Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

ПРОЄКТУВАННЯ ЦЕХІВ МАШИНОБУДІВНИХ ЗАВОДІВ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності G11 «Машинобудування»
(спеціалізація G11.01 «Верстати та інструменти»)
денної та заочної форм здобуття вищої освіти

Затверджено
на засіданні
методичної ради
Протокол № 2 від 22.10. 2026 р.

Краматорськ
ДДМА
2026

УДК 621.001.63:658.2

Проєктування цехів машинобудівних заводів: методичні вказівки до виконання практичних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G11 «Машинобудування» (спеціалізація G11.01 «Верстати та інструменти») денної та заочної форм здобуття вищої освіти / уклад.: В. В. Калініченко, М. В. Шаповалов. Краматорськ: ДДМА, 2026. 53 с.

Наведено методики виконання практичних робіт із розрахунку кількості основного технологічного обладнання, чисельності основних виробничих робітників, площі виробничих дільниць цехів машинобудівних заводів, визначення основних будівельних параметрів виробничої будівлі цеху, основних параметрів транспортної та складської систем виробничої дільниці.

Укладачі В. В. Калініченко, доц.,
М. В. Шаповалов, доц.

Відп. за випуск Я. В. Васильченко, проф.

ЗМІСТ

ВСТУП 4
1 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ 5
2 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. РОЗРАХУНОК ЧИСЕЛЬНОСТІ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ РОБІТНИКІВ ДІЛЬНИЦІ 14
3 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ 20
4 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ЦЕХУ 27
5 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОЇ ТА СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ 34
6 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА СКЛАДУ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ ДІЛЬНИЦЬ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЦЕХІВ МАШИНОБУДІВНИХ ЗАВОДІВ 41
ЛІТЕРАТУРА 52

ВСТУП

Метою практичних робіт з дисципліни «Проєктування цехів машинобудівних заводів» є закріплення матеріалу лекційного курсу дисципліни та набуття практичних вмінь і навичок з проєктування виробничих дільниць та цехів машинобудівного виробництва.

Комплекс практичних робіт, наведений у методичних вказівках, охоплює завдання з розрахунку кількості основного технологічного обладнання, чисельності основних виробничих робітників, площі виробничих дільниць цехів машинобудівних заводів, визначення основних будівельних параметрів виробничої будівлі цеху, основних параметрів транспортної та складської систем виробничої дільниці.

Перед виконанням кожної з практичних робіт студенту необхідно засвоїти відповідні розділи лекційного курсу та ознайомитися з загальними вказівками до відповідної практичної роботи. Для кожної практичної роботи викладач видає студентам індивідуальні варіанти завдання та роз'яснює методику виконання роботи.

Практична робота вважається успішно виконаною, якщо відповідно до даних методичних вказівок вірно виконані усі необхідні розрахунки та визначені усі необхідні параметри виробничої системи, оформлений звіт за результатами виконання роботи та наведено вірні відповіді не менш ніж на 2 контрольних питання за тематикою практичної роботи. Перелік контрольних питань до кожної практичної роботи наведений наприкінці тексту методичних вказівок до роботи.

1 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 1. РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ ОСНОВНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ

1.1 Мета роботи

Вивчити методику розрахунку кількості основного технологічного обладнання виробничої дільниці механічного цеху на основі даних про верстатомісткість обробки деталей на верстатах дільниці.

1.2 Зміст роботи

1 У відповідності з виданим викладачем індивідуальним варіантом завдання (варіанти завдань наведені у таблиці 1.1) розрахувати кількість верстатів для кожної групи основного технологічного обладнання виробничої дільниці на основі даних про річну програму випуску та верстатомісткість оброблення деталей, що випускаються на дільниці (таблиця 1.2). Визначити загальну кількість основного технологічного обладнання дільниці.

2 Розрахувати значення коефіцієнтів завантаження обладнання для кожної групи верстатів виробничої дільниці та середнього коефіцієнта завантаження обладнання по дільниці.

3 Скласти відомість розрахунку кількості основного технологічного обладнання виробничої дільниці.

4 Побудувати графік завантаження обладнання дільниці.

1.3 Загальні вказівки

Вихідними даними для розрахунку кількості основного технологічного обладнання виробничої дільниці механічної обробки деталей є виробнича програма дільниці та відомості про верстатомісткість оброблення деталей на металорізальних верстатах дільниці.

Під виробничою програмою дільниці механічної обробки деталей розуміють кількість деталей, що виготовляються в нормальних умовах на дільниці за встановлений час (зміну, місяць, квартал, рік тощо). В залежності від типу виробництва та етапу проєктування виробнича програма може бути точною, приведеною та умовною. Відповідно розрізняють методики проектування дільниць за точною, приведеною та умовною виробничими програмами.

Таблиця 1.1 – Індивідуальні варіанти завдань та відповідні до них коди деталей, оброблюваних на дільниці

Варіант завдання	Коди деталей у табл. 1.2	Варіант завдання	Коди деталей у табл. 1.2
1	1, 2, 6, 11, 16, 21	21	5, 9, 13, 17, 21, 25
2	1, 3, 7, 12, 17, 22	22	1, 3, 5, 7, 9, 11
3	1, 4, 8, 13, 18, 23	23	2, 4, 6, 8, 10, 12
4	1, 4, 9, 14, 19, 24	24	14, 16, 18, 20, 22, 24
5	2, 3, 6, 7, 11, 12	25	13, 15, 17, 19, 23, 25
6	2, 3, 6, 7, 16, 17	26	1, 3, 5, 14, 16, 18
7	2, 3, 6, 7, 21, 22	27	7, 9, 11, 20, 22, 24
8	3, 4, 8, 9, 18, 19	28	2, 4, 6, 13, 15, 17
9	1, 5, 10, 15, 20, 25	29	8, 10, 12, 19, 21, 23
10	3, 4, 8, 9, 23, 24	30	1, 3, 5, 8, 10, 12
11	2, 7, 8, 14, 15, 20	31	14, 16, 18, 21, 23, 25
12	3, 4, 8, 9, 13, 14	32	13, 15, 17, 20, 22, 24
13	4, 9, 13, 17, 19, 25	33	2, 7, 13, 16, 17, 22
14	5, 6, 14, 15, 24, 25	34	9, 18, 19, 20, 23, 25
15	1, 4, 8, 11, 16, 21	35	9, 14, 15, 20, 23, 24
16	11, 14, 17, 20, 21, 24	36	11, 15, 16, 21, 24, 25
17	4, 8, 12, 16, 20, 24	37	1, 4, 8, 11, 14, 17
18	3, 7, 11, 15, 19, 23	38	7, 11, 16, 20, 22, 24
19	2, 6, 10, 14, 18, 22	39	2, 8, 12, 16, 19, 22
20	1, 4, 8, 12, 16, 20	40	7, 8, 10, 16, 24, 25

Методика проєктування за точною виробничою програмою використовується при проєктуванні дільниць та цехів масового та крупносерійного виробництва і передбачає розроблення детальних технологічних процесів оброблення деталей із технічним нормуванням на всі деталі, що входять до виробничої програми. Виробнича програма при цьому являє собою відомість з повним переліком деталей, що підлягають обробці на даній дільниці, з зазначенням індексу позначення, найменування, річної програми випуску, маси деталі, різновиду та матеріалу заготовки.

Методика проєктування за приведеною виробничою програмою використовується при проєктуванні дільниць і цехів середньосерійного та дрібносерійного виробництва з багатономенклатурною програмою. При цьому реальна багатономенклатурна програма замінюється приведеною, еквівалентною за трудомісткістю до реальної. Для цього всі деталі, що підлягають обробці на дільниці, розбивають на групи за конструктивними та технологічними ознаками, обираючи для кожної групи деталь-представника. Рекомендації з формування груп деталей та вибору деталей-представників для цих груп наведені у роботах [1, 2].

Таблиця 1.2 – Вихідні дані для розрахунку кількості основного технологічного обладнання виробничої дільниці

Код деталі	Річна програма випуску, шт.	Штучно-калькуляційний час виготовлення деталей, верстато-хв, за операціями					
		токарних	фрезерних	шліфувальних	свердлильних	стругальних	зубофрезерних
1	3 000	120	36	18	12	48	–
2	1 000	–	144	–	24	24	–
3	2 000	96	–	54	24	–	–
4	4 500	–	36	18	24	24	–
5	4 200	72	–	54	–	–	108
6	3 600	96	18	54	18	–	108
7	2 500	72	–	54	–	24	90
8	4 300	96	54	18	18	48	–
9	3 400	–	54	36	54	48	–
10	2 800	–	72	36	18	24	–
11	1 300	72	–	54	18	–	72
12	2 600	–	54	36	36	48	–
13	5 300	96	18	18	36	24	–
14	1 500	72	72	6	6	24	–
15	2 300	48	–	6	36	24	54
16	3 100	96	18	36	18	–	72
17	4 200	–	90	36	54	24	–
18	3 600	72	36	36	18	–	54
19	4 500	72	36	36	36	–	90
20	1 800	96	54	36	18	48	–
21	2 900	96	18	36	36	–	72
22	3 500	96	36	36	18	24	–
23	3 200	48	36	18	18	–	54
24	4 100	–	54	36	18	24	–
25	2 000	72	36	18	36	–	72

Для кожної деталі-представника розробляють технологічні процеси обробки та шляхом технічного нормування визначають трудомісткість (верстатомісткість) оброблення. Будь-яка деталь, що входить до групи, може бути приведена за трудомісткістю (верстатомісткістю) обробки до деталі-представника з урахуванням різниці у масі, програмі випуску, складності обробки та інших параметрах. Загальний коефіцієнт приведення визначається за формулою:

$$K_{пр} = K_1 K_2 K_3 ... K_n ,$$

де K_1 – коефіцієнт приведення за масою;

K_2 – коефіцієнт приведення за серійністю;

K_3 – коефіцієнт приведення за складністю;

K_n – n-й коефіцієнт приведення, що враховує іншу важливу для конкретного випадку особливість деталі, наприклад, відмінність точності деталі від точності деталі-представника (для верстатобудування).

Методики визначення коефіцієнтів K_1, K_2, K_3 наведені у роботі [2].

Методика проєктування за умовною виробничою програмою використовується при проєктуванні цехів та дільниць одиничного, дослідного виробництва або на попередніх етапах проєктування при техніко-економічному обґрунтуванні проєкту, коли неможливо точно визначити номенклатуру, конструктивні та технологічні характеристики майбутніх виробів. У цьому випадку виробничу програму задають для умовного виробу з характеристиками, близькими до характеристик виробів, випуск яких передбачається у цеху (на дільниці). Методика проєктування за умовною програмою є близькою до методики проєктування за приведеною програмою, з тією різницею, що деталь-представник є умовною. Для умовної деталі-представника визначається трудомісткість обробки та виконуються усі наступні розрахунки.

При детальному проєктуванні дільниць механічної обробки у непотоковому виробництві кількість основного технологічного обладнання дільниць визначається окремо для кожної групи (типорозміру, моделі) верстатів на основі даних про верстатомісткість оброблення деталей, закріплених за дільницею.

Під сумарною верстатомісткістю річного обсягу робіт на верстатах даної групи розуміють річні витрати часу на обробку деталей на верстатах групи у верстато-годинах роботи обладнання.

Сумарна верстатомісткість річного обсягу робіт на верстатах даної групи у серійному виробництві визначається за формулою:

$$T_{B_\Sigma} = \frac{\sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} T_{ш-к_{i,j}} N_i}{60},$$

де $T_{ш-к_{i,j}}$ – штучно-калькуляційний час j-ї операції виготовлення i-ї деталі, верстато-хв;

N_i – річна програма випуску i-ї деталі;

n – кількість різних деталей, оброблюваних на верстатах даної групи;

m – кількість операцій оброблення i-ї деталі на верстатах даної групи.

Розрахункове число основного технологічного обладнання для кожної групи верстатів виробничої дільниці непотокового виробництва визначають за формулою:

$$B_p = \frac{T_{B_\Sigma}}{\Phi_o},$$

де T_{B_Σ} – сумарна верстатомісткість річного обсягу робіт на верстатах даної групи, верстато-год;

Φ_o – ефективний річний фонд часу роботи обладнання, год.

Під ефективним річним фондом часу роботи обладнання Φ_o розуміють кількість годин роботи одиниці основного технологічного обладнання на протязі року, що може бути повністю використана виробництвом з урахуванням витрат часу на технічне обслуговування обладнання. Значення Φ_o для обладнання різних типів та маси при різному режимі роботи виробництва наведені у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Ефективний річний фонд часу роботи обладнання (в годинах) (за даними [3])

Обладнання	Режим роботи		
	однозмінний	двозмінний	тризмінний
Металорізальні верстати масою, т:			
до 10	2 040	4 060	6 060
10…100	2 000	3 985	5 945
Металорізальні верстати з ПК масою, т:			
до 10	–	3 890	5 775
10…100	–	3 810	5 650
Агрегатні верстати	–	4 015	5 990
Автоматичні лінії	–	3 725	5 465
Гнучкі виробничі модулі, роботизовані технологічні комплекси масою, т:			
до 10	–	–	5 970
10…100	–	–	5 710

Отримане значення B_p округлюють до найближчого більшого цілого числа, що називається прийнятим числом верстатів B_n даної групи. Далі визначають коефіцієнт $K_з$ завантаження обладнання для верстатів даної групи за формулою:

$$K_з = \frac{B_p}{B_n}.$$

Значення коефіцієнта $K_з$ не може бути більшим за одиницю. У таблиці 1.4 наводяться рекомендовані значення коефіцієнтів завантаження обладнання для різних типів верстатів.

Таблиця 1.4 – Рекомендовані значення коефіцієнтів завантаження обладнання (за даними [3])

Група обладнання	Коефіцієнт завантаження $K_з$	
	максимальний	середній по групі
Універсальні верстати	0,95…1,0	0,8
Автомати та напівавтомати одношпиндельні	0,95…1,0	0,85
Автомати та напівавтомати багатошпиндельні	0,9	0,9
Спеціальні та агрегатні Верстати	0,9	0,9
Автоматичні лінії з жорсткими зв'язками	0,95…1,0	0,9
Верстати з програмним керуванням	0,95	0,9

Якщо отримане значення $K_з$ є значно меншим за рекомендоване середнє значення для групи обладнання, передбачають заходи з дозавантаження верстатів цієї групи продукцією з інших виробничих дільниць. Якщо значення $K_з$, навпаки, перевищуючи рекомендоване середнє значення для групи обладнання, наближається до одиниці, вживають заходів з метою підвищення продуктивності обробки деталей на верстатах цієї групи.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання виробничої дільниці визначається за формулою:

$$K_{з.сер} = \frac{\sum B_p}{\sum B_n}.$$

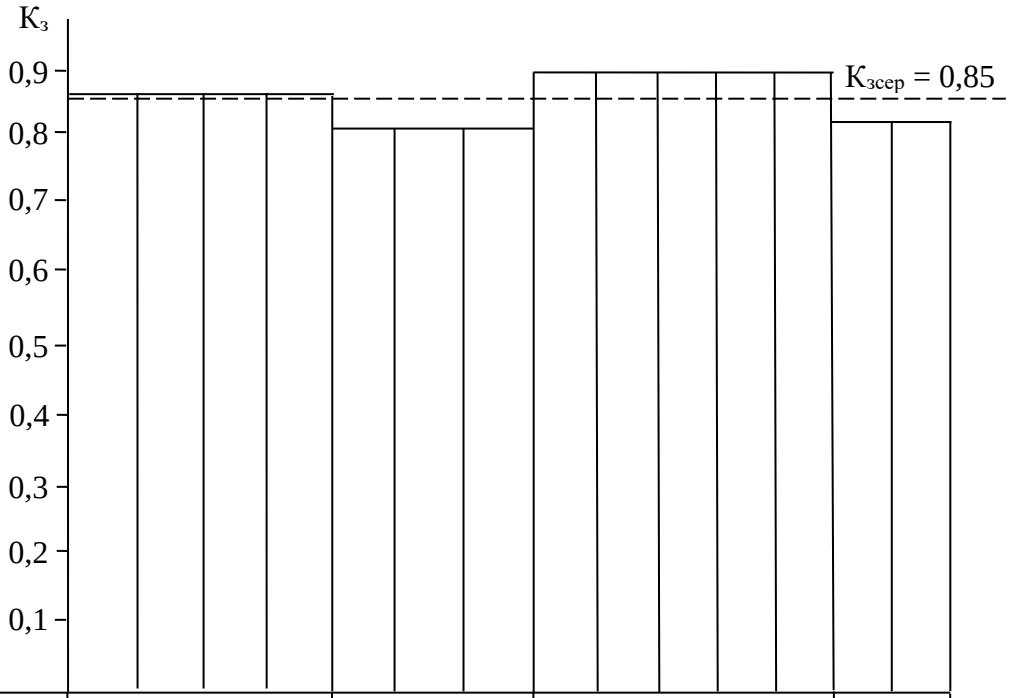
Для дільниць механічної обробки у непотоковому виробництві, як правило, $K_{з.сер}$ = 0,8…0,85.

Результати розрахунку кількості основного технологічного обладнання виробничої дільниці механічної обробки можна навести у відомості розрахунку кількості обладнання дільниці, приклад шаблону якої наведений у таблиці 1.5.

Відомості про завантаження обладнання виробничої дільниці механічної обробки можна наочно представити за допомогою графіку завантаження обладнання дільниці, який рекомендується виконувати у вигляді гістограми (стовпчастої діаграми). На осі абсцис вказують найменування

або моделі верстатів кожної групи, кількість верстатів кожної групи, номери технологічних операцій, що виконуються на верстатах кожної групи, на осі ординат відкладають величини коефіцієнта завантаження для кожної групи обладнання. На графіку також вказують середній коефіцієнт завантаження обладнання дільниці.

Приклад графіка завантаження обладнання виробничої дільниці наведений на рисунку 1.1.



Кількість верстатів	4	3	5	2
Модель верстата	16К20Т1	2550	6Р81Г	3М151
Номер операції	005	010	015	020

Рисунок 1.1 – Графік завантаження обладнання виробничої дільниці

Таблиця 1.5 – Відомість розрахунку кількості обладнання дільниці

Деталь		Річна програма випуску, шт.	Штучно-калькуляційний час, верстато-хв, за операціями											
Код	Найменування		токарними		фрезерними		шліфувальними		свердлильними		стругальними		зубофрезерними	
			на 1 дет.	на річн. прогр.	на 1 дет.	на річн. прогр.	на 1 дет.	на річн. прогр.	на 1 дет.	на річн. прогр.	на 1 дет.	на річн. прогр.	на 1 дет.	на річн. прогр.
Всього														
Розрахункова кількість верстатів за операціями														
Прийнята кількість верстатів за операціями														
Коефіцієнт завантаження обладнання за операціями														
Прийнята кількість верстатів дільниці														
Середній коефіцієнт завантаження обладнання дільниці														

1.4 Контрольні питання

1 Що таке виробнича програма дільниці механічного оброблення?

2 У чому полягає специфіка методики проєктування виробничих дільниць за точною, приведеною та умовною виробничими програмами?

3 Як визначається сумарна верстатомісткість річного обсягу робіт на верстатах заданої групи?

4 Що таке ефективний річний фонд часу роботи обладнання?

5 Як визначити кількість верстатів при детальному проєктуванні виробничих дільниць механічної обробки у непотоковому виробництві?

6 Як визначаються коефіцієнт завантаження обладнання для заданої групи верстатів та середній коефіцієнт завантаження обладнання виробничої дільниці?

7 Що зображується на графіку завантаження обладнання дільниці?

2 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 2. РОЗРАХУНОК ЧИСЕЛЬНОСТІ ОСНОВНИХ ВИРОБНИЧИХ РОБІТНИКІВ ДІЛЬНИЦІ

2.1 Мета роботи

Вивчити методики розрахунку чисельності основних виробничих робітників дільниці механічного (інструментального) цеху.

2.2 Зміст роботи

1 Розрахувати чисельність основних виробничих робітників-верстатників дільниці механічного цеху за верстатомісткістю річного обсягу робіт (індивідуальні варіанти завдань для розрахунку наведені у таблиці 2.1). Визначити чисельність основних виробничих робітників-слюсарів та загальну чисельність основних виробничих робітників дільниці механічного цеху.

2 Розрахувати чисельність основних виробничих робітників-верстатників дільниці інструментального цеху за кількістю металорізальних верстатів (індивідуальні варіанти завдань для розрахунку наведені у таблиці 2.2). Визначити чисельність основних виробничих робітників-слюсарів і зварювальників та загальну чисельність основних виробничих робітників дільниці інструментального цеху.

2.3 Загальні вказівки

До основних виробничих робітників дільниць механічних (інструментальних) цехів належать робітники, що безпосередньо виконують операції технологічного процесу виготовлення продукції (верстатники, слюсарі, зварювальники та ін.).

Чисельність основних виробничих робітників-верстатників дільниць механічних (інструментальних) цехів рекомендується визначати окремо для кожної верстатної професії. Чисельність основних виробничих робітників-верстатників кожної професії можуть визначати за верстатомісткістю річного обсягу робіт або за кількістю металорізальних верстатів.

Таблиця 2.1 – Вихідні дані для розрахунку чисельності основних виробничих робітників-верстатників дільниці механічного цеху

Варіант завдання	Верстатомісткість річного обсягу робіт з механічного оброблення деталей за типами обладнання, верстато-год					
	Токарні верстати	Фрезерні верстати	Шліфувальні верстати	Свердлильні верстати	Стругальні верстати	Зубофрезерні верстати
1	18 000	15 000	9 000	10 000	3 000	24 000
2	15 000	18 000	12 000	9 000	6 000	18 000
3	20 000	17 000	15 000	8 000	4 000	17 000
4	17 000	22 000	18 000	7 000	5 000	18 000
5	24 000	20 000	20 000	6 000	6 000	22 000
6	22 000	26 000	9 000	6 000	7 000	20 000
7	18 000	29 000	12 000	7 000	8 000	26 000
8	30 000	19 000	15 000	8 000	9 000	29 000
9	15 000	15 000	18 000	9 000	3 000	19 000
10	20 000	21 000	20 000	10 000	4 000	15 000
11	16 000	25 000	19 000	8 000	5 000	21 000
12	18 000	24 000	18 000	7 000	6 000	25 000
13	23 000	18 000	17 000	6 000	7 000	24 000
14	25 000	22 000	16 000	5 000	8 000	18 000
15	28 000	19 000	15 000	6 000	9 000	22 000
16	17 000	28 000	14 000	7 000	10 000	19 000
17	19 000	25 000	13 000	8 000	9 000	17 000
18	22 000	23 000	12 000	9 000	8 000	28 000
19	18 000	18 000	11 000	10 000	7 000	25 000
20	24 000	16 000	10 000	11 000	6 000	23 000
21	25 000	20 000	9 000	10 000	5 000	18 000
22	21 000	16 000	9 000	9 000	4 000	16 000
23	15 000	30 000	12 000	8 000	3 000	20 000
24	19 000	18 000	13 000	7 000	4 000	13 000
25	29 000	22 000	14 000	6 000	5 000	30 000
26	26 000	24 000	15 000	5 000	6 000	18 000
27	20 000	17 000	16 000	6 000	7 000	22 000
28	22 000	20 000	17 000	7 000	8 000	24 000
29	18 000	15 000	18 000	8 000	9 000	17 000
30	17 000	18 000	19 000	9 000	10 000	20 000

Таблиця 2.2 – Вихідні дані для розрахунку чисельності основних виробничих робітників-верстатників дільниці інструментального цеху

Варіант завдання	Кількість металорізальних верстатів за видами обладнання						Найменування дільниці
	Токарні верстати	Фрезерні верстати	Шліфувальні верстати	Свердлильні верстати	Стругальні верстати	Загострювальні верстати	
1	10	10	10	5	3	5	Інструменту
2	12	10	12	5	4	6	
3	12	10	10	4	2	7	
4	16	10	14	4	3	6	
5	18	10	12	5	5	6	
6	20	10	10	6	6	2	Пристосувань
7	18	8	8	5	4	3	
8	16	12	12	4	6	4	
9	14	12	12	5	5	2	
10	12	12	12	5	4	3	
11	10	15	15	5	8	2	Штампів холодного листового штампування
12	11	14	14	4	10	3	
13	12	13	15	6	12	2	
14	13	14	14	5	14	3	
15	14	12	12	5	16	2	
16	15	10	6	6	12	3	Штампів гарячого штампування
17	10	14	7	6	14	2	
18	11	13	8	6	16	3	
19	12	15	9	5	18	2	
20	13	14	10	5	20	3	
21	14	13	6	6	6	–	Прес-форм
22	15	12	7	5	8	–	
23	10	11	8	6	10	–	
24	11	10	9	6	12	–	
25	12	15	10	5	14	–	
26	13	14	6	5	4	–	Металевих моделей та опок
27	14	13	7	6	5	–	
28	15	12	8	4	6	–	
29	10	11	9	5	7	–	
30	12	10	10	5	8	–	

При визначенні чисельності основних виробничих робітників-верстатників дільниці за верстатомісткістю річного обсягу робіт користуються формулою:

$$P_{верст} = \frac{T_{B\Sigma}}{\Phi_p K_б},$$

де $P_{верст}$ – розрахункова чисельність основних виробничих робітників-верстатників даної професії;

$T_{B\Sigma}$ – сумарна верстатомісткість річного обсягу робіт для даного типу обладнання, верстато-год;

Φ_p – ефективний річний фонд часу робітника, год (для 41-годинного робочого тижня та основної відпустки тривалістю 24 дні приймаємо Φ_p = 1820 год [3]);

$K_б$ – коефіцієнт багатоверстатного обслуговування (число верстатів, що обслуговуються одним робітником) (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Значення коефіцієнта багатоверстатного обслуговування для різних типів обладнання

Тип обладнання	Коефіцієнт багатоверстатного обслуговування $K_б$
Універсальні верстати з ручним керуванням	1,0
Важкі токарні, токарно-карусельні верстати, призначені для обробки деталей великих діаметрів та довжини	0,33…0,5
Пруткові автомати та токарно-револьверні автомати	1,0…4,0
Зубообробні напівавтомати	2,0…4,0
Агрегатно-свердлильні та агрегатно-розточувальні верстати	1,0…3,0
Верстати з програмним керуванням	2,0…3,0

При визначенні чисельності основних виробничих робітників-верстатників можна використати усереднені значення коефіцієнтів $K_б$, отримані на основі аналізу роботи діючих цехів: для дрібносерійного та одиничного виробництва – $K_б$ = 1,1…1,35; для середньосерійного – $K_б$ = 1,3…1,5; для крупносерійного виробництва – $K_б$ = 1,9…2,2.

Чисельність основних виробничих робітників-верстатників дільниці механічного (інструментального) цеху можна визначити також за кількістю верстатів:

$$P_{верст} = \frac{B_n \Phi_o K_з K_{вик}}{\Phi_р K_б},$$

де B_n – кількість металорізальних верстатів даної групи;

Φ_o – ефективний річний фонд часу роботи обладнання (див. табл. 1.3);

$K_з$, $K_{вик}$ – коефіцієнти відповідно завантаження та використання обладнання (рекомендовані значення коефіцієнтів $K_з$ та $K_{вик}$ для різних верстатів наведені у таблиці 2.4).

Таблиця 2.4 – Рекомендовані значення коефіцієнтів завантаження та використання обладнання [1]

Група обладнання	Коефіцієнт завантаження обладнання		Коефіцієнт використання обладнання
	максимальний	Середній по групі	
Універсальні верстати	0,95…1,0	0,8	0,9
Автомати та напівавтомати одношпиндельні	0,95…1,0	0,85	0,85
Автомати та напівавтомати багатошпиндельні	0,9	0,9	0,8
Спеціальні та агрегатні верстати	0,9	0,9	0,8
Автоматичні лінії з жорсткими зв’язками	0,95…1,0	0,9	0,85
Верстати з програмним керуванням	0,95	0,9	0,85

Чисельність основних виробничих робітників-слюсарів у механічних цехах (дільницях) приймається при укрупнених розрахунках у процентному відношенні від числа верстатників. Для одиничного та дрібносерійного виробництва вона становить 3…5 %, для середньосерійного – 2…4 %, для крупносерійного та масового – 1…3 % від числа верстатників.

При проєктуванні дільниць інструментальних цехів чисельність основних виробничих робітників-слюсарів та основних виробничих робітників-зварювальників визначають в залежності від чисельності основних виробничих робітників-верстатників $P_{верст}$ за формулами:

$$P_{сл} = P_{верст} K_1;$$

$$P_{зв} = P_{верст} K_2,$$

де $P_{сл}$ та $P_{зв}$ – розрахункова чисельність відповідно основних виробничих робітників-слюсарів та основних виробничих робітників-зварювальників дільниці;

K_1 – коефіцієнт співвідношення чисельності слюсарів та верстатників за дільницями інструментального цеху (таблиця 2.5);

K_2 – коефіцієнт співвідношення чисельності зварювальників та верстатників за дільницями інструментального цеху (див. табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Співвідношення чисельності слюсарів, зварювальників та верстатників за дільницями інструментального цеху

Найменування дільниці	K_1	K_2
Дільниця з виробництва інструменту	0,25…0,3	–
Дільниця з виробництва пристосувань	0,25…0,3	0,02…0,03
Дільниця з виробництва штампів холодного листового штампування: особливо дрібних та дрібних середніх великих та особливо великих	 0,2…0,25 0,4…0,5 0,6...0,7	 – – –
Дільниця з виробництва штампів гарячого штампування	0,3…0,4	0,02…0,03
Дільниця з виробництва прес-форм	0,3…0,4	–
Дільниця з виробництва металевих моделей та опок	0,9…1,0	0,1…0,12

2.4 Контрольні питання

1 Хто належить до основних виробничих робітників дільниць механічних (інструментальних) цехів?

2 Як визначається чисельність основних виробничих робітників-верстатників дільниці механічного (інструментального) цеху за верстатомісткістю річного обсягу робіт?

3 Як визначається чисельність основних виробничих робітників-верстатників дільниці механічного (інструментального) цеху за кількістю металорізальних верстатів?

4 Як визначається чисельність основних виробничих робітників-слюсарів механічних цехів (дільниць)?

5 Як визначається чисельність основних виробничих робітників-слюсарів та основних виробничих робітників-зварювальників дільниць інструментальних цехів?

6 Що таке коефіцієнт багатоверстатного обслуговування?

3 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 3. РОЗРАХУНОК ПЛОЩІ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ

3.1 Мета роботи

Вивчити методики розрахунку площі виробничих дільниць механічних, складальних та інструментальних цехів.

3.2 Зміст роботи

1 Розрахувати площу виробничої дільниці механічного цеху (вихідні дані для розрахунку наведені у таблиці 3.1).

2 Розрахувати площу виробничої дільниці складального цеху (вихідні дані для розрахунку наведені у таблиці 3.2).

3 Розрахувати площу виробничої дільниці інструментального цеху (вихідні дані для розрахунку наведені у таблиці 3.3).

Таблиця 3.1 – Вихідні дані для розрахунку площі виробничої дільниці механічного цеху

Варіант завдання	Найменування групи оброблюваних деталей	Розміри деталей (l – довжина, b – ширина, D – діаметр), мм	Прийнята кількість верстатів
1	2	3	4
1	Базові деталі (станини, траверси)	l = 7 000; b = 25 000	8
2			10
3	Базові деталі (плити, траверси, поперечки)	l = 3 500; b = 800	14
4			16
5	Корпусні деталі (корпуси, кожухи, кришки, столи)	l = 1 500; b = 800	20
6			25
7			30
8	Корпусні деталі (коробки швидкостей, коробки подач, корпуси редукторів)	l = 2 500; b = 1 300	15
9			20
10			25
11	Планки, важелі, кронштейни	l = 600; b = 400	40
12			45
13			50
14	Великі деталі-тіла обертання (планшайби, шпинделі, колони)	l = 4 000; D = 1 200	14
15			18

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
16	Великі деталі-тіла обертання (планшайби, зубчасті колеса, шківи)	l = 2 000; D = 800	20
17			25
18			30
19	Середні деталі-тіла обертання (вали, шестерні, ходові гвинти)	l = 600; D = 250	40
20			45
21			50
22	Дрібні деталі-тіла обертання (шестерні, вали, гвинти)	l = 400; D = 150	50
23			55
24			60
25	Токарно-револьверні деталі (гвинти, гайки, втулки, кільця)	l = 75; D = 50	75
26			80
27			85
28	Токарно-револьверні деталі (штифти, болти, гайки, штуцери)	l = 50; D = 20	80
29			90
30			100

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для розрахунку загальної площі виробничої дільниці складального цеху

Варіант завдання	Кількість робочих місць	Розміри складальних одиниць у плані, мм	Різновид та умови складання	Характер складання
1	2	3	4	5
1	90	400 × 400	Стаціонарне; доставка деталей краном	Загальне складання верстатів
2	80	600 × 600		
3	55	1 000 × 1 200		
4	60	1 000 × 1 400		
5	50	1 600 × 2 300		
6	55	2 000 × 2 500		
7	45	3 500 × 3 500		
8	50	4 000 × 4 000		
9	45	3 500 × 3 500	Конвеєрне; доставка деталей краном	
10	50	4 000 × 4 000		
11	200	400 × 400	Стаціонарне; доставка деталей краном та візком	Вузлове складання з одного боку об’єкту
12	250	500 × 400		
13	120	500 × 500	Конвеєрне; доставка деталей краном та візком	
14	140	600 × 500		

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
15	90	700 × 500	Стаціонарне; доставка деталей підвісним конвеєром	Вузлове складання з одного боку об’єкту
16	110	800 × 500		
17	80	900 × 500	Конвеєрне; доставка деталей підвісним конвеєром	
18	90	1 000 × 500		
19	110	1 000 × 600	Стаціонарне; доставка деталей краном та візком	Вузлове складання навколо об’єкту
20	120	1 000 × 500		
21	45	1 300 × 800		
22	55	1 400 × 900		
23	70	800 × 500	Стаціонарне; доставка деталей підвісним транспортом	
24	80	1 000 × 600		
25	120	800 × 500	Робоча зона з одного боку об’єкту	Дільниці шабрування
26	130	1 000 × 600		
27	110	800 × 500	Робоча зона навколо об’єкту	
28	120	1 000 × 600		
29	35	3 500 × 3 500		
30	40	4 000 × 4 000		

Таблиця 3.3 – Вихідні дані для розрахунку загальної площі виробничої дільниці інструментального цеху

Варіант завдання	Прийняте число верстатів	Габаритні розміри виробів	Найменування дільниці
1	2	3	4
1	70	Середні	Різального інструменту
2	75	Дрібні	
3	80	Особливо дрібні	
4	50	Середні	Вимірювального інструменту
5	55	Дрібні	
6	60	Особливо дрібні	
7	45	Середні	Допоміжного інструменту
8	50	Дрібні	
9	55	Особливо дрібні	
10	40	Особливо великі	Пристосувань
11	45	Великі	
12	50	Середні	
13	55	Дрібні	
14	60	Особливо дрібні	

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4
15	20	Особливо великі	Штампів для холодного листового штампування
16	30	Великі	
17	35	Середні	
18	40	Дрібні	
19	45	Особливо дрібні	
20	30	Особливо великі	Штампів для холодного об'ємного штампування та висадки
21	35	Великі	
22	40	Середні	
23	45	Дрібні	
24	50	Особливо дрібні	
25	25	Великі	Штампів для гарячого штампування
26	30	Середні	
27	35	Дрібні	
28	40	Особливо дрібні	
29	30	Великі	Прес-форм, кокілів та металевих моделей
30	35	Середні	

3.3 Загальні вказівки

Площа цеху за своїм призначенням поділяється на виробничу, допоміжну та службово-побутову. До виробничої площі цеху належить площа, зайнята технологічним обладнанням та робочими місцями виробничих дільниць, проходами та проїздами між обладнанням дільниць (крім магістральних), місцями для зберігання заготовок та напівфабрикатів, транспортним обладнанням виробничих дільниць. До допоміжної площі цеху відносять площу, зайняту допоміжними службами цеху та магістральними проїздами, до службово-побутової площі – площу, зайняту приміщеннями адміністрації та інженерних підрозділів цеху, а також приміщеннями цеху, призначеними для задоволення соціально-побутових потреб працюючих. Загальна площа цеху є сумою виробничої та допоміжної площ (без урахування службово-побутової площі цеху).

При попередньому опрацюванні компонувальної схеми цеху площу $S_д$ кожної виробничої дільниці можна визначити за показником питомої загальної площі $S_{пит.з}$, що припадає на один верстат (одне робоче місце):

$$S_д = S_{пит.з} B_п,$$

де $B_п$ – прийняте число верстатів (для дільниць складальних цехів – прийняте число робочих місць для складальних операцій) дільниці.

Питома загальна площа на один верстат (одне робоче місце) залежить від характеру виробництва, габаритів обладнання, особливостей планування дільниць. Значення $S_{пит.з}$ для механічних, складальних та інструментальних цехів наведені у таблицях 3.4–3.6. У цих таблицях вказані показники питомої загальної площі цеху без урахування площ таких допоміжних служб, як загальнозаводські склади, ремонтні бази, дільниці з ремонту оснащення, майстерні енергетика, загострювальні дільниці, а також площ, зайнятих енергетичними та санітарно-технічними пристроями. У табл. 3.6 прийнята наступна класифікація виробів за габаритними розмірами: особливо дрібні – до 250 × 250 × 250 мм; дрібні – до 630 × 630 × 630 мм; середні – до 1600 × 1600 × 1600 мм; великі – до 4000 × 4000 × 4000 мм; особливо великі – понад 4000 × 4000 × 4000 мм.

Таблиця 3.4 – Норми питомих загальних площ механічних цехів (за даними [3])

Дільниці з оброблення технологічних груп деталей	Розміри деталей (l – довжина; b – ширина; D – діаметр), мм	Питома загальна площа на одиницю виробничого обладнання, м^2
Базові деталі	$4\,000 < l < 8\,000$; $1\,500 < b < 3\,000$	200
Базові деталі (станини, плити, траверси, поперечки)	$l \le 4\,000$; $b \le 2\,000$	150
Корпусні деталі (коробки швидкостей, коробки подач, корпуси редукторів)	$2\,000 < l \le 3\,000$; $b \le 1\,500$	100
Корпусні деталі (корпуси, кожухи, кришки, плити)	$1\,000 < l \le 2\,000$; $b \le 1\,000$	70
Планки, важелі, кронштейни	$l \le 700$; $b \le 500$	30
Великі деталі-тіла обертання (планшайби, зубчасті колеса, шківи, шпинделі, колони)	$D > 1\,000$; $l > 3\,000$	120
Те ж	$320 \le D \le 1\,000$; $700 \le l \le 3\,000$	80
Середні деталі-тіла обертання (шестерні, вали, гвинти)	$200 < D \le 320$; $l \le 700$	45
Дрібні деталі-тіла обертання (шестерні, вали, гвинти)	$D \le 200$	35
Токарно-револьверні деталі (штифти, гвинти, гайки, втулки, кільця, штуцери)	$D \le 65$	25
Те ж	$D \le 25$	20

Таблиця 3.5 – Норми питомих загальних площ складальних цехів верстатобудівних заводів (дрібно- та середньосерійне виробництво)

Розміри складальних одиниць та виробів у плані, мм	Питома загальна площа на одне робоче місце (l – довжина об'єкту складання, м; b – його ширина, м), м^2	Різновид та умови складання
Загальне складання верстатів		
До 800	21…25	Стаціонарне; доставка деталей краном
Від 800 до 1 500	$(3{,}25 + l) \times (7{,}475 + b)$	
Від 1 500 до 3 000	$(3{,}9 + l) \times (7{,}15 + b + l)$	
Від 3 000	$(3{,}9 + l) \times (7{,}475 + b)$	
	$(3{,}9 + l) \times (7{,}15 + b)$	Конвеєрне; доставка деталей краном
Вузлове складання з одного боку об'єкту		
До 1 200 × 700	9,1…13	Стаціонарне; доставка деталей краном та візком
	14,2…16,9	Те ж при конвеєрному складанні
	20	Стаціонарне; доставка деталей підвісним конвеєром
	23	Те ж при конвеєрному складанні
Вузлове складання навколо об'єкту		
До 1 200 × 700	16,9…18,2	Стаціонарне; доставка деталей краном та візком
Понад 1 200 × 700	$(2{,}6 + l) \times (4{,}55 + 2b)$	
До 1 200 × 700	26,8	Те ж при доставці деталей підвісним транспортом
Дільниці шабрування		
До 1 200 × 700	13…16,9	Робоча зона з одного боку об'єкту
	16,9…18,2	
Понад 1 200 × 700 до 3 000 × 3 000	$(2{,}6 + l) \times (5{,}53 + 2b)$	Робоча зона навколо об'єкту
Понад 3 000 × 3 000	$(2{,}6 + l) \times (5{,}85 + 2b)$	

Остаточна величина площі виробничої дільниці визначається після розташування на технологічному плані дільниці всього обладнання, робочих місць, підйомно-транспортних пристроїв з урахуванням наведених у [3] норм відстаней між верстатами, від верстатів до стін, від верстатів до колон, ширини проходів та проїздів на виробничих дільницях.

Таблиця 3.6 – Норми питомих площ інструментальних цехів (дільниць)

Цех (дільниця)	Питома загальна площа на одиницю основного виробничого обладнання, м^2, при розмірах виробів				
	особливо великих	великих	середніх	дрібних	особливо дрібних
Різального інструменту	24	21	18	16	13
Вимірювального інструменту	26	23	20	18	15
Допоміжного інструменту	27	25	21	19	16
Пристосувань	32	28	24	22	18
Відновлення інструменту	27	25	21	19	16
Штампів для холодного листового штампування	90	50	40	35	32
Штампів для холодного об’ємного штампування та висадки	48	42	36	32	29
Штампів для гарячого штампування	60	42	36	32	30
Прес-форм, кокілів та металевих моделей	46	40	36	34	32

3.4 Контрольні питання

1 Що належить до виробничої, допоміжної та службово-побутової площ цеху?

2 Що розуміють під загальною площею цеху?

3 Як розраховується площа виробничої дільниці механічного цеху?

4 Як розраховується площа виробничої дільниці складального цеху?

5 Як розраховується площа виробничої дільниці інструментального цеху?

6 З урахуванням яких факторів визначається остаточне значення площі виробничої дільниці механічного (складального, інструментального) цеху?

4 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 4. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЧОЇ БУДІВЛІ ЦЕХУ

4.1 Мета роботи

Вивчити методику визначення основних будівельних параметрів виробничої будівлі механічного (інструментального) цеху.

4.2 Зміст роботи

1 На основі відомостей про загальну площу механічного (інструментального) цеху, площі його виробничих дільниць та допоміжних підрозділів попередньо визначити кількість, ширину та довжину прогонів виробничої будівлі цеху, накреслити схему розташування виробничих дільниць та допоміжних підрозділів на території прогонів цеху (у якості вихідних даних до виконання практичної роботи студенти приймають результати розрахунків загальної площі цеху, площ його виробничих дільниць та допоміжних підрозділів, отримані ними під час виконання відповідних розділів розрахунково-графічної роботи з дисципліни).

2 Обрати тип та визначити необхідну вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів для обслуговування прогонів цеху.

3 Розрахувати потрібне значення висоти прогону цеху до голівки кранової рейки.

4 За наведеними довідковими даними уточнити ширину прогону цеху, визначити крок колон, висоту прогону до голівки кранової рейки та до низу несучих конструкцій перекриття будівлі цеху.

5 Виходячи з загальної площі цеху, обраної кількості прогонів та уточненої ширини прогону розрахувати довжину прогону цеху. Уточнити отримане розрахункове значення довжини прогону з урахуванням того, що довжина прогону має бути кратною кроку колон.

6 На основі остаточно уточнених значень ширини та довжини прогону, кількості прогонів розрахувати уточнене значення площі цеху. Призначити ширину магістральних та цехових проїздів на території будівлі цеху. Уточнити площі виробничих дільниць цеху.

7 Побудувати компонувальну схему механічного (інструментального) цеху, на якій вказати сітку колон прогонів, основні будівельні параметри виробничої будівлі цеху, розташування та площі виробничих дільниць та приміщень допоміжних підрозділів цеху, розташування та ширину магістральних та цехових проїздів, підйомно-транспортні засоби для обслуговування прогонів та їхню вантажопідйомність. При цьому використовува-

ти умовні позначення для компонувальних планів виробничих цехів, наведені у навчальному посібнику [3]. Окремо показати вертикальний (поперечний) розріз виробничої будівлі цеху з висотними параметрами прогону. Приклади оформлення вертикального (поперечного) розрізу виробничої будівлі цеху наведені у [1, 3, 4].

4.3 Загальні вказівки

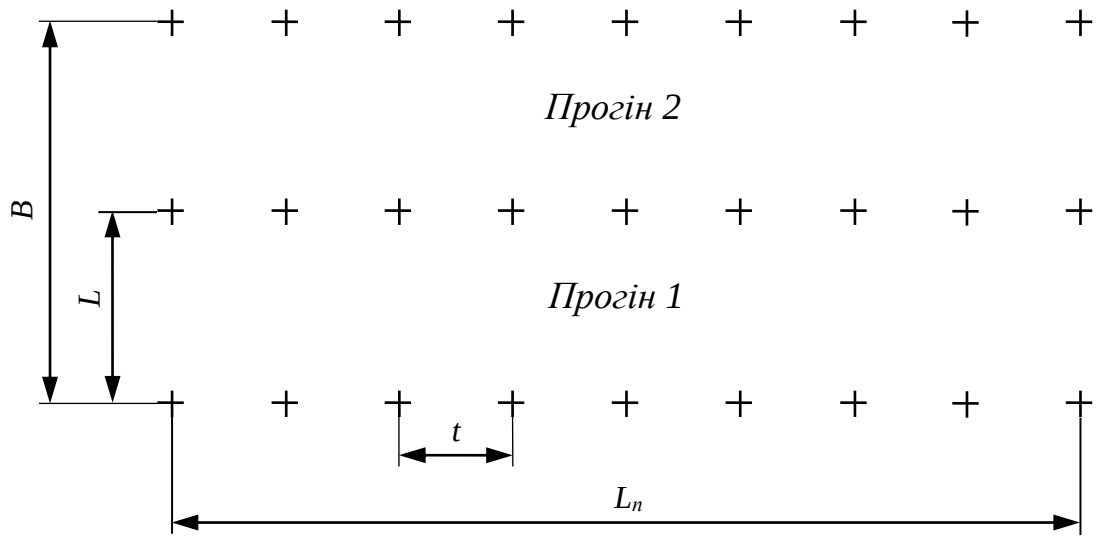
Виробничі цехи машинобудівних заводів розміщують у виробничих будівлях, що мають один чи декілька прогонів однакової висоти. Прогін – частина об'єму виробничої будівлі цеху, обмежена з боків двома сусідніми паралельними рядами колон. До основних будівельних параметрів виробничої будівлі цеху належать кількість прогонів, ширина прогону, крок колон, довжина прогону та висотні параметри прогону.

Шириною L прогону називають відстань між осями сусідніх паралельних рядів колон, виміряну у поперечному напрямку, кроком t колон – відстань між осями двох сусідніх колон одного ряду, виміряну у поздовжньому напрямку. Довжина прогону L_n у загальному випадку повинна бути кратною кроку колон. До висотних параметрів прогону цеху відносять висоту H прогону від рівня підлоги до низу несучих конструкцій перекриття будівлі цеху та висоту H_1 прогону від рівня підлоги до голівки кранової рейки.

Основні будівельні параметри виробничої будівлі цеху у плані (ширина прогону, крок колон, довжина прогону) представлені на рисунку 4.1.

Розмірні параметри прогонів є уніфікованими та узгоджуються з типом та вантажопідйомністю підйомно-транспортного засобу, що обслуговує прогін. Розміри прогонів, тип та вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів, що обслуговують прогін, для одноповерхових корпусів механообробних та складальних цехів наведені у таблиці 4.1. Вантажопідйомність для першого та другого гаків двогакових електричних мостових кранів вказані у цій таблиці відповідно у чисельнику та знаменнику дробу.

Ширину прогону попередньо обирають з урахуванням можливості раціонального розміщення кратного числа рядів обладнання – зазвичай, від двох до чотирьох рядів верстатів, залежно від їхніх габаритних розмірів. Посередині прогону паралельно до рядів колон передбачають магістральний (пожежний) проїзд шириною не менше ніж 4,5 м. При виборі ширини прогону слід враховувати, що недостатня ширина прогону може суттєво ускладнити пошук раціонального варіанту планування цеху.



L – ширина прогону; t – крок колон;
L_n – довжина прогону; B – ширина будівлі
Рисунок 4.1 – Основні будівельні параметри виробничої будівлі цеху у плані

Таблиця 4.1 – Розміри прогонів та вантажопідйомність підйомно-транспортних засобів у одноповерхових корпусах механообробних та складальних цехів

Розміри прогонів, м				Підйомно-транспортні засоби	
Ширина *L*	Крок *t* колон	Висота *H* до низу несучої конструкції перекриття будівлі	Висота H_1 до голівки кранової рейки	Тип	Вантажопідйомність, т
1	2	3	4	5	6
18 24	6; 12	6,0; 7,2; 8,4		Підвісні крани	0,5…5,0
18 24	6; 12	8,4; 9,6	6,35; 6,95	Електричні мостові крани	10 15/3
18 24	6	10,8	8,15		20/5
18 24 30 36	12	10,8; 12,0; 14,4	8,15; 9,35; 11,35		10 15/3 20/5 30/5
24 30 36	12	16,8; 18,0	13,40; 14,60		30/5 50/10

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
30 36	12; 18	16,8; 18,0	13,40; 14,60	Електричні мостові крани	80/20
30 36	12; 18	16,8; 18,0; 19,2	13,40; 14,60; 15,20		100/20
30 36	12; 18	16,8; 18,0; 19,2	13,40; 14,60; 14,70		150/30 та більше
18 24	6; 12	6,0; 7,2; 8,4	–	Талі електричні Конвеєри підвісні Підвісні крани	0,5…1,0 0,05…0,2 До 5

Довжину прогону попередньо визначають за формулою:

$$L_n = \frac{S_{заг.ц}}{Ln}.$$

де $S_{заг.ц}$ – загальна площа цеху;

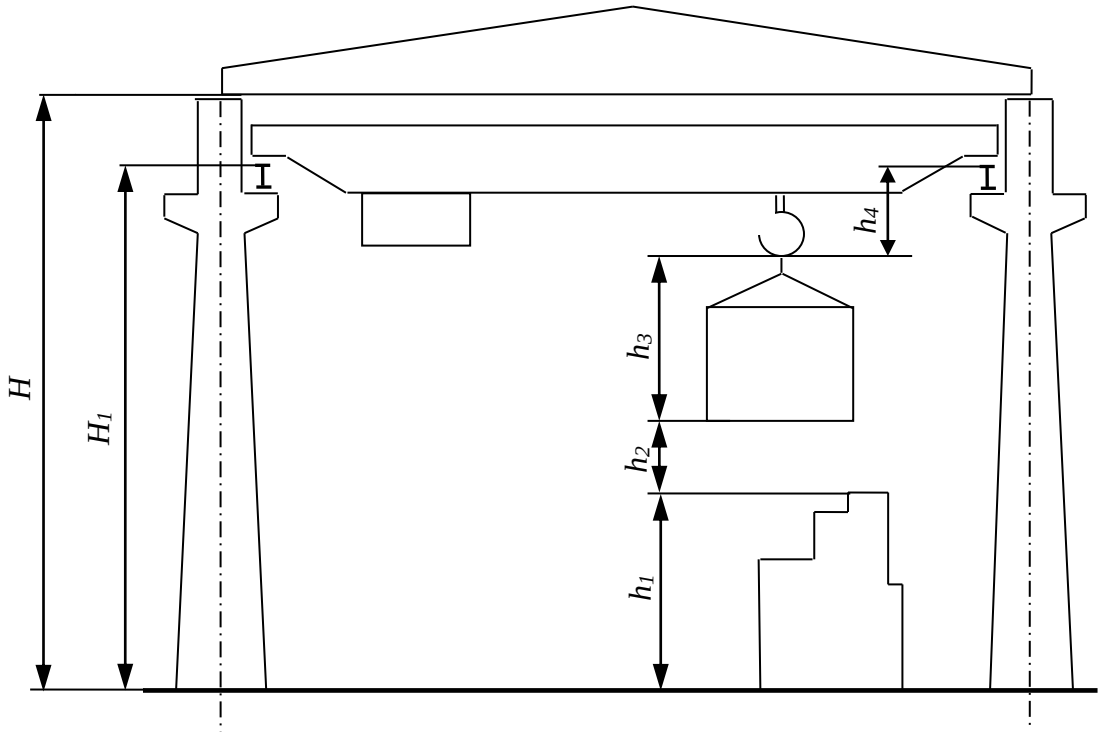
L – ширина прогону;

n – кількість прогонів цеху.

Довжина прогону має бути достатньою для розміщення обладнання виробничих дільниць, включаючи резервні місця. Разом з тим, з метою забезпечення ефективного контролю за виробничим процесом на дільниці, а також з міркувань пожежної безпеки бажано, щоб довжина виробничих дільниць не перевищувала 35…50 м. Для забезпечення меншої довжини прогонів при заданій загальній площі цеху збільшують ширину та кількість прогонів.

Основним типом підйомно-транспортних засобів для обслуговування прогонів цехів машинобудівного виробництва є електричні мостові крани; разом з тим, передбачена можливість використання з цією метою інших засобів внутрішньоцехового транспорту (підвісних кранів, електричних талей, підвісних конвеєрів). Необхідну вантажопідйомність підйомно-транспортного засобу, що обслуговує прогін цеху, визначають, виходячи з умови забезпечення можливості транспортування верстата з найбільшою масою серед верстатів даного прогону. Двогакові електричні мостові крани транспортують верстати, як правило, за допомогою першого гаку (тобто гаку з більшою вантажопідйомністю).

Висотні параметри прогону цеху призначають, виходячи з умови забезпечення можливості транспортування вантажів над верстатами прогону (рисунок 4.2).



h_1 – максимальна висота обладнання на прогоні;
h_2 – мінімальна відстань між обладнанням та переміщуваним вантажем;
h_3 – найбільша висота переміщуваного вантажу;
h_4 – висота від гаку крану до голівки кранової рейки
Рисунок 4.2 – Схема визначення висотних параметрів виробничої будівлі цеху

Потрібне значення висоти прогону цеху до голівки кранової рейки визначають за формулою:

$$H_1 = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

де h_1 – максимальна висота обладнання на прогоні;

h_2 – мінімальна відстань між обладнанням та переміщуваним вантажем;

h_3 – найбільша висота переміщуваного вантажу;

h_4 – висота від гаку крану до голівки кранової рейки.

Висоту h_1 приймають з урахуванням крайніх положень рухомих частин верстата, але не меншою, ніж 2 300 мм. Значення відстані h_2 приймають не меншим, ніж 400 мм. Отримане розрахункове значення H_1 округ-

люють до найближчого більшого значення з табл. 4.1, що відповідає попередньо визначеним параметрам прогону та вантажопідйомності крану.

За цією ж таблицею уточнюють ширину прогону, визначають крок колон та висоту прогону до низу несучих конструкцій перекриття будівлі.

Далі, виходячи з загальної площі цеху, обраної кількості прогонів та уточненої ширини прогону уточнюють довжину L_n прогону. Уточнена довжина прогону має бути кратною кроку колон згідно з формулою:

$$L_n = Nt,$$

де N – число кроків колон у прогоні;

t – крок колон.

При уточненні довжини прогону слід враховувати необхідність розміщення на площі виробничих дільниць цеху резервних місць під обладнання, робочих місць майстра дільниці та нормувальника, елементів системи контролю якості виробів, охорони праці тощо.

Норми ширини проїздів цеху наведені у таблиці 4.2. Ширина магістрального проїзду, виходячи з вимог забезпечення пожежної безпеки, не може бути меншою за 4 500 мм. Ширину цехового проїзду слід обирати з ряду чисел: 1 400, 2 000, 2 200, 2 600, 2 800, 3 000, 3 200, 4 000 мм.

Таблиця 4.2 – Норми ширини проїздів цеху (за даними [3])

Різновид проїзду	Транспортні засоби	Ширина проїзду, мм	
		при однобічному русі	при двобічному русі
Магістральний	Підлогові: електровізки, електротягачі, електронавантажувачі	–	4 500
	Автонавантажувачі, автомашини, прибиральні машини	–	5 500
Цеховий	Усі різновиди підлогового електротранспорту (крім робокарів)	А* + 1 400	2А* + 1 600
	Робокари	А* + 400	–
Уведення залізничної колії	Вагони вантажні	6 000	–
Пішохідний прохід		–	1 400

Примітка. А – ширина вантажу (транспорту), мм

Під компонувальною схемою виробничого цеху розуміють умовне зображення будівлі цеху у плані, на якому вказані сітка колон прогонів, основні будівельні параметри виробничої будівлі цеху, розташування та площі виробничих дільниць та приміщень допоміжних підрозділів цеху, розташування та ширина магістральних та цехових проїздів, підйомно-транспортні засоби для обслуговування прогонів та їхня вантажопідйомність. Окремо, на вільному полі креслення плану зображують вертикальний (поперечний) розріз будівлі цеху з позначенням висотних параметрів прогону. Розробка компонувальної схеми є одним з попередніх етапів розробки компонувального плану цеху. На відміну від компонувального плану, зображення компонувальної схеми цеху не передбачає обов'язкового дотримання нормативних масштабів компонувального плану; разом з тим, на компонувальній схемі цеху використовують загальноприйняті умовні позначення для компонувальних планів цехів. Ці умовні позначення наведені у навчальному посібнику [3].

4.4 Контрольні питання

1 Що називається прогоном виробничого цеху? Які параметри належать до основних будівельних параметрів виробничої будівлі цеху?

2 З урахуванням яких факторів обирається значення ширини прогону цеху?

3 Як визначається тип та вантажопідйомність підйомно-транспортного засобу, що обслуговує прогін цеху?

4 З урахуванням яких факторів визначаються висотні параметри прогону цеху?

5 З урахуванням яких факторів визначається довжина прогону цеху?

6 Як призначається ширина магістральних та цехових проїздів?

7 Що зображується на компонувальній схемі виробничого цеху?

5 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 5. ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСПОРТНОЇ ТА СКЛАДСЬКОЇ СИСТЕМ ВИРОБНИЧОЇ ДІЛЬНИЦІ

5.1 Мета роботи

Вивчити методику визначення основних параметрів транспортної та складської систем виробничої дільниці механічного (інструментального) цеху.

5.2 Зміст роботи

1 Виходячи з матеріалу, розмірів, маси та річної програми випуску заданої деталі визначити різновид, розміри та масу заготовки (у якості вихідних даних до виконання практичної роботи студенти приймають відомості про деталь, випуск якої заплановано на виробничій дільниці, технологічний план якої розроблятиметься ними під час виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни).

2 Обґрунтувати спосіб транспортування заготовок та напівфабрикатів на виробничій дільниці (поштучне транспортування або транспортування партіями у виробничій тарі). У випадку транспортування заготовок та напівфабрикатів партіями у виробничій тарі обрати тару відповідних розмірів, визначити обсяг транспортної партії заготовок та масу транспортованого вантажу.

3 Визначити параметри складської системи виробничої дільниці (площі складів або відкритих майданчиків для зберігання заготовок та готових деталей, майданчиків для проміжного зберігання напівфабрикатів на виробничій дільниці, параметри стелажів складів, моделі та параметри використовуваного складського транспорту).

4 На основі даних про спосіб транспортування заготовок та напівфабрикатів на виробничій дільниці, масу транспортованого вантажу та організацію складської системи дільниці обрати тип, модель та визначити параметри засобів міжопераційного транспорту виробничої дільниці.

5.3 Загальні вказівки

Різновид, розміри та маса заготовки для заданої деталі визначаються за загальноприйнятими методиками технології машинобудування.

Рішення про спосіб транспортування заготовок та напівфабрикатів між робочими позиціями виробничої дільниці механічного оброблення ухвалюється виходячи з розмірів заготовки. Транспортування заготовок та напівфабрикатів партіями у виробничій тарі уніфікованих габаритних розмірів можливе за умови зручного розміщення партії заготовок заданого обсягу у виробничій тарі обраного типорозміру. Основні характеристики виробничої тари для транспортування заготовок та напівфабрикатів наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Основні характеристики виробничої тари для транспортування заготовок та напівфабрикатів у механічних (інструментальних) цехах

Модель	Маса (брутто), кг	Довжина *l*	Ширина *b*	Висота *h*
		мм		
Т-0,16	50	400	300	200
	100			350
	160	600	400	400
				350
				500
Т-0,25	250	600	400	350
				500
		800	600	350
		600	800	500
Т-0,5	500	600	400	350
				500
		800	600	350
		600	800	500
Т-1,0	1 000	800	600	750
		600	800	
		1 200	800	450
		800	1 200	750
Т-2,0	2 000	1 200	800	450
		800	1 200	750
		1 000	1 600	450
				750
Т-3,2	3 200	1 200	800	1 050
		800	1 200	750
		1 000	1 600	1 050

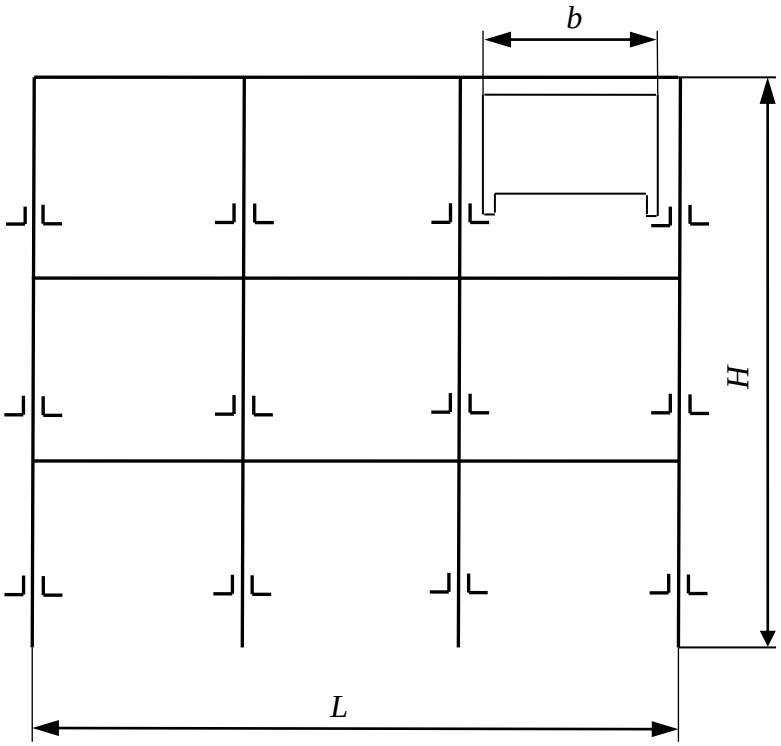
Після вибору виробничої тари визначають обсяг транспортної партії, тобто кількість заготовок, що транспортуються у одному ящику, а потім розраховують масу транспортованого вантажу, що дорівнює сумі маси партії заготовок та маси ящика.

У випадку неможливості або нераціональності розміщення партії заготовок у виробничій тарі заданих розмірів транспортування заготовок та напівфабрикатів на виробничій дільниці механічної обробки здійснюють поштучно.

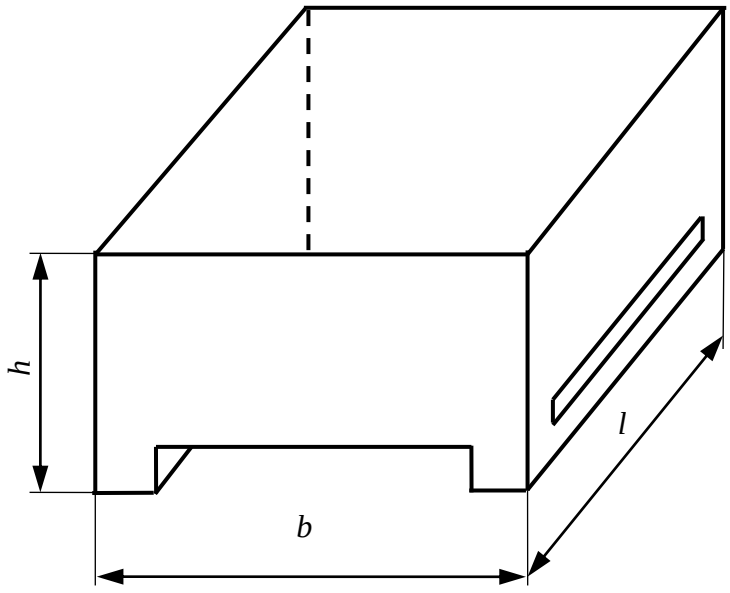
При поштучному транспортуванні великогабаритних та масивних заготовок у якості засобу міжопераційного транспорту може використовуватись електричний мостовий кран або кран-балка з відповідною вантажопідйомністю. При використанні двогакових електричних мостових кранів для поштучного транспортування заготовок та напівфабрикатів між робочими позиціями виробничої дільниці з точки зору економії енерговитрат на транспортування доцільно використовувати другий гак крану з меншою вантажопідйомністю. У випадку поштучного транспортування заготовок та напівфабрикатів електричними мостовими кранами або кран-балками у зручному місці на початку технологічного потоку дільниці розміщують відкритий майданчик для зберігання заготовок. Відповідно, у кінці технологічного потоку дільниці розміщують відкритий майданчик для зберігання готових деталей. Вибір місця розташування майданчика для зберігання готових деталей зумовлюється зручністю відвантаження деталей з дільниці. На території дільниці біля робочих позицій розміщують майданчики для проміжного зберігання напівфабрикатів.

При транспортуванні заготовок партіями у виробничій тарі уніфікованих розмірів ящики з заготовками та готовими деталями можуть розміщуватись або на відкритих складських майданчиках, або на складах, оснащених стелажами уніфікованих конструкцій з розмірами полиць, що відповідають габаритним розмірам тари. На початку технологічного потоку виробничої дільниці розміщують склад або майданчик для зберігання заготовок, у кінці технологічного потоку дільниці – склад або майданчик для зберігання готових деталей.

Основні розмірні параметри стелажів представлені на рисунку 5.1, виробничої тари – на рисунку 5.2. Основні характеристики стелажів уніфікованих конструкцій для зберігання заготовок та готових деталей у виробничій тарі наведені у таблиці 5.2. У якості складського транспорту для обслуговування складів заготовок та готових деталей, обладнаних стелажами уніфікованих конструкцій, використовують крани-штабелери, основні характеристики яких наведені у таблиці 5.3. Доставка тари із заготовками зі складу заготовок на територію виробничої дільниці, а також тари з готовими деталями з дільниці на склад готових деталей можлива за допомогою роликових конвеєрів (рольгангів). Основні характеристики однорядних роликових конвеєрів наведені у таблиці 5.4.



L – довжина стелажу; H – висота стелажу;
b – ширина ящика з заготовками (готовими деталями)
Рисунок 5.1 – Розмірні параметри стелажів складів заготовок та готових деталей



l – довжина ящика; b – ширина ящика; h – висота ящика
Рисунок 5.2 – Розмірні параметри виробничої тари для транспортування та зберігання партій заготовок та готових деталей

Таблиця 5.2 – Основні характеристики стелажів для зберігання заготовок та готових деталей у виробничій тарі

Модель	Вантажопідйомність однієї полиці, кг	Габаритні розміри тари, мм		Висота *H*, мм
		Довжина *l*	Ширина *b*	
СТ-0,16	50	400	300	3 400
			400	
	100	500	500	
	160	600	400	
СТ-0,25	250	500	500	4 000
		600	400	
			600	
		800	600	
СТ-0,5	500	500	500	4 600
		600	400	
			600	
		800	600	
			800	
СТ-1,0	1 000	800	600	5 200
			800	
		1 000	1 000	
		1 200	800	
СТ-2,0	2 000	1 000	1 000	5 800
		1 200	800	
		1 600	1 000	
СТ-3,2	3 200	1 200	800	7 000
		1 600	1 000	

Примітка. Довжина $L = 10\,000^{+100}$ мм.

У якості засобів міжопераційного транспорту на виробничих дільницях механічних та інструментальних цехів можуть використовуватись засоби підлогового колісного транспорту (електротягачі, електронавантажувачі, каретки-оператори, приводні та ручні візки), конвеєри різних типів, консольно-поворотні та інші крани. Для транспортування великогабаритних та масивних заготовок можуть використовуватись електричні мостові крани та кран-балки. Відомості про особливості використання різних засобів міжопераційного транспорту виробничих дільниць цехів машинобудівних заводів наведені у літературі [1–4].

При розташуванні засобів міжопераційного транспорту на виробничій дільниці необхідно забезпечувати неперервність транспортного потоку оброблюваних виробів. Вантажопідйомність міжопераційного та складського транспорту та полиць складських стелажів має забезпечити надійне транспортування та зберігання вантажу заданої маси.

Таблиця 5.3 – Основні характеристики кранів-штабелерів

Модель	Вантажо-підйомність, кг	Висота *H* стелажу, мм	Габаритні розміри тари, мм		Сумарна потужність електро-двигунів, кВт
			Довжина *l*	Ширина *b*	
СА-ТСС-0,16	50	3 400	400	300	4,0
	100			400	
	160	4 000	500	500	
			600	400	
СА-ТСС-0,25	250	4 600	500	500	5,0
			600	400	
				600	
			800	600	
СА-ТСС-0,5	500	5 200	500	500	6,0
			600	400	
				600	
			800	600	
				800	
СА-ТСС-1,0	1 000		800	600	10,6
				800	
			1 000	1 000	
			1 200	800	
СА-ТСС-2,0	2 000	7 000	1 000	1 000	16,8
			1 200	800	
			1 600	1 000	
СА-ТСС-3,2	3 200		1 200	800	26,0
				1 200	
			1 600	1 000	

Таблиця 5.4 – Основні характеристики роликових конвеєрів

Модель	Маса (брутто) тари, кг	Габаритні розміри тари, мм		Відстань від підлоги до несучої площини механізму, мм
		Довжина *l*	Ширина *b*	
1	2	3	4	5
КР-0,16	50	400	300	450
			400	
	100	500	500	
	160	600	400	

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5
КР-0,25	250	500	500	450
		600	400	
			600	
		800	600	
КР-0,5	500	500	500	
		600	400	
			600	
		800	600	
			800	
КР-1,0	1 000	800	600	
			800	
		1 000	1 000	
		1 200	800	
КР-2,0	2 000	1 000	1 000	650
		1 200	800	
		1 600	1 000	
КР-3,2	3 200	1 200	800	
			1 200	
		1 600	1 000	

5.4 Контрольні питання

1 Виходячи з яких міркувань обирають спосіб транспортування заготовок та напівфабрикатів на виробничій дільниці цеху?

2 Назвіть особливості організації транспортної та складської систем виробничої дільниці при поштучному транспортуванні заготовок та напівфабрикатів?

3 Назвіть особливості організації транспортної та складської систем виробничої дільниці при транспортуванні заготовок та напівфабрикатів у виробничій тарі уніфікованих розмірів?

4 Вкажіть основні розмірні параметри стелажів для зберігання заготовок та готових деталей у виробничій тарі та розмірні параметри тари.

5 Які засоби міжопераційного транспорту можуть використовуватись для транспортування заготовок та напівфабрикатів на виробничих дільницях механічних та інструментальних цехів?

6 Які засоби міжопераційного транспорту використовуються для транспортування великогабаритних та масивних заготовок на виробничих дільницях?

6 ПРАКТИЧНА РОБОТА № 6. ВИЗНАЧЕННЯ ЗАГАЛЬНОЇ КІЛЬКОСТІ ТА СКЛАДУ ВЕРСТАТНОГО ОБЛАДНАННЯ ДІЛЬНИЦЬ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЦЕХІВ МАШИНОБУДІВНИХ ЗАВОДІВ

6.1 Мета роботи

Вивчити методики визначення загальної кількості та складу верстатного обладнання виробничих дільниць допоміжних інструментальних цехів підприємств машинобудування та металообробки.

6.2 Зміст роботи

1 Визначити загальну кількість та склад верстатного обладнання для дільниці з виробництва різального (вимірювального, допоміжного) інструменту, пристосувань (вихідні дані наведені у таблиці 6.1).

2 Визначити загальну кількість та склад верстатного обладнання для дільниці з виробництва штампів холодного листового штампування (вихідні дані наведені у таблиці 6.2).

3 Визначити загальну кількість та склад верстатного обладнання для дільниці з виробництва та ремонту штампів холодного об’ємного штампування та висадки (вихідні дані наведені у таблиці 6.3).

4 Визначити загальну кількість та склад верстатного обладнання для дільниці з виробництва ковальських (гарячих) штампів (вихідні дані наведені у таблиці 6.4).

6.3 Загальні вказівки

Допоміжні інструментальні цехи підприємств машинобудування та металообробки, виробляючи спеціальний інструмент та технологічне оснащення на замовлення цехів основного виробництва, мають широку та різноманітну номенклатуру виробів; крім того, вони виконують різні роботи з ремонту та відновлення різноманітних інструментів.

Розрахункова загальна кількість верстатного обладнання для дільниць інструментальних цехів з виробництва різального, вимірювального, допоміжного інструменту та пристосувань визначається в залежності від числа обслуговуваних верстатів основних виробничих цехів заводу, типу та групи виробництва (таблиця 6.5).

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для визначення загальної кількості верстатів дільниці інструментального цеху з виробництва різального (вимірювального, допоміжного) інструменту та пристосувань

Варіант завдання	Кількість обслуговуваних верстатів цехів основного виробництва	Група виробництва	Тип виробництва
1	1 000	1	Масове та крупносерійне
2	1 600		
3	2 500		
4	1 000	2	
5	1 600		
6	2 500		
7	1 000	3	
8	1 600		
9	2 500		
10	1 000	1	Середньосерійне
11	1 600		
12	2 500		
13	1 000	2	
14	1 600		
15	2 500		
16	1 000	3	
17	1 600		
18	2 500		
19	1 000	1	Дрібносерійне та одиничне
20	1 600		
21	2 500		
22	1 000	2	
23	1 600		
24	2 500		
25	1 000	3	
26	1 600		
27	2 500		

Класифікація груп виробництва за складністю використовуваного інструментального оснащення наведена нижче.

Група 1 – виробництво складних машин та виробів (автомобілів, тракторів, двигунів згоряння, турбін, ковальсько-пресових машин, складних металорізальних верстатів, автоматичних ліній, самохідних будівельних, дорожніх та комунальних машин, екскаваторів, гірничого та металургійного обладнання, машин для харчової промисловості, штампів, прес-форм, складного різального та вимірювального інструменту, тепловозів, електровозів, електричних та інших аналогічних машин).

Таблиця 6.2 – Вихідні дані для визначення загальної кількості верстатів дільниці інструментального цеху з виробництва штампів холодного листового штампування

Варіант завдання	Кількість обслуговуваних пресів	Кількість деталеопераций на один прес	Група штампів
1	200	40	Особливо дрібні
2	180		
3	160	60	
4	140		
5	120	80	
6	100		
7	200	30	Дрібні
8	180		
9	160	50	
10	140		
11	120	70	
12	100		
13	160	20	Середні
14	140		
15	120	40	
16	100		
17	80	60	
18	60		
19	120	10	Великі
20	110		
21	100	30	
22	90		
23	80	50	
24	70		
25	110	10	Особливо великі
26	100		
27	90	30	
28	80		
29	70	50	
30	60		

Група 2 – виробництво машин та виробів середньої складності (механізмів автосамоскидів, автомобільних та тракторних причепів, мопедів, мотоциклів, моторолерів, залізничних та трамвайних вагонів, тролейбусів та автобусів (без двигунів), сільськогосподарських комбайнів, підйомно-транспортного обладнання, трансформаторів, поршневих компресорів, насосів, обладнання текстильної та хімічної промисловості, простих металорізальних та деревообробних верстатів, пральних машин).

Таблиця 6.3 – Вихідні дані для визначення загальної кількості верстатів дільниці інструментального цеху з виробництва та ремонту штампів холодного об'ємного штампування та висадки

Варіант завдання	Кількість обслуговуваних пресів	Маса висаджуваної деталі	Тип виробництва	Тип пресів
1	50	20	Масове та крупносерійне	Одноударні
2	60	40		
3	70	60		
4	80	100		
5	60	20	Середньосерійне	
6	70	40		
7	80	60		
8	90	100		
9	70	20	Дрібносерійне та одиничне	
10	80	40		
11	90	60		
12	100	100		
13	50	20	Масове та крупносерійне	Двохударні
14	60	40		
15	70	60		
16	80	100		
17	60	20	Середньосерійне	
18	70	40		
19	80	60		
20	90	100		
21	70	20	Дрібносерійне та одиничне	
22	80	40		
23	90	60		
24	100	100		

Таблиця 6.4 – Вихідні дані для визначення загальної кількості верстатів дільниці інструментального цеху з виробництва ковальських (гарячих) штампів

Варіант завдання	Обсяг випуску виковків, тис. т	Середня маса виковку, кг	Тип використовуваного обладнання
1	2	3	4
1	25	1	Преси кривошипні гарячештампувальні
2	30	4	
3	40	10	
4	50	25	
5	60	40	

Продовження таблиці 6.4

1	2	3	4
6	25	1	Молоти штампувальні пароповітряні
7	30	4	
8	40	10	
9	50	25	
10	60	40	
11	25	1	Машини горизонтально-кувальні
12	30	4	
13	35	10	
14	40	25	
15	45	40	
16	40	1	Молоти кувальні пароповітряні
17	50	4	
18	60	10	
19	70	25	
20	80	40	
21	15	1	Преси гвинтові
22	20	4	
23	25	10	
24	30	25	
25	35	40	

Група 3 – виробництво простих машин та виробів (сільськогосподарських машин (крім комбайнів), велосипедів, освітлювальної електроапаратури, автотракторного електрообладнання, електрифікованого інструменту, котлів, вальниць, коліс, нестандартизованого обладнання та засобів механізації виробництва у промисловості, простого інструменту).

Норми табл. 6.5 наведені для інструментальних цехів, що обслуговують 1 000 металорізальних верстатів цехів основного виробництва. При іншій кількості обслуговуваних верстатів основного виробництва для визначення кількості верстатів інструментальних цехів та їхніх дільниць до норм табл. 6.5 застосовуються поправкові коефіцієнти, наведені у таблиці 6.6. Поправкові коефіцієнти для проміжних значень кількості обслуговуваних верстатів цехів основного виробництва визначаються за допомогою інтерполяції.

Розрахункова загальна кількість верстатного обладнання дільниць інструментальних цехів з виробництва штампів для холодного листового штампування визначається виходячи з числа обслуговуваних пресів, кількості найменувань деталеопераций, закріплених за одним пресом, групи штампів (таблиці 6.7 та 6.8).

Таблиця 6.5 – Норми розрахунку кількості верстатів для дільниць інструментальних цехів з виробництва різального, вимірювального, допоміжного інструменту та пристосувань

Група виробництва	Розрахункова кількість основних металорізальних верстатів інструментального цеху, % від числа обслуговуваних верстатів цехів основного виробництва, за дільницями			
	з виробництва різального інструменту	з виробництва вимірювального інструменту	з виробництва допоміжного інструменту	з виробництва пристосувань
Масове та крупносерійне виробництво				
Група 1	3,4	1,3	1,7	2,1
Група 2	3,0	1,2	1,5	1,8
Група 3	2,6	1,0	1,3	1,6
Середньосерійне виробництво				
Група 1	3,2	1,3	1,6	1,9
Група 2	2,8	1,1	1,4	1,7
Група 3	2,4	0,9	1,2	1,5
Дрібносерійне та одиничне виробництво				
Група 1	2,8	1,1	1,4	1,7
Група 2	2,4	0,9	1,2	1,5
Група 3	2,3	0,9	1,2	1,4

Таблиця 6.6 – Поправкові коефіцієнти до норм табл. 6.5

Кількість обслуговуваних верстатів цехів основного виробництва	Поправковий коефіцієнт до норм табл. 6.5	Кількість обслуговуваних верстатів цехів основного виробництва	Поправковий коефіцієнт до норм табл. 6.5
10 000	0,75	1 000	1,0
6 300	0,8	630	1,03
4 000	0,85	400	1,06
2 500	0,9	250	1,09
1 600	0,95	160	1,12

Розрахункова загальна кількість верстатного обладнання дільниць інструментальних цехів з виробництва та ремонту штампів холодного об’ємного штампування та висадки визначається в залежності від числа обслуговуваних пресів, типу пресу, маси однієї висаджуваної деталі та типу виробництва (таблиця 6.9).

Розрахункова загальна кількість верстатного обладнання дільниць інструментальних цехів з виробництва ковальських (гарячих) штампів визначається в залежності від обсягу випуску виковків, середньої маси одного виковку та типу використовуваного обладнання (таблиця 6.10).

Таблиця 6.7 – Норми розрахунку кількості основних металорізальних верстатів для дільниць інструментальних цехів з виробництва штампів холодного листового штампування

Кількість найменувань деталеоперацій, закріплених за одним пресом	Розрахункова кількість основних металорізальних верстатів інструментального цеху на один обслуговуваний прес				
	Група штампів				
	Особливо дрібні	Дрібні	Середні	Великі	Особливо великі
До 5	0,07	0,08	0,16	0,24	0,29
6…15	0,10	0,12	0,20	0,29	0,33
16…25	0,12	0,15	0,24	0,33	0,36
26…35	0,14	0,21	0,29	0,36	0,40
36…45	0,17	0,25	0,33	0,40	0,44
46…55	0,20	0,29	0,36	0,44	0,49
56…65	0,23	0,33	0,40	–	–
66…75	0,25	0,36	0,44	–	–
76…85	0,27	0,40	0,49	–	–
86…99	0,30	0,44	–	–	–
Понад 100	0,33	0,49	–	–	–

Таблиця 6.8 – Класифікація штампів холодного листового штампування за ваговими групами

Преси із зусиллям, кг	Група штампів	Середня маса одного штампу, кг
До 30	Особливо дрібні	30
31…100	Дрібні	150
101…400	Середні	1 500
401…1 000	Великі	8 000
1 000…2 500 та більше	Особливо великі	35 000 та більше

Норми кількості верстатного обладнання у табл. 6.10 для проміжних значень середньої маси одного виковку визначаються за допомогою інтерполяції.

Для визначення складу верстатного обладнання отримане загальне число верстатів дільниці розподіляють за групами відповідно до типової структури обладнання сучасного інструментального цеху (таблиця 6.11). При цьому здійснюють корегування структури верстатного обладнання в залежності від передбачених у проєкті технологічних рішень.

Таблиця 6.9 – Норми розрахунку кількості основних металорізальних верстатів дільниць з виробництва та ремонту штампів холодного об'ємного штампування та висадки

Маса однієї висаджуваної деталі, кг	Розрахункова кількість основних металорізальних верстатів інструментального цеху на один обслуговуваний прес		
	Масове та крупносерійне виробництво	Середньосерійне виробництво	Дрібносерійне та одиничне виробництво
Одноударні преси			
До 25	0,44	0,36	0,30
26…40	0,40	0,33	0,28
41…63	0,36	0,30	0,26
63…100 та більше	0,32	0,27	0,24
Двоударні преси			
До 25	0,50	0,45	0,41
26…40	0,48	0,43	0,38
41…63	0,46	0,41	0,33
63…100 та більше	0,42	0,39	0,30

Таблиця 6.10 – Норми розрахунку кількості основних металорізальних верстатів дільниць з виробництва ковальських (гарячих) штампів

Середня маса одного виковку за групою провідного обладнання, кг	Розрахункова кількість основних металорізальних верстатів інструментального цеху на 1 000 т випуску виковків (гарячих штампувань) при роботі				
	на пресах кривошипних гаряче-штампувальних	на молотах штампувальних паро-повітряних	на машинах горизонтально-кувальних	на молотах кувальних паро-повітряних	на пресах гвинтових
1	2	3	4	5	6
0,25	–	–	–	–	1,7
0,4	–	–	–	–	1,5
0,63	0,8	1,1	1,1	0,57	1,3
1,0	0,75	1,0	1,05	0,54	1,1
1,6	0,7	0,95	1,0	0,51	1,0
2,5	0,67	0,9	0,95	0,48	–
4,0	0,64	0,85	0,9	0,45	–
6,3	0,6	0,8	0,85	0,42	–
10	0,56	0,75	0,8	0,39	–
16	0,52	0,7	0,75	0,36	–
25	0,49	0,65	0,7	0,33	–

Продовження таблиці 6.10

1	2	3	4	5	6
40	0,46	0,6	–	0,31	–
63	0,43	0,55	–	0,28	–
100	0,4	0,5	–	0,25	–
160	–	0,45	–	0,22	–
250 та більше	–	0,4	–	0,19	–

Таблиця 6.11 – Типова структура верстатного обладнання сучасного інструментального цеху машинобудівного заводу

Найменування груп обладнання	Частка кількості верстатів групи у загальній структурі обладнання дільниці, %, за дільницями інструментального цеху					
	різального інструменту	вимірювального інструменту	допоміжного інструменту	пристосувань	штампів для холодного штампування	штампів для гарячого штампування
1	2	3	4	5	6	7
Токарно-гвинторізні	10…14	30…40	40…45	32...37	17…22	12…17
Токарно-револьверні	2…3	–	2,5…5	–	2…3,5	–
Токарно-затилувальні	2…4	–	–	–	–	–
Токарно-карусельні	–	–	–	0,5…1,5	1…3	0,5…1,5
Токарно-розточувальні	–	–	–	1…3	0,5…1,5	2…2,5
Координатно-розточувальні	–	–	1…3	5…10	3…4,5	–
Поперечно-стругальні	2…3	2…4	5…7	7…10	8…11	10…13
Довбальні	0,5…1,5	–	1…3	1…2,5	2…3,5	1…3,5
Поздовжньо-стругальні	–	–	–	1...2	1,5...2	1,5...2
Універсально- та горизонтально-фрезерні	13…17	14…18	10…14	10…12	7…10	3…6
Вертикально-фрезерні	2…4	3…5	7…8	4…5	10…18	10…19

Продовження таблиці 6.11

1	2	3	4	5	6	7
Копіювально-фрезерні	–	–	–	0,5…1,5	10…12	0,5…1,5
Поздовжньо-фрезерні	–	–	–	0,5…1,5	1…3,5	0,5…1,5
Різьофрезерні	0,5…1,5	–	–	–	–	–
Зубообробні	0,5…1,5	0,5…1,5	–	1…2,5	–	–
Горизонтально-протягальні	0,3…0,7	–	–	–	–	–
Універсально- та кругло-шліфувальні	12…15	12…15	10…13	6…8	5…7	1…2,5
Внутрішньо-шліфувальні	4…5	2…3,5	4…6	3…4,5	2…3,5	–
Плоско-шліфувальні	13…14,5	16…18,5	9,5…11,5	7,5…9,5	14…16,5	7…9
Безцентрово-шліфувальні	0,5…1,5	–	0,5…1,5	–	–	–
Оптичні профіле-шліфувальні	–	1…2,5	–	–	–	–
Зубо-шліфувальні	1,5…2,5	–	–	–	–	–
Шліфувально-затилувальні	2…4	–	–	–	–	–
Доводочні	1…2,5	7…8	–	–	–	–
Загострювальні	12…15	–	–	–	–	–
Електроерозійні та ультразвукові	–	–	–	–	–	3…4
Свердлильні та радіально-свердлильні	–	–	0,5…1	0,5…1	0,5…1	0,5…1,5
Різні	3…4	3…4	1…2	1…2	1…2	1…2
Усього	100	100	100	100	100	100

6.4 Контрольні питання

1 Які виробничі функції виконують допоміжні інструментальні цехи підприємств машинобудування та металообробки?

2 У залежності від яких факторів визначається загальна кількість верстатного обладнання дільниць інструментальних цехів машинобудівних заводів?

3 Як визначається кількість основних металорізальних верстатів дільниць інструментальних цехів з виробництва різального (вимірювального, допоміжного) інструменту та пристосувань?

4 Як визначається кількість основних металорізальних верстатів дільниць інструментальних цехів з виробництва штампів холодного листового штампування?

5 За яким принципом класифікуються штампи холодного листового штампування?

6 Як визначається кількість основних металорізальних верстатів дільниць інструментальних цехів з виробництва та ремонту штампів холодного об’ємного штампування та висадки?

7 Як визначається кількість основних металорізальних верстатів дільниць інструментальних цехів з виробництва ковальських (гарячих) штампів?

8 Як визначається склад верстатного обладнання дільниці інструментального цеху при відомій загальній кількості основних металорізальних верстатів дільниці?

ЛІТЕРАТУРА

1 Когут М. С. Механоскладальні цехи та дільниці у машинобудуванні : підручник. Львів : Видавництво Державного університету «Львівська політехніка», 2000. 352 с. ISBN 966-553-169-7.

2 Дусанюк Ж. П., Репінський С. В., Савуляк В. В., Сердюк О. В. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні: практикум. Вінниця: ВНТУ, 2016. 148 с.

3 Олійник С. Ю. Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» усіх форм навчання. Краматорськ: ДДМА, 2021. 260 с. ISBN 978-966-379-996-4.

4 Борущак Л. О., Панчук В. Г., Роп’як Л. Я., Пітулей Л. Д. Основи проектування механоскладальних дільниць і цехів: навч. посібник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ , 2018. 194 с. ISBN 978-966-694-308-1.

Навчальне видання

ПРОЄКТУВАННЯ ЦЕХІВ МАШИНОБУДІВНИХ ЗАВОДІВ

Методичні вказівки до виконання практичних робіт

для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G11 «Машинобудування» (спеціалізація G11.01 «Верстати та інструменти») денної та заочної форм здобуття вищої освіти

Укладачі: КАЛІНІЧЕНКО Володимир Васильович,
ШАПОВАЛОВ Максим Валерійович

За авторською редакцією

Комп’ютерне верстання Я. О. Бершацька

6/2025. Формат 60 × 84/16.
Ум. друк. арк. 3,06. Обл.-вид. арк. 2,08.

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Академічна, 72.
Свідоцтво суб’єкта видавничої справи
ДК № 1633 від 24.12.2003