж, як і для механічного відділення. Результати розрахунків необхідно звести у відомість працюючих на складальній дільниці (аналогічно до табл. 6).

2.9 Визначення виробничої площі складальної ділянки

При укрупненому проектуванні площу складальної ділянки (цеху) визначають за питомою площею, тобто площею, яка припадає на одного виробничого робітника найбільшої (за кількістю робітників) зміни. Питома площа в середньому дорівнює $18-25 \text{ м}^2$ [7].

2.10 Проектування допоміжних відділень

2.10.1 Проектування заточувального відділення

Відділення призначено для централізованого заточування, переточування та доведення різального інструменту. Заточувальне відділення організовують при кількості обладнання в механічному цеху 150-300, при меншій кількості обладнання відновлення різального інструменту проводиться в інструментального цеху. У заточувальному відділенні встановлюють універсальні та спеціальні заточувальні верстати. Точний розрахунок кількості заточувальних верстатів виконують аналогічно металорізальним верстатам, з огляду на витрату часу і цей метод використовують лише для великих механоскладальних цехів. При укрупнених розрахунках кількість заточувальних верстатів загального призначення приймають рівною в потоковому виробництві 3-5 % [6], в непотоковому – 3-4 % від кількості металорізального обладнання, яке обслуговується заточувальним відділенням. Менший відсоток заточувальних верстатів приймають при кількості верстатів, які обслуговуються відділенням до 200, більший – при кількості верстатів більше 500.

Від загальної кількості верстатів, які обслуговуються відділенням необхідно попередньо відняти кількість шліфувальних та полірувальних верстатів, а також верстатів, які обслуговуються спеціальним заточувальним обладнанням.

Крім універсально-заточувальних верстатів в відділенні необхідно мати спеціальні верстати, які застосовуються для заточування черв'ячних фрез, різцевих головок, протяжок і т.п.

Крім основних верстатів, у заточувальних відділеннях встановлюють допоміжне обладнання в кількості приблизно 20 % від кількості основних верстатів цього відділення. У склад допоміжного обладнання входять настільне точило, ручний прес тощо.

Площу заточувального відділення визначають за питомою площею на один верстат, яку можна визначити в розрахунку $12-14 \text{ м}^2$ при крупних výroбах, $10-12 \text{ м}^2$ при середніх výroбах і $8-12 \text{ м}^2$ при дрібних výroбах, що виготовляються в цеху. Крім того, передбачають ще 20 м^2 для вентиляційної камери.

Заточувальне відділення слід розташовувати у виробничій будівлі поряд з інструментально-роздавальними коморами різального інструменту.

2.10.2 Цехова ремонтна база (ЦРБ)

Ремонтні бази 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. До обладнання, яке ремонтується у цьому відділенні, належать основні та допоміжні верстати, складальні стенди, транспортні засоби та інше обладнання, яке підпорядковане цеху.

Кількість верстатів ЦРБ приймають рівною 2,5-5 % від кількості верстатів, які обслуговуються ЦРБ, [6].

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.

Відділення для ремонту електрообладнання та електронних систем служить для періодичного огляду і ремонту електродвигунів, засобів електроавтоматики, систем керування обладнання тощо. Його площу приймають в межах 35-40 % від площі ЦРБ.

2.10.3 Відділення відведення та переробки стружки

У результаті механічної обробки у цеху утворюється значна кількість стружки. 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 за даними таблиці 8 або рекомендацій [6].

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

Кількість 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

При виборі способів видалення та переробки стружки визначають її кількість, яка при укрупнених розрахунках приймається рівною 10-15 % маси готових деталей. Рекомендації щодо вибору технічного рішення з організації збору та транспортування стружки наведені в [6].

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

2.10.4 Відділення та приготування та роздачі мастильно-охолоджувальних рідини (МОР), склад масел

Для постачання верстатів мастильно-охолоджуючими рідинами в цеху необхідно передбачити відділення для приготування та роздавання МОР. Його площа призначається в залежності від кількості виробничого обладнання (таблиця 9).

Також в проекті механоскладального цеху передбачають склади масел. Площу складу масел приймають рівною 10-20 м² [6].

Таблиця 9 – Нормативні дані для визначення площі відділення для приготування та роздачі МОР

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

Враховуючи пожежну небезпеку, відділення для приготування та роздавання МОР розташовують біля зовнішньої стіни з окремим виходом назовні.

2.10.5 Пункти відділу технічного контролю

Контрольне відділення та пункти контролю являють собою частку контрольного відділу підприємства, йому підпорядковані, але розташовані на площі цеху поруч з технологічною ділянкою по ходу технологічного процесу. У залежності від організації робіт, виду та характеру контрольних операцій, контроль може здійснюватися на робочому місці, на верстаті або біля нього, на контрольних пунктах і у контрольному відділенні цеху. Найбільш точно площу для контрольних відділень і пунктів можна визначити шляхом планування всіх робочих місць контролерів, обладнання та інвентарю. Детальний розрахунок необхідної кількості робітників контролю, який необхідно виконувати на підставі технологічних карт контролю, потребує значного часу і тому його застосовують дуже рідко. Найчастіше розрахунок ведеться укрупнено, за практично встановленим відсотковим відношенням кількості контролерів до кількості робочих-верстатників, причому відсоток приймається в залежності від виду виробництва та обсягу контрольних робіт.

Кількість контролерів ВТК приймається в серійному виробництві 5-7 %, в крупносерійному 8-10 % від кількості виробничих робітників механічного відділення. Контрольні відділення в потоковому виробництві розташовують в кінці потокових ліній, а в непотоковому виробництві їх розташовують на шляху

руху деталей в складальне відділення.

Площу контрольних відділень визначають з розрахунку 5-6 м² на одного контролера.

У механоскладальних цехах створюють також контрольно-перевірювальні пункти (КПП), які призначені для періодичної перевірки контрольних засобів та технічного нагляду за їх правильною експлуатацією, виявлення причин браку деталей та вибіркового інспекційного контролю деталей. Площу КПП визначають із розрахунку 0,1-0,2 м² на один верстат механічного відділення, але не менше 25 м² на один пункт.

2.10.6 Підсистема електропостачання, постачання стисненого повітря та забезпечення мікроклімату

Функціонування будь-якого сучасного підприємства неможливе без забезпечення його електроенергією. Тому в цехах передбачають по одній трансформаторній підстанції на кожні 5000 м² виробничої площі, які розташовують на відстані 75-100 м одна від одної. Площа приміщень підстанцій становить 50 м².

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

$$F_K = (0,006-0,008) F_B, \quad (5)$$

де F_B – виробнича площа цеху, м².

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

$$F_{ВЕНТ} = (0,005-0,0075) F_B. \quad (6)$$

2.10.7 Складські приміщення

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

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:

$$F_{C3} = \frac{M_{\Sigma} \cdot t}{260 \cdot q \cdot k_B}, \quad (7)$$

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

t – середня кількість робочих днів, на протязі яких матеріал і заготовки зберігаються на складі до поступлення їх на обробку (норми робочого зберігання заготовок наведені в таблиці 10);

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

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

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

Таблиця 10 – Норми зберігання заготовок в робочих днях

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

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

Місцем нагромадження і зберігання повністю оброблених деталей, які очікують надходження на складання є міжопераційний склад.

Крім того, сюди надходять деталі, необхідні для комплектування складання вузла: підшипники, прокладки, електрообладнання й т.п.

Міжопераційні склади влаштовують лише в непотоковому виробництві.

Необхідну площу для міжопераційного складу визначають за формулою:

$$F_{np} = \frac{M \cdot t}{260 \cdot q \cdot k'_B}, \quad (8)$$

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

t – кількість робочих днів запасу, приймається згідно таблиці 11;

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

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

Таблиця 11 – Кількість робочих днів запасу

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

2.10.8 Заготівельне відділення

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

При розробці плану розташування обладнання заготівельного відділення треба мати на увазі, що виконуючи заготівельні операції, мають справу з довгим матеріалом і біля верстатів повинно бути достатньо місця для його розташування та розташування заготовок. Питома площа, що припадає на один верстат у відділенні, найчастіше становить 25-30 м². Заготівельне відділення, якщо немає централізованого загальнозаводського цеху, розташовується суміжно зі складом матеріалів і заготовок.

Для механоскладальних цехів з невеликою кількістю автоматів і револьверних верстатів в заготівельному відділенні встановлюють від 4 до 10 верстатів.

2.11 Складання відомості площ цеху

За результатами розрахунку площ всіх відділень цеху складають відомість площ цеху за формою (таблиця 12).

Таблиця 12– Відомість площ механоскладального цеху

№ з/п	Назва відділення	Площа, м ²
1	Механічне	
2	Складальне	
3	Заготівельне	
4	Склад заготовок	
5	Контрольне	
6	Заточувальне	
7	ЦРБ	
8	Приготування МОР, склад масел	
9	Відведення та переробки стружки	
10	Інші допоміжні відділення (вказати конкретно)	
	Всього	
	Магістральні проїзди (12-15 % від площі всіх відділень цеху)	
	Всього площа цеху	
	Обслуговуючі приміщення (25-30 % площі цеху)	

2.12 Вибір типорозмірів транспортних засобів і розрахунок їх кількості

Піднімально-транспортні та завантажувально-розвантажувальні роботи є важливими і трудомісткими елементами виробничого процесів, від методів організації і оснащення яких в значній мірі залежить загальний рівень продуктивності праці на підприємстві, обсяг збитків виробництва і умови праці робітників.

Цеховий транспорт призначений для передачі деталі або партії деталей з одного робочого місця на інше, контрольну ділянку або склад.

Відрізняють такі види цехового транспорту:

- безрейковий або підлогово-візковий транспорт, що являє собою різного роду ручні та електричні візки, електроштабелери, електровізки з підйомниками, а також машини з двигунами внутрішнього згорання, які призначені для роботи на прицевих відкритих ділянках;

- підвісні конвеєри, які можуть бути вантажонесучими, вантажотягнучими та штовхаючими;

- кранове обладнання (талі ручні та електричні, електротельфери на монорейках, мостові крани);

- підлогові конвеєри і транспортери (скати, рольганги з приводом та без нього, конвеєри стрічкові, пластинчасті, ланцюгові, крокуючі та інші).

Вибір виду цехового транспорту залежить від характеру продукції, яка виготовляється, її маси та розмірів, виду транспортної тари, типу виробництва і форми організації роботи, кількості вантажу, призначення транспорту, типу та розмірів будівель, які обслуговуються цим транспортним засобом.

У кожному окремому випадку, з огляду на відмічені фактори і враховуючи умови виробництва, необхідно вибрати такий вид транспорту, який раціонально та економічно обслуговував би виробничий процес. Для цього потрібно підрахувати витрати часу на переміщення відповідного вантажу, встановити відповідність цього часу темпу виробничого процесу, визначити витрати на запропонований вид транспорту та з'ясувати, в якій мірі вони вплинуть на собівартість продукції, розглянути декілька варіантів при необхідності та можливості та вибрати кращий.

Вибір типорозмірів вантажопідйомних і транспортних засобів і розрахунок необхідної їх кількості можна виконати згідно рекомендацій [8].

При здійсненні перевезень напівфабрикати та вироби повинні надходити на цехові склади укладеними в уніфіковану тару, що виключає їх переукладання, перерахунок та сортування.

Розвантаження і розкладання вантажів, які надходять в уніфікованій тарі, здійснюється на цехових складських майданчиках вилковими електронавантажувачами або штабелерами, однобалковими підвісними кран-балками або консольними кранами.

Для внутрішньоцехових та міжопераційних переміщень вантажів в механоскладальних цехах використовуються електро- і автовізки, електронавантажувачі, транспортери, конвеєри.

Кількість транспортних і вантажопідйомних засобів, необхідних для своєчасного забезпечення ділянок або відділень цеху сировиною, матеріалами, заготовками, деталями, напівфабрикатами, вузлами, можна визначити шляхом детальних розрахунків на основі розрахунку маси та кількості вантажів, які переміщуються, або за даними, отриманими дослідним шляхом, або на основі досвіду роботи подібних виробництв.

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

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

де Q – річний вантажообіг, т;

k_n – коефіцієнт нерівномірності виконання рейсів, $k_n = 1,25$ [6];

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

k_{en} – коефіцієнт використання вантажопідйомності, $k_{en} = 0,8$ [6];

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

Q_e – вантажопідйомність одного транспортного засобу.

Загальний час пробігу транспортного засобу:

$$T_{np} = T_n + T_z + T_p + T_e; \quad (10)$$

де T_n – час пробігу транспортного засобу в обидва кінці, хв.;

T_z – час на завантаження, хв.;

T_p – час на розвантаження, хв.;

T_e – час випадкових затримок (приблизно 10 % на кожен рейс), хв.

Кількість мостових кранів можна визначити за формулою [6]:

$$K = \frac{N \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{зм}}, \quad (11)$$

де N – кількість деталей, що підлягають транспортуванню за зміну;

i – середня кількість транспортних операцій на одну деталь;

$T_{кр}$ – загальний час пробігу крана, хв.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, хв.;

m – кількість деталей, що переміщуються одночасно.

Загальний час пробігу крана визначається аналогічно пробігу транспортного засобу за формулою (10).

Кількість піднімальних кранів для складальних робіт може визначатися на основі графіків 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.

2.13 Вибір типу і конструкції будівлі

При проектуванні нового цеху велике значення має вибір типу виробничої будівлі, його компоновки, розмірів в плані. Сучасна практика показує, що виробництва з однотипними, а іноді й різними технологічними

процесами доцільно блокувати в одній будівлі. Звичайно, таке об'єднання не повинне суперечити санітарно-гігієнічним вимогам, пожежо- та вибухобезпеки.

Сучасні методи типізації ґрунтуються на застосуванні єдиної модульної системи і наскрізної уніфікації всіх будівельних параметрів будівель і споруд. Розробки комплексних типових проектів, типових проектних вирішень, креслень типових конструкцій і виробів, типових монтажних та архітектурних деталей дають змогу в більшості випадків при виконанні конкретних проектів обмежуватись складанням монтажних схем з посиланнями на відповідні робочі креслення типових конструкцій, виробів і деталей.

Для кожної галузі промисловості визначено на цій основі оптимальні розміри блоків, з яких можна компонувати виробничі будівлі потрібних розмірів. Так, для підприємств машинобудування рекомендовано такі типи уніфікованих типових секцій (УТС) (рис. 1). Типові УТС характеризуються розмірами в плані 144×72 і 72×72 м з сіткою колон 24×12 і 18×12 м. Висота прольотів безкранових і з підвісним транспортом вантажопідйомністю до 5 т включно – 6 і 7,2 м. Висота прольотів з мостовими кранами вантажопідйомністю до 30 т включно – 10,8 і 12,6 м. Прийнято також і додаткові секції. УТС багатоповерхових будівель розроблено для будівель у 2, 3, 4, 5 поверхів, для них слід приймати сітку колон 6×6 і 6×9 м. Висота поверху повинна бути кратною 1,2 м, залежно від технологічних умов та габаритів устаткування вибирають 3,6; 4,8; 6,0 м.

Одним з важливих питань під час проектування виробничих будівель є організація людських і вантажних потоків та шляхів евакуації людей з будівлі.

Проектуючи виробничі будівлі, поряд з технологічними факторами необхідно враховувати низку фізико-технічних питань: будівельної теплотехніки, вентиляції, в тому числі аерації; освітленості, боротьби проти надмірної інсоляції; боротьби з сніговими заметами; ізоляції від агресивних впливів; боротьби з виробничими шумами та вібрацією.

Для цехів механоскладального виробництва застосовують переважно одноповерхові будівлі зі світло аераційними ліхтарями й без них, кранові і безкранові будівлі з використанням колісного і підвісного транспорту. За формою в плані споруди проектують прямокутними, хоча в окремих випадках застосовують Г – , П – або Ш – подібні конструкції.

Одноповерхові будови складають у загальному об'ємі промислового будівництва біля 85 %, причому кранові – 20-25 % і безкранові – 60-65 %. Такі будівлі, як правило, економічніші багатоповерхових. Одноповерхові будівлі мають переваги стосовно розміщення обладнання у зв'язку з наявністю більшої площі, необмеженої частим розміщенням колон із широкими можливостями використання всіх видів горизонтального транспорту. Тому для підприємств машинобудування використовуються переважно одноповерхові будівлі.

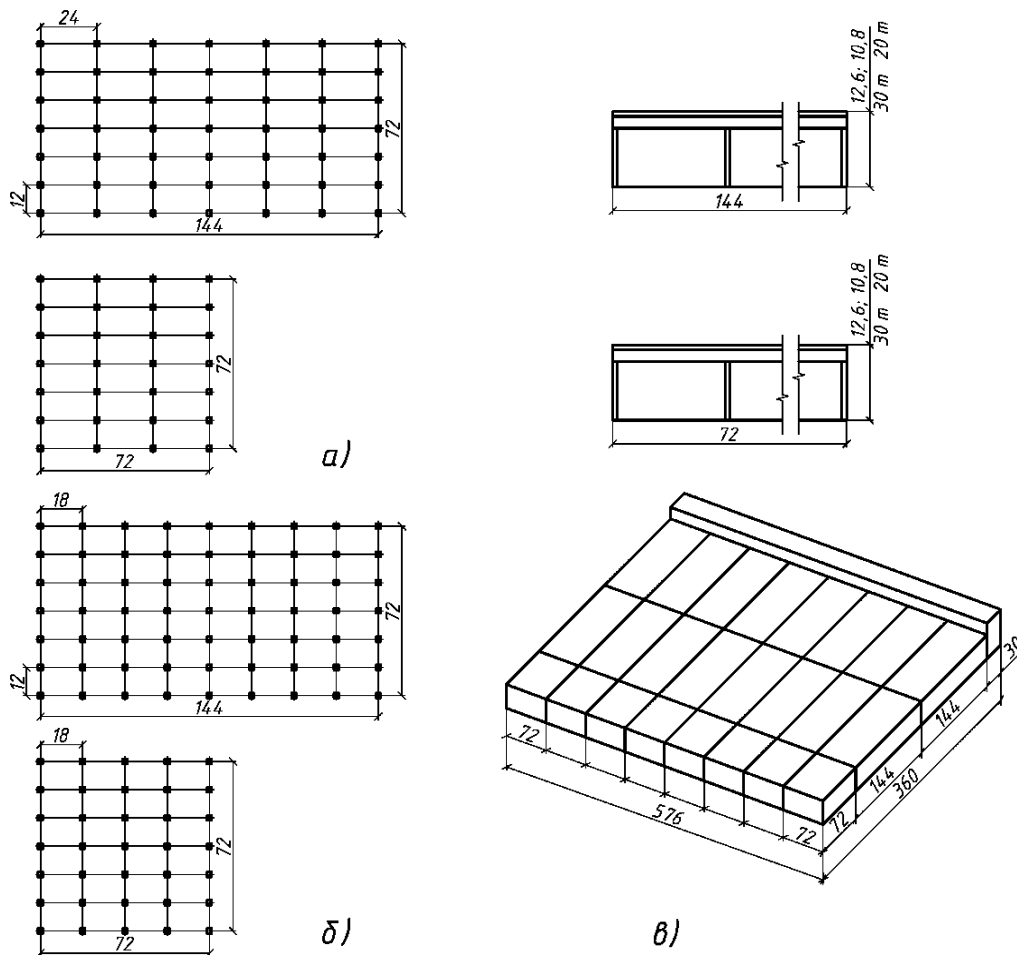


Рисунок 1 – Приклади габаритних схем уніфікованих типових секцій
одноповерхових виробничих будівель:

а – при сітці колон 24×12 м; *б* – те саме 18×12 м; *в* – варіанти компонування будівель з типових секцій блоків

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 розміщують лише всередині будівлі, зовнішні стіни виконують несучими, що виконують одночасно також функції огорожуючих конструкцій.

Основними конструктивними елементами сучасної одноповерхової промислової будівлі є (рис. 2): колони, які передають навантаження на фундаменти; конструкції перекриття, що складаються з несучої частини (балки, ферми, арки) і захисної (плити та елементи покриття); підкранові балки, що встановлюються на консолях колон; ліхтарі, що забезпечують потрібний рівень освітленості та повітрообмін у цеху; вертикальні захисні конструкції (стіни, перегородки, конструкції закління), причому конструкції стін спираються на спеціальні фундаментні і обв'язувальні балки; двері та ворота для руху людей і транспорту; вікна, які забезпечують необхідний світловий режим у цеху.

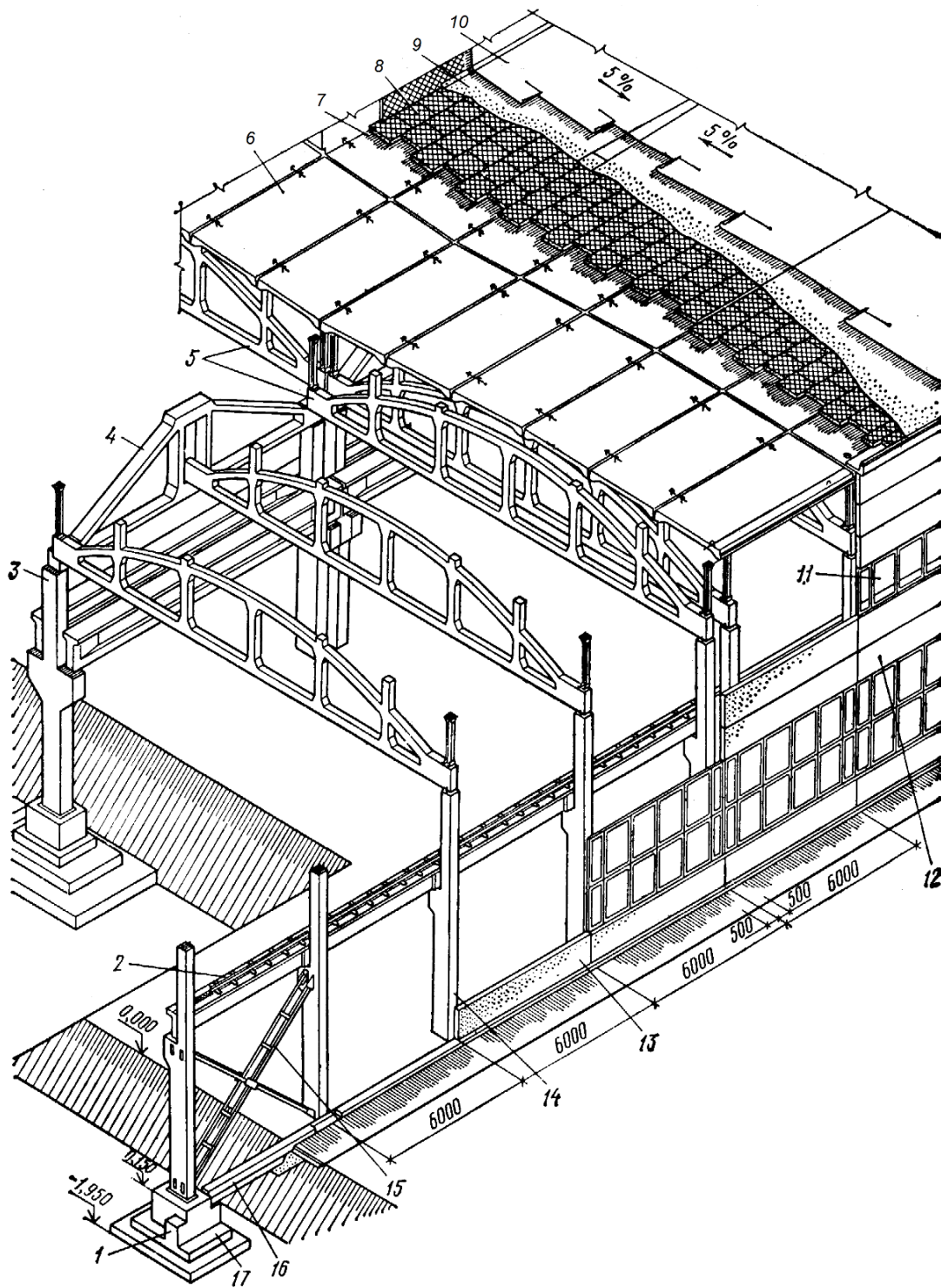


Рисунок 2 – Конструктивне вирішення одноповерхової багатопрольотної промислової будівлі:

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

Фундаменти будівель за способом їх зведення бувають монолітними і збірними. Основні розміри фундаментів приймають в залежності від навантажень і ґрунтових умов згідно рекомендацій [6].

На фундаменти опираються колони і фундаментні балки. Обріз фундаменту розташовується на рівні планувальної відмітки землі; остання приймається на 0,15 м нижче рівня чистої підлоги. За наявності підвалів фундаменти заглиблюють не менше ніж на 0,5 м нижче підлоги підвалу.

Основними будівельними параметрами будівлі в плані є: ширина прольоту L – відстань між повздовжніми осями й крок колон t – відстань між поперечними осями. Співвідношення ширини прольоту і кроку утворює сітку колон, і позначається $L \times t$ (рисунок 3). Основним параметром будівлі у перерізі є висота прольоту H (відстань від підлоги до низу несучих конструкцій покриття).

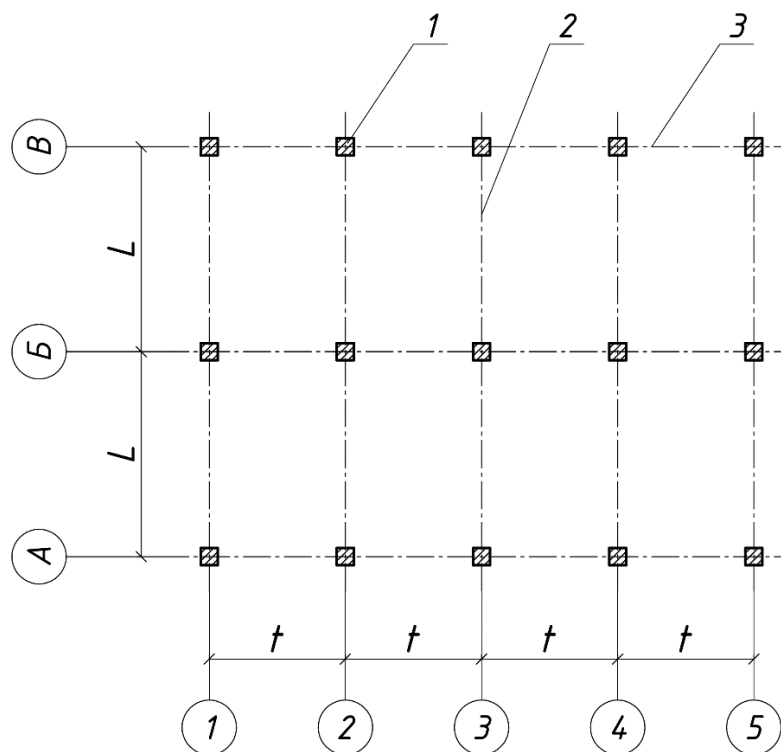


Рисунок 3 – Сітка колон

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

Висоту прольоту визначають за схемою, наведеною на рисунку 4, виходячи із максимальної висоти h_1 обладнання, мінімальної відстані h_2 між обладнанням та вантажем, а також висоти транспортованих вантажів h_3 , крана h_4 визначають висоту H_1 головки підкранової рейки: $H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4$.

Висоту h_1 приймають з урахуванням крайніх положень верстату по вертикалі, але не менше 2,3 м. Відстань h_2 приймають не менше 400 мм. Далі за даними таблиці 13 за висотою H_1 визначають мінімальну висоту H прольоту.

Сітку колон (ширину L прольоту та крок t колон) і висоту H прольоту

(відстань від підлоги до нижньої частини несучої конструкції будівлі) вибирають з уніфікованого ряду вказаних величин, наведених у таблиці 13.

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

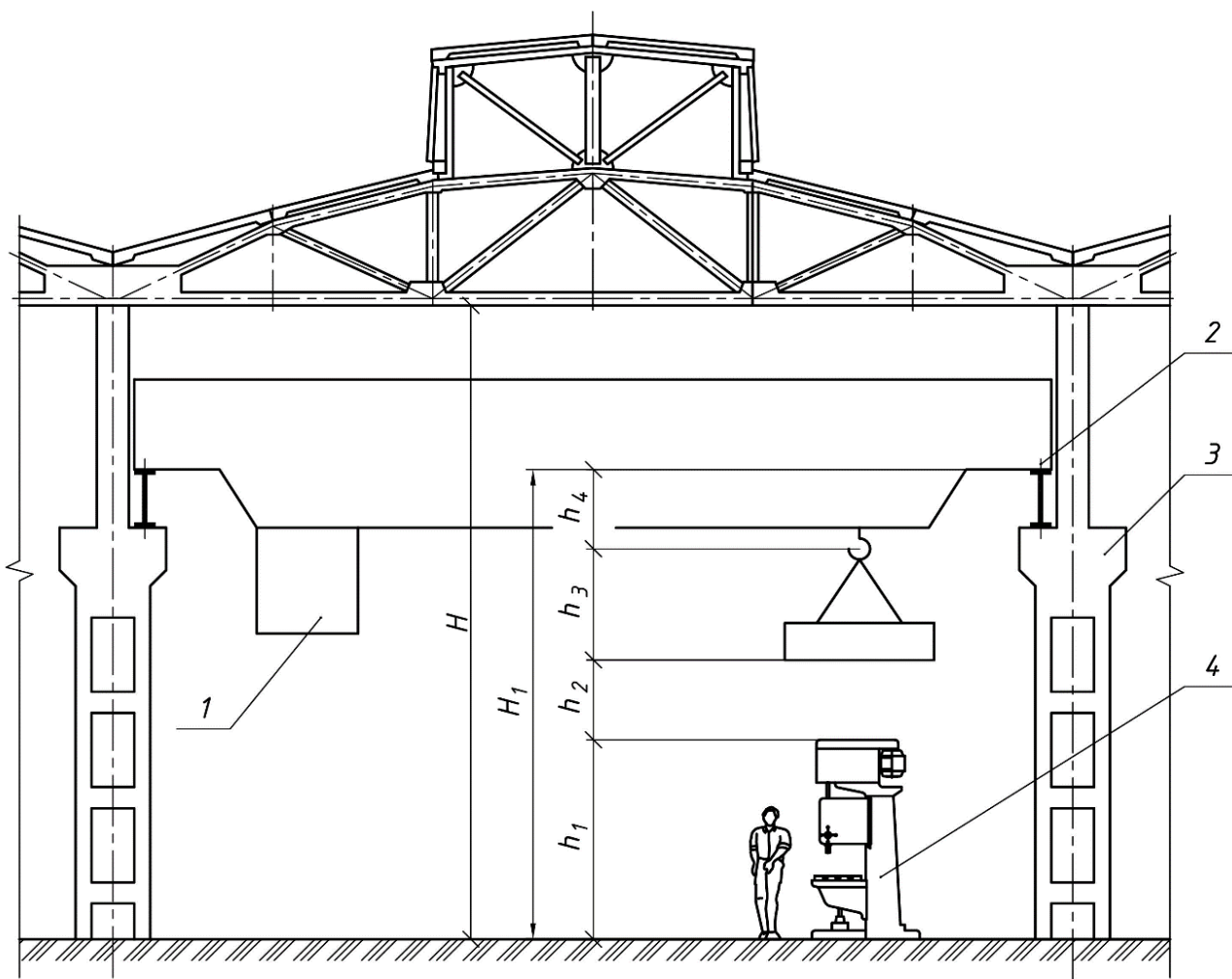


Рисунок 4 – Розрахункова схема до визначення висоти прольоту:

1 – кран, 2 – підкранова рейка; 3 – колона; 4 – обладнання

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

Таблиця 13 – Розміри уніфікованих прольотів і вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів

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

Примітка. Напівжирним шрифтом виділені найбільш вживані значення.

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

При виготовленні дрібних деталей і вузлів прольоти можуть обслуговуватись лише наземним транспортом. При використанні кран-балок вантажопідйомністю до 3,2 т їх розміщують в один або два ряди по ширині прольоту, при вантажопідйомності більше 3,2 т в один ряд.

У безкранових прольотах можуть розташовуватись механічні цехи для обробки середніх і дрібних деталей, цехи термічні, фарбувальні і металопокриття, складальні цехи і відділення, випробувальні станції, склади. Кранові прольоти, обладнані мостовими кранами до 30 т, використовують для розміщення механічних відділень для обробки крупних деталей, штампо-механічних і ремонтно-механічних цехів, відділень складання важких виробів механоскладальних цехів, термічних цехів і складів із залізничним виходом. Прольоти з мостовими кранами вантажопідйомністю більше 30 т застосовують у будівлях заводів важкого машинобудування.

Подальшим розвитком типізації та уніфікації елементів будівель є створення УТС для використання при будівництві заводів ряду галузей промисловості. Уніфікована типова секція являє собою об'ємну частину

будівлі, що складається з одного або кількох однакових прольотів постійної висоти. Оптимальні розміри секцій і їх площі вибрані на основі аналізу проекту виробничих будівель, що раніше використовувались.

Так, довжина секції (розмір уздовж прольоту) виробничого приміщення для підприємств машинобудування не перевищує 72 м, тобто прийнятої граничної відстані між поперечними температурними швами. Максимальна ширина секції (розмір поперек прольоту) прийнята 144 м, що також відповідає граничній віддалі між повздовжніми температурними швами. Таким чином, кожна секція являє собою температурний блок (відсік). Висота прольотів секцій приймається в залежності від виду транспортного обладнання. Передбачені кранові і безкранові секції. Конструктивні рішення УТС передбачають максимальне застосування залізобетонних конструкцій заводського виготовлення за затвердженою номенклатурою.

Основні секції 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, щоби можна було раціонально розмістити кратне число рядів обладнання – звичайно від двох до чотирьох, залежно від габаритних розмірів та варіантів розміщення.

Довжину верстатних дільниць і ліній з міркувань пожежної безпеки приймають не менше 35-50 м, а між ними при необхідності передбачають магістральні проїзди шириною 4,5-5,5 м.

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 і 4. Висота поверхів приймається рівною 3,6; 4,2; 6 м [4].

При проектуванні будівель з УТС використовуються особлива методика оформлення і комплектацій робочих креслень будівельної частини. Керівні матеріали для використання УТС мають у своєму складі каталоги уніфікованих елементів будівель, робочі креслення УТС і вказівки по їх використанню.

Робочі креслення УТС складаються із двох частин. Перша містить креслення архітектурно-будівельної частини і монтажних схем конструкцій типових секцій, виконаних у вигляді креслень заготовок, у масштабі 1:800. З них компонується план, перерізи, монтажні схеми колон, несучі конструкції покриттів, підкранових балок, панелей перекриття, стінних панелей та інших елементів проєктованих будівель шляхом площинного макетування. Ця частина робочих креслень УТС є вихідним матеріалом для проєктувальників і після відповідного доопрацювання стосовно до конкретних умов включається в комплект робочих креслень для будівництва проєктованої будівлі. Друга частина робочих креслень УТС являє собою готові креслення, які вже безпосередньо, без будь-якого доопрацювання, направляються на будівельний майданчик. До них відносяться типові деталі стін і покриттів, монтажні вузли каркасів, креслення несучих і огорожуючих конструкцій (колони, балки, ферми покриттів, підкранові балки).

Однією із важливих переваг застосування УТС є зменшення кількості

проектних матеріалів на всіх стадіях проектування. Частка готових архітектурно-будівельних креслень (включаючи креслення типових конструкцій і деталей), що використовується при компоновці проектів із типових операцій, доходить приблизно до 75 % від загальної кількості необхідних у даному будівництві робочих креслень. У результаті використання УТС значно підвищується продуктивність праці проектувальників, скорочуються терміни виготовлення технічної документації.

Широке впровадження УТС сприяє підвищенню технічного рівня промислових підприємств, що проектуються, і економічної ефективності капітальних вкладень у промислове будівництво.

У пояснюючій записці потрібно коротко описати й 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).

2.14 Загальне компонування механоскладального цеху

Компонувальний план являє собою схематичний план будівлі із зображенням на ньому цехів, відділень і ділянок, допоміжних та обслуговуючих приміщень без розстановки обладнання.

Вихідними даними для складання компонувального плану є: склад цеху і площі всіх відділень, прийнята схема будівлі.

Компонувальні плани цехів виконують в масштабі 1:100 або 1:200.

На компонувальному плані за допомогою умовних позначень позначають сітку колон, основні стіни, магістральні і цехові проїзди і проходи, межі між цехами, відділеннями і ділянками, в'їзди для безрейкового і рейкового транспорту, основні піднімально-транспортні пристрої (крани, кран-балки, конвеєри тощо), 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).

При оформленні компонувального плану використовуються умовні позначення за ГОСТ 21.108-87. Найбільш уживані умовні позначення наведені в додатку Б.

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

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 вверх по осі ординат великими буквами українського алфавіту крім букв З, І, Й, О, Х, Ї. Вертикальні осі рядів колон нумерують зліва на право по осі абсцис послідовно арабськими цифрами. На плані проводяться відповідні написи, які вказують назви цехів, відділень, ділянок і їх площі.

При розробці компонувального плану повинні бути враховані такі

загальні вимоги: прямоточність виробничого процесу, найкращі шляхи руху продукції на протязі процесу виробництва, розташування ділянок з шкідливими виділеннями і небезпечних в пожежному відношенні біля зовнішніх стін будівлі.

Приклади оформлення компоувальних планів наведені в [6], [7].

3 Використання системи автоматизованого проектування (САПР) при проектуванні ділянок і цехів механоскладального виробництва

Все зростаючі вимоги до якості проектів і скорочення термінів виконання проектних робіт приводять до необхідності постійно вдосконалювати проектний процес. Одним з шляхів підвищення ефективності та якості проектних робіт є застосування сучасних інформаційних технологій, зокрема систем автоматизованого проектування. В основу організаційної побудови САПР закладається технологічний процес автоматизованого проектування, який має вигляд неперервного ітераційного процесу виконання певної послідовності проектних операцій.

Основне призначення САПР полягає в прийнятті ефективних рішень при розробленні об'єкта проектування. Рівень ефективності виконання проектних процедур оцінюється через техніко-економічні показники, аналіз яких виявляє фактори впливу на технологічний процес проектування. Таким чином створюється зворотній зв'язок, який дозволяє постійно вдосконалювати систему, вказуючи взаємодію між її складовими компонентами, з метою досягнення потрібного ефекту.

При розробленні або виборі САПР слід орієнтуватися на системи, які здійснюють наскрізні і неперервні процеси, прийняття рішень при розробці об'єктів проектування, впорядкування процесів збору і обробки інформації і скорочують взаємозв'язки між проектантами за рахунок уніфікації рішень, типізації взаємних вимог між частинами проекту, а також дозволяють з розробленої сукупності варіантів вибрати оптимальний.

В основу САПР виробничих систем покладено чотири ієрархічних рівні і дві підсистеми – проектування і забезпечення. Перша підсистема, яка є предметно-орієнтованою частиною САПР, вирішує проектні задачі, а друга являє собою загальносистемні методи і засоби, які забезпечують виконання проектного процесу. На першому рівні ієрархії САПР відбувається остаточне формування проекту; при цьому використовуються результати рішень другого рівня, на якому виконується проектування основної й допоміжних систем. На третьому і четвертому рівнях ієрархії кожна підсистема являє собою сукупність програм і підпрограм.

При проектуванні ділянок і цехів на САПР покладаються такі завдання:

- визначення загальної трудомісткості за типами обладнання для заданої програми випуску;
- визначення кількості обладнання, основних і допоміжних робітників;
- визначення виробничих та допоміжних площ;

- вибір оптимального компонування цеху і планування обладнання;
- визначення кількості транспортних і складських засобів, різальних та допоміжних інструментів, контрольно-вимірювальних засобів та ін.;
- визначення техніко-економічних показників проекту.

Вирішувати вказані задачі можна шляхом створення уніфікованих технологічних модулів і системного підходу до проектування однорідних виробництв. Розробка та використання уніфікованих модулів в основних та допоміжних системах дозволяє впорядкувати проектні рішення й удосконалити методику проектування механоскладального виробництва.

Принципова відмінність САПР від традиційних систем проектування полягає насамперед в тому, що машинне проектування є організаційно-технічною системою, в якій дії проєктантів і робота технічних засобів мають постійний зв'язок і об'єднані спільною метою. Досягнення мети в цій системі забезпечується прийнятою методологією і технічними засобами, процесами планування і управління. Другою відмінною рисою САПР є єдність інформаційних потоків як системно-організуючого фактора на всіх етапах розробки проекту. Прийняття проектних рішень здійснюється на основі проведення математичного експерименту з імітаційною моделлю проєктованого об'єкта або складових його елементів.

Розроблення САПР здійснюється на основі вдосконалення методологічних і організаційних основ проектування й ефективного впровадження засобів обчислювальної техніки. При цьому автоматизація повинна забезпечити перехід від традиційного проектування до методів моделювання проектних процедур, передбачити створення для них діагностичних тестів, здійснення неперервних процесів розробки комплексних рішень, з використанням автоматичних імітаційних моделей проектування.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1 Бойко, О.О. Курс нарисної геометрії, інженерного та архітектурно-будівельного креслення з основами комп'ютерної графіки: навчально-методичний посібник [Текст] / О. О. Бойко, Б. В. Панкевич, І. Г. Свідрак, та ін. Друге видання, перероблене і доповнене. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 360 с.
- 2 Вороненко, В. П. Проектирование машиностроительного производства: учебник для студ. вузов [Текст]/В. П. Вороненко, Ю. М. Соломенцев, А. Г. Схиртладзе. – М.: Дрофа, 2007. – 380 с.
- 3 Грундиг, К. Г. Г90 Проектирование промышленных предприятий: Принципы. Методы. Практика. [Текст] / Клаус-Герольд Грундиг; Пер. с нем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 340 с.
- 4 Закалов, О.В. Проектування механоскладальних цехів. Принципи формування і структура побудови виробничих процесів механоскладальних виробництв [Текст]: навчальний посібник / О. В. Закалов. – Тернопіль: 1993. – 208с.
- 5 Иванов, В.П. Проектирование производственных участков в машиностроении: практикум. [Текст] /В. П. Иванов. – Минск: Техноперспектива, 2009. – 224 с.
- 6 Когут, М.С. Механоскладальні цехи та ділянки у машинобудуванні: Підручник [Текст] / М. С. Когут – Львів: Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. – 352 с.
- 7 Мельников, Г.Н. Проектирование механосборочных цехов [Текст] / Г. Н. Мельников, В. П. Вороненко – М.: Машиностроение, 1990. – 352 с.
- 8 Мамаев, В.С. Основы проектирования машиностроительных заводов [Текст] / В. С. Мамаев, В. Г. Осипов – М.: Машиностроение, 1974. – 296 с.
- 9 Соломенцев, Ю.М. Проектирование автоматизированных участков и цехов учеб. для машиностроит. спец. вузов [Текст]/ под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2000. – 272 с.

Додаток А

Варіанти завдань для практичних занять

Номер варіанту	Назва виробу, який виробляється в механоскладальному цеху	Тип або марка виробу	Річна програма випуску, шт.	Трудомісткість мехобробки верстато-год.	Маса виробу, т
001	Токарно-гвинторізний верстат	16K20	390	1400	3.6
002	Токарно-револьверний верстат	1E316	400	1300	2.0
003	Горизонтально-розточний верстат	2M615	3350	160	8.5
004	Круглошліфувальний верстат	3M153	3950	150	4.0
005	Зубофрезерний верстат	53A20	3850	140	6.8
006	Різешліфувальний верстат	5П822	3600	170	5.5
007	Двигун вантажного автомобіля	ЯМЗ-236	4800	105	0.42
008	Вертикально-фрезерний верстат	6P10	4000	120	2.3
009	Вертикально-свердлильний верстат	2Н118	600	1250	1.45
010	Координатно-розточний верстат	2Д450	8900	120	7.8
011	Внутрішшліфувальний верстат	3K229В	650	1180	8.6
012	Копіювально-фрезерний верстат	6P12K-1	350	1580	3.8
013	Зубодовбальний напівавтомат	5M161	1500	400	10.9
014	Радіально-свердлильний верстат	2M55	620	1084	4.7
015	Коробка передач легкового автомобіля	M3168	50000	80	0.15
016	Шасі вантажного автомобіля	УМ6707	35000	120	0.22
017	Вертикально-свердлильний верстат	2Н135	8900	210	1.2
018	Токарно-гвинторізний верстат	16Б16А	1700	305	2.1
019	Вертикально-фрезерний верстат	6550	1120	500	11.5
020	Агрегатний верстат	T20C	670	810	12,3

Номер варіанту	Назва виробу, який виробляється в механоскладальному цеху	Тип або марка виробу	Річна програма випуску, шт.	Трудомісткість мехобробки верстато-год.	Маса виробу, т
021	Зубошевінгувальний верстат	5Б703	790	780	5.3
022	Токарний навіпавтомат	1К282	900	600	9.0
023	Токарно- револьверний автомат	1Е1161	680	810	1.3
024	Радіально- свердлильний верстат	2Р53	3200	130	12.6
025	Горизонтально- розточний верстат	2Е656Р	220	1900	8.6
026	Поздовжньо- фрезерний верстат	6Г608	7100	120	2.5
027	Зубошліфувальний верстат	5А872	2100	245	12.5
028	Горизонтальний протяжний верстат	7Б55	2700	190	5.2
029	Поперечно- стругальний верстат	7А311	4000	125	2.6
030	Горизонтально- фрезерний верстат	6Р80	500	815	12.9
031	Зуборізний навіпавтомат	5С263	350	1130	8.8
032	Плоскошліфувальний верстат	3Д740В	6500	65	5.8
033	Токарний навіпавтомат	1716Ц	2280	240	4.5
034	Вертикально- свердлильний верстат	2Н125	3500	140	0.88
035	Безцентрово- шліфувальний верстат	3Д180	2000	200	1.5
036	Двигун вантажного автомобіля	СМД	36000	58	0.38
037	Універсально- заточний верстат	3М642	6000	120	1.4
038	Зуборізний навіпавтомат	527В	1450	310	13.5
039	Поперечно- стругальний верстат	7Е35	1200	490	2.0
040	Вертикальний протяжний верстат	7Б74	1250	500	18.6
041	Довбальний верстат	7А412	6200	100	1.2

Номер варіанту	Назва виробу, який виробляється в механоскладальному цеху	Тип або марка виробу	Річна програма випуску, шт.	Трудовісткість мехобробки верстато-год.	Маса виробу, т
042	Абразивно-відрізний верстат	8А230	1900	370	1.2
043	Поперечно- стругальний верстат	7Д36Ц	3600	170	3.7
044	Горизонтально- фрезерний верстат	6Р82Ш	650	650	3.3
045	Універсально- фрезерний верстат	6712В	1300	370	2.5
046	Зубооброблюючий напівавтомат	5236П	600	850	3.0
047	Зубодовбальний напівавтомат	5М150	7000	210	10.8
048	Шліцешлифувальний верстат	3П451	5000	120	4.1
049	Внутрішшлифувальний верстат	СШ64	800	545	6.4
050	Круглошлифувальний верстат	3У10В	5100	110	1.9
051	Горизонтальний розточний напівавтомат	2705П	1400	310	2.8
052	Вертикально- свердлильний верстат	2М112	3300	130	1.2
053	Токарний копіювальний напівавтомат	1Н173	2300	270	4.7
054	Токарно-карусельний верстат	1512	4050	190	6.5
055	Двигун легкового автомобіля	МЗМ-48	70000	55	0.31
056	Токарно- револьверний верстат	1Г325	2400	280	1.3
057	Безцентрово- шлифувальний верстат	3Ш184 Д	1150	520	8.5
058	Токарно-гвинторізний верстат	16Д20	3150	190	2.0
059	Радіально- свердлильний верстат	2М58-1	1500	340	8.0
060	Довбальний верстат	7Д450	1550	310	8.2
061	Токарно-центровий напівавтомат	1713М3	1300	490	4.0

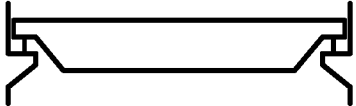
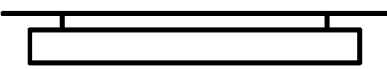
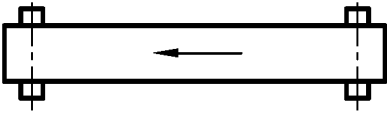
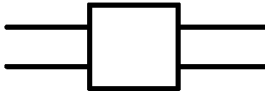
Номер варіанту	Назва виробу, який виробляється в механоскладальному цеху	Тип або марка виробу	Річна програма випуску, шт.	Трудовісткість мехобробки верстато-год.	Маса виробу, т
062	Токарний верстат з ЧПК	СТ220	650	700	10.0
063	Хонінгувальний верстат	3K832	2400	200	4.8
064	Вертикально- фрезерний верстат	6P11Ц	1500	180	2.5
065	Протягувальний верстат	7Б64	360	1000	5.5
067	Радіально- свердильний верстат	2554	2150	250	4.7
068	Токарно- револьверний верстат	1Д325	1450	380	1.6
069	Токарний багатошпиндельний напівавтомат	1K341	1250	370	2.4
070	Токарно-гвинторізний верстат	16K25	9000	200	3.8
071	Двигун вантажного автомобіля	KM1440	50000	180	0.5
072	Круглошліфувальний верстат	K12	3700	180	3.1
073	Протягувальний верстат	7Б56У	3900	140	7.0
074	Координатно- розточувальний верстат	2431	2500	190	2.6
075	Вертикально- свердильний верстат	2Г175	1250	330	4.2
076	Шасі вантажного автомобіля	АШ212	55000	160	1.8
077	Радіально- свердильний верстат	2554Ф1	2000	190	5.0
078	Токарно-гвинторізний верстат	16K40	1200	330	7.5
079	Круглошліфувальний верстат	3Т161Е	2000	270	8.1
080	Зубообробний верстат	53А30	1700	360	6.8
081	Зуборізний напівавтомат	5Т23В	7500	120	3.2
082	Горизонтально- фрезерний верстат	6Т80Ш	800	780	1.3

Номер варіанту	Назва виробу, який виробляється в механоскладальному цеху	Тип або марка виробу	Річна програма випуску, шт.	Трудовісткість мехобробки верстато-год.	Маса виробу, т
083	Токарно-гвинторізний верстат	1М63Б	530	1170	5
084	Токарно-гвинторізний верстат	16Б04	3000	250	1.3
085	Шасі легкового автомобіля	АШ111	40000	77	0.4
086	Токарно- револьверний верстат	1Д316П	8900	210	1.3
087	Токарний багато різцевий напівавтомат	КТ-141	7100	120	6.1
088	Вертикально- свердлильний верстат	2Н135-1	2800	155	1.65
089	Плоскошліфувальний верстат	3Д733	1800	340	8.5
090	Зубообробний верстат	5В312	800	545	5.2
091	Вертикально- фрезерний верстат	6Р11Ф3	700	590	2.7
092	Поперечно- стругальний верстат	7307	650	1150	2.8
093	Горизонтально- фрезерний верстат	6Т81Г	1300	360	2.2
094	Довбальний верстат	7А420М	350	1780	2.2
095	Протяжний верстат	7623	8600	210	7.5
096	Копіювально- фрезерний верстат	6Р13К	1000	135	4.8
097	Зубофрезерний напівавтомат	5К301П	700	850	1.7
098	Суперфінішний верстат	3Е816	780	700	5.5
099	Хонінгувальний верстат	3Р84	1100	560	5.2
100	Токарно-гвинторізний верстат	16М16	1800	340	2.3

Додаток Б

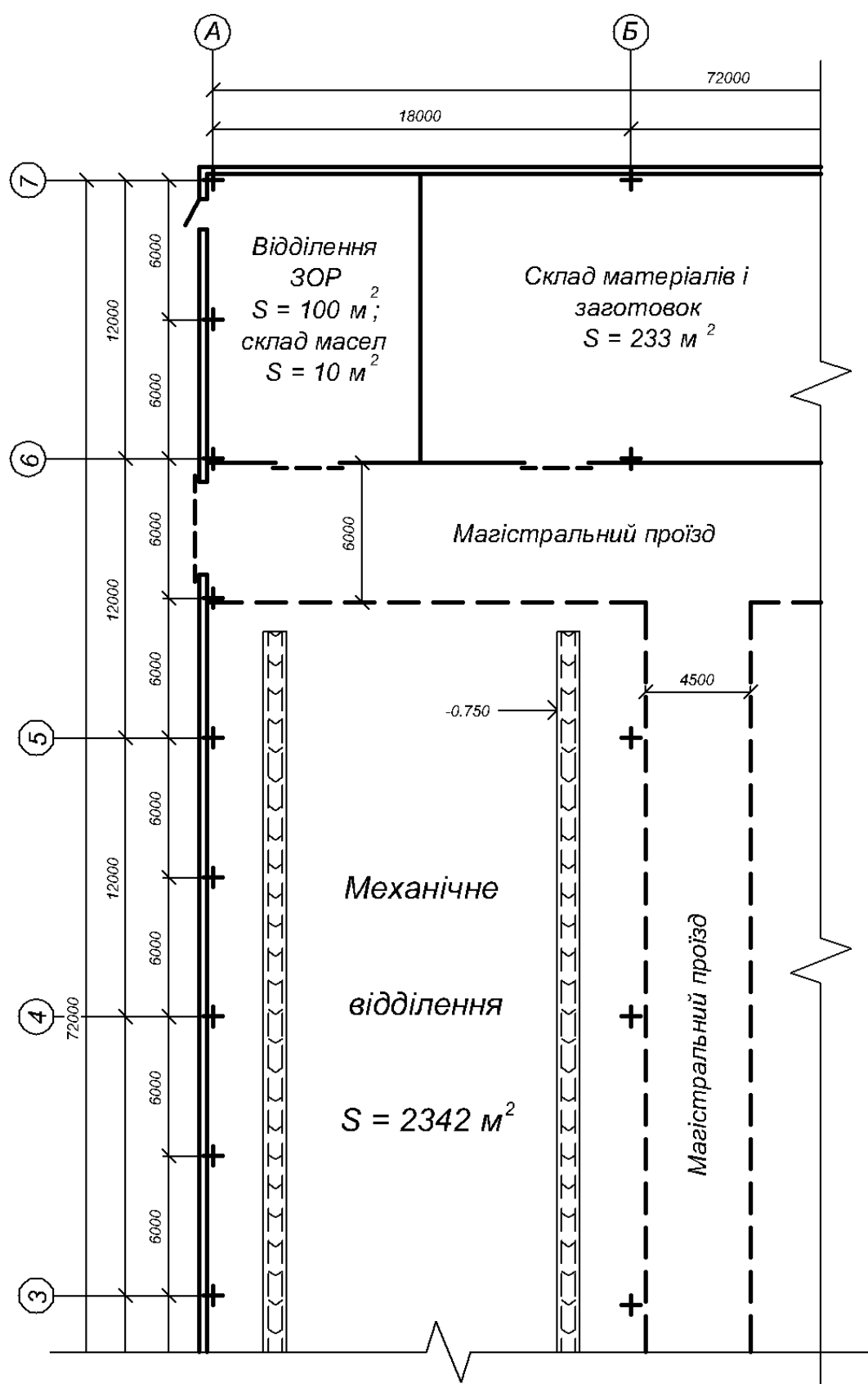
Умовні позначення, що застосовуються на компоновальних планах цехів

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

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

Додаток В

Приклад оформлення фрагмента компонувального плану



Додаток Г

Приклади оформлення поперечних розрізів

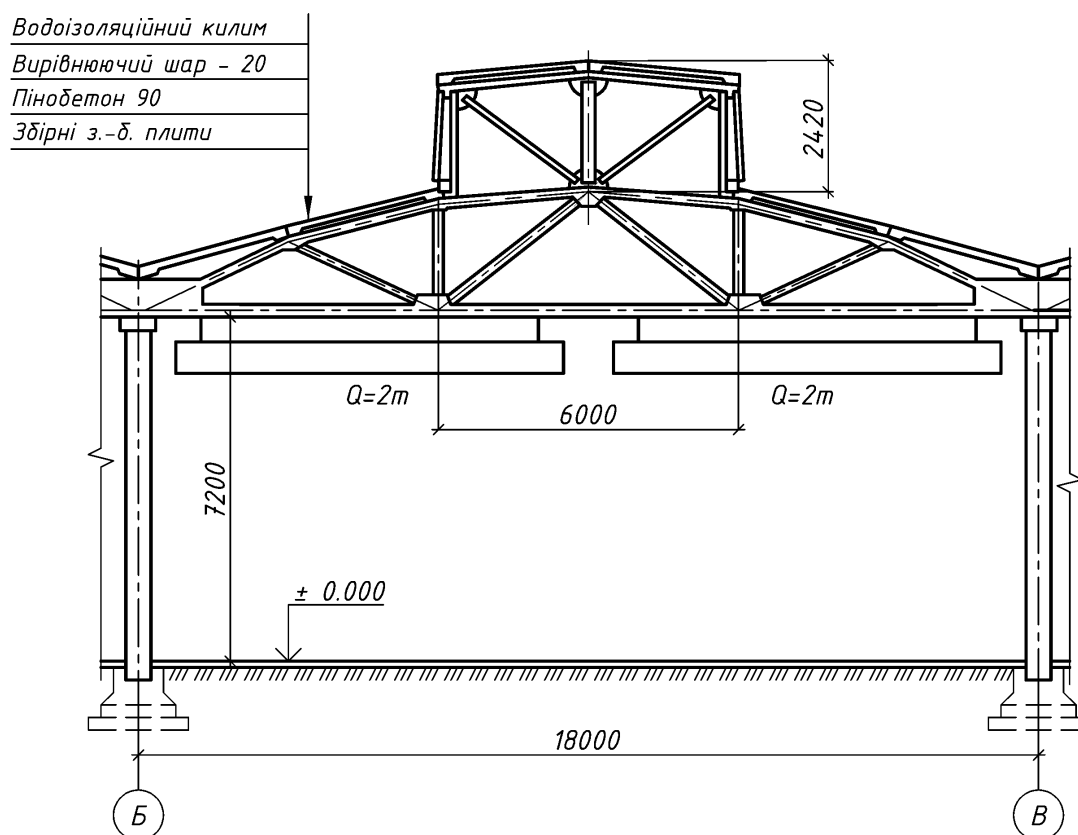


Рисунок Г1 – Поперечний розріз прольоту виробничої будівлі

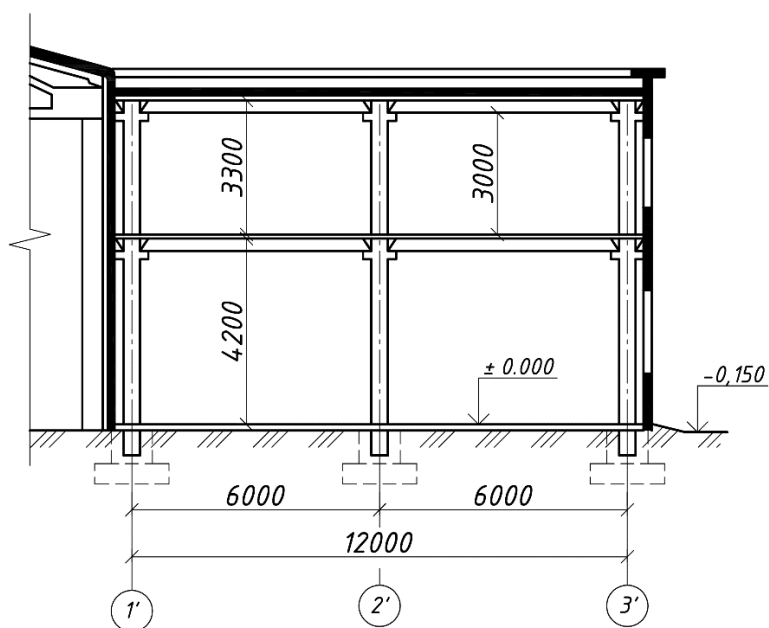


Рисунок Г2 – Поперечний розріз прибудови до виробничої будівлі