

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання практичних робіт
з дисципліни «Основи проєктування виробничих дільниць та
цехів»

для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка»
освітніх програм «Технології та устаткування зварювання»,
«Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій»
усіх форм навчання

Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Основи проектування виробничих дільниць та цехів» для студентів спеціальності G9 «Прикладна механіка» освітніх програм «Технології та устаткування зварювання», «Відновлення та підвищення зносостійкості деталей і конструкцій» усіх форм навчання / Укладач: В.В. Нетребко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 32 с.

Укладач: В.В. Нетребко, професор, докт. техн. наук

Рецензент: М.Ю. Осіпов, доцент, канд. техн. наук

Редактор: І.П. Аверченко, ст. лаб.

Відповідальний
за випуск: В.В. Нетребко, професор, докт. техн. наук

ЗАТВЕРДЖЕНО:
на засіданні кафедри ІТЗ та МК
Протокол №5 від 29.11.2024 р.

Рекомендовано
до видання НМК ІФФ
Протокол №4
від 17.12.2024 р.

ЗМІСТ

1 МЕТА РОБОТИ	4
2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ	4
2.1 ПРАКТИЧНА РОБОТА 1	4
2.2 ПРАКТИЧНА РОБОТА 2	7
2.3 ПРАКТИЧНА РОБОТА 3	11
2.4 ПРАКТИЧНА РОБОТА 4	17
2.5 ПРАКТИЧНА РОБОТА 5	21
2.6 ПРАКТИЧНА РОБОТА 6	25
3 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО САМОПЕРЕВІРКИ	27
4 ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ	30
5 ЗМІСТ ЗВІТУ	31
6 Літературні джерела	31

1 МЕТА РОБОТИ

Дисципліна «Основи проектування виробничих дільниць та цехів» є завершальною у циклі підготовки студентів. Вона знайомить студентів з основами промислового будівництва, реконструкцією діючого виробництва та готує до розробки дипломного проекту.

Мета курсу полягає в отриманні глибоких знань, що дозволяють: аналізувати різні рішення при виборі технологічних процесів та обладнання; робити розрахунки з визначення кількості устаткування, витрати енергоносіїв та матеріалів; розробляти заходи із захисту навколишнього середовища; обґрунтовувати прийняті техніко-економічні рішення, що використані у проекті; вибирати необхідні об'ємно-планувальні рішення; розробляти необхідну конструкторську та технологічну документацію.

2 ПРАКТИЧНІ РОБОТИ

2.1 ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Реконструкція. Розташування виробничих об'єктів (2 год.)

В процесі практичного заняття студенти розглядають задачі проектування. Вихідні дані для проектування. Визначають тип виробництва. Ознайомлюються з Генеральним планом підприємства (рис.2.1).



Рисунок 2.1 - Генеральний план підприємства

Кожне завдання на проєктування підприємств (цехів, будівель) складається замовником проєкту (міністерством, у підпорядкуванні якого буде знаходитися проєктоване підприємство) відповідно до затверджених рішеннями і техніко-економічними показниками, прийнятими в ТЕО.

Завдання на проєктування повинно включати наступні основні відомості та матеріали: найменування підприємства і вид його будівництва (нове, розширення або реконструкція) із зазначенням місця його розташування, номенклатури виробів річного випуску з підрозділом по основним видам продукції (у натуральному або ціннісному вираженні); режим роботи підприємства; відомості про майбутнє виробниче і господарське кооперування і про джерела постачання сировиною, паливом і енергією, а також вказівки про число стадій проєктування, необхідних термінах будівництва та черговості введення потужностей підприємства в експлуатацію; вимоги щодо захисту навколишнього середовища та утилізації відходів виробництва; необхідність розробки автоматизованих систем управління технологічними процесами і підприємством; необхідні для проєктування матеріали - креслення, специфікації деталей і технічні характеристики, що підлягає випуску продукції підприємства, а також технічні умови на її виготовлення, випробування і приймання [1].

Проєкт цеху підрозділяють на наступні спеціальні частини, що розробляються відповідними групами проєктувальників: а) технологічна і транспортна - ця основна частина проєкту містить визначення і розрахунок всіх елементів виробництва для організації технологічного процесу і внутрішньо-цехового потоку, включаючи техніко-економічний аналіз різних варіантів проєкту та обґрунтування вибору найбільш доцільного з них; б) будівельна - будівельне та архітектурне оформлення будівлі цеху; в) санітарно-технічна - опалення, вентиляція, водопровід і каналізація в будівлі цеху; г) енергетична - постачання цеху електроенергією, парою для виробничих потреб, стисненим повітрям, киснем, горючими, захисними та інертними газами, а також пристроєм телефонного зв'язку та внутрішньо-цехової сигналізації; д) зведені дані та техніко-економічні показники - конспективне зведення результативних даних по всіх частинах проєкту. Крім того, для складання загальної пояснювальної записки та економічної частини

по проєкту заводу в цілому на основі відповідних розрахунків по кожному цеху заводу визначають необхідні капітальні витрати, річні експлуатаційні витрати і проєкту собівартість продукції [1].

На підставі розглянутих вище пропозицій обирають район і місце розташування підприємства і таке інше.

Після вирішення економічних задач аналізують **технічні задачі**:

- виконують проєктування технологічних процесів;
- визначають фонд робочого часу, кількісний та якісний склад необхідної робочої сили;
- формують номенклатуру та виконують розрахунок кількості основного і допоміжного устаткування. На підставі запропонованої продукції та обраного обладнання виконують проєктування та виготовлення нестандартного обладнання та устаткування;
- остаточно визначають необхідну кількість сировини, напівфабрикатів для виготовлення продукції;
- визначають потреби у необхідній кількості електричної енергії, природного газу, води, повітря (для підземних робіт та робіт, для яких необхідне стиснуте повітря), транспорту, освітлення, опалення, вентиляції, каналізації;
- розраховують величину потрібної площі, виконують генеральний план, на підставі якого та задіяних технологічних процесів виконують планування цехів [2].

Залежно від числа заданих видів виробів і повторюваності їх виготовлення може бути встановлена приналежність цеху до певного типу виробництва: одиничне, дрібносерійне, серійне, крупносерійне, масове (табл. 2.1). Але в одному цеху можливо передбачатися організація виробництв різних типів. Одиничне і дрібносерійне виробництво відрізняється великою і нестійкою номенклатурою виробів, що випускаються. У виробничому процесі застосовують універсальне обладнання, відсутнє закріплення заготовок і деталей за обладнанням. У серійному виробництві номенклатура виробів обмежена і досить стійка. Виготовлення виробів проводять періодично повторюваними серіями, застосовується універсальне обладнання. В крупносерійному і масовому виробництві номенклатура виробів, що випускаються, вельми обмежена і стійка. Виріб випускають періодично повторюваними великими серіями, застосовують спеціальне

обладнання, комплексно-механізовані поточні лінії розкрою і спеціальне нестандартне обладнання [3].

Таблиця 2.1 – Характеристики програми річного випуску зварних виробів для різних типів серійного виробництва (по матеріалам норм технологічного проектування) [1]

Показник	Межі річного випуску продукції (тис. шт) для виробництва		
	дрібносерійного та одиничного	серійного	крупносерійного
Заготівельне виробництво			
Характеристика заготовок і деталей			
дрібні	2,5-50	50-300	300-5000
великі	0,75-10	10-75	75-300
Зварювальне виробництво			
Маса складальних одиниць на виріб, кг:			
До 25	до 5	5-200	200-400
25-100	2-8	2-100	100-800
100-500	0,5-2,5	0,5-150	30-350
500-1000	0,3-0,6	0,3-10	5-100
1000-5000	0,2-1	0,2-17,5	3,5-125
5000-25000	0,1-0,5	0,1-10	2-25
25000-100000	0,05-0,2	0,05-4	1-10
Більше 100000	до 0,01	більше 0,01	-
Примітка. Тип виробництва, що проектується кінцево встановлюють по характеристики виробництва того виду виробів заданої програми на долю якого приходяться найбільші (порівняно з іншими видами виробів) сумарні річні значення маси (металоемності) і трудоемності заготівельних і складально-зварювальних робіт.			

2.2 ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Розрахунок кількості технологічного обладнання (2 год.)

В процесі практичного заняття студенти розглядають задачі проектування та удосконалення організації виробництва. Вивчають методику розрахунку кількості одиниць обладнання.

Технічний проєкт цеху виконують з метою детальної розробки технологічних процесів виробництва ще не освоєних видів виробів, що передбачаються до виготовлення із

застосуванням нової технології і комплексної механізації та автоматизації їх виробництва.

При складанні технічного проєкту (або в стадії «робочі креслення») технологічний процес розробляють з необхідним ступенем деталізації (в залежності від типу проєктованого виробництва) в два етапи: попередня і остаточна (детальна) розробка.

Попередня розробка технологічного процесу включає:

- розчленування виробів (за їх кресленнями) на складальні одиниці з виділенням базових деталей;
- встановлення раціональної послідовності робочих операцій: складальних, зварювальних, технічного контролю та транспортних, включаючи вибір найбільш доцільних способів складання і зварювання кожного виробу на основі техніко-економічного порівняння різних раціональних варіантів технології їх виконання;
- вибір і призначення способів обробки металу і встановлення раціональної послідовності робочих операцій з виготовлення деталей та їх підготовки відповідно до обраного способу зварювання і технічними умовами щодо забезпечення необхідної якості заданої продукції;
- вибір типів складального, зварювального, верстатного та іншого виробничого обладнання та оснащення, необхідних для здійснення наміченого технологічного процесу.

Розробка технології виготовлення виробів одиничного і дрібносерійного виробництва обмежується складанням технологічних маршрутних відомостей. У проєктах цехів (відділень, дільниць) серійного виробництва для основних найбільш характерних і складних виробів розробляють технологічні карти, а для інших виробів - технологічні маршрутні відомості. Для всіх виробів крупносерійного і масового виробництва складають докладні технологічні карти, що доповнюються (переважно при масовому виробництві) інструкційними картами для кожного робочого місця або по кожній операції.

Обладнання для складально-зварювальних та інших операцій вибирають за каталогами устаткування, виходячи з правил:

- для зварювання – добирають з умов товщини зварювального металу або залежно від необхідних умов конструкції (герметичність, довжина шва т. ін.);

- для складання і транспортування – виходячи, в першу чергу, з умов ваги виробу;
- для механічної обробки – залежно від виду та точності оброблюваної поверхні.

Кількість одиниць основного обладнання розрахункова N_p (в тому числі й верстатного) може бути визначена в загальному випадку за формулою:

$$N_p = T_o / \Phi_q \cdot K_3$$

де T_o – трудомісткість робіт, які виконуються на даному обладнанні, год.;

Φ_q – дійсний річний фонд часу обладнання, год.;

K_3 - коефіцієнт завантаження обладнання, $K_3 = 0,85...0,95$.

Значення коефіцієнта завантаження устаткування (K_3) залежить від типу виробництва (табл. 2.2) [3].

Таблиця 2.2 – Значення коефіцієнта завантаження устаткування (K_3)

Коефіцієнт	Тип виробництва		
	Одиничне і дрібносерійне	Серійне	Крупносерійне і масове
Завантаження обладнання, K_3	0,8 – 0,85	0,85 – 0,9	0,9 – 0,95

Примітка: K_3 визначається, в основному, відношенням розрахункової кількості обладнання до прийнятої кількості. Значення показників, менше зазначених в таблиці, допускається при обґрунтуванні. Прийнята кількість обладнання (N) визначається по отриманим розрахунковим значенням з наступним округленням результату до найближчого цілого числа.

У випадку розрахунку кількості верстатного обладнання здійснюють розподілення верстатів за групами в процентному відношенні до їх загальної кількості:

токальні - 35-45 %; свердлильні - 18-20 %;

фрезерні - 10-15 %; шліфувальні - 8-12 %;

стругальні - 8-12 %; різні - 10-20 %.

Кількість випробувальних стендів $N_{вс}$ визначається з урахуванням: N - кількість виробів, які випробуються за рік, в штуках; t - тривалість випробовування одного з виробів;

α - коефіцієнт повторності випробовувань ($\alpha = 1,05...1,1$);

t - час установки і зняття виробу зі стенда, включаючи t - час на з'єднання приладів контролю ($t = 0,25...0,35$ год.);

За наведеним принципом розраховують всі одиниці обладнання, стендів та пристосувань. Перелік розрахованого і прийнятого обладнання зводиться у таблицю 2.3 [3].

Таблиця 2.3 – Відомість обладнання ділянки

№ п/п	Найменування обладнання	Кількість	Тип, марка	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м ²	Потужність двигуна, кВт
<i>Всього</i>						

Виробниче обладнання ділиться на основне та інше. Обладнання, що працює в комплекті з виробничим, слід обирати за технологічною необхідністю, організації робочого місця і його автоматизації. Виробниче обладнання вибирають для всіх операцій виготовлення заданого виробу, користуючись довідковою інформацією виробників. Основними критеріями для остаточного вибору раціональних типів обладнання повинні бути такі ознаки:

- технічна характеристика, найбільше відповідає всім вимогам до технологічних операцій, що підлягають виконанню на даному обладнанні або за допомогою даної оснастки;
- найбільша експлуатаційна надійність і відносна простота обслуговування;
- найбільший ККД і найменше споживання енергії при експлуатації;
- найменші габаритні розміри обладнання, що зумовлюють мінімально необхідну площу для розміщення його в цеху;
- найменша сума початкових витрат на придбання і монтаж в цеху даного обладнання

Визначене обладнання компонується у відповідності до його кількості та послідовності технологічного процесу з урахуванням технологічних складів і транспортних потоків цеху та підприємства.

2.3 ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Нормування технологічного процесу (2 год.)

В процесі практичного заняття студенти розглядають методику нормування трудоемності, витрати на одиницю продукції за загальну потребу у всіх ресурсах.

При проектуванні цехів важливо визначити всі технологічні процеси і відповідно - технічно обґрунтовані норми , що дозволить визначати потреби в трудових ресурсах та їх кваліфікації, необхідну кількість різних матеріалів та їх технологічні запаси і, відповідно, площі для їх зберігання, періодичність і розмір партії поставки. Від обсягу потреб в енергоресурсах (вода, електроенергія, природний газ, стисле повітря) визначаються мережі їх постачання. Також визначаються обсяги утилізації відходів та стічних вод і відповідні витрати на екологію, промсанітарію і т.п. Нормування дозволяє вибрати той або інший варіант технологічного процесу, що забезпечує виконання даного конкретного завдання з найбільш сприятливими показниками.

Основним завданням технічного нормування є встановлення норм витрат всіх ресурсів на одиницю продукції і відповідно визначення собівартості за різними процесами виробництва.

Нормування передбачає визначення не тільки кількість працівників цехів, а і потреби у площі.

Розрахунок чисельності працюючих передбачає визначення кількості:

- виробничих робітників, які безпосередньо виконують технологічні операції по виготовленню продукції;
- допоміжних робітників, які виконують операції по обслуговуванню технологічного процесу;
- інженерно-технічних працівників (ІТП), які виконують технічне керівництво виробничими процесами;
- службовців, тобто обліково-конторський персонал;
- молодшого обслуговуючого персоналу;

До виробничих відносять робітників, безпосередньо виконуючих технологічні операції з виготовлення продукції (зварювальники, складальники, різьбярі по металу, верстатні робочі, ґрунтовщики, малярі та інші робочі).

Кількість виробничих робітників (P) при детальному розрахунку визначають за формулою:

$$P = T / F_3,$$

де T – річна (змінна) трудомісткість випуску виробів, людино-години; F_3 - дійсний річний (змінний) фонд часу одного робітника, год.

Дійсний (розрахунковий) річний фонд часу - це час, що може бути цілком використаний для виробництва і визначається відрахуванням з номінального фонду неминучих утрат [4].

Визначення кількості допоміжних робітників. Допоміжні робітники виконують операції по обслуговуванню технологічного процесу. До цієї групи відносять: наладчиків устаткування, електромонтажників, кранівників, водіїв самохідних візків, вантажників, такелажників, підношувачів і інших транспортних робітників, прибиральників виробничих приміщень, різноробочих і інших підсобних робітників. Для спрощення розрахунків число допоміжних робітників можна приймати рівним (20-30)% від числа виробничих робочих. Менші значення - для одиничного і дрібносерійного виробництва, більші - для масового і крупносерійного.

Визначення кількості для інших категорій працюючих. Інші категорії працюючих: інженерно-технічні працівники; молодший обслуговуючий персонал; службовці; працівники сектора технічного контролю.

Для спрощених розрахунків співвідношення інших категорій до числа всіх працюючих приймають по табл. 2.4 [3].

Таблиця 2.4 – Визначення чисельності інших категорій працюючих [3]

Категорії працюючих	Кількість працюючих від загальної кількості робітників в залежності від типу виробництва, %		
	Одиничне і дрібносерійне	серійне	Крупносерійне і масове
Інженерно-технічні робітники	9	8	6,6
Службовці	2,2	2	1,8
Молодший обслуговуючий персонал	1,6	1,5	1,4

Для визначення чисельності працівників служби технічного контролю можна скористатися нормами табл. 2.5 [3].

Таблиця 2.5 – Визначення чисельності працівників служби технічного контролю [3]

Тип виробництва	Кількість основних робочих, що обслуговуються одним контролером
Одиничне і дрібносерійне	36 - 40
Серійне	32 - 36
Крупносерійне і масове	28 - 32

Розрахунок річної потреби в електроенергії здійснюється методом визначення навантажень за коефіцієнтом попиту. Для кожної групи електроприймачів визначається активна потужність. Річна потреба в електроенергії визначається як сума потужності електроприймачів з урахуванням дійсного річного фонду часу обладнання, год та коефіцієнту завантаження обладнання за часом (0,75...0,8). За середні витрати освітлювальної енергії приймають 15 Вт на один квадратний метр площі підлоги ~~н~~я. Розрахунок потреби силової електроенергії закінчується вибором проєкту типової трансформаторної підстанції.

Витрати палива і пари на опалення і вентиляцію визначають із розрахунку компенсування теплових витрат будівлі. Ці витрати приймаються 15...20 ккал/год. на 1 м³. Якщо будівля має примусову вентиляцію, то теплові витрати приймаються сумарно за опаленням і вентиляцією в розмірі 25-35 ккал/год. на 1 м³ будівлі.

При розрахунку природного освітлення відділення і дільниці підбираються відповідні віконні прорізи. Розрахункова площа заскленості, яка забезпечує нормальну освітленість визначається за умови комбінованого освітлення через світлові ліхтарі на даху і через вікна. Електричне освітлення повинно забезпечувати необхідну освітленість дільниць у відповідності з нормами [6].

Після розрахунків кількості обладнання та нормування операцій розробляють наступну технологічну документацію [2]:

Маршрутна карта (МК) – документ, призначений для маршрутного або маршрутно-операційного опису технологічного процесу або для зазначення повного складу технологічних операцій при операційному описі виготовлення виробу в технологічній послідовності з наданням даних про обладнання, технологічну

оснастку, матеріальні нормативи і трудові витрати. МК є обов'язковим документом, проте допускається замість МК використовувати відповідну карту технологічного процесу.

Карта технологічного процесу (КТП) – документ призначений для операційного опису технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу в технологічній послідовності всіх операцій одного виду формоутворення, обробки або ремонту, із зазначенням переходів, технологічних режимів і даних про засоби технологічного оснащення, матеріальні і трудові витрати.

Операційна карта (ОК) – документ, призначений для опису технологічної операції із зазначенням послідовного виконання переходів, даних про засоби технологічного оснащення, режими і трудові витрати. Застосовується при розробці одиничних технологічних процесів.

Комплектувальна карта (КК) – документ, призначений для зазначення даних про деталі, які входять в комплект виробу, що збирається. КК застосовується при розробці технологічних процесів складання.

Відомість оснастки (ВО) – документ, призначений для зазначення застосовуваної технологічної оснастки при виконанні технологічного процесу виготовлення або ремонту виробу.

2.4 ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Компонування обладнання та цехових приміщень (4 год.)

В процесі практичного заняття студенти розглядають типові плани цехів та особливості існуючих технологічних потоків для ефективного розташування обладнання.

Для цехів машинобудівних заводів встановлені уніфіковані типові секції наступних розмірів в плані: основні секції (для поздовжніх прогонів) 144×72 і 72×72 м з сіткою колон 24×12 і 18×12 м, де розмір 12 м являє собою крок колон, тобто відстань між осями сусідніх колон уздовж прольоту, а розміри 18 і 24 м означають ширину прольотів (між осями колон); додаткові секції (для поперечних прольотів) 24×72 , $(24 + 24) \times 72$ і 30×72 м, де розміри 24 і 30 м відносяться до ширини прольотів. Спільна компоновка цих типових секцій і прольотів повинна задовольняти

попередньо обраному типу компоувальної схеми і займатиме площу, відповідну розрахунковій площі проєктованого цеху. Отримані таким чином геометричні розміри вибраної компоувальної схеми проєктованого цеху дозволяють накреслити її в прийнятому масштабі 1: 1000 або 1: 500 з нанесенням на ній сітки колон і меж розташування всіх виробничих відділень і допоміжних приміщень цеху [3].

Компоуванням називають схематичне зображення виробничих, допоміжних, складських, енергетичних і конторсько-побутових приміщень в будівлі. Відповідно до різних типів зварювальних виробництв і різновидами їх організації в проєктуванні складально-зварювального цеху встановилися визначені типові схеми виробничого потоку та компоування приміщень.

Схема цеху з поздовжнім напрямком виробничого потоку використовується, в основному для дрібносерійного і серійного виробництв щодо нескладних металоконструкцій при невеликій і стійкій номенклатурі (рис. 2.2).

Метал зі складу надходить в прольоти заготівельного виробництва I, II, кожен з яких спеціалізується на обробці металу певної групи сортаменту. Тут можуть бути встановлені технологічні лінії термічного різання, в яких виконуються операції маркування, розділового різання, обробки крайок, видалення грату. Тут же можуть бути розташовані гільйотинні ножиці і прес - ножиці для різання листів відповідних товщини, листопрямильні машини для коригування заготовок, механічне обладнання для стругання і фрезерування кромки, свердління отворів і ін. В інших прольотах можуть розташовуватися обробка прокату, труб, а також дільниці механічної обробки заготовок (токальні, фрезерні та інші види робіт).

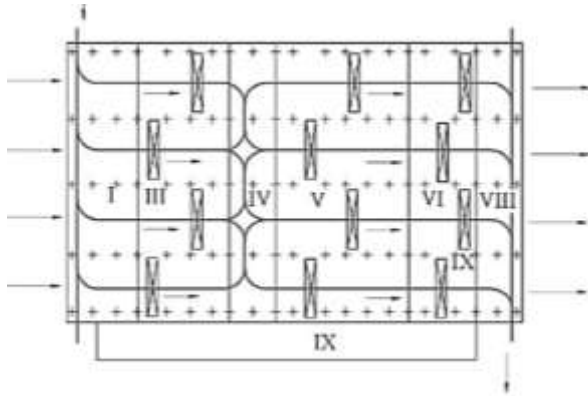


Рисунок 2.2 – Схема цеху з поздовжнім напрямком виробничого потоку

Іншим характерним прикладом типового планування є схема цеху для крупносерійного виробництва складних однотипних зварних конструкцій (рис. 2.3). Основною відмінністю цієї схеми планування від попередньої (поздовжній напрямок) є розташування виробництва загального складання конструкцій в прольоті, поперечному по відношенню до прольотів заготівельного виробництва і прольотах складання і зварювання вузлів. При цьому доцільно, щоб прольоти заготівельного виробництва і вузлового збирання і зварювання були спеціалізовані по типах зварних вузлів, а також, щоб їх взаємне розташування відповідало черговості надходження цих вузлів на загальне збирання виробу. Така схема полегшує вирішення транспортних проблем в умовах крупносерійного і масового виробництв: в умовах поточкових автоматизованих і роботизованих технологічних ліній, що включають операції заготівельного виробництва та механічної обробки вузлів після зварювання.

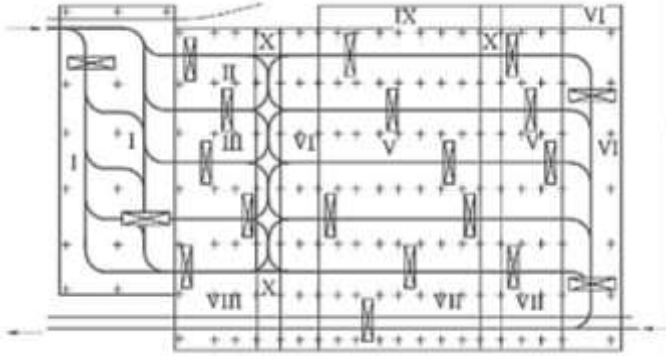


Рисунок 2.3 – Схема цеху зі змішаним напрямком виробничого потоку

Для дрібносерійного і одиничного виробництва важких і громіздких виробів рекомендується схема з поздовжньо-поперечним напрямком виробничого потоку (рис. 2.4). Основний напрямок виробничого потоку в цеху на всій його довжині збігається з напрямком, заданим на плані заводу.

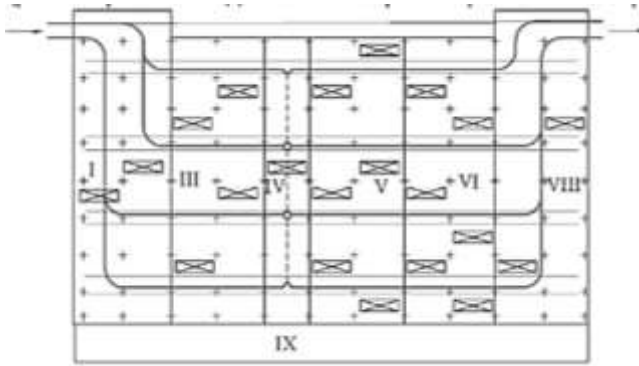


Рисунок 2.4 – Схема цеху з поздовжньо-поперечним напрямком виробничого потоку

Поряд з цим виробничий потік або частина його систематично переміщається в поперечному напрямку - з одного прольоту в інші і назад. поздовжні переміщення деталей, складальних одиниць і виробів в потоці здійснюється на вагонетках по рейкових шляхах: звільнившись в кінці прольотів вагонетки

повертаються в початкове положення також по рейкових шляхах, розташованих паралельно потоку виготовлення виробів. Поперечні переміщення (подача деталей, складальних одиниць і виробів маніпуляторами, автоматами і іншим високопродуктивним обладнанням, яке обслуговує кілька прольотів, а також повернення зазначених деталей, складальних одиниць і виробів в вихідний проліт) виконуються кран-балками (або кранами).

Для забезпечення транспортування заготовок та виробів використовують мостові крани. Мостові електричні крани застосовують в тих цехах, де проводять вантажопідйомні роботи з розвантаження металу, укладанні його в штабелі, подачі до ріжучих агрегатів, подачі на візок при передачі металу з прольоту в проліт. Мостові електричні нормальні крани вантажопідйомністю 5; 10 і 15 т мають прольоти довжиною 11; 14; 17; 20; 23; 26; 29 і 32 м, крани вантажопідйомністю 20/5, 30/5, 50/10 і 80/10 т мають прольоти 10,5; 13,5; 16,5; 19,5; 22,5; 25,5; 28,5 і 31,3 м. Число мостових кранів визначають з розрахунку один кран на кожні 60 м довжини прольоту, але в кожному конкретному випадку кількість кранів уточнюється.

Висота прольотів складально-зварювального проєктованого цеху обумовлена розмірами, які необхідні для подальшого виготовлення у них складальних одиниць, габаритними розмірами виробничого обладнання і застосуванням верхнього транспорту. Згідно з нормами технологічного проєктування висота виробничих приміщень від підлоги до стелі повинна складати не менше 4,5 м.

За відсутності верхнього транспорту (H_n) висота прольоту визначається як сума — найбільшої висоти виробничого обладнання, стелажів, стендів (але не менше 2,3 м) та відстані між найвищою точкою зазначеного обладнання або стелажу і найбільш низькою точкою виступаючих конструкційних частин перекриття (зазвичай 0,4-1 м) (рис. 2.5, а).

За наявності верхнього транспорту висота прольоту цеху визначається від підлоги до нижнього рівня затяжки стропів (стропил) перекриття — H_3 , м (рис. 2.5, б) або від підлоги до рівня поверхні основи рейки підкранових колій — H_n , м (рис. 2.5, в).

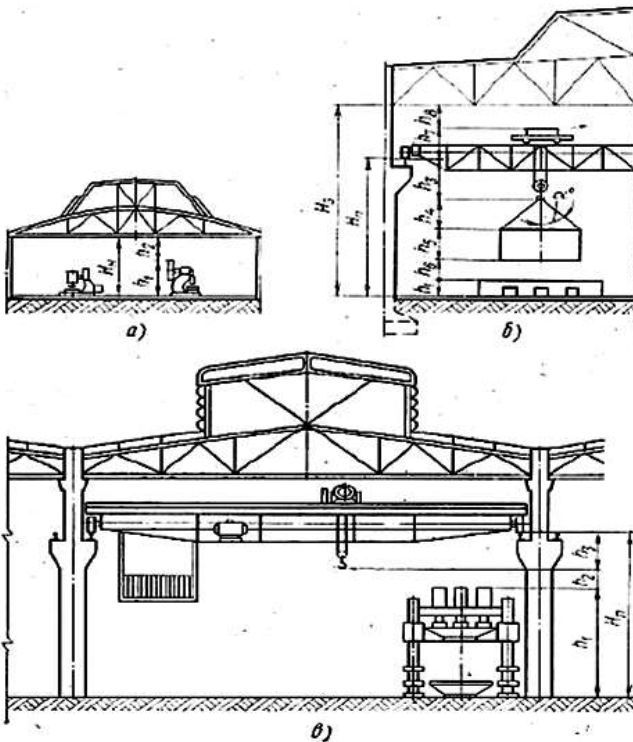


Рисунок 2.5 – Поперечний перетин прольотів цеху для підрахунків необхідної їх висоти: а - при відсутності верхнього транспорту (кранів); б - при наявності останнього в складально-зварювальному відділенні; в - те ж в заготівельному відділенні

Висота прольоту визначається як сума наступних розмірів:

- h_3 - відстань від рівня поверхні головки рейки підкранових колій до найнижчої точки підйомного крюка в його найвищому положенні (але не менше 0,75 м);
- h_4 - відстань між найнижчою точкою вантажу (не менше 1 м);
- h_5 - найбільша висота вантажів, що транспортуються в даному прольоті за допомогою верхнього транспорту, м;
- h_6 - відстань між найнижчою точкою піднятих вантажів і найвищою точкою встановленого в цьому ж прольоті обладнання (0,5-1 м);

- h_7 - відстань від рівня поверхні головки рейки підкранової колії до вищої точки обладнання візка мостового крана, м;
- h_8 - відстань між найвищою точкою обладнання візка крана і нижнім рівнем затягування кроків перекриття (0,6-1,2 м).

Вимоги до промислових будівель. Функціональні вимоги полягають у тому, щоб промислові будівлі найбільш повно відповідали своєму призначенню, тобто заданим параметрам розміщення в них технологічних процесів. Цим вимогам повинні відповідати об'ємно-планувальні та конструктивні рішення будівлі, її внутрішньо цехове підйомно-транспортне обладнання, повітряне середовище, світловий та шумовий режими виробничих приміщень. Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення повинні бути гнучкими для можливості удосконалення технологічних процесів. *Технічні* вимоги до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень промислових будівель полягають у забезпеченні їх міцності, стійкості та довговічності, у зниженні пожежної та вибухової небезпеки для працюючих, а також у можливості зведення будівель індустріальними методами. *Архітектурно-художні вимоги* - промислові будівлі повинні мати естетично виразний та привабливий зовнішній вигляд. Архітектуру будівель промислових підприємств необхідно гармонійно пов'язувати із забудовою всього промислового комплексу та з природним середовищем. Сучасні естетичні вимоги викликають необхідність покращувати якість інтер'єрів виробничих приміщень, яка визначається архітектурно-планувальною організацією, системами освітлення, характером і якістю оздоблювальних будівельних матеріалів, зовнішнім виглядом технологічного обладнання. Гарно і якісно вирішені інтер'єри і фасади промислових будівель підвищують продуктивність праці, знижують утомлюваність, зменшують травматизм, створюють відчуття комфорту, зберігають здоров'я людей і покращують їхній настрій [4].

Економічні вимоги полягають у забезпеченні доцільно необхідних витрат як на будівництво, так і на експлуатацію промислових будівель. Для забезпечення оптимальної організації технологічного процесу необхідно вибирати найбільш раціональні об'ємно-планувальні, конструктивні та архітектурно-композиційні рішення. На економічність будівель впливають також скорочення термінів будівництва, використання вітчизняних будівельних

матеріалів і конструкцій, зменшення витрат на його експлуатацію [4].

Екологічні вимоги, передусім, забезпечуються нормативними виробничо-технологічними процесами, розміщеними в промислових будівлях. Будь-який виробничий процес повинен виключати або мінімізувати забруднення повітряного і водного басейнів, забезпечувати раціональне використання природних ресурсів (сировини, палива, енергії тощо) і відходів виробництва. Разом з тим і архітектурно-конструктивне рішення промислової будівлі та його розміщення на генплані повинні сприяти виключенню або ослабленню шкідливих впливів виробництва на навколишнє природне середовище, людей і прилеглі житлові райони [4].

2.5 ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Санітарно-технічне забезпечення. Захист навколишнього середовища.

Метою цього практичного заняття є ознайомлення студентів із забезпеченням, в промислових умовах, санітарно-гігієнічних норм для працюючих, утилізацію промислових відходів та сміття. Зменшення забруднення навколишнього середовища.

Адміністративно-господарчі та побутові приміщення звичайно проєктуються в одному спеціальному будинку. Такий будинок пристроюється безпосередньо до торцевої або подовжньої сторони будинку цеху або будуються окремо паралельно подовжній стороні будинку цеху. З виробничим приміщенням його з'єднують спеціальними теплими переходами підземними або зовнішніми. Розташування будинку адміністративно-господарчих та побутових приміщень повинне відповідати наступним вимогам:

- 1) бути ув'язаним із загальним напрямком людських потоків на території заводу;
- 2) забезпечувати найкоротший шлях руху робітників від прохідної(табельної) контори до робочих місць у цеху;
- 3) людські потоки не повинні стискувати рух вантажів [4].

До складу адміністративно-господарчих приміщень входять приміщення конструкторського, технологічного, планово-економічного та інших підрозділів, а також лабораторії, бухгалтерія, кабінети начальника і його заступників. До складу

побутових приміщень входять гардеробні, умивальні, душові, санітарні вузли, ванни, пральні, приміщення для паління, медичні пункти, профілакторії, їдальні, кімнати прийому їжі, культурно-побутові кімнати, бібліотеки та інші приміщення. Загальна площа побутових приміщень на одну людину (з розрахунку на найбільш численну зміну) складає для цехів холодної обробки від 2,7 м² до 3,0 м², для «гарячих» цехів – до 3,0-3,5 м² [4].

Кількість кранів у вмивальних розраховується за чисельністю робітників у найчисельнішій зміні і становить 1 кран на 20 осіб для механічних та складальних цехів та 1 кран на 15 осіб для ливарних, термічних, ковальсько-штампувальних цехів та для робітників, зайнятих на налагоджуванні обладнання. Відстань між кранами – не менше 0,6 м, ширина проходу між рядами умивальників – не менше 1,6 м; ширина проходу між умивальниками та протилежною стіною – не менше 1,1 м. Розміри умивальників на сьогодні різноманітні. Вбиральні повинні розташовуватися не далі, ніж у 100 м від найбільш віддалених від них робочих місць. При розташуванні вбиральні поза будівлею відстань від робочих місць до них не повинна перевищувати 200 м. Кількість унітазів та душових розраховуються по таблицях в залежності від кількості робітників в одну зміну та гендерних особливостей робітників. Вбиральні для чоловіків устатковуються також пісуарами у кількості, яка дорівнює кількості унітазів. Кожна вбиральня устатковується вмивальниками з розрахунку один кран на чотири унітази, але не менше одного крана. Досить часто вмивальні розташовують поряд з вбиральнями. Душові розташовуються поряд з гардеробними в ізольованих приміщеннях. Приміщення для паління, якщо воно виділяється всередині будівлі, повинно бути площею не менше 8 м².

Медичні пункти. Обладнуються окремо для кожного підприємства. Для фельдшерського пункту з кількох кімнат може бути прийнята площа 48 м², плюс площа для умивальної (один кран) та вбиральні (один унітаз), для лікарського пункту – 102 м² плюс площа для умивальної (один кран), вбиральні (один унітаз), душової (одна кабіна). Медичне обладнання встановлюється виходячи з потреб конкретного виробництва.

Системи опалення та вентиляції. Класифікація виробничих будівель за системою вентиляції та опалення наведена вище. Тут розглядаються деякі технічні особливості систем опалення, які найчастіше використовуються у виробничих будівлях. У

виробничих приміщеннях найчастіше використовується конвективне опалення. Сутність цього методу полягає у тім, що повітря обтікає обігрівачі і піднімається вверх. За рахунок перемішування обігрівачається все повітря у приміщенні. Нагрівачі найчастіше водяні.

Для подачі гарячої води використовуються ~~або~~ котельня (заводська або комунальна) – централізоване опалення, або автономні електричні та газові нагрівачі. Теоретично для невеликих підприємств може використовуватися навіть пічне опалення. Найчастіше обігрівачі розташовуються біля стін приміщення. Ця система опалення є найдавнішою і придатна для промислових будівель будь-якого призначення і будь-якої конструкції. До недоліків цієї системи слід віднести наступні:

- сухість повітря у приміщенні;
- значне підвищення температури у верхній частині приміщення – створення великого температурного напору на конструкції перекриття або покрівлю і, відповідно, значні втрати тепла;
- температура повітря біля тіла, за якої людина себе відчуває себе найбільш комфортно. складає 22-23°C, а температура повітря для дихання, яка забезпечує найбільшу працездатність – 18-20°C.
- через наведені причини ця система опалення є дуже енерговитратною.

Системи вентиляції найчастіше є приточно-витяжними. Для цього в цехах облаштовуються вентиляційні камери, обладнані компресорами та фільтрами. Потужність вентиляції визначається з урахуванням кількості шкідливих речовин, які виділяються у приміщенні цеху та потреб у повітрі для життєзабезпечення людей та функціонування обладнання. Крім загальної системи вентиляції можуть застосовуватися місцеві вентиляційні пристрої (зонти, відсмоктувачі і таке інше) [4]. Для зниження забрудненості повітря рекомендується застосовувати раціональні конструкції загальних і місцевих вентиляційних установок. При цьому продуктивність останніх (в межах 25,2...50,4 м³/хв.) визначають з розрахунку досягнення необхідної швидкості повітря в приймальному перерізі відсмоктувального пристрою, що має бути більше швидкості забрудненого нагрітого повітря, що піднімається над зварювальною дугою [1]. Заходи з техніки безпеки, передбачені при проектуванні або реконструкції ремонтного підприємства (наприклад заземлення

обладнання, вентиляція, освітлення тощо) вказуються для кожної ділянки окремо.

Інтер'єри кімнат відпочинку залежать від характеру трудових процесів. Наприклад, на високоавтоматизованих виробництвах, де від оператора в ході роботи потрібна постійна концентрація уваги та майже відсутні фізичні навантаження, у кімнатах відпочинку можна використовувати навіть спортивні знаряддя, тренажери. Ефективним з точки зору зняття психічної напруги є поєднання темно-синього фону (обої) та яскравих жовтогарячих та зелених кольорів, що забезпечує, наприклад, акваріум із золотими рибками та водними рослинами. Дуже ефективну заспокійливу дію має класична музика та відтворення природних шумів (шелест листя, шум морських хвиль).

Таким чином, на сьогодні існує цілісна наука про створення виробничих інтер'єрів, яка дозволяє оздобити виробничі та адміністративно-побутові приміщення таким чином, щоб забезпечити максимальну працездатність людей та комфортні умови праці для них.

Для озеленення площадок підприємств варто застосовувати місцеві види деревинно-чагарникових рослин з обліком їх санітарно-захисних і декоративних властивостей. Площа ділянок озеленення варто планувати з розрахунку не менш 3 м² на одного працюючого. Площа озеленення повинна бути не більше 15 % площі підприємства. Вільні ділянки території підприємства варто озеленювати деревинно-чагарниковими насадженнями й газонами. Щоб уникнути засмічення продукції й устаткування не допускається озеленювати територію деревами й чагарниками, що виділяють пух або волокна. Площа ділянок, призначених для озеленення, варто вибирати відповідно до розділу СНІП по проєктуванню генеральних планів промислових підприємств.

Уздовж доріг варто передбачати тротуари на відстані від залізничної колії не ближче 3,75 м, від автомобільної дороги не ближче 0,8 м, від будинків не ближче 0,5 м, ширина тротуару повинна бути не менш 1,5 м.

2.6 ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Техніко-економічна оцінка ефективності проєкту. (2 год.)

Метою роботи є ознайомлення з існуючими показниками техніко-економічної оцінки ефективності розробленого проєкту та їх визначення для адекватного порівняння і визначення конкуренто спроможності.

В процесі проєктування промислових об'єктів розробляють декілька альтернативних варіантів технологічної та будівельної частин та визначають техніко-економічні показники. Порівняння однойменних показників може бути і у співставленні з досягнутими показниками із раніше виконаними проєктами або з діючими підприємствами або з тимчасовими нормативами відповідної галузі промисловості. При порівнянні визначених показників вони повинні бути приведені до однакової річної програми випуску. Без відповідного приведення показників їх порівняння буде не коректним.

Якщо деякі показники нового проєкту виявляться нижчими за існуючі то потрібно з'ясувати причини їх зниження та внести відповідні зміни до проєкту з метою їх покращення. З метою зменшення обсягу доопрацювання, техніко-економічний аналіз необхідно проводити періодично під час проєктних робіт, зразу виконувати коригування. До найбільш розповсюджених техніко-економічних показників належать: трудові витрати (трудомісткість); продуктивність праці; використання основних фондів (обладнання) та виробничих площі; кількість необхідних фінансових вкладень; цехову собівартість виробів; рівень механізації та ступінь автоматизації (роботизація); коефіцієнт використання робочого часу; рівень рентабельності виробництва та інші показники, за вимогою замовника (металоемність виробів, технічні показники виробів у порівнянні із аналогічними показниками виробів конкурентів, кількість промислових відходів, витрати на екологію, та інші). На початку аналіз виконують по відділенням (дільницям) із подібною технологією або продукцією, а потім аналізують загальні показники по цеху і підприємству в цілому.

Загальну трудомісткість поділяють на категорії: трудомісткість ручної праці (людино-годинах); трудомісткість

частково механізованої ручної праці; трудомісткість механізованої праці на обладнанні. Розрахунки виконують по кожній категорії окремо, а потім для співставності визначають питоме значення поділивши на річну програму у штуках, тоннах, метрах і т.п. Продуктивність праці визначають за питомим показником річного випуску на одного працівника цеху і підприємства. Подібним чином визначають показники використання одиниці обладнання та одного м² площі цеху (виробничої та допоміжної).

Рівень фінансових витрат визначають на одиницю продукції. Собівартість - середню по цеху на одиницю продукції.

Фінансові витрати на будівництво об'єкту (цеху) визначають за кошторисом на будівництво, враховуючі всі витрати по кожному етапу та окремому об'єкту. В кошторис об'єкту включають витрати на: підготовчі роботи (геодезична розвідка території, проектно-пошукові роботи, очистка та планування території, дослідження існуючих мереж (вода, каналізація, очисні споруди, газ, тепло і електроенергія) та їх реконструкцію, дороги і тому подібне), оцінка наявності трудового ресурсу та навчальних закладів, витрати на екологію та тимчасові споруди на будівельному майданчику та його облаштування.

Також складають кошториси для кожного об'єкта та пускового комплексу (етапу). Кошториси можуть складатися по кожному окремому виду робіт. Також визначаються потреби у будівельних машинах і транспорті, складах (місцях) для будівельних і монтажних конструкцій, будівельних матеріалів, інвентарю та інше.

КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ ДО САМОПЕРЕВІРКИ

ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Реконструкція. Розташування виробничих об'єктів

1. Наведіть економічні задачі, які вирішуються при проектуванні складально-зварювального підприємства та цехів.

2. Наведіть технічні задачі, які вирішуються при проектуванні складально-зварювального підприємства та цехів.

3. Наведіть організаційні задачі, які вирішуються при проектуванні складально-зварювального підприємства та цехів.

4. Опишіть передпроектні роботи при створенні нового підприємства (цеху, дільниці).

5. Наведіть основні розділи бізнес-плану, який розробляється за результатами передпроектного дослідження.

6. Наведіть основні розділи аванпроекту.

7. Наведіть основні розділи завдання на проектування.

8. Наведіть вхідні дані, які необхідні для проектування.

9. Вкажіть основні розділи технічного проекту.

10. Охарактеризуйте основні принципи побудови генерального плану підприємства.

11. Наведіть загальну класифікацію підрозділів складально-зварювального підприємства та цехів.

12. Наведіть класифікацію складально-зварювальних цехів та дільниць.

13. Наведіть класифікацію допоміжних цехів.

14. Наведіть класифікацію санітарно-технічних підрозділів.

15. Наведіть класифікацію обслуговуючих цехів та підрозділів складально-зварювального підприємства.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Розрахунок кількості технологічного обладнання.

1. Чому має дорівнювати середній коефіцієнт завантаження устаткування?

2. Як визначають необхідну кількість обладнання?

3. Що таке коефіцієнт завантаження обладнання?

4. Як вибирається обладнання для певної технологічної операції?

5. Як визначається середній коефіцієнт завантаження устаткування для виконання всього технологічного процесу заданої деталі?

6. Що таке штучний час для виконання технологічної операції?

7. Що таке штучний час для виконання всього технологічного процесу виготовлення вузла?

8. Що таке необхідна кількість устаткування для технологічної ...?

9. Що таке розрахункова кількість обладнання для технологічної операції?

10. Вкажіть основні критерії для остаточного вибору обладнання.

ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Нормування технологічного процесу

1. Призначення комплексу документів технологічного процесу.

2. Перерахуйте основні форми комплексу документів технологічного процесу.

3. Наведіть визначення маршрутного технологічного процесу.

4. Наведіть визначення повного технологічного процесу.

5. Наведіть визначення типового технологічного процесу.

6. Наведіть визначення групового технологічного процесу.

7. Для чого призначена маршрутна карта технологічного процесу?

8. Для чого призначена карта ескізів технологічного процесу?

9. Для чого призначена операційна карта технологічного процесу?

10. Для чого призначена карта технічного контролю техпроцесу?

11. Які параметри задаються на карті ескізів техпроцесу?

12. Які параметри задаються на операційній карті техпроцесу?

13. Які параметри задаються на маршрутній карті техпроцесу?

14. Чим відрізняється операційна карта від маршрутної?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Компонування обладнання та цехових приміщень.

1. Дайте визначення промислового будівництва, промислового підприємства та промислової будівлі.

2. Наведіть основні вимоги до промислових будівель.
3. Наведіть класифікацію промислових будівель.
4. Наведіть основні елементи промислових будівель.
5. Яким є звичайний склад складально-зварювального цеху і його виробничий зв'язок з іншими цехами і службами заводу?
6. Які типові схеми компоновання складально-зварювальних цехів, що використовуються в проєктуванні?
7. Які типові схеми компоновання складально-зварювальних цехів, у чому полягають їх особливості та для яких типів виробництва рекомендується кожна з них?
8. Якою є загальна методика проєктування технологічного плану цеха і які вихідні дані необхідні для його розробки?
9. Наведіть основні варіанти розташування адміністративних приміщень відносно основної виробничої будівлі та дайте їх характеристику.
10. Наведіть основні вимоги до планування складських, адміністративно-господарських та побутових приміщень.
11. Яким чином визначають ширину, довжину і висоту прогонів цеху з урахуванням габаритів уніфікованих типових секцій і прогонів?
12. Якими повинні бути розміри проходів та проїздів у прогонах цеху.
13. Наведіть основні вимоги до планування відстані між робочими місцями, верстатами, стендами, місцями складання і зварювальними агрегатами.
14. Наведіть основні розрахункові залежності для визначення площі цеху.
15. Як виконують розрахунок і планування цехових складів і кладових?
16. Як виконують розрахунок і планування побутових приміщень виробництва?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Санітарно-технічне забезпечення. Захист навколишнього середовища.

1. Дайте визначення промислового будівництва, промислового підприємства та промислової будівлі.

2. Наведіть основні вимоги до санітарно-технічного забезпечення.

3. Наведіть приклади використання витяжного обладнання на робочому місці.

4. Наведіть основні елементи забезпечення санітарних потреб працівників.

5. Як виконується озеленення території підприємства?

6. Як забезпечується освітлення робочого місця?

7. Наведіть основні вимоги до планування робочого місця.

8. Як забезпечується охорона праці на підприємствах?

ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Техніко-економічна оцінка ефективності проєкту

1. В чому полягає зміст технічних завдань на розробку енергетичної, будівельної та санітарно-технічної частин проєкту цеху і які розрахунки необхідні для їх складання?

2. Які основні техніко-економічні показники проєкту цеху визначають його економічну ефективність?

3. Що таке капіталовкладення, цехова собівартість продукції, рівень рентабельності виробництва і як їх визначають?

4. Як проводиться порівняльний аналіз ефективності технологічних рішень проєкту?

5. Як проводиться аналіз економічних показників підприємства?

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕННЯ ПРАКТИЧНОЇ РОБОТИ

1. Визначити мету і завдання практичної роботи.

2. Ознайомитися з методикою проведення роботи.

3. Провести відповідні розрахунки, за пропозицією викладача.

4. Провести аналіз отриманих результатів.

5. Навести схеми, оцінку розрахунків, оформити таблиці.

6. Зробити висновки.

ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Вказати мету і завдання практичної роботи.
2. Ознайомитися з методикою проведення роботи.
3. Вказати основні питання, що розглядаються на практичній роботі.
4. Привести основні визначення, схеми, розрахунки, показники та таблиці.
5. Зробити висновки.

Літературні джерела:

1. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування зварювальних цехів» для студентів спеціальності 7.05050401 - «Технології та устаткування зварювання» / Укладачі В.В. Перемітько, Б.О. Усенко – Дніпродзержинськ: ДДТУ 2013. – 163 с.
2. Маршуба, В. П. Модернізація зварювальних цехів: навчально-методичний посібник для виконання лабораторних робіт / В. П. Маршуба, Б. В. Сітніков. – Харків : НТУ «ХП», 2019. – 186 с.
3. Технологічне проектування виробничих площ [Електронний ресурс].- Електронний опорний конспект лекцій з кредит. модулю для студентів 131 «Прикладна механіка» спеціалізації «Технології та інжиніринг у зварюванні» освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр / Уклад.: В.О. Гаєвський. – Київ: 2017. – 48 с.
4. Джур, Є. О. Проектування машинобудівних заводів та цехів. Загальна частина: навч. посібник / Є. О. Джур, О. В. Бондаренко. – Дніпропетровськ : Інновація, 2011. – 109 с.
5. Проектування зварювальних цехів. Методичні вказівки до виконання практичних завдань та контрольної роботи для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» за освітньо-професійною програмою «Технології та устаткування зварювання» / Укл. В.В. Перемітько. - Кам'янське: ДДТУ, 2018. – 32 с.
6. Бевз, О.В. Методичні вказівки до виконання курсового проєкту з дисципліни «Проектування цехів і дільниць

для відновлення та зміцнення деталей» / О.В. Бевз, С.О. Магопець, М.В. Красота, Р.А. Осін // – Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 35 с.

Рекомендовані інформаційні джерела

1. Журнал «Автоматичне зварювання». Вид. Міжнародна Асоціація "Зварювання". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://patonpublishinghouse.com/rus/journals/as> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

2. Журнал «Сварщик». Вид. ІЕЗ ім. Е.О. Патона. Київ. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://welder.stc-paton.com/ru/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

3. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

4. Наукова бібліотека НУ "Запорізька політехніка". [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://library.zntu.edu.ua/> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.

5. Кафедра Інтегровані технології зварювання та моделювання конструкцій. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zp.edu.ua/kafedra-integrovanih-tehnologiy-zvaryuvannya-ta-modelyuvannya-konstrukciy> – 18.04.2024. Заголовок з екрану.