



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ  
ІНСТИТУТ»

**В. П. Маршуба, Б. В. Сітніков**

# **МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ЦЕХІВ**

**Навчальний посібник  
до самостійного виконання курсового проекту для  
студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
зі спеціалізації 131-11 «Зварювання, споріднені процеси і  
технології» денної і дистанційної форм навчання**

Рекомендовано вченою радою НТУ «ХПІ»

Харків  
НТУ «ХПІ»  
2019

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»**

**В. П. Маршуба, Б. В. Сітніков**

# **МОДЕРНІЗАЦІЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ЦЕХІВ**

**Навчальний посібник**

**до самостійного виконання курсового проекту  
для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка»  
з спеціалізації 131.11 «Зварювання споріднені процеси і  
технології» денної і дистанційної форм навчання**

Рекомендовано  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 3 от 06.11.2019 р.

Харків 2019

УДК 621.791(07)

М 30

Рецензенти:

*В. В. Дмитрик*, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПІ»;

*Є. С. Дерябкіна*, канд. техн. наук, доц., УПА.

*Рекомендовано вченою радою НТУ «ХПІ»  
як підручник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» за  
спеціалізацією 131.11 «Зварювання, спорідненні процеси та технології»,  
протокол № 3 від 06.11.2019 р.*

**Маршуба В. П.**

М 30 Модернізація зварювальних цехів : Навчальний посібник для самостійного виконання курсового проекту з дисципліни «Модернізація зварювальних цехів» / В. П. Маршуба, Б. В. Сітніков. – Харків : НТУ «ХПІ», 2019. – 116 с.

ISBN

Викладено короткі теоретичні відомості та методичні вказівки для самостійного виконання курсового проекту з дисципліни «Модернізація зварювальних цехів», які дозволяють розв'язати ряд практичних задач з проектування зварювальних цехів та виробництва зварювальних конструкцій.

Призначено для студентів денної та дистанційної форми навчання спеціальності 131 «Прикладна механіка» за спеціалізацією 131.11 «Зварювання, спорідненні процеси та технології».

Іл. 29. Табл. 13. Бібліогр. 53 назв.

ISBN

УДК 621.791(07)

© В.П. Маршуба, Б.В. Ситніков 2019

© НТУ «ХПІ», 2019

## ЗМІСТ

<b>Зміст</b> .....	3
<b>Вступ</b> .....	5
<b>1. Мета та завдання проекту</b> .....	6
<b>2. Загальні вказівки</b> .....	7
<b>3. Склад курсового проекту та вимоги до нього</b> .....	9
3.1. Структура звіту .....	9
3.2. Вступна частина .....	10
3.2.1. Титульний аркуш .....	10
3.2.2. Індивідуальне завдання .....	10
3.2.3. Реферат .....	10
3.2.4. Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (виконується у разі потреби) .....	11
3.2.5. Зміст .....	11
3.3. Основна частина .....	12
3.3.1. Вступ .....	12
3.3.2. Суть звіту .....	12
3.3.3. Висновки .....	15
3.4. Додатки .....	15
<b>4. Правила оформлення звіту</b> .....	16
4.1. Загальні вимоги .....	16
4.2. Нумерація сторінок .....	17
4.3. Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів .....	17
4.4. Ілюстрації .....	17
4.5. Таблиці .....	18
4.6. Переліки .....	19
4.7. Примітки .....	20
4.8. Висновок .....	20
4.9. Формули та рівняння .....	21
4.10. Посилання .....	22
4.11. Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів .....	22
4.12. Додатки .....	22
<b>5. Індивідуальні завдання на курсовий проект</b> .....	24
<b>6. Зразок виконання роботи</b> .....	37
6.1. Розробка маршрутного технологічного процесу заданого вузла ..	37
6.2. Розрахунок кількості основного та допоміжного обладнання ...	41
6.3. Розрахунок коефіцієнта завантаження обладнання .....	42
6.4. Визначення габаритних розмірів основного та допоміжного обладнання .....	43

6.5. Розрахунок кількості основних та допоміжних робітників ..	43
6.6. Типові схеми складально-зварювальних цехів .....	46
6.6.1. Основні конструктивні рішення промислових будівель машинобудівних підприємств .....	47
6.6.2. Планування цеху, ділянки, відділення .....	48
6.6.3. Вимоги до розміщення обладнання. Організація робочих місць .....	51
6.6.4. Визначення площі цеху .....	54
6.6.5. Визначення довжини, ширини і висоти прогонів .....	57
6.7. Побудова планування складально-зварювальної ділянки .....	60
<b>Висновок</b> .....	62
<b>Список літератури</b> .....	66
Основна .....	66
Допоміжна .....	69
<b>Додатки</b> .....	70
Додаток А. Приклад виконання титульного аркуша на форматі А4 для курсового проекту (бланк університету) .....	71
Додаток Б. Приклад аркуша з індивідуальним завданням (бланк кафедри) .....	72
Додаток В. Приклад складення реферату на курсовий проект .....	73
Додаток Г. Приклад виконання змісту на курсовий проект (бланк університету) .....	75
Додаток Д. Приклад виконання «Вступу» до курсового проекту .....	77
Додаток Е. Приклад виконання технологічного процесу з виготовлення заданого вузла .....	78
Е.1. Розробка маршрутного технологічного процесу з виготовлення заданого вузла .....	78
Е.2. Розрахунок кількості основного та допоміжного обладнання .....	94
Е.3. Розрахунок коефіцієнта завантаження обладнання .....	95
Е.4. Визначення габаритних розмірів основного та допоміжного обладнання .....	98
Е.5. Розрахунок кількості основних та допоміжних робітників .....	103
Е.5.1. Визначення кількості виробничих робітників .....	104
Е.5.2. Визначення кількості робочих місць у цеху .....	107
Додаток Ж. Приклад розрахунку площі складально-зварювальної ділянки цеху в курсовому проекті .....	108
Додаток И. Приклад виконання планування складально-зварювальної ділянки цеху в курсовому проекті .....	110
Додаток К. Приклад виконання висновків на курсовий проект .....	115
Додаток Л. Приклад виконання списку літератури .....	116

## ВСТУП

Мета курсового проекту з модернізації складально-зварювальної ділянки – розробка маршрутної технології виготовлення зварної конструкції, яка є технологічною, надійною та економічною.

Різноманітні способи зварювання, які широко застосовуються у машинобудуванні та в інших галузях промисловості, значно відрізняються один від одного, що дозволяє більш повно використовувати їх переваги та вплив технології зварювання, це суттєво впливає на проектування нового виробництва або модернізація існуючого. Для сучасного зварювального виробництва передусім найбільш характерне використання переважно різноманітних способів дугового зварювання, широкий масштаб їх застосування в різних галузях промисловості і залучення великої кількості робітників.

Трубопроводи, корпуси суден, вироби сучасного машинобудування виготовляють із застосуванням прогресивних матеріалів і різноманітних способів зварювання, серед яких найбільшого поширення набули дугові види зварювання. До останніх належить переважно ручне дугове зварювання покритими електродами, механізоване зварювання сталей під флюсом і у вуглекислому газі, механізоване зварювання у аргоні і азоті сплавів на основі алюмінію, міді, титану.

Упровадження у виробництво великої номенклатури конструкційних і зварювальних матеріалів, способів різноманітного зварювання зумовило необхідність дослідження впливу технології зварювання на характер виконання зварних швів та досягнення необхідної якості продукції. Використовують різні способи зварювання: контактний, точковий, напівавтоматичний, аргонодуговий, в середовищі  $\text{CO}_2$ , ручний дуговий і т.д.

Даними способами зварювання виготовляють різноманітні будівельні конструкції, кораблі, цистерни та інші види ємностей, автомобілі, автобуси, причепи і т. д. Для виготовлення будь-якого зварного виробу використовують пристосування для забезпечення надійного закріплення деталей, швидко і точно установлення щодо упору в заданій послідовності, що має бути зручно в експлуатації. Дані пристосування можуть бути ручними, механізованими і автоматизованими.

Використання пристосування підвищить продуктивність праці, скоротить час виробництва зварної конструкції, підвищить якість складання-зварювання, полегшить працю робітника.

Студенту пропонується розробити технологію виготовлення відносно нескладної конструкції на прикладі розробки технологічного процесу складання-зварювання виробу «цистерна», серійне виробництво якого можна організувати з використанням високопродуктивного устаткування. На підставі отриманих результатів виконати розробку нової складально-зварювальної ділянки або модернізувати існуючу.

Виконання проекту потребує знань, умінь та навичок, що були набуті під час вивчення таких професійно-орієнтованих дисциплін, як «Зварювальні конструкції та їх виробництво», «Дугове зварювання», «Автоматичне керування зварюванням», «Електрозварювальні установки», «Зварювальні джерела живлення», «Здатність до зварювання конструкційних матеріалів», «Введення до фаху», «Металографія зварних з'єднань», «Теорія процесів зварювання», «Ручне дугове зварювання» та ін.

Студент повинен засвоїти роботу інженера зі зварювання при виготовленні конкретних конструкцій зі складання та зварювання виробів, конструювання пристроїв, складально-зварювального оснащення, вибору найбільш раціональної технологічної послідовності виготовлення, з механізації та автоматизації операцій.

Особливістю праці над курсовим проектом є необхідність проведення аналізу різних варіантів технологічного процесу та вибору оптимального з точки зору висунутих завдань проектування.

На підставі конструкції виробу, його призначення та умов експлуатації слід вибрати один з можливих оцінних факторів: трудомісткість, точність або якість виготовлення. Розроблений варіант технологічного процесу має максимально задовольняти висунуті вимоги.

Виконання та оформлення курсового проекту повинно відповідати вимогам ЄКСД, ЄСТД та чинному в університеті стандарту щодо оформлення курсових проектів.

## **1. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ РОБОТИ**

1. Метою курсового проекту є систематизування знання з дисципліни «Модернізація зварювальних цехів» шляхом самостійного розв'язання технологічних завдань при виготовленні реального зварного виробу (складальної одиниці).

2. Задачами проекту є розробка маршрутного процесу виготовлення заданої конструкції; підбір основного та допоміжного обладнання залежно від способів зварення, з метою отримання конструкції відповідної якості; розрахунок необхідної кількості основного і допоміжного обладнання, основних та допоміжних робітників; обґрунтування вибору способу зварювання; вибір типу виробництва; контроль якості зварних з'єднань, для заново розроблюваних операцій із заготовки, складання та зварювання.

Слід також:

❖ призначити необхідні допоміжні площі для зберігання, заготівок, напівфабрикатів та готової продукції;

❖ розробити планування складально-зварювальної ділянки основного виробництва на підприємствах машинобудівної галузі, що пов'язані з виробництвом вузлів за допомогою в першу чергу – зварювання.

**Шифр курсового проекту** розглянемо на прикладі: НТУ «ХПІ» – назва ВНЗ; 145 – шифр кафедри; 65 – номер групи; 03 – номер варіанта. Взагалі запис має такий вигляд: НТУ «ХПІ».145.65.03.

## 2. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Курсовий проект з дисципліни «Модернізація зварювальних цехів» має на меті систематизацію і поглиблення отриманого теоретичного матеріалу курсу, а також набуття практичних навичок у проведенні експериментальних та дослідницьких опрацювань з виготовлення різноманітних зварювальних конструкцій, забезпечення створення конструкцій високої якості та обґрунтування техніко-економічних показників технології виготовлення.

Кожний розділ даної роботи містить вказівки до вивчення теоретичних положень, закріплення практичних навичок, а також питання для самоперевірки вивченого матеріалу, необхідні для розуміння суті. Наведено необхідні матеріали та обладнання, подані вказівки щодо порядку проведення розробки курсового проекту, обробки його результатів, аналізу існуючих даних та складання на підставі цього – звіту з розробленням планування складально-зварювальної ділянки цеху.

Перед виконанням розділів курсового проекту студент самостійно вивчає додатковий теоретичний матеріал, готує таблиці для запису даних і результатів досліджень.

Над однією темою (варіантом) курсового проекту одночасно працює тільки один студент. До початку роботи над курсовим проектом викладач перевіряє знання студентів, проводить інструктаж з техніки безпеки при виконанні робіт, роз'яснює загальні вказівки щодо написання курсового проекту, формує напрямки дослідження заданої теми роботи, які виконує студент. Після виконання завдання з курсового проекту студент обробляє і аналізує отримані дані, оформляє і підписує письмовий звіт.

Усі записи у звіті повинні бути виконані на комп'ютері і технічно грамотно. Оформлені ескізи слід виконувати відповідно до вимог ЄСКД (креслення дозволяється виконати вручну), використовуючи креслярські інструменти або відповідні прикладні програми комп'ютерного софту.

Оформлений звіт повинен бути поданий на підпис викладачеві і захищений після виконання у відповідний час. Окремі аркуші звіту мають бути оформлені на спеціальних бланках (титульний лист на форматі А4; маршрутна карта форма 2 і 2 а згідно з стандартами; креслення планування

ділянки на міліметровому папері формату А1), останні аркуші оформлюють відповідно до вимог університету, кафедри, номера і найменування розділів технологічної документації, прізвища і номера групи студента, дати виконання роботи. Правильно оформлений звіт підписує викладач, керівник курсової роботи.

### 3. СКЛАД КУРСОВОГО ПРОЕКТУ ТА ВИМОГИ ДО НЬОГО

Державний стандарт України ДСТУ 3008:2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення» гармонізований з міжнародним стандартом ISO 5966:1982 «Documentation – Presentation of scientific and technical reports», який використовують у своїй роботі фахівці таких найбільш передових і розвинених країн, як США, Японія, Франція, ФРН, Канада, Нідерланди, Бельгія та ін. Державний стандарт України ДСТУ 1.5:2015 «Національна стандартизація. Правила розроблення, викладання та оформлення національних нормативних документів». Ці стандарти мають такі відмінності та основні переваги перед ГОСТ 7.32-91:

- розширення галузі застосування стандарту;
- забезпечення повноти бібліографічного, реферативного та повного описів робіт;
- подальша формалізація робіт відповідно до вимог інформаційних технологій;
- надання можливості прийняття альтернативних рішень під час складання й оформлення робіт;
- у звіті, відповідно до ISO 5966:1982, введено дискусійний розділ, у якому можна розвивати нові аспекти звітної роботи та інтерпретувати або коментувати результати і причини, на підставі яких зроблено висновки і рекомендації;
- стандарт враховує історичні традиції та норми української мови, зокрема, щодо подання прізвищ та імен авторів тощо.

У стандарті враховані багаторічні усталені традиції щодо подання і оформлення робіт.

Крім указаних стандартів, при виконанні курсового проекту необхідно дотримуватися вимог ЄСКД (Єдиної системи конструкторської документації) та ЄСТД (Єдиної системи технологічної документації).

#### 3.1. Структура звіту

Звіт умовно поділяють на такі розділи:

- ❖ вступну частину (титольний аркуш; індивідуальне завдання; реферат; перелік умовних позначень, якщо є; зміст), яку виконують на відповідних бланках та формах формату А4 згідно з попередніми вимогами стандартів;
- ❖ основну частину (вступ; суть звіту, або основна частина; висновки; перелік посилань) на форматі А4;
- ❖ додатки (якщо потрібні) на форматі А4;
- ❖ матеріал у кінці звіту (збірник технологічних документів, що виконані за індивідуальним заданням) на спеціальних бланках стандарту ЄСТД.

## **3.2. Вступна частина**

Вступна частина містить такі структурні елементи:

- ❖ титульний аркуш (1-й аркуш, формату А4), див. зразок Додаток А;
- ❖ індивідуальне завдання (2-й аркуш, формату А4), див. індивідуальні завдання на курсовий проект (розділ V), згідно зі своїм варіантом. Зразок виконання – Додаток Б;
- ❖ реферат з ключовими словами на трьох мовах: українською, російською та англійською (2-3 аркуші, формату А4), див. зразок: Додаток В;
- ❖ перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (1–2 аркуші, якщо потрібно);
- ❖ зміст (2–3 аркуші та інші, якщо потрібно), див. зразок Додаток Г.

### **3.2.1. Титульний аркуш**

Титульний аркуш виконується на форматі А4 з рамкою (20 мм зі сторони зшивання та по 5 мм – з інших) та містить дані, які подають у такій послідовності:

- а) вказується міністерство, до якого відноситься ВНЗ (вищий навчальний заклад);
  - б) назва ВНЗ;
  - в) назва кафедри;
  - г) повна назва роботи, що виконана (курсний проект або робота; розрахунково-практична робота; реферат тощо).
  - д) назва дисципліни, з якої виконується робота;
  - е) відомості про виконавця роботи (назва групи, ПІБ);
  - ж) варіант виконання завдання;
  - з) відомості про керівника роботи;
  - к) місце виконання;
  - л) рік складання (затвердження) роботи.;
- Приклад складання титульного аркуша наведено в Додатку А.

### **3.2.2. Індивідуальне завдання**

Індивідуальне завдання студент отримує від викладача згідно зі своїм варіантом, тобто з розташуванням П.І.Б. студента в журналі групи. Приклад виконання аркуша індивідуального завдання наведено в Додатку Б.

### **3.2.3. Реферат**

Реферат призначений для ознайомлення зі звітом. Він має бути стислим, інформативним і містити відомості, які дозволяють прийняти рішення про доцільність читання всієї роботи.

Реферат має бути розміщений безпосередньо за індивідуальним завданням.

Реферат повинен бути виконаний трьома мовами: українською, російською та англійською і містити:

❖ відомості про обсяг звіту, кількість частин звіту, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків, кількість джерел згідно з переліком посилань (усі відомості наводять, включаючи дані додатків);

❖ текст реферату;

❖ перелік ключових слів.

Текст реферату має відбивати подану у звіті інформацію і, як правило, у такій послідовності:

- об'єкт дослідження або розроблення;
- мета роботи;
- результати та їх новизна;
- основні конструктивні, технологічні й техніко-експлуатаційні характеристики та показники;
- рекомендації щодо використання результатів роботи;
- значущість роботи та висновки.

Реферат належить виконувати обсягом не більше, ніж 100 слів, і бажано, щоб він уміщувався на 0,5 сторінки формату А4.

Ключові слова, що є визначальними для розкриття суті звіту, і умови розповсюдження звіту, якщо такі виставляються, вміщують після тексту реферату.

Перелік ключових слів містить від 3 до 5 слів (словосполучень), надрукованих великими літерами в називному відмінку в рядок через коми.

Приклад складання реферату наведено в Додатку Б.

#### **3.2.4. Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (виконується у разі потреби)**

Усі прийняті у звіті малопоширені умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни пояснюють у переліку, який розміщують безпосередньо після реферату, починаючи з нової сторінки. Незалежно від цього за першої появи цих елементів у тексті звіту наводять їх розшифровку.

Приклад переліку умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів наведено в Додатку В.

#### **3.2.5. Зміст**

Зміст розташовують безпосередньо після реферату або переліку умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів (якщо він є), починаючи з нової сторінки.

До змісту включають:

- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів;
  - зміст (зразок бланків, перший аркуш (рис. 1) та другий і наступні (рис. 2);
  - вступ;
  - послідовно перелічені назви всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів (якщо вони мають заголовки);
  - висновки;
  - назви додатків;
  - матеріал у кінці звіту (збірник технологічних документів).
- Приклад змісту наведено в Додатку Г.

### **3.3. Основна частина**

Основна частина містить такі структурні елементи:

- вступ (0,5–5 сторінки);
- суть звіту (10–15 сторінок);
- висновки (0,5 сторінки);
- перелік посилань (1 сторінка).

#### **3.3.1. Вступ**

У «Вступі» стисло викладають:

- оцінку сучасного стану проблеми, відзначають практично розв’язані задачі, прогалини знань, що існують у даній галузі, провідні фірми та провідних вчених і фахівців даної галузі;
- світові тенденції розв’язання поставлених завдань;
- актуальність даної роботи та підставу для її виконання;
- мету роботи та галузь застосування;
- взаємозв’язок з іншими роботами.

Вступ розташовують на окремій сторінці.

#### **3.3.2. Суть звіту**

Суть звіту – це викладення відомостей про предмет (об’єкт) дослідження або розроблення, які є необхідними й достатніми для розкриття сутності даної роботи (опис: теорії; методів роботи; характеристик і/або властивостей створеного об’єкта; принципів дії об’єкта та основних принципів рішень, що дають уявлення про його будову; метрологічне забезпечення та ін.) та її результатів.

Викладаючи суть звіту, особливу увагу приділяють новизні в роботі, а також питанням сумісності, взаємозамінності, надійності, безпеки, екології, ресурсощадності.



					Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	

Рис. 2. Другий та наступні аркуші звіту згідно зі стандартами університету

Суть звіту викладають, поділяючи матеріал на розділи. Розділи можуть поділятися на пункти або на підрозділи і пункти. Пункти, якщо це необхідно, поділяють на підпункти. Кожен пункт і підпункт повинен містити закінчену інформацію.

Якщо у звіті необхідно навести інформацію про нові аспекти роботи, інтерпретацію або коментар до результатів і причин, на ґрунті яких роблять висновки і рекомендації, у звіт вводять окремий розділ або підрозділи, котрі мають дискусійний характер. Дискусійні підрозділи можуть бути включені у розділи, в яких описуються результати роботи.

У звіті потрібно використовувати одиниці SI. Якщо виміри проведено в інших одиницях, переведення їх в одиниці SI обов'язкове лише за умови викладення найважливіших положень звіту.

### **3.3.3. Висновки**

Висновки щодо звіту вміщують безпосередньо після викладення суті звіту.

У висновках наводять оцінку одержаних результатів роботи з урахуванням світових тенденцій вирішення поставленого завдання; можливі галузі використання результатів роботи; народногосподарську, наукову, соціальну значущість роботи.

### **3.4. Додатки**

Додатки розміщують після основної частини звіту.

У Додатках вміщують матеріал, який:

- є необхідним для повноти звіту, але включення його до основної частини звіту може змінити впорядковане й логічне уявлення про роботу;
- не може бути послідовно розміщений в основній частині звіту через великий обсяг або способи відтворення;

У Додатки можуть бути включені:

- додаткові ілюстрації або таблиці;
- матеріали, які через великий обсяг, специфіку викладення або форму подання не можуть бути внесені до основної частини (оригінали фотографій, мікрофіші; проміжні математичні докази, формули, розрахунки; протоколи випробувань; висновок метрологічної експертизи; копії технічного завдання, програми робіт, договору чи іншого документу, що замінює технічне завдання; інструкції, методики, опис комп'ютерних програм, розроблених у процесі виконання роботи, та ін.);
- опис нової апаратури і приладів, які використовувались під час проведення експерименту, вимірів та випробувань.

## 4. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ

### 4.1. Загальні вимоги

- Залежно від особливостей і змісту звіт складають у вигляді тексту, ілюстрацій, таблиць або їх сполучень.
- Звіт оформлюють на аркушах формату А4 (210x297 мм). За необхідності допускається використання аркушів формату А3 (297x420 мм).
- Звіт виконують машинним (за допомогою комп'ютерної техніки) способом з однієї сторони аркуша білого паперу.
- Звіт виконують згідно з вимогами загального стандарту і стандартів на виконання документів з використанням друкувальних і графічних пристроїв виведення ЕОМ.
- Допускається включення до звіту сторінок, виконаних методом репрографії.
- За машинописного способу виконання звіт друкують через півтора інтервали; за машинного – з розрахунку не більше 40 рядків на сторінці за умови рівномірного її заповнення та висотою літер і цифр не менш ніж 14 кегля.
- Текст звіту слід друкувати, додержуючись таких розмірів крайок аркуша: верхній, лівий і нижній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм.
- Під час виконання звіту необхідно дотримуватись рівномірної щільності, контрастності і чіткості зображення впродовж усього звіту.
- Помилки, описки та графічні неточності допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням коректором (білою фарбою) і нанесенням на тому ж місці або між рядками виправленого зображення машинописним способом або від руки. Виправлене повинно бути чорного кольору.
- Структурні елементи: «РЕФЕРАТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ», «ЗМІСТ», «ВСТУП», «ВИСНОВКИ» не нумерують, а їх назви правлять за заголовки структурних елементів.
- Розділи і підрозділи повинні мати заголовки. Пункти і підпункти також можуть мати заголовки.
- Заголовки структурних елементів звіту і заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи.
- Заголовки підрозділів, пунктів і підпунктів звіту слід починати з абзацного відступу і друкувати маленькими літерами, крім першої великої, не підкреслюючи, без крапки в кінці.
- Абзацний відступ повинен бути однаковим упродовж усього тексту звіту і дорівнювати 1,25 см.
- Якщо заголовки складається з двох і більше речень, їх розділяють крапкою.

- Перенесення слів у заголовку розділу не допускається.
- Відстань між заголовком і подальшим чи попереднім текстом має бути не менше, ніж один інтервал.
- Оформлення тексту, ілюстрацій і таблиць за машинного способу їх виконання повинно відповідати вимогам стандарту ДСТУ 3008-2015 з урахуванням можливостей комп'ютерної техніки.

## **4.2. Нумерація сторінок**

Сторінки звіту слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації, впродовж усього тексту звіту. Номер сторінки проставляють знизу сторінки посередині, без крапки після нього.

- Титульний аркуш не включають до загальної нумерації сторінок звіту. Номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.
- Ілюстрації й таблиці, розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок звіту.

## **4.3. Нумерація розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів**

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти звіту слід нумерувати арабськими цифрами.

- Розділи звіту повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті звіту і позначатися арабськими цифрами без крапки, наприклад: 1, 2, 3 і т.п.
- Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу.
- Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремлених крапкою.
- Після номера підрозділу ставлять крапку, наприклад: 1.1., 1.2. і т.п.
- Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу.
- Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту, або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відокремлених крапкою. Після номера пункту ставлять крапку, наприклад: 1.1., 1.2., і т.п.
- Номер підпункту складається з номера розділу, порядкового номера підрозділу, порядкового номера пункту і порядкового номера підпункту, відокремлених крапкою, наприклад: 1.1.1., 1.1.2, 1.1.3 і т.п.

## **4.4. Ілюстрації**

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати у звіті безпосередньо після тексту, де вони згадують-

ся вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання у звіті.

- Якщо ілюстрації створені не автором звіту, необхідно при поданні їх у звіті дотримуватись вимог чинного законодавства про авторські права та давати посилання на джерело.

- Креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, розміщені у звіті, мають відповідати вимогам стандартів «Єдиної системи конструкторської документації» та «Єдиної системи програмної документації».

- Фотознімки розміром менше за формат А4 мають бути наклеєні на аркуші білого паперу формату А4.

- Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (під рисунковий текст). Назву та пояснювальні дані розташовують під рисунком або збоку нього, з розташуванням по центру.

- Ілюстрація позначається словом «Рис. » або «Рисунок\_ », яке разом з номером і назвою ілюстрації розміщують перед пояснювальними даними, наприклад: «Рис. 3.1 – Схема розміщення» або «Рисунок 3.1 – Схема розміщення». Пояснювальні дані наводяться курсивом після назви рисунка з нового рядка.

***Приклад:***

*Рисунок 3.1 – Схема розміщення:*

*а – розташування деталей в першому положенні; б – у другому положенні*

- Ілюстрації слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком ілюстрацій, наведених у додатках. Номер ілюстрації може складатися з номера розділу і порядкового номера ілюстрації, відокремлених крапкою, наприклад: рисунок 3.2 – другий рисунок третього розділу.

## **4.5. Таблиці**

- Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць відповідно до рис. 3.

- Горизонтальні та вертикальні лінії, які розмежовують рядки таблиці, а також лінії зліва, справа і знизу, що обмежують таблицю, можна не проводити, якщо їх відсутність не утруднює користування таблицею.

- Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці мають бути посилання в тексті звіту.

- Таблиці слід нумерувати арабськими цифрами порядковою нумерацією в межах розділу, за винятком таблиць, що наводяться у додатках. Номер таблиці складається з номера розділу і порядкового номера таблиці, відокремлених крапкою, наприклад: таблиця 2.1 – перша таблиця другого

розділу.

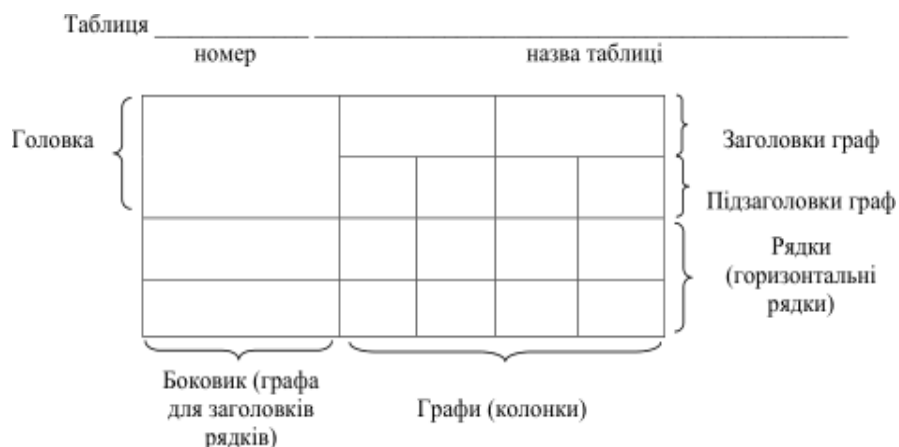


Рис. 3. Основні елементи таблиці

- Таблиця може мати назву, яку друкують малими літерами (крім першої великої) і розміщують над таблицею. Назва має бути стислою і відбивати зміст таблиці. Назву таблиці починають з абзацного відступу.

- Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під одною, або поруч, або переносячи частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи в кожній частині таблиці її головку і боковик. При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінити відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці. Слово «Таблиця» вказують один раз зліва над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: «Продовження табл.» з зазначенням номера таблиці. Точка в кінці назви таблиці не ставиться.

**Приклад:**

*Таблиця 1.2 – Склад сталі Р6М5*

*Продовження табл. 1.2*

- Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком.

- Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф указують в однині.

#### 4.6. Переліки

- Переліки, за потреби, можуть бути наведені всередині пунктів або підпунктів. Перед переліком ставлять двокрапку.

- Перед кожною позицією переліку слід ставити малу літеру української (російської) абетки з дужкою, або, якщо не нумеруючи – дефіс (перший рівень деталізації). Для подальшої деталізації переліку слід використовувати арабські цифри з дужкою (другий рівень деталізації).

**Приклад:**

а) форма і розмір клітин;

б) живий склад клітин:

1) частини клітин;

2) неживі включення протопластів;

в) утворення тканини.

- Переліки першого рівня деталізації друкують малими літерами з абзацного відступу, другого рівня – з відступом відносно місця розташування переліків першого рівня.

#### **4.7. Примітки**

- Примітки вміщують у звіті за необхідності пояснення змісту тексту, таблиці або ілюстрації.

- Примітки розташовують безпосередньо після тексту, таблиці, ілюстрації, яких вони стосуються.

- Одну примітку не нумерують. Слово «Примітка» друкують з великої літери з абзацного відступу, не підкреслюють, після слова «Примітка» ставлять крапку і з великої літери в тому ж рядку подають текст примітки.

**Приклад:**

*Примітка* \_\_\_\_\_

- Декілька приміток нумерують послідовно арабськими цифрами з крапкою. Після слова «Примітка» ставлять двокрапку і з нового рядка з абзацу після номера примітки з великої літери подають текст примітки.

**Приклад:**

*Примітки:*

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

#### **4.8. Виносок**

- Пояснення до окремих даних, наведених у тексті або таблицях, допускається оформляти виносками.

- Виноски позначають нарядковими знаками у вигляді арабських цифр (порядкових номерів) з дужкою. Нумерація виносок – окрема для кожної сторінки.

- Знаки виноски проставляють безпосередньо після того слова, числа, символу, речення, до якого дають пояснення, та перед текстом пояснення. Текст виноски вміщують під таблицею або в кінці сторінки й відокремлюють від таблиці або тексту лінією довжиною 30...40 мм, проведеною

в лівій частині сторінки.

Текст виноски починають з абзацного відступу і друкують машинним способом з мінімальним міжрядковим інтервалом.

**Приклад:**

*Цитата в тексті: «Він базується на використанні інтуїтивного прогнозування за методом Делфі<sup>1)</sup>».*

Відповідне подання виноски:

<sup>1)</sup> У стародавньому місті Делфі жерці змагались у пророкуванні майбутнього. Метод, який названо за назвою цього міста, спочатку використовувався для «пророкування» часу настання події, що прогнозувалася. Він не допускає прямих контактів між експертами.

#### 4.9. Формули та рівняння

- Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині сторінки. Вище і нижче кожної формули або рівняння повинно бути залишено не менше одного вільного рядка.

- Формули і рівняння у звіті (за винятком формул і рівнянь, наведених у додатках) слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номера розділу і порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою, наприклад: формула (1.3) – третя формула першого розділу. Номер формули або рівняння зазначають на рівні формули або рівняння в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

- Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони наведені у формулі чи рівнянні.

Пояснення значення кожного символу та числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без двокрапки.

**Приклад:**

*Відомо, що*

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2}}, \quad (3.1)$$

*де  $M_1, M_2$  – математичне очікування;*

*$\sigma_1, \sigma_2$  – середнє квадратичне відхилення міцності та навантаження.*

Переносити формули чи рівняння на наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак операції на початку наступного рядка. Коли переносять формули чи рівняння на знакові операції множення, застосовують знак «X».

Формули, що йдуть одна за одною й не розділені текстом, відокремлюють комою.

**Приклад:**

$$f_1(x, y) = S_1 \text{ і } S_1 \leq S_{1 \max}, \quad (1.1)$$

$$f_2(x, y) = S_2 \text{ і } S_2 \leq S_{2 \max}. \quad (1.2)$$

#### 4.10. Посилання

• Посилання в тексті звіту на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним двома квадратними дужками, наприклад: «... у роботах [1–7] ...».

Допускається наводити посилання на джерела у виносках, при цьому оформлення посилання має відповідати його бібліографічному опису за переліком посилань із зазначенням номера.

**Приклад:**

*Цитата в тексті:* «... у загальному обсязі робочого часу частка інформаційної роботи перевищує 70 % [6] <sup>1)</sup>».

*Відповідний опис у переліку посилань:*

**6. Іванов В. А.** Автоматизація робіт в установах // В. А. Іванов. – ТИЕР. – № 4. – М.: Мир, 1983. – С. 66-76.

*Відповідне подання виноски:*

1) [6] **Іванов В. А.** Автоматизація робіт в установах // В. А. Іванов, А. С. Петров. – ТИЕР. – № 4. – М.: Мир, 1983. – С. 66-76.

При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки зазначають їх номери.

При посиланнях слід писати: «... у розділі 4 ...», «... дивись 2.1 ...», «... за 3.3.4 ...», «... відповідно до 2.3.4.1 ...», «... на рис. 1.3 ...» або «... на рисунку 1.3 ...», «... у таблиці 3.2 ...», «... (див. 3.2) ...», «... за формулою (3.1) ...», «... у рівняннях (1.23) – (1.25) ...», «... у додатку Б ...».

#### 4.11. Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів

Перелік повинен розташовуватись стовпцем. Ліворуч в абетковому порядку наводять умовні позначення, символи, одиниці, скорочення і терміни, праворуч – їх детальну розшифровку.

#### 4.12. Додатки

• Додатки слід оформлювати як продовження звіту на його наступних сторінках або у вигляді окремої частини, розташовуючи додатки в порядку появи посилань на них у тексті звіту.

• Якщо додатки оформлюють на наступних сторінках звіту, кожний такий додаток повинен починатися з нової сторінки. Додаток повинен мати

заголовок, надрукований вверху малими літерами з першої великої симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої повинно бути надруковано слово «Додаток \_\_» і велика літера, що позначає додаток.

- Додатки слід позначати послідовно великими літерами української (російської) абетки, за винятком літер Г, Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад: додаток А, додаток Б і т. д. Один додаток позначається як додаток А.

Додатки повинні мати спільну з рештою звіту наскрізну нумерацію сторінок.

- За необхідності текст додатків може поділятися на розділи, підрозділи, пункти і підпункти, які слід нумерувати в межах кожного додатку відповідно до вимог 7.4. У цьому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) і крапку, наприклад: А.2 – другий розділ додатка А; Г.3.1 – підрозділ 3.1 додатка Г; Д.4.1.2 – пункт 4.1.2 додатка Д; Ж. 1.3.3.4 – підпункт 1.3.3.4 додатка Ж.

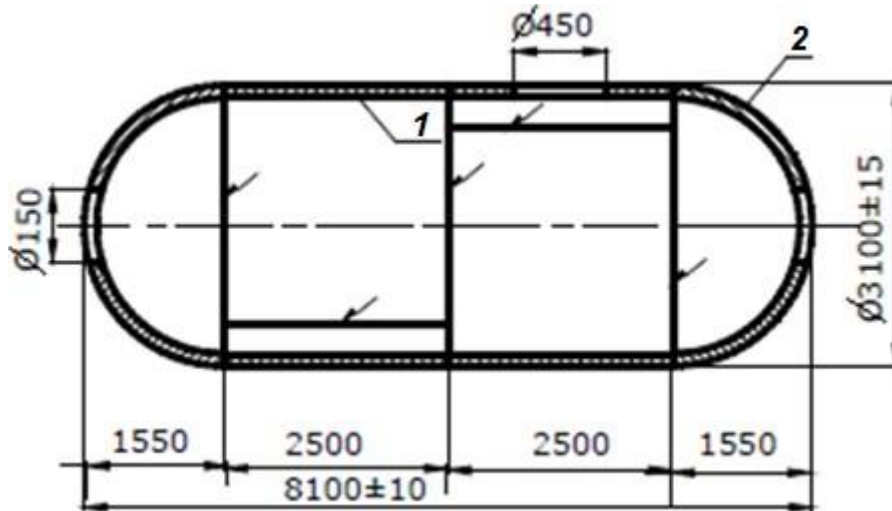
- Ілюстрації, таблиці, формули та рівняння, що є у тексті додатка, слід нумерувати в межах кожного додатка, наприклад: рисунок Г.3 – третій рисунок додатка Г; таблиця А.2 – друга таблиця додатка А; формула (А.1) – перша формула додатка А. Якщо в додатку одна ілюстрація, одна таблиця, одна формула, одне рівняння, їх нумерують, наприклад: рисунок А.1, таблиця А.1, формула (В.1).

- В посиланнях у тексті додатка на ілюстрації, таблиці, формули, рівняння рекомендується писати: «... на рисунку А.2 ...», «... на рисунку А.1 ...» – якщо рисунок єдиний у додатку А; «... в таблиці 5.3 ...», або «... в табл. Б.3 ...»; «... за формулою (В.1) ...» і «... у рівнянні (Г.2) ...».

- Якщо у звіті як додаток використовується документ, що має самостійне значення і оформлюється згідно з вимогами до документа даного виду, його копію поміщують у звіті без змін в оригіналі. Перед копією документа уміщують аркуш, на якому посередині друкують слово «ДОДАТОК» і його назву (за наявності), праворуч у верхньому куті аркуша проставляють порядковий номер сторінки. Сторінки копії документа нумерують, продовжуючи наскрізну нумерацію сторінок звіту (не зважаючи на власну нумерацію сторінок документа).

## 5. ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

**Варіант №1. Розробити технологію виготовлення корпусу посудини.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 15 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

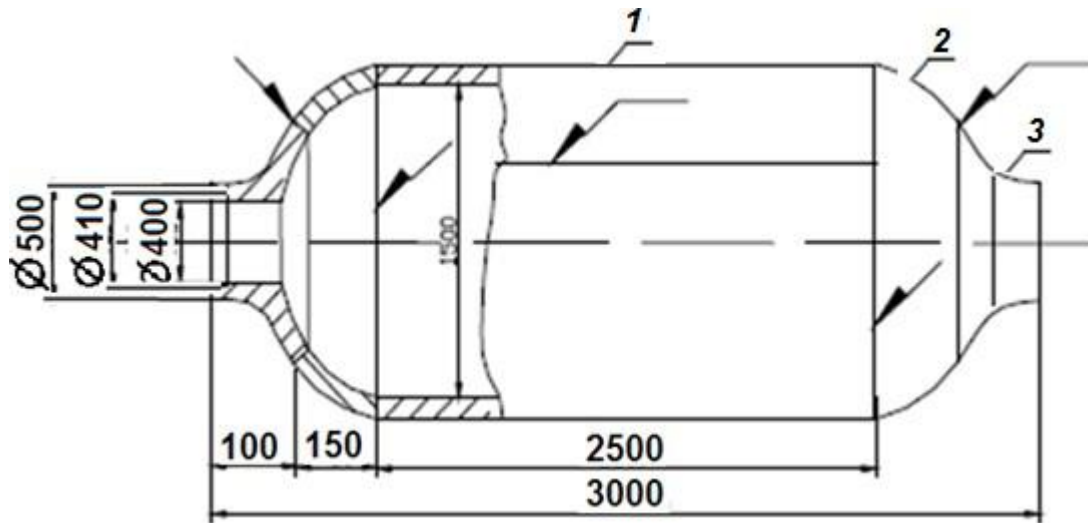


Номер позиці	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки $S$ , мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Обичайка	2	22К	10Х2М	12Х18Н10Т	50	20	10
2	Днище	2	22К	10Х2М	12Х18Н10Т	50	20	10

### Технічні умови:

1. Робочий тиск у посудині  $\leq 5,0$  МПа.
2. Овальність обичайок не повинна бути більше 0,5 % від діаметра.
3. Усі зварні шви мають бути міцно щільними. Механічні властивості  $\sigma_B$ ,  $\delta$ ,  $KCV$  зварювального з'єднання повинні бути на рівні нижньої межі механічних властивостей основного металу.
4. Допускаються поодинокі неметалеві включення діаметром до 0,1 мм на довжині 1 м.
5. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**Варіант №2. Розробити технологію виготовлення посудини високого тиску. Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 18 000 штук на рік при двозмінній роботі ділянки.**

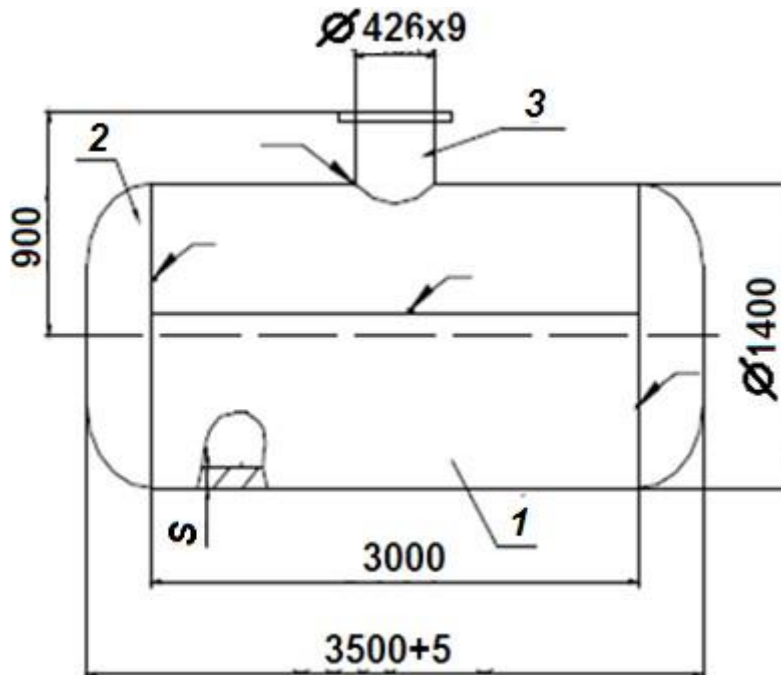


Номер позиці.	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки $S$ , мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Обичайка	1	12ХМ	09Г2С	12Х1МФ	16	25	36
2	Днище	2	12ХМ	09Г2С	12Х1МФ	16	25	36
3	Патрубок	2	12ХМ	09Г2С	12Х1МФ	16	25	36

**Технічні умови:**

1. Овальність обичайок не повинна бути більше 0,5 % від діаметра.
2. Зміщення крамок стикових швів не повинно перевищувати 1,0 мм.
3. Усі зварні шви повинні бути міцно щільними. Механічні властивості  $\sigma_B$ ,  $\delta$ ,  $KCV$  зварювального з'єднання мають бути на рівні нижньої межі механічних властивостей основного металу.
4. Робочий тиск  $\leq 5,0$  МПа.
5. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**Варіант №3. Розробити технологію виготовлення резервуара.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 10 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

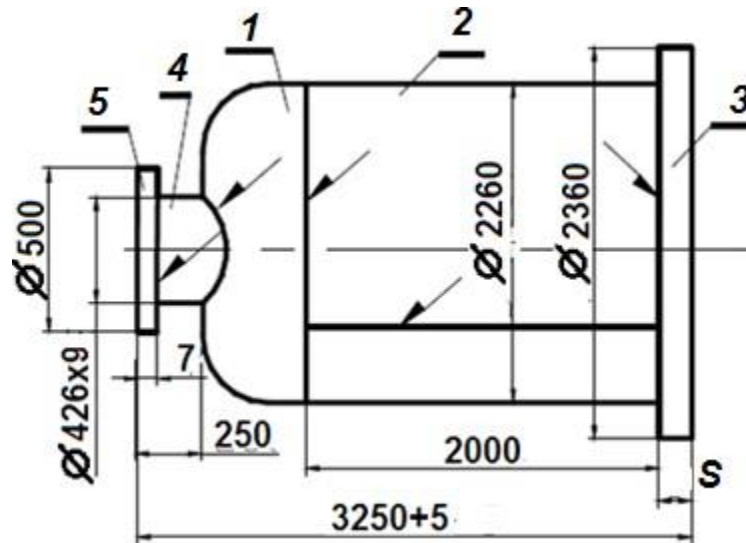


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Обичайка	1	15ХСНД	16ГС	10Х2М	8	12	18
2	Днище	2	15ХСНД	16ГС	10Х2М	8	12	18
3	Патрубок	1	15ХСНД	16ГС	10Х2М	8	12	18

**Технічні умови:**

1. Овальність обичайок не повинна бути більше 0,5 % від діаметра.
2. Зміщення кромки стикових швів не повинна перевищувати 1,0 мм.
3. Усі зварні шви мають бути міцно щільними. Механічні властивості  $\sigma_B$ ,  $\delta$ ,  $KCV$  зварювального з'єднання повинні бути на рівні нижньої межі механічних властивостей основного металу.
4. Робочий тиск  $\leq 5,0$  МПа.
5. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**Варіант №4. Розробити технологію виготовлення роз'ємного посуду.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 16 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

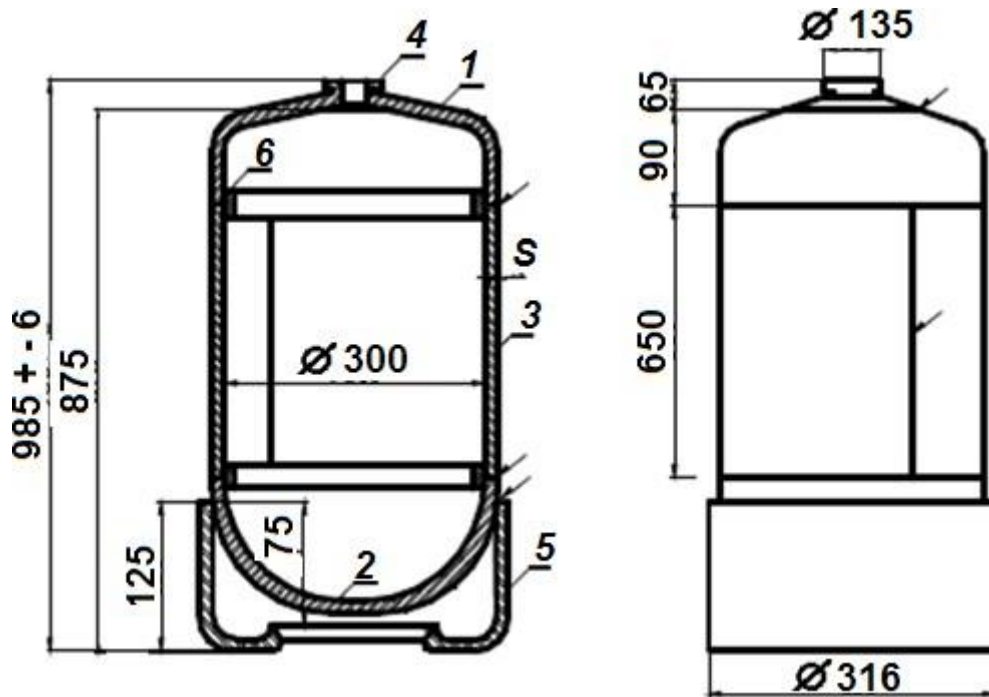


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Днище	1	15ХСНД	12ХМ	20К	6	12	18
2	Обичайка	1	15ХСНД	12ХМ	20К	6	12	18
3	Фланець	1	15ХСНД	12ХМ	20К	6	12	18
4	Патрубок	1	15ХСНД	12ХМ	20К	6	12	18
5	Фланець	1	15ХСНД	12ХМ	20К	6	12	18

#### Технічні умови:

1. Овальність обичайок не повинна бути більше 0,5 % від діаметра.
2. Зміщення кромки стикових швів не повинна перевищувати 1,0 мм.
3. Усі зварні шви мають бути міцно щільними. Механічні властивості  $\sigma_B$ ,  $\delta$ ,  $KCV$  зварювального з'єднання повинні бути на рівні нижньої межі механічних властивостей основного металу.
4. Робочий тиск  $\leq 5,0$  МПа.
5. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**Варіант №5. Розробити технологію виготовлення балона.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 25 000 штук на рік при дво-змінній роботі дільниці.

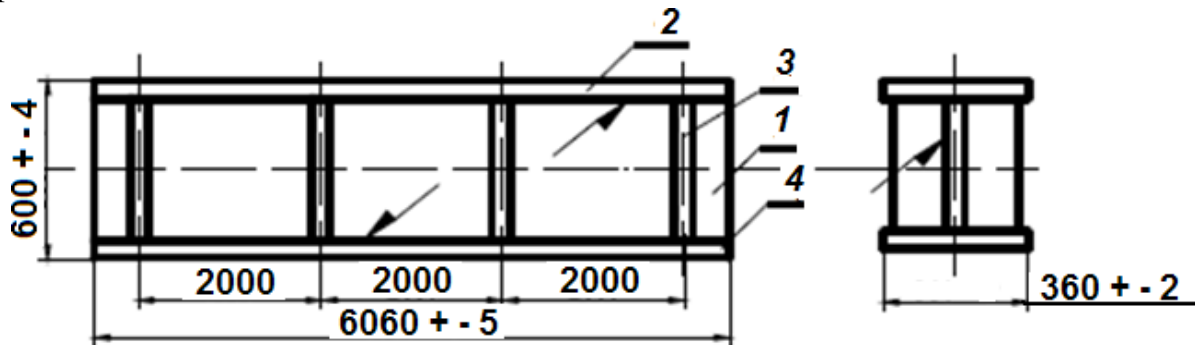


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Днище нижнє	1	18К	10Г2С1	12ХМ	4	6	8
2	Днище верхнє	1	18К	10Г2С1	12ХМ	4	6	8
3	Обичайка	1	18К	10Г2С1	12ХМ	4	6	8
4	Горловина	1	18К	10Г2С1	12ХМ	4	6	8
5	Підставка	1	Ст3сп	Ст3сп	Ст3сп	4	6	8
6	Підкладка, що залишається	2	Ст3сп	Ст3сп	Ст3сп	4	6	8

#### Технічні умови:

1. Робочий тиск в посудині до 0,3 МПа.
2. Овальність обичайки не повинна перевищувати 0,5% від діаметра.
3. Зміщення кромки стикових швів не більше 0,5 мм.
4. Відхилення граничних розмірів по довжині і діаметру посудини немає, тобто вони не повинні перевищувати  $\pm 2$  мм.
5. Усі зварні шви повинні бути щільними.
6. Катет зварного шва  $N_2 = 1,0 S$  підставки.
7. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**Варіант №6. Розробити технологію виготовлення балки.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 7 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

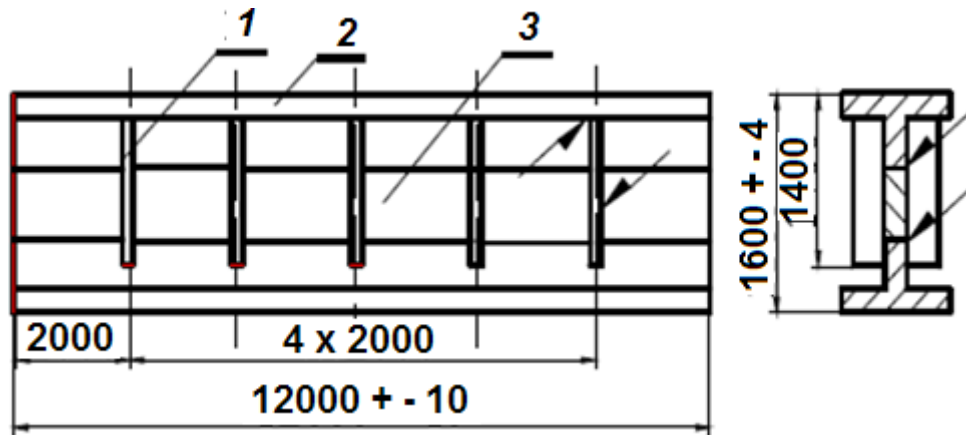


Ном ер пози ції	Найменування деталі	Кіль- кість, шт.	Матеріал			Товщина стінки $S$ , мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Вертикальна полка	1	15ХФ	15ХМ	20ХН	10	16	20
2	Верхній пояс	1	15ХФ	15ХМ	20ХН	10	16	20
3	Ребро жорст- кості	8	15ХФ	15ХМ	20ХН	10	16	20
4	Нижній пояс	1	15ХФ	15ХМ	20ХН	10	16	20

**Технічні умови:**

1. Балка працює при температурі від +40 °С до – 40 °С.
2. Допускається стріла прогину не більше 1 мм на метр довжини балки.
3. Допустимі дефекти згідно з додатком РД 34.15.132–96.
4. Для варіанта завдання А ширина ребер жорсткості повинна бути 170 мм. Для Б і В – 160 мм.
5. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**Варіант №7. Розробити технологію виготовлення підкранової балки.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 6 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

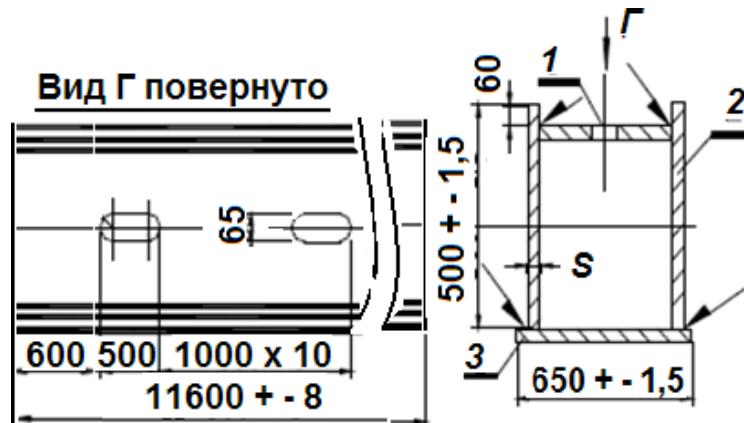


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Рebro жорсткості	10	16ГС	14ХГС	14Г2БД	6	10	18
2	Широкополковий двотавр	1	16ГС	14ХГС	14Г2БД	6	10	18
3	Вставка	1	16ГС	14ХГС	14Г2БД	6	10	18

**Технічні умови:**

1. Допускається стріла прогину не більше 0,5 мм на метр довжини балки.
2. Допустимі дефекти згідно з РД 34.15.132–96 (Додатки П14).
3. Шви повинні мати наскрізне проплавлення з хорошим формуванням кореня шва.
4. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**Варіант №8. Розробити технологію виготовлення колони коробчастого перетину.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 6 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

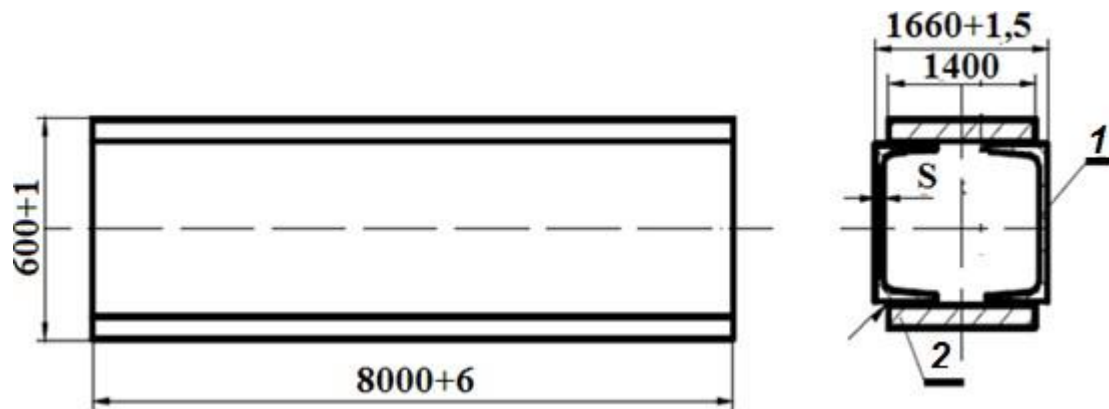


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Верхній пояс	1	10ХСНД	15ХСНД	16Д	10	16	20
2	Вертикальний пояс	2	10ХСНД	15ХСНД	16Д	10	16	20
3	Нижній пояс	1	10ХСНД	15ХСНД	16Д	10	16	20

**Технічні умови:**

1. Колона працює в умовах статичних навантажень.
2. Допустимі дефекти згідно з РД 34.15.132–96 (Додатки П14).
3. Шви повинні мати наскрізне проплавлення з хорошим формуванням кореня. Катети швів дорівнюють половині товщини основного металу з допуском  $\pm 1$  мм.

**Варіант №9. Розробити технологію виготовлення стояка бункера розвантажувальної естакади. Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 7 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.**

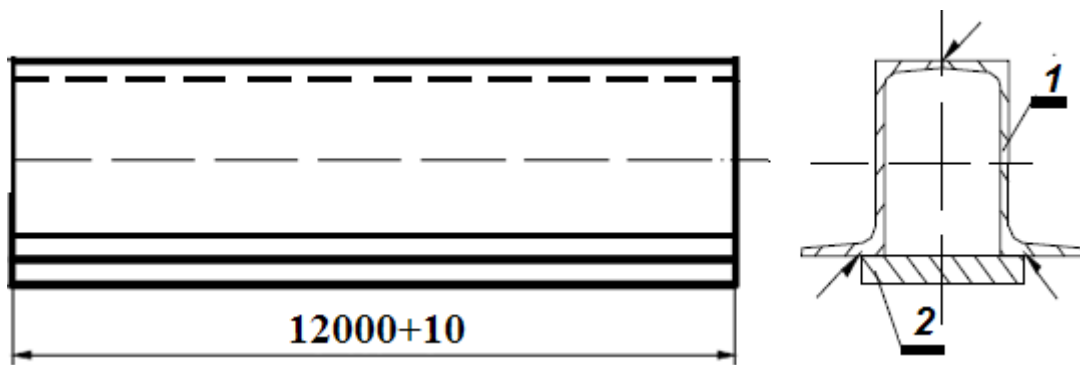


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Профільний стояк зі швелера	2	20ХГР	18ХГ	10Г2	40П	36П	30П
2	Планка	2	20ХГР	18ХГ	10Г2	40П	36П	30П

**Технічні умови:**

1. Стояк працює в умовах вібрацій і динамічних навантажень.
2. Допустимі дефекти згідно з РД 34.15.132-96 (Додатки П14).
3. Катети швів  $K = (S \pm 1)$  мм.

**Варіант №10. Розробити технологію виготовлення балки хребтової.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 6 500 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

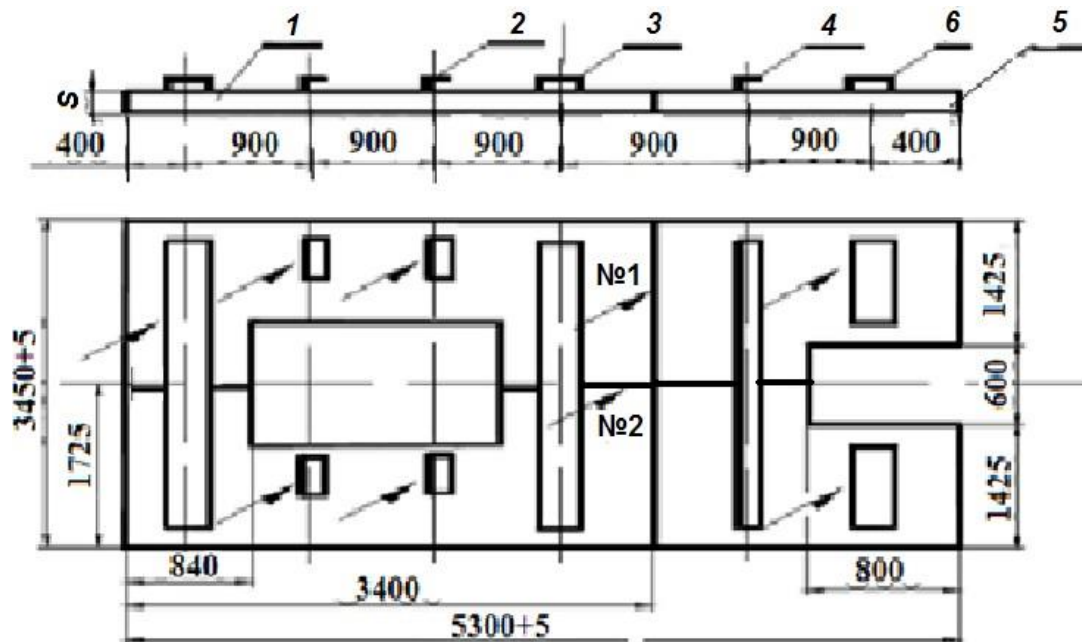


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Профіль Z-подібний	2	Ст3сп	09Г2Д	Ст3пс	8	10	Посилений за ГОСТ 13229-78
2	Полка	1	Ст3сп	09Г2Д	Ст3пс	6	10	20

**Технічні умови:**

1. Допускається прогин балки до 1,0 мм на 1 м довжини.
2. Підрізи, напливи та інші поверхневі дефекти шва не допускаються.
3. Тріщини, скупчення пор і неметалевих включень не допускаються.

**Варіант №11. Розробити технологію виготовлення секції настилу.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 450 штук на рік при дво-змінній роботі дільниці.



Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал варіанти			Товщина стінки S, мм варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Лист	2	Ст3сп	10Г2С1Д	09Г2	6	12	20
2	Шпангоут	2	Ст3сп	10Г2С1Д	09Г2	Швелер №16П l = 3350		
3	Шпангоут	4	Ст3сп	10Г2С1Д	09Г2	Куточок 63x40x6 l = 975		
4	Шпангоут	1	Ст3сп	10Г2С1Д	09Г2	Куточок 63x40x6 l = 3350		
5	Лист	2	Ст3сп	10Г2С1Д	09Г2	6	12	20
6	Шпангоут	2	Ст3сп	10Г2С1Д	09Г2	Швелер №16П l = 1325		

#### Технічні умови:

1. Швелери сталеві гарячекатані за ГОСТ 8240089, кутки сталеві гарячекатані нерівно полочні за ГОСТ 8510-86, сортамент прокату листового гарячекатаного за ГОСТ 19903-74, технічні умови за ГОСТ 5521-86.

2. Секція настилу рефрижераторного судна є підставкою рубки, в якій розміщуються різноманітні прилади.

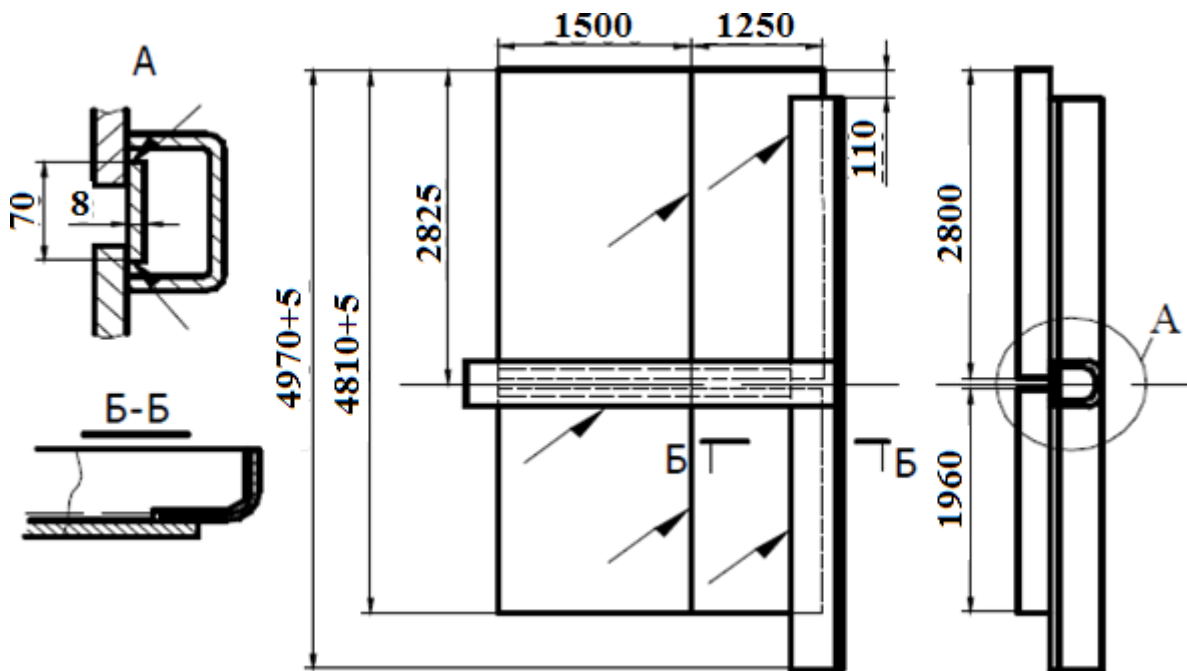
3. Для запобігання деформації конструкції збирання елементів настилу повинна проводитися на жорстких стелажах.

4. Зміщення краєвих листів стикових швів не повинно перевищувати 1,0 мм.

5. Підрізи, напливи, бризки металу та інші поверхневі дефекти не допускаються.

6. Шви № 1 і № 2 повинні мати наскрізне проплавлення, непровари не допускаються.

**Варіант №12. Розробити технологію виготовлення напівстінка залізничного броньованого вагону.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 4 500 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

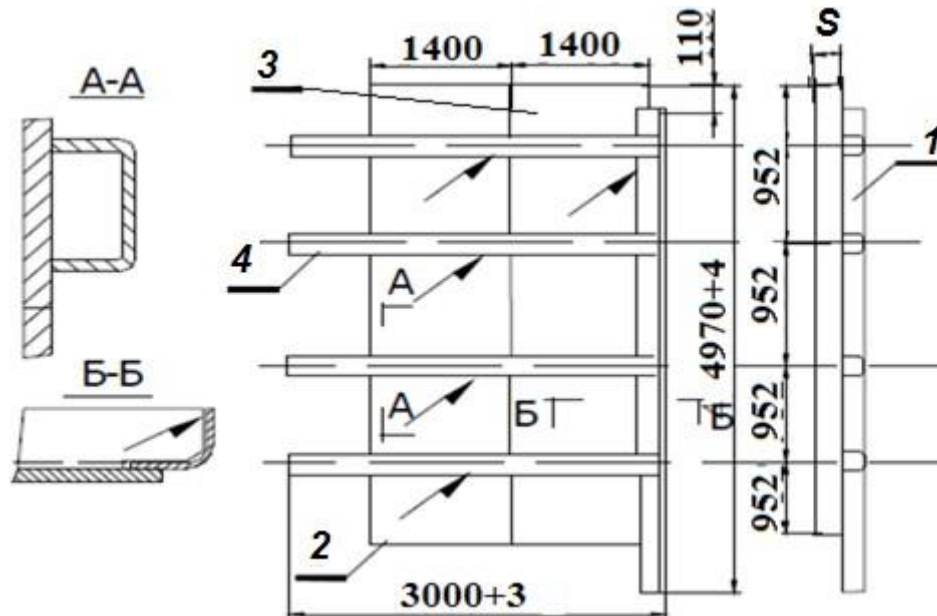


Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки S, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Профіль гнутий кутовий	1	15ГФД	14Г2АФД	15ГФ	80x80x6 для всіх варіантів		
2	Лист	2	15ГФД	14Г2АФД	15ГФ	10	16	20
3	Профіль П-подібний	4	15ГФД	14Г2АФД	15ГФ	100x80x6 для всіх варіантів		

#### **Технічні умови:**

1. Напівстінок є частиною бічної стіни броньованого суцільнометалевого вагону, призначеного для перевезення вибухових речовин.
2. Зміщення крамок листів стикових швів не повинно перевищувати 1,0 мм.
3. Підрізи, напливи, бризки металу і інші поверхневі дефекти швів не допускаються.
4. Допускаються поодинокі пори й неметалеві включення, але не більше 3 дефектів на одному погонному метрі.

**Варіант №13. Розробити технологію виготовлення секції броньованого вагону.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 5 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.



Номер позиції	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки $S$ , мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Профіль гнутий кутовий	1	10ХСНД	15ХСНД	10Г2С1Д	100x100x6 для всіх варіантів		
2	Лист	2	10ХСНД	15ХСНД	10Г2С1Д	10	15	20
3	Лист	2	10ХСНД	15ХСНД	10Г2С1Д	10	15	20
4	Накладка	1	10ХСНД	15ХСНД	10Г2С1Д	8	8	8

#### Технічні умови:

1. Секція є частиною бічної стіни броньованого цільнометалевого вагону, призначеного для перевезення вибухових речовин.
2. Складання і зварювання секції повинні проводитися на жорстких стелажах.
3. Стиковий шов повинен мати наскрізне проплавлення. Непровари не допускаються.
4. Підрізи, напливи, бризки металу й інші поверхневі дефекти швів не допускаються.
5. Допускаються поодинокі пори і неметалеві включення, але не більше 3 дефектів на одному погонному метрі.

## 6. ЗРАЗОК ВИКОНАННЯ

### 6.1. Розробка маршрутного технологічного процесу виготовлення заданого вузла

Розробляємо маршрутний технологічний процес з виготовлення заданого індивідуального вузла (порядок розробки див. конспект дисц. «Зварні конструкції та їх виробництво» та «Технологічні процеси зварювального виробництва»). Індивідуальний вузол задається викладачем відповідно до кожного варіанта (за списком у журналі групи) та додаткових вимог, що сформульовані особисто викладачем кожному студенту.

Технологічний процес виконується у двох видах: у вигляді детального опису та у вигляді маршрутних карт за ЄСТД.

Технологічний процес з виготовлення заданого вузла виконується у довільному вигляді методом детального опису. Детальний опис технологічного процесу являє собою довільну таблицю (див. табл. 1 і табл. Е.1), що заповнюється з вказівкою таких стовбців:

- номер технологічної операції за порядком виготовлення виробу;
- назви операції технологічного процесу;
- основного та допоміжного обладнання для виконання технологічних операцій;
- стислого опису виконання технологічної операції;
- штучного часу на виготовлення напівфабрикату з кожної технологічної операції  $T_{шт}$ , хв.

Приклад виготовлення цистерни для серійного виробництва відображено у табл. 1.

Таблиця 1 – Приклад виконання детального опису технологічного (маршрутного) процесу виготовлення виробу на прикладі вузла – цистерни

Номер операції	Назва операції технологічного процесу	Основне та допоміжне обладнання для виконання технологічних операцій	Короткий опис операції	$T_{шт}$ , хв
005	Транспортна	 Автомобільний, залізничний транспорт та інші види транспорту. Задіяні засоби транспортування у вигляді пристосувань для перевантаження листового матеріалу і захоплення для пачки листів металу мод. LC-PDK8,0 та кран вантажопідйомністю 10 т	Доставка стандартних листів металу розміром 3000x2000 мм до місця обробки	0,8

У детальному описі технологічного (маршрутного) процесу необхідно вказати основне та допоміжне обладнання, на якому виконують технологічні операції та пристосування, що задіяні при цьому. Рисунки основного обладнання можливо не вставляти у таблицю.

Детальний опис технологічного (маршрутного) процесу виготовлення виробу у вигляді таблиці розмістити у відповідному розділі пояснювальної записки курсового проекту.

При використанні обраного основного та допоміжного обладнання розрахувати необхідний штучний час для виконання кожної операції за довідниками.

За довідниками визначити габаритні розміри для основного та допоміжного обладнання та занести в окрему довільну таблицю (приклад виконання: табл. 2). Виконувати для операцій зі станціонарним обладнанням.

Маршрутна карта виконується на першому аркуші (рис. 4) формату А4 форми 2 за ГОСТ 3.1118-82 та на другому і наступних аркушах формату А4 форми 2а за ГОСТ 3.1407-86 (рис. 5) згідно зі стандартами ЄСТД.

Розроблену маршрутну карту у вигляді аркушів за ГОСТ 3.1118-82 та ГОСТ 3.1407-86 у повному обсязі розмістити у додатках до курсового проекту.

Таблиця 2 – Габаритні розміри основного та допоміжного обладнання для виконання технологічного процесу заданого вузла

Номер операції	Основне та допоміжне обладнання для виконання технологічних операцій	Габаритні розміри у плані (темплети)
010	 <p>Листоправильна машина мод. V-1321 2 рольганги L=4200</p>	
015	 <p>Дробеструминна камера мод. MUNKEBO 2 накопичувачі L=3500</p>	

Дублюваний		Взв'яг		Годіник		№ ізм		Аркуш		№ бокум.		Підпис		Дата		№ бокум.		Лист		№ ізм		Підпис		Дата																					
																										1																			
Розроблює		Шевченко																																											
Перевіряє		Маршуба																																											
Нач. бюро																																													
Н. контроль		Маршуба																																											
Відповідальний		Дмитрик																																											
M 01																																													
M 02																																													
A		Цех		Діл.		РМ		Опер.		Код, найменування операції		Код, найменування устаткування		Код, найменування деталі, зб. одиниці або матеріалу		СМ		Проф.		Р		УТ		КР		КОМД		ЕН		ОП		ЕМ		ЕН		К шт		Т п.з.		Т шт		Н росх		У пряс.	
P																																													
01																																													
02																																													
03																																													
04																																													
05																																													
06																																													
07																																													
08																																													
09																																													
10																																													
11																																													
12																																													
13																																													
14																																													
МК																																													

Рис. 4. Зразок першого аркуша форми 2 маршрутної карти за ГОСТ 3.1118-92



## 6.2. Розрахунок кількості основного та допоміжного обладнання

Необхідна кількість обладнання розраховується за даними технологічного процесу складання і зварювання запропонованої конструкції.

1. Загальна трудомісткість програми  $T_o$ , н-год, виготовлення заданих зварних конструкцій за операціями технологічного процесу, за формулою розраховується:

$$T_o = \frac{T_{шт} \cdot B}{60}, \quad (1)$$

де  $T_{шт}$  – норма штучного часу для виконання звареної конструкції згідно з операцією технологічного процесу, хв (розглянуто в лабораторній роботі №4 дисципліни «Модернізація зварювальних цехів»);

$B$  – річна програма, шт.

За цією формулою послідовно визначається трудомісткість річної програми для кожної операції технологічного процесу. Результати отриманих розрахунків зводимо в табл. 3.

Таблиця 3 – Загальна трудомісткість операцій техпроцесу

Номер операції	Назва основного обладнання	Норма штучного часу по кожній операції, $T_{шт}$ , год	Трудомісткість річної програми $T_o$ , год
Разом:			

2. Визначаємо дійсний фонд часу роботи обладнання  $\Phi_d$ , год, за формулою

$$\Phi_d = (D_p \cdot t_n - D_{п.р} \cdot t_o) \cdot K_{п.у} \cdot K_3, \quad (2)$$

де  $D_p$  – число робочих днів у році (приймаємо:  $D_p = 253$  р. д.);

$D_{п.р}$  – число передсвяткових днів у році (приймаємо  $D_{п.р} = 9$  п. д.);

$t_n$  – тривалість зміни, год ( $t_n = 8$  год.);

$t_c$  – число годин, на яке скорочений робочий день перед святами ( $t_c = 1$  год);

$K_{п.у}$  – коефіцієнт, що враховує простой устаткування в ремонті (за довідниками приймаємо:  $K_{п.у} = 0,95$ );

$K_3$  – кількість робочих змін у добу ( $K_3 = 2$ ).

3. Розраховуємо кількість обладнання  $C_p$ , що необхідна для виконання операцій технологічного процесу:

$$C_p = \frac{T}{\Phi_d \cdot K_n}, \quad (3)$$

де  $T$  – трудомісткість програми за операціями, н-год (знаходимо за формулою (4));

$K_n$  – коефіцієнт виконання норм (за довідниками приймаємо:  $K_n = 1,1 \dots 1,2$ ).

$$T = \sum T_{шт} \cdot B. \quad (4)$$

Прийняту кількість обладнання ( $C_{п.о}$ ), визначаємо шляхом округлення розрахункової кількості  $C_p$  в бік збільшення до найближчого цілого числа. Слід мати на увазі, що допускається перевантаження робочих місць, яке не повинно перевищувати 5...6 %. Отримані розрахункові та прийняті результати заносимо до табл. 4.

Таблиця 4 – Розрахункова  $C_p$  та прийнята  $C_{п}$  кількість обладнання

Номер операції	Назва основного обладнання	Кількість обладнання	
		розрахункова $C_p$ , шт	прийнята $C_{п.о}$ , шт

### 6.3. Розрахунок коефіцієнта завантаження обладнання

Розрахунок коефіцієнта завантаження обладнання  $K_o$ . Виконуємо для кожної операції:

$$K_o = \frac{C_p}{C_{п}} \quad (5)$$

Середній коефіцієнт завантаження устаткування по кожній деталі  $K_{o.сер}$ :

$$K_{o.сер} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{п}} \quad (6)$$

Необхідно прагнути до того, щоб середній коефіцієнт завантаження устаткування був якомога ближче до одиниці. Отримані результати заносимо до табл. 5.

Таблиця 5 – Коефіцієнт завантаження обладнання

№ опер.	Назва основного обладнання	Коефіцієнт завантаження обладнання	
		$K_o$	$K_{o.сер}$
Разом:			

Прийнятними (за даними різних джерел) вважаються значення коефіцієнта  $K_o$ :

- для зварювання:
  - 0,85...0,95 – у масовому або багатосерійному виробництві;
  - 0,75...0,85 – у серійному виробництві;
  - 0,70...0,80 – в одиничному виробництві;
  - 0,8...0,9 – при двозмінній роботі цехів.
- для механічної обробки та обробки тиском:
  - 0,85...0,95 – для масового виробництва і більше;
  - 0,75...0,86 – для серійного виробництва;

– 0,65...0,78 – для дрібносерійного та одиничного виробництва.

• для складання:

– 0,90...0,95 – для масового виробництва;

– 0,70...0,80 – для серійного виробництва;

– 0,40...0,70 – для одиничного виробництва.

Для ливарного виробництва та цехів термічної обробки цифри будуть подібними з урахуванням того, що для цих цехів найбільш прийнятним є безперервний або тризмінний режим роботи.

#### **6.4. Визначення габаритних розмірів основного та допоміжного обладнання**

Після визначення необхідної кількості основного та допоміжного обладнання необхідно для побудови планування складально-зварювальної ділянки визначити габаритні розміри кожного виду обладнання.

Визначення габаритних розмірів необхідно виконувати за паспортом обладнання, в разі їх відсутності – за довідниками або у вільному пошуку у середовищі «Internet».

Отримані дані потрібні для виготовлення темплет (зображення обладнання у плані) у масштабі 1:100. Отримані дані заносимо у таблицю (див. табл. 2 або табл. Е.3).

#### **6.5. Розрахунок кількості основних та допоміжних робітників**

Розрахунок кількості виробничих працівників може вестися різними методами залежно від їхньої категорії, типу виробництва, стадії проектування й інших факторів. Для складально-зварювальних цехів з одиничним і серійним виробництвом розрахунок може вестися одним із двох способів:

– за трудоємністю виконання обсягу робіт;

– за верстатоеємністю або за кількістю прийнятого устаткування.

В разі розрахунку за трудоємністю, якщо програма випуску задана одним найменуванням:

$$P_i = \frac{T_{pi} \cdot \Pi}{60 \cdot \Phi_p}$$

де  $P_i$  – кількість робітників на  $i$ -у операцію (людей);

$T_{pi}$  – трудоємність  $i$ -ї операції на одну деталь (люд. · хв./шт.);

$\Pi$  – виробнича програма на рік (шт./рік);

$\Phi_p$  – дійсний річний фонд часу роботи працівників з урахуванням кількості робочих змін, години.

Якщо програма на рік задана номенклатурою з “ $n$ ” однотипних деталей з річним випуском кожна  $\Pi_j$ , то

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^m \text{Тр}_{ij} \cdot n_j}{60 \cdot \Phi_p},$$

де  $\text{Тр}_{ij}$  – трудоємність  $i$ -ї операції для  $j$ -ї деталі (люд. · хв/шт).

За верстатоеємністю розрахунок ведеться з використанням формули

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot C_{Ti} \cdot \Pi}{60 \cdot \Phi_p^2 \cdot K_6},$$

де  $C_{Ti}$  – верстатоеємність  $i$ -ї операції (ст. · хв/шт);

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання з урахуванням кількості робочих змін, (години);

$K_6$  – коефіцієнт багатостатності (кількість одиниць обладнання, яка обслуговується одним робітником (од. обл./люд.).

Річний дійсний фонд часу роботи обладнання визначається за формулою:

$$\Phi_d = F_n \cdot K_{в.о},$$

де  $F_n$  – номінальний фонд часу роботи обладнання;

$K_{в.о}$  – коефіцієнт використання обладнання, що враховує регламентоване проектом обладнання в ремонтах ( $K_{в.о} = 0,93 \dots 0,98$ ).

Якщо програма на рік задана номенклатурою з “ $m$ ” однотипних деталей з річним випуском кожної  $\Pi_j$ :

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot (\sum_{j=1}^m C_{Tij} \cdot \Pi_j)}{60 \cdot \Phi_p^2 \cdot K_6},$$

де  $C_{Tij}$  – верстатоеємність  $i$ -ї операції для  $j$ -ї деталі (од. обл. · хв/шт).

За прийнятою кількістю обладнання:

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot C_{Pi} \cdot \eta_j}{\Phi_p \cdot K_6},$$

де  $C_{Pi}$  – прийнята кількість обладнання для  $i$  – ї операції;

$\eta_j$  – коефіцієнт завантаження устаткування на  $i$ -й операції.

Якщо в результаті розрахунків кількість робітників виходить дробовою, її слід округляти до більшого цілого числа.

Величина коефіцієнта багатостатного обслуговування  $K_6$  для кожної операції розраховується окремо. Так, при обслуговуванні однакового обладнання, яке виконує ту саму операцію:

$$K_6 \leq t_{ма} / (t_{д,р} + t_{пер}) + 1,$$

де  $t_{ма}$  – безперервний машинний час на одній одиниці обладнання (час, протягом якого ця одиниця обладнання працює без особистої участі робітника);

$t_{д,р}$  – допоміжний ручний час робіт, витрачений на одній одиниці обладнання (установлення заготовки на верстат, її закріплення, зняття, вимірювання, завантаження деталей у піч);

$t_{пер}$  – час, затрачений робітником на перехід від однієї одиниці обладнання до іншої та на обслуговування обладнання до його пуску.

Якщо розрахункове значення  $K_m$  є дробовим, то дробова частина відкидається; отримане число відповідає прийнятій кількості обладнання:  $1,86 \rightarrow 1, 2,1 \rightarrow 2$ .

Якщо обладнання різне або однакове, проте виконує різні операції, для розрахунку треба приймати  $t_{ма}$  тієї одиниці обладнання, в якій він менший.

Для точного з'ясування можливості багатOVERстатної роботи необхідно, на підставі аналізу технологічних процесів на поєднаних одиницях обладнання, скласти циклограми роботи. Приклад обслуговування трьох одиниць обладнання наведений на рис. 6.

За циклограмою визначають послідовність обслуговування одиниць обладнання, час, який витрачається робітником на кожній одиниці обладнання, період безперервного машинного часу на окремій одиниці обладнання. У випадку потокового та потоково-масового виробництва кількість основних робітників визначається за кількістю робочих місць з урахуванням багатOVERстатного обслуговування.

Остаточна кількість робітників приймається тільки після розробки і планування обладнання цеху та побудови циклограм.

Якщо виробництво оснащено автоматичними лініями, то розрахунок виробничих працівників ведеться за двома професіями – операторів та наладчиків. Наладники в автоматичному виробництві належать до виробничих працівників.

В обов'язки оператора входить установа і зняття заготовок на лінії, подача сировинних матеріалів (шихта, модельні сполуки, формувальні матеріали). Їх кількість відповідає кількості робочих місць. Як правило, це 1...2 людини на зміну.

В обов'язки наладника входить забезпечення безперебійної роботи лінії. Їхня кількість приймається з розрахунку 1 людина на 2...8 одиниць обладнання лінії, що обслуговується. До загальної кількості виробничих працівників автоматичних ліній цеху додаються додатково 5 % запасних працівників.

Тривалість циклу визначається за формулою

$$T_{ц} = T_{р} = t_{ма} + t_{днп} = S \cdot t_{днп} + S \cdot t_{дп} + S \cdot t_{пер};$$
$$S = (t_{ма} + t_{днп}) / (t_{днп} + t_{дп} + t_{пер}),$$

де  $S$  – розрахункова кількість обладнання (дорівнює  $K_6$ ).

Розрахунок кількості допоміжних робітників цеху може здійснюватися:

- за трудоемністю запланованого обсягу робіт;
- за кількістю робочих місць;
- за нормами обслуговування;
- у відсотковому відношенні від кількості виробничого обладнання;
- у відсотковому співвідношенні від числа виробничих працівників.

Чим вищий рівень автоматизації, тим вища частка допоміжних працівників у загальній кількості робітників цеху. Отримані результати заносимо у табл. 6.

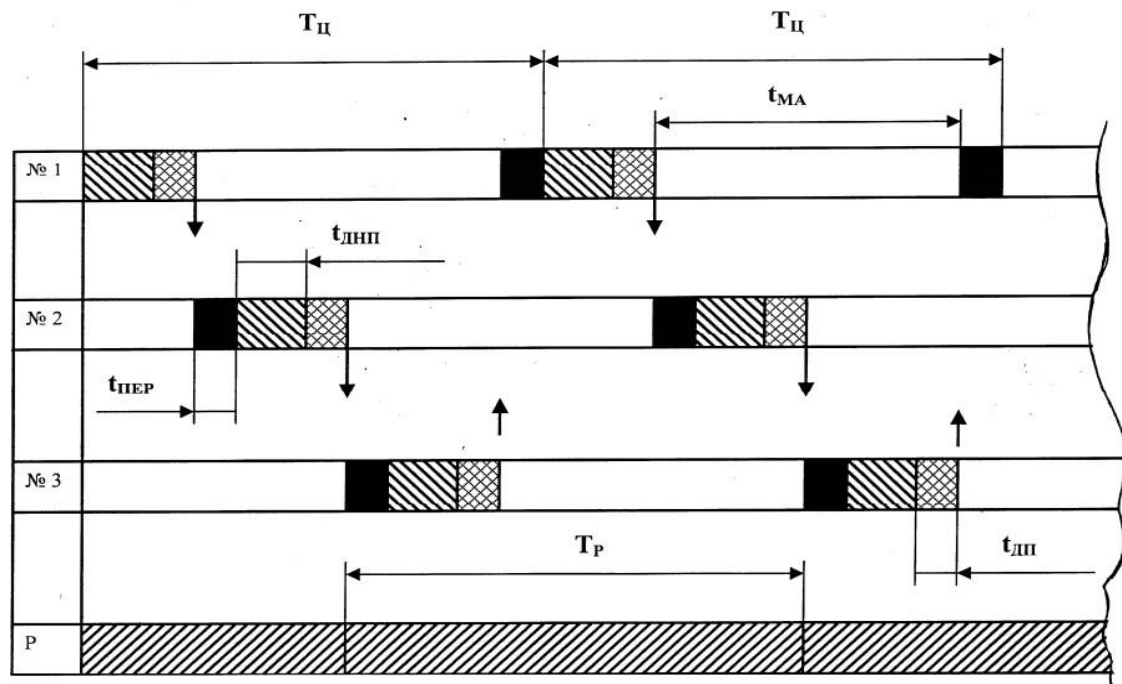


Рис. 6. Циклограма роботи при багатOVERстатному обслуговуванні (на прикладі обслуговування трьох одиниць обладнання):

$T_{ц}$  – тривалість циклу;  $t_{ма}$  – машинно-автоматичний час;  $t_{дп}$  – допоміжний час, який не перекривається машинно-автоматичним на одній одиниці обладнання;  $t_{дп}$  – допоміжний час, який перекривається машинно-автоматичним на одній одиниці обладнання;  $t_{пер}$  – час переходів;  $T_{р}$  – час роботи працівника

Таблиця 6 – Кількість основних та допоміжних працівників за технологічними операціями

Номер операції	Назва основного обладнання	Кількість працівників	
		основних	допоміжних
Разом:			

## 6.6. Типові схеми складально-зварювальних цехів

При проектуванні підприємства підлягають розробленню і вирішенню економічні, технічні та організаційні задачі, взаємозалежні між собою. Вони вирішуються спільно і паралельно.

**Економічні завдання:** ринки збуту продукції підприємства, їх обсяг (потреби у продукції); виробнича програма підприємства, номенклатура виробів; конкуруючі товари та товаровиробники; кількість виробів, вага, вартість одиниці виробу; фінансування будівництва і діяльності підприємства; питання забезпечення сировиною, напівфабрикатами, комплектуючими деталями та складальними одиницями, електроенергією, паливом, водою, відведення каналізаційних стоків та утилізація відходів

(найближчі полігони – сміттєзвалища, заводи з утилізації сміття, можливість реалізації відходів власної діяльності іншим підприємствам), район і місце розташування підприємства і т.ін.

**Технічні завдання:** проектування технологічних процесів, визначення фонду робочого часу, кількості та якості необхідної робочої сили, формування номенклатури та розрахунок кількості основного і допоміжного устаткування, проектування та виготовлення нестандартного обладнання та устаткування, визначення необхідної кількості сировини, напівфабрикатів, електричної енергії, природного газу, води, повітря (для підземних робіт та робіт, для яких необхідне стиснуте повітря), транспорт, освітлення, опалення, вентиляція, каналізація, необхідні площі, генеральний план, планування цехів.

**Організаційні завдання:** структура управління підприємством, окремим заводом, відділами, комплексами, виробництвами, цехами; розподіл функцій, обов'язків, відповідальності; розробка питань з організації праці; порядок проходження замовлень і документації; форми звітності і контролю, заходи щодо підготовки кадрів, обслуговування робочих місць і створення умов для роботи і т.ін.

### **6.6.1. Основні конструктивні рішення промислових будівель**

Найчастіше промислові будівлі машинобудівних підприємств виконуються за каркасною площинною безрозпірною схемою покриття (рис. 7).

Несучими елементами є колони та ферми або балки перекриття, які виконуються з залізобетону або металу. Стіни в більшості випадків є ненесучими або самонесучими і виконуються з залізобетонних або “сендвіч-панелей”. Будівлі з залізобетонним каркасом найчастіше будуються з уніфікованих типових секцій з розмірами  $72 \times 72$  м та  $72 \times 144$  м. Ширина прогонів у будівлях із залізобетонним каркасом складає 6, 12, 18, 24, 30, 36 м. Висота прогонів становить 6,0; 7,2; 8,4 м для безкранових будівель і 10,8 м та 12,6 м – для кранових будівель, ширина прогонів у будівлях з металевим каркасом, як було вказано вище, не обмежується.

Перекриття в багатопверхових будівлях виконуються або із залізобетонних плит або – в будівлях з металевим каркасом – з металевих листів та сендвіч-панелей. У залізобетонних будівлях дах перекривають бетонними плитами. В разі ремонту або реконструкції такої будівлі для перекриття даху можуть застосовуватися профільований металевий лист, часто у поєднанні з мінеральними плитами, та сендвіч-панелі. У будівлях з металевим каркасом дах перекривають сендвіч-панелями або профільованим металевим листом та мінеральною плитою. В обох випадках зверху вкладають рулонну покрівлю. Фундаменти найчастіше виконуються з монолітного залізобетону, іноді зі складеного. Фундаменти можуть бути для окремих одиниць обладнання та загальні для всього цеху, залежно від виду

обладнання та навантажень, які воно створює на конструкції будівлі. В разі необхідності використовуються пальові опори, які з'єднуються за допомогою ростверку – найчастіше залізобетонної монолітної плити. В будівлях, збудованих у 40...50-х роках двадцятого століття стіни можуть бути несучими та виконаними з цегли або інших штучних будівельних матеріалів (шлакоблоків, бутового каменю та інших). Переkritтя в таких будівлях залізобетонні, в разі реконструкції або ремонту можуть замінюватися на металеві або із сендвіч-панелей. Цегла, шлакоблок та інші штучні будівельні матеріали в поєднанні із залізобетонними плитами та балками переkritтя також використовуються при будівництві невеликих промис-лових будівель, наприклад: для ремонтних підприємств у сільській місцевості, авторемонтних підприємств і т.ін.

Рис. 7. – Конструктивні схеми прогонів одноповерхових виробничих будівель:  
*а* – кранові прогони; *б* – безкранові прогони – безліхтарний та зі світлоаераційним ліхтарем;  
*в* – безкранові прогони з плоскою покрівлею та світловими плафонами (зенітними ліхтарями);  
 1 – панелі стін (бетонні або сендвіч-панелі);  
 2 – колони (залізобетонні або металеві);  
 3 – стропильні ферми; 4 – плити переkritтів;  
 5 – сталева рама ліхтаря; 6 – підкранова балка;  
 7 – підстропильні ферми; 8 – фундамент;  
 9 – фундаментна балка; 10 – місця для встановлення світлових плафонів

### 6.6.2. Планування цеху, дільниці, відділення

**Планування цеху** (дільниці, відділення) – це план розташування виробничого, підйомно-транспортного та іншого обладнання, інженерних мереж, робочих місць, проїздів і проходів.

Основним принципом при складанні плану розташування устаткування в цеху є забезпечення прямоточності руху предметів праці (наприклад, шихта, формувальні матеріали, заготовки, деталі) у процесі їх обробки або складання відповідно до технологічного процесу, а також встановлення оптимальних відстаней між обладнанням та між обладнанням і колонами або стінами. У деяких випадках принцип прямоточності може сві-

домо порушуватися, наприклад, у гнучких виробничих системах. У деяких випадках в цеху завжди існує кілька потоків предметів праці, наприклад: у ливарних цехах є потоки готової до виготовлення ливарних форм формувальної суміші та відпрацьованої, яка підлягає регенерації або утилізації.

При розробленні планування цеху виходять з наступних вимог:

1. **Обладнання на ділянках**, у відділеннях або в автоматичних лініях встановлюється відповідно до прийнятої форми організації виробництва.

2. **Розташування обладнання**, проходів та проїздів повинне гарантувати зручність і безпеку роботи; можливість монтажу, демонтажу і ремонту обладнання; зручність подачі інструментів, оснащення, заготовок, шихти, формувальних матеріалів, напівфабрикатів, деталей на складання; зручність та безпеку збирання відходів та їх видалення з виробничої ділянки (відділення, автоматичної лінії).

3. **Розташування виробничого та допоміжного обладнання** необхідно узгоджувати із застосованими підйомно-транспортними засобами. Для цього повинні бути передбачені найкоротші шляхи переміщення шихти, формувальних матеріалів, заготовок, напівфабрикатів, деталей, вузлів у процесі виробництва, що виключають зворотні переміщення (крім гнучких виробничих систем, де такі переміщення є запланованими). Вантажопотоки не повинні перетинатися між собою, створюючи затори, а також не перетинати і не перекривати основні проїзди, дороги та проходи, призначені для пересування людей.

4. **При плануванні повинні бути передбачені робочі місця майстрів та їхніх помічників**, якщо це передбачається прийнятою формою організації виробництва на певній ділянці, у відділенні або в цеху.

5. **Необхідно раціонально використовувати не тільки площу**, але й весь об'єм цеху (наприклад: в разі безопокової формовки ливарних форм при литті в земляні форми для складування готових до використання ливарних форм можна використовувати об'єм цеху, а не тільки площу підлоги).

Планування цеху може бути розроблено одним з наступних методів:

1. **Метод плоского макетування** (рис. 8) з використанням паперових або картонних вирізних темплетів.

2. **Метод об'ємного макетування** (рис. 9) з використанням об'ємних моделей устаткування.

3. **Метод комп'ютерного макетування** (рис. 10).

На сьогодні найбільш ефективним є третій метод. Він дозволяє моделювати не тільки розташування обладнання, але й виробничі інтер'єри. Цей метод не потребує значних витрат часу в разі наявності бібліотеки тривимірних моделей обладнання та елементів внутрішнього простору цеху (ділянки, відділення). При використанні великогабаритних екранів є дуже наочним. Перший з названих методів теж використовується досить широко в разі розробки відносно нескладних пересувань обладнання. Пе-

ревага цього методу – відсутність витрат часу на виготовлення *темплетів* (темплети виготовляються з паперу або картону).

Другий метод є дуже ефективним з точки зору презентаційної наочності і використовується при необхідності неодноразово демонструвати спроектований об'єкт та в разі необхідності показати його у суцільному вигляді. Звісно, створення твердотільних тривимірних моделей вимагає витрат часу і коштів. Виготовлятися макети можуть з різних матеріалів та за різними технологіями, в тому числі генеративними, що дозволяє поєднати переваги комп'ютерного та натурального моделювання.

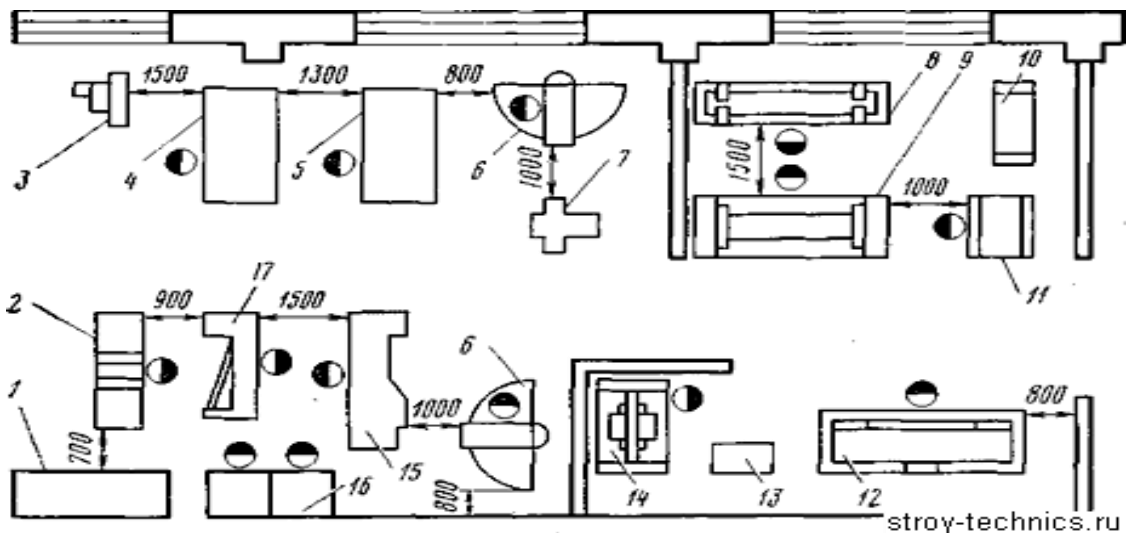


Рис. 8. Метод плоского макетування планування складально-зварювального цеху:

- 1 – стелаж; 2 – машина листозгинальна; 3 – верстат для різання прутків;  
 4 – газозварювальний стіл; 5 – поревірна плита; 6 – радіально-свердлильні верстати;  
 7 – розточний верстат; 8 – стенд для ремонту штовхача рами; 9 – стенд для  
 ремонту руків'я екскаваторів; 10 – зварювальний перетворювач; 11 – стенд для  
 ремонту ковшів; 12 – стенд для ремонту відвалу; 13 – зварювальний трансфор-  
 матор; 14 – установка для наплавлення ножів; 15 – ножиці кривошипні;  
 16 – слюсарні верстати; 17 – прес-ножиці



Рис. 9. Метод об'ємного макетування (3-D) складського комплексу

На плануванні виділяються суцільними або пунктирними лініями зони основного та допоміжного обладнання, складування, транспортні шляхи, проходи, небезпечні зони, місця відпочинку і т.ін.

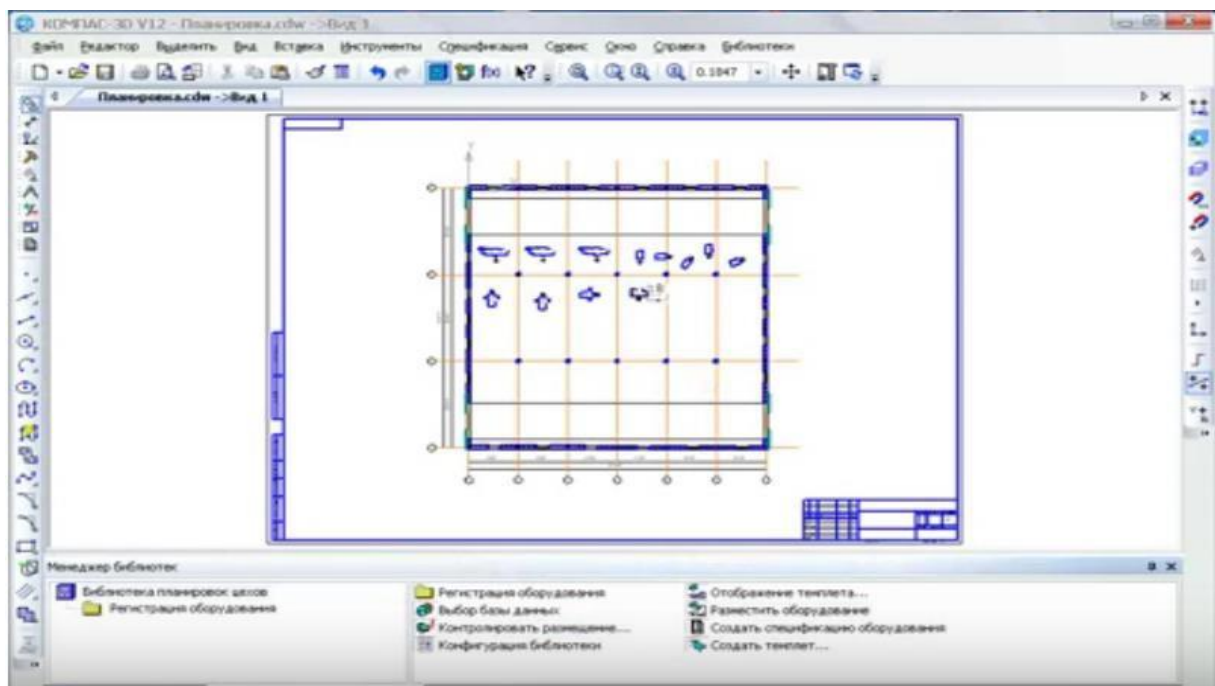


Рис. 10. – Метод комп'ютерного макетування планування ділянки машинобудівного цеху за допомогою комп'ютерної програми САПР Компас 3-D

### 6.6.3. Вимоги до розміщення обладнання. Організація робочих місць

Навести універсальні рекомендації щодо розміщення різних видів зварювального та іншого обладнання цехів машинобудівних заводів дуже важко, але наведемо ті, які є загальними.

1. Ділянки, зайняті обладнанням, повинні бути по можливості короткими – виходячи з норм віддаленості робочих місць від евакуаційних виходів та побутових приміщень довжина ділянки в середньому складає 40...80 м. Зони складування заготовок, деталей, напівфабрикатів включаються в довжину ділянки.

2. Технологічні лінії на ділянках можуть розташовуватися як уздовж прогонів, так і поперек.

3. Обладнання вздовж ділянки може бути розташоване в кілька рядів, але при цьому потрібно забезпечувати відповідно проходи і під'їзди внутрішньоцехового транспорту до кожної одиниці обладнання.

4. Обладнання може бути розташоване стосовно проходів та проїздів уздовж, поперек або під кутом.

5. Одиниці обладнання відносно одна одної можуть розташовуватися фронтом, одна за одною, тильними сторонами, перпендикулярно, під

кутом.

6. Одиниці обладнання, які мають значну висоту, не повинні встановлюватися поряд з зовнішніми стінами біля вікон, тому що це затемнює цех.

7. У потокових лініях обладнання може встановлюватися в один або два ряди, в останньому випадку заготовка у процесі обробки може переходити з одного ряду на інший.

8. Відстань між обладнанням та елементами будівель для різних варіантів розташування обладнання, а також ширина проїздів залежно від різних видів транспорту регламентуються нормами технологічного проектування.

При визначенні відстаней між різноманітним обладнанням, від обладнання до стін і колон будівлі потрібно мати на увазі, що:

1. Відстані беруться від зовнішніх габаритних розмірів обладнання, які враховують крайні положення частин, що рухаються, дверцят, що відкриваються, та постійного огороження обладнання.

2. При установленні обладнання на індивідуальні фундаменти відстані від обладнання до колон або стін та між обладнанням приймаються з урахуванням конфігурації і глибини фундаментів обладнання, колон і стін.

3. При обслуговуванні обладнання мостовими кранами або кран-балками відстані від стін і колон до кожної одиниці обладнання приймаються з урахуванням можливості її обслуговування при крайньому положенні крюка крана (необхідно врахувати і так звані мертві зони кранів, до яких не дістає крюк).

4. Нормативи відстаней не враховують розміри каналів для транспортування стружки, для продуктопроводів (вода, газ і т.і.), площадок для збереження деталей, оснащення, пристосувань, заготовок, а також пристосувань для транспортування деталей.

При визначенні ширини проїздів між рядами обладнання необхідно мати на увазі таке:

1. Відстані беруться від зовнішніх габаритних розмірів обладнання, що враховують крайні положення рухомих частин, дверцят, що відкриваються, та постійного огороження обладнання.

2. Під розміром деталей, що транспортуються, або тари з деталями варто розуміти розмір у напрямку, перпендикулярному проїзду (за шириною проїзду).

3. Ширина проїздів при транспортуванні електронавантажувачами приймається з урахуванням можливості їхнього повороту на 90°.

4. При розташуванні обладнання біля стін і неможливості механізованого збирання стружки або інших відходів від нього з найближчого проїзду, необхідно вздовж стіни передбачати проїзд шириною 3000 мм.

5. Рекомендується застосовувати односторонній рух у проїздах; двосторонній рух допускається тільки при обґрунтуванні його необхідності.

При проектуванні виробничих процесів і розробленні плану розта-

шування устаткування та робочих місць у цехах та на ділянках необхідно мати на увазі основні положення наукової організації праці і технічної естетики, виконання яких сприяє створенню найбільш сприятливих умов для працюючих і підвищує продуктивність їхньої праці. За будь-якої форми організації роботи для найкращого використання устаткування і досягнення найбільшої продуктивності праці необхідно, крім усіх технічних можливостей устаткування, інструмента і пристосувань, передбачити раціональну організацію робочих місць, що забезпечує безперервність роботи. Для цього потрібно усунути втрати часу і затримки, викликані зайвими рухами і ходінням, несвоєчасною подачею матеріалу, заготовок, інструмента, пристосувань, несвоєчасним ремонтом, незручним розташуванням матеріалу, інструмента і т.і.

Раціональна організація робочого місця передбачає необхідну попередню підготовку роботи і робочого місця, своєчасне і чітке обслуговування його в процесі роботи і найбільш зручне його планування і комплектацію.

Підготовка й обслуговування робочого місця полягають у наступному:

1) матеріал, заготовки, інструмент, пристосування подаються до робочого місця завчасно до початку роботи, для того, щоб не було затримок у роботі;

2) налагодження устаткування, особливо у великосерійному і масовому виробництві, виконується до початку роботи; у масовому і багатосерійному виробництві налагодження здійснюється наладниками, в одиничному і дрібносерійному виробництві – самими основними робітниками; у серійному – наладниками і частково самими основними робітниками;

3) у процесі роботи доставка інструмента і пристосувань до робочого місця, їх обмін і повторна підготовка до роботи, наприклад: заточення інструмента, фарбування металевих ливарних форм, виконуються вчасно підсобними робітниками, таким чином, щоб не було зупинок у роботі;

4) інструктаж, необхідний робітникові до початку роботи і під час її виконання, а також указівки керівного персоналу проводяться вчасно, щоб не затримувати роботу;

5) оброблені деталі необхідно транспортувати регулярно, без затримок, не відриваючи основного робітника від роботи і не створюючи будь-яких перешкод у його роботі;

б) контроль оброблених деталей виконується за можливістю без відриву основного робітника від роботи;

7) огляд, перевірка і ремонт устаткування здійснюються регулярно в заздалегідь установлений термін і у визначений час, для того щоб його нормальна робота поза цими термінами не порушувалася і щоб не було простоїв (це стосується планово-попереджувальних ремонтів).

Раціональне планування робочого місця, тобто взаємне розташуван-

ня робітника, устаткування, матеріалу, інструмента, заготовок, пристосувань, залежить від характеру виконуваних робіт і форми організації роботи; воно має задовольняти таким умовам:

- 1) у процесі роботи робітник не повинен робити зайвих рухів;
- 2) не повинно бути втрат часу і стомлюваності робітника, викликаних нераціональним взаємним розташуванням всіх елементів, що входять до складу робочого місця;
- 3) під час роботи при виконанні різних дій робітник не повинен зазнавати будь-яких пошкоджень та травм;
- 4) інструмент, креслення, інструкційна карта, інші документи, необхідні для виконання роботи, мають знаходитися в робітника під рукою, щоб уникнути відриву від роботи;
- 5) весь інструмент повинен бути розподілений по групах; для кожного інструмента треба відвести особливе місце, причому найбільш часто застосовуваний інструмент треба розміщати у найбільш доступному місці; це повною мірою стосується і пристосувань, які зберігаються на робочому місці;
- 6) у випадку такої організації робіт, коли деталі передаються від однієї одиниці устаткування до іншої партіями, необхідно передбачати досить місця для тимчасового розміщення деталей біля кожної одиниці устаткування;
- 7) взаємне розташування всіх елементів робочого місця за допомогою відповідних пристроїв повинне забезпечувати безпеку робітника під час роботи; мова йде про різні захисні пристрої;
- 8) при багатOVERSTATній роботі розташування одиниць устаткування, які обслуговуються одночасно, має бути таким, щоб на переходи від одного верстата до іншого затрачався мінімальний час;
- 9) повинні бути забезпечені сприятливі санітарно-технічні та санітарно-гігієнічні умови відносно світла, повітря, тепла, чистоти повітря і робочих поверхонь; на робочому місці, а також у всьому цеху підтримується стабільна температура 20 °С і достатня для виконання точних робіт освітленість;
- 10) робочі місця мають бути забезпечені необхідними засобами індивідуального і колективного захисту.

#### **6.6.4. Визначення площі цеху**

Площа цеху за своїм призначенням підрозділяється на **виробничу, допоміжну і службово-побутову**.

До **виробничої площі**  $S_{в.п}$  відноситься територія цеху, що зайнята:

- виробничим устаткуванням;
- робочими місцями (для виконання слюсарних і складальних операцій, обладнаних верстатами, стендами, пресами, печами);
- транспортним обладнанням – конвеєрами, рольгангами, транспор-

терами та інше;

- заготовками, деталями і вузлами на робочих місцях і в обладнанні;
- робочими місцями майстрів, контролерів;
- ділянками консервації та пакування деталей;
- проходами і проїздами між рядами виробничого обладнання за винятком магістральних транспортних проїздів.

До **допоміжної площі** ( $S_{\text{доп}}$ ) належить територія цеху, що зайнята допоміжними відділеннями, а також магістральними і пожежними проїздами, які обслуговують кілька цехів або ділянок, розташованих в одному корпусі.

У розрахунках, виконуваних у процесі проектування цеху, враховується тільки виробнича і допоміжна площа.

Сума виробничої і допоміжної площі називається **загальною технологічною площею цеху**:

$$S_{\text{ц}} = S_{\text{в.п}} + S_{\text{доп}}$$

**Площа службово-побутових приміщень**  $S_{\text{сп}}$  враховується в будівельній частині проекту. Для визначення технологічної площі цеху залежно від стадії проектування розрахунок ведуть *укрупнено* або *точно*.

Як *укрупнені показники* використовуються показники питомої площі, яка припадає на одиницю обладнання, на одне робоче місце або на одного робітника, та вихід готової продукції з 1 м<sup>2</sup> площі цеху, ділянки або відділення.

Показники питомих площ використовуються для попереднього компонування усіх відділень і ділянок цеху, а також цехів в одному корпусі.

Точне значення площі визначається шляхом розміщення всього обладнання, робочих місць та інших пристроїв на плані цеху або корпусу з урахуванням установлених норм розривів між устаткуванням і ширини проходів і проїздів.

Питома виробнича площа  $S_{\text{в.п}}$  звичайно визначається з розрахунку на одну одиницю обладнання:

- для малих верстатів (750 × 1500 мм) – 10...12 м<sup>2</sup>;
- для середніх верстатів (від 1500 × 3500 мм) – 15...25 м<sup>2</sup>;
- для великих верстатів (один з розмірів якого у плані більший за 3500 мм) – 25...70 м<sup>2</sup>;
- зварювальні пости – 3...12 м<sup>2</sup> залежно від виду зварювання та габаритів виробу;
- молоти, преси – 35...100 м<sup>2</sup> в залежно від розмірів;
- нагрівальні печі – 25...35 м<sup>2</sup> в інструментальних цехах;
- нагрівальні печі – 55...70 м<sup>2</sup> у звичайних термічних цехах;
- нагрівальні печі – до 120...150 м<sup>2</sup> – у термічних відділеннях ливарних та ковальсько-штампувальних цехів.

Виходячи з цього виробнича площа  $S_{\text{вп}}$  цеху визначається за формулою

$$S_{\text{вп}} = \sum_{i=1}^N S_{\text{пит}}^{\text{в.п}},$$

де  $N$  – кількість устаткування на ділянку або в цеху;

$S_{\text{пит}}^{\text{в.п}}$  – питома виробнича площа на  $i$ -у одиницю обладнання.

Середня питома технологічна площа на одну одиницю обладнання:

$$S_{\text{T}} = \frac{S_{\text{в.п}} + S_{\text{доп}}}{C_{\text{п}}},$$

де  $C_{\text{п}}$  – кількість обладнання на виробничій площі.

Якщо відомо  $S_{\text{уд}}^{\text{ц}}$  то в першому наближенні:

$$S_{\text{ц}} = \frac{S_{\text{уд}}^{\text{ц}}}{N} \cdot S_{\text{доп}};$$

$$S_{\text{в.сп}} = \sum_{J=1}^M S_{\text{J}}^{\text{в.сп}},$$

де  $M$  – кількість допоміжних підрозділів.

$$S_{\text{в.сп}} = S_{\text{з.в}} + S_{\text{рем}}^{\text{o}} + S_{\text{ком}} + S_{\text{контр}} + S_{\text{рем}}^{\text{ст}} + S_{\text{скл}} + S_{\text{з.о.т.с}} + S_{\text{мас}},$$

де  $S_{\text{з.в}}$  – загальна площа заточувального відділення. Приймається:  $S_{\text{з.в}} = 8 \dots 10 \text{ м}^2$  – якщо випускаються дрібні вироби або для зварювання;  $S_{\text{з.в}} = 10 \dots 12 \text{ м}^2$  – середні вироби;  $S_{\text{з.в}} = 12 \dots 14 \text{ м}^2$  – при великих výroбах – на один основний верстат відділення;

$S_{\text{рем}}^{\text{o}}$  – загальна площа відділення ремонту інструмента й оснащення. Приймається за нормою:  $S_{\text{рем}}^{\text{o}} = 20 \dots 22 \text{ м}^2$  – при дрібних výroбах або для зварювання;  $S_{\text{рем}}^{\text{o}} = 22 \dots 24 \text{ м}^2$  – при середніх výroбах;  $S_{\text{рем}}^{\text{o}} = 24 \dots 26 \text{ м}^2$  –

при великих výroбах – на один основний верстат відділення;

$S_{\text{ком}}$  – загальна площа комор. Задається за таблицями норм площ цехових комор залежно від того, що в них зберігається, а також від типу виробництва. Для середнього типу виробництва  $S_{\text{ком}} = 40 \dots 50 \text{ м}^2$ ;

$S_{\text{контр}}$  – загальна площа контрольного відділення. Приймається 3...5 % від виробничої площі. (У тих випадках, коли таке відділення передбачається);

$S_{\text{рем}}^{\text{ст}}$  – загальна площа ремонтної бази цеху для проведення ремонтних робіт у виробничому устаткуванні. Задається залежно від кількості одиниць обладнання бази або в середньому приймаємо за прийнятими нормативами 5...10 % від виробничої площі;

$S_{\text{скл}}$  – загальна площа цехових складів заготовок, деталей, формувальних матеріалів, шихти, напівфабрикатів. Задається за типовими нормми в кількості 5...10 % від виробничої площі;

$S_{\text{з.о.т.с}}$  – загальна площа відділення для готування і роздачі змащувально-охолодних технологічних середовищ (уразі зварювального виробництва відділення для зберігання робочих газів). Приймається залежно від кількості виробничого устаткування. Так, при кількості одиниць основного обладнання 30...60 –  $S_{\text{з.о.т.с}} = 35 \dots 40 \text{ м}^2$ ; 61...100 –  $S_{\text{з.о.т.с}} = 40 \dots 50 \text{ м}^2$ ; 101...200 –  $S_{\text{з.о.т.с}} = 50 \dots 75 \text{ м}^2$ ; 201...300 –  $S_{\text{з.о.т.с}} = 75 \dots 100 \text{ м}^2$ ;

301...400  $S_{з.о.т.с} = 100 \dots 120 \text{ м}^2$ ;

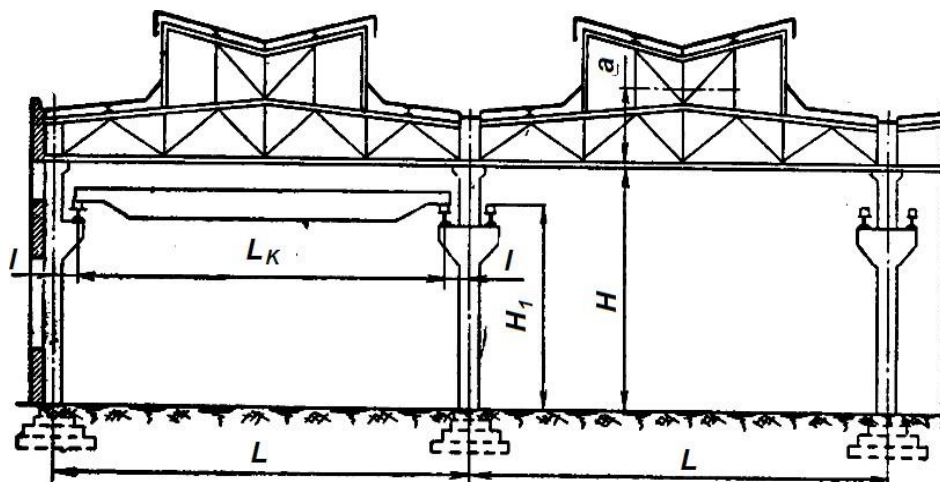
$S_{\text{мас}}$  – загальна площа складу мастил. Приймається 10...20  $\text{м}^2$ .

Остаточне значення площі цеху встановлюється після виконання планування і компоунування. Порівнюють площі, отримані за санітарно-технічними вимогами, за технологічними розрахунками і отриману в масштабі за результатами планування, та приймають найбільшу з них.

### 6.6.5. Визначення довжини, ширини і висоти прогонів

Довжина прогонів визначається, виходячи з суми довжин виробничих ділянок і відділень. Довжина ділянок звичайно коливається в межах 40...80 м – з урахуванням розмірів обладнання та відстані до виходів з цеху, вбиральних, вмивальних. Ширина прогону (рис. 11) визначається з урахуванням розташування обладнання, ширини проходів і проїздів, санітарно-гігієнічних вимог. В разі використання мостових кранів ширина прогону (рис. 12) залежить від ширини прогону крана (табл. 7).

Рис. 11. Схема розрахунків ширини і висоти прогонів промислової будівлі



Ширина прогону будівлі  $L$  визначається за формулою (рис. 11):

$$L = L_K + 2l, \quad l = t + s + b,$$

де  $t$  – відстань від осі колони до її краю в місці, де розташована підкранова рейка;

$s$  – проміжок між колоною або стіною та крайньою виступаючою частиною крана;  $s \geq 60$  мм – для кранів вантажопідйомністю 5...10 т і  $s \geq 75$  мм – для кранів вантажопідйомністю 75...250 т;

$b$  – відстань між крайньою габаритною лінією крана та віссю підкранових шляхів;  $b = 230$  мм – для кранів вантажопідйомністю 5 т і 500 мм – для 250-тонних кранів.

Висоту прольоту цеху визначають виходячи з розмірів виробів, що виготовляються, габаритних розмірів устаткування за висотою, розмірів і конструкції мостових кранів, а також санітарно-гігієнічних вимог.

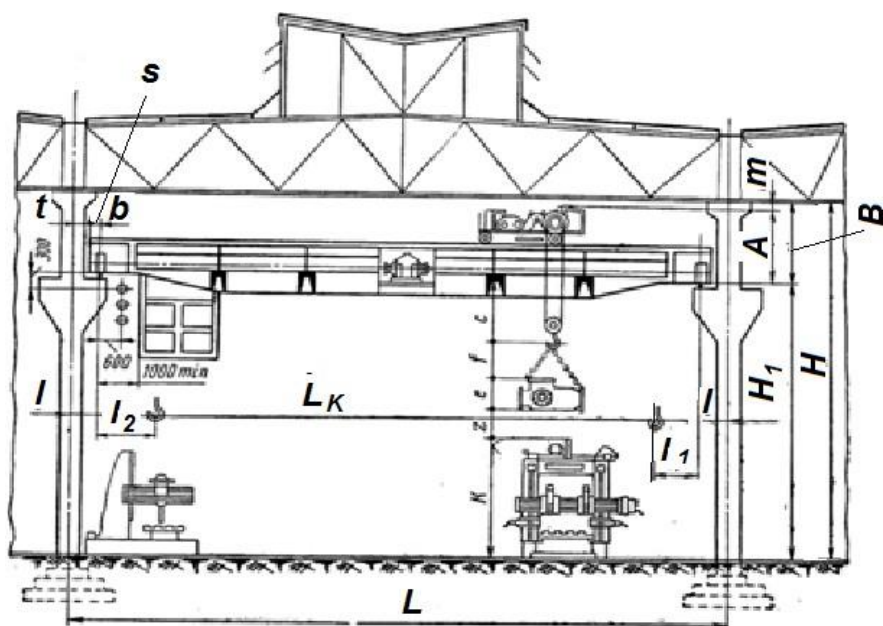


Рис. 12. Схема для визначення ширини і висоти прогону цеху з урахуванням мостового крана

Таблиця. 7 – Розміри прогонів кранів

Ширина прогону будівлі $L$ , м	Ширина прогону крана залежно від його вантажопідйомності $L_K$ , (м)		
	до 15 т	20...75 т	більше 75 т
9	8	–	–
12	11	10,5	–
15	14	13,5	13
18	17	16,5	16
21	20	19,5	19
24	23	22,5	22
27	26	25,5	25
30	29	28,5	28
33	32	31,5	31
36	35	34,5	34

**Загальна висота будинку  $H$**  від підлоги до нижньої виступаючої частини верхнього перекриття або до нижньої точки кроквяного затягування складається з відстані  $K + z$  від підлоги до головки підкранової рейки та відстані  $H$  від головки рейки до нижньої виступаючої частини верхнього перекриття або до нижньої точки кроквяного затягування, що залежить тільки від конструкції крана і його габаритного розміру за висотою, тобто:

$$H = H_1 + h.$$

Величина  $H_1$  складається з наступних величин:

$$H_1 = k + z + e + f + c;$$

де  $k$  – висота найбільш високого обладнання; якщо обладнання невисоке,

то цей розмір приймається не менш, ніж 2,3 м, тобто дещо вище зросту людини;

$z$  – проміжок між виробом, що транспортується, піднятим у крайнє верхнє положення, і верхньою точкою найбільш високого обладнання; цей проміжок приймається рівним 0,5...1,0 м (найчастіше 1,0 м);

$e$  – висота найбільшого за розміром виробу в положенні транспортування, м;

$f$  – відстань від верхньої кромки (точки) найбільшого виробу, що транспортується, до центра гака крана у верхньому його положенні, необхідна для захоплення виробу ланцюгом або канатом і залежна від розмірів виробу; приймається не менше, ніж 1 м;

$c$  – відстань від граничного верхнього положення гака до горизонтальної лінії, яка проходить через вершину головки рейки; приймається за стандартами на електричні мостові крани; величина цієї відстані коливається в межах від 0,5 м до 1,6 м залежно від конструкції і вантажопідйомності крана.

Якщо високих одиниць обладнання у прогоні небагато, висота прогону може бути прийнята без урахування можливості транспортування деталей над найбільш високим обладнанням; в цьому разі повинна бути забезпечена тільки можливість проходу крана над цим обладнанням. Отримана в такий спосіб висота прогону  $H$  від підлоги до головки рейки буде мінімальною. Найменша висота для цеху, оснащеного електричним мостовим краном, – 6,15 м. Залежно від роду виробництва і розмірів устаткування вона часто буває значно більшою і в цехах важкого машинобудування доходить до десятків метрів. Друга частина висоти прольоту  $h$  визначається залежно від конструкції та розмірів крана: вона дорівнює сумі габаритної висоти крана  $A$  і відстані  $m$  між верхньою точкою крана і нижньою точкою перекриття або затягування кроквяної ферми, тобто:

$$h = A + m.$$

Висота електричних мостових кранів  $A$  встановлена стандартами залежно від вантажопідйомності кранів. Вона коливається в межах від 2100 мм (для кранів вантажопідйомністю 10 т) до 5200 мм (для кранів вантажопідйомністю 250 т).

Відстань між верхньою точкою крана і нижньою точкою перекриття (або затягування кроквяної ферми)  $m$  повинне бути не менше 100 мм (в разі розташування тролейних проводів збоку під краном).

При визначенні висоти варто враховувати санітарно-гігієнічні вимоги, за якими на кожного працюючого має припадати не менше 15 м<sup>3</sup> об'єму виробничого приміщення і не менше 4,5 м<sup>2</sup> площі, висота виробничих приміщень повинна бути не меншою, ніж 3,2 м від підлоги до стелі, а висота від підлоги до виступаючих частин конструкції будинку – не менше 2,6 м.

Висота виробничого приміщення залежить також від ширини про-

гонів: чим ширше прогон, тим більшою повинна бути його висота; в разі малої висоти і великої ширини прольоту виходить недостатня і нерівномірна освітленість цеху. Виходячи з наведених вище міркувань можна встановити найбільш прийнятні розміри висот для різних конструкцій будинків відповідно до ширини прогонів.

Загальний об'єм будинків підраховується за будівельною кубатурою, тобто за їх зовнішньою площею і висотою. Для наближених підрахунків зовнішню площу будинків можна визначити за внутрішньою площею зі збільшенням її приблизно на 10 % – на товщину стін і за середньою висотою (при наявності світлового ліхтаря).

Середню висоту будинку приймають рівній сумі висоти  $H$  – від підлоги до нижнього поясу ферми й  $a$  – від нижнього поясу ферми до горизонтальної лінії, що проходить через середину аераційного або світло-аераційного ліхтаря в разі його наявності. Висота  $a$  приймається рівною приблизно 20...25 % ширини прольоту будинку.

Загальний об'єм будинку може бути визначений за допомогою кубатурного коефіцієнта, під яким розуміється відношення загального об'єму будинку (у кубічних метрах) до робочої площі (у квадратних метрах). Під **робочою площею** мається на увазі площа виробничих, складських та інших приміщень, використовуваних для виробництва (у житловому будівництві під робочою площею розуміється житлова корисна площа).

У такий спосіб установлюють необхідні основні розміри прольоту – його ширину, висоту і крок колон, а також на підставі обсягів виробництва і планування технологічного устаткування необхідну кількість прогонів, загальну ширину і довжину будівлі, що відповідають умовам даного виробництва. Після цього розробляється індивідуальне проектне рішення для тієї чи іншої будівлі, яке найкращим чином задовольняє всі вимогам, що до нього висуваються. Іншим варіантом є застосування уніфікованих типових секцій і будівельних схем для будівель того чи іншого призна-чення, розроблених для аналогічних виробництв типових проектів.

## **6.7. Побудова планування складально-зварювальної ділянки**

Планування виконувати на міліметровому папері формату А1 (бажано блакитного кольору).

Попередньо необхідно виконати темплети основного та допоміжного обладнання у масштабі 1:100 на щільному папері та вирізати їх по контуру.

Другим кроком у планування необхідно нанести на міліметрівку сітку колон відповідно до п. 6.6.1 (рис. 13). Найчастіше виконують  $18 \times 12$  м, де 18 – ширина прогону, а 12 – відстань між колонами. Побудову сітки колон необхідно виконувати також у масштабі 1:100. Розміри між колонами вказують у мм, з обов'язковою простановкою розмірів між колонами

(18 000 мм і 12 000 мм) та габаритні розміри (36 000 мм і 48 000 мм). Ряди колон позначаються по вертикалі – буквами, а по горизонталі – цифрами та наводяться у кружках.

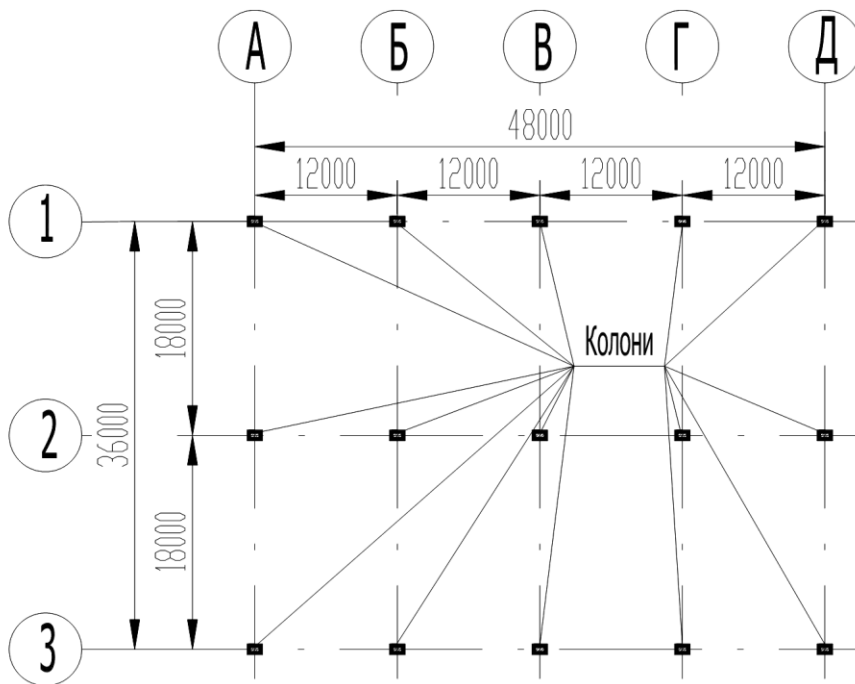


Рис. 13. Сітка колон:  
*A – Д – вертикальні ряди колон;*  
*1 – 3 – горизонтальні ряди колон*

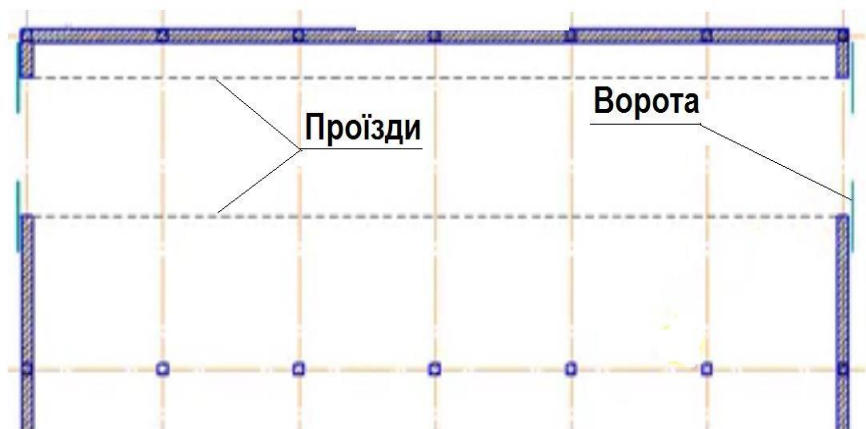
Третім кроком у розробленні планувань необхідно побудувати стіни, будівництво яких виконуємо від базової колони А1. Стіни, ворота та вікна виконують на кресленні за будівничими стандартами (рис. 14). При виконанні планування складально-зварювальної ділянки цеху дозволяється будувати тільки 2 зовнішні стіни. Стіни розташовують по крайніх рядах колон, наприклад: ряд А та ряд 1.

Четвертим кроком є виконання проїздів для технологічного транспорту та переміщення людей. Проїзди виконують шириною 4 м (4000 мм) та позначають на плануванні штриховою лінією. Кількість проїздів залежить від довжини цеху, в середньому не більше 2...3. Проїзд від ділянки відділяється парканом висотою 2...3 м з посиленням бар'єром на кінцях, щоб транспорт не в'їхав у робочу зону. Крім того, бар'єр забарвлюється жовто-чорною фарбою у полосу. Паркан фарбується переважно в зелений колір.

При розташуванні обладнання (див. рис. 8) необхідно враховувати місця для проміжного складання заготовок та напівфабрикатів.

Основне та допоміжне обладнання виконують у вигляді темплет (рис. 15), які розташовують таким чином, щоб відстані від крайніх точок обладнання до стін, проїздів та іншого обладнання відповідали вимогам стандартів ЄСТД.

Рис. 14. Схема виконання воріт та проїздів



На плануванні темплети розташовують без розмірів, виконуючи на них скорочену назву або моделі обладнання та її порядковий номер на підприємстві.

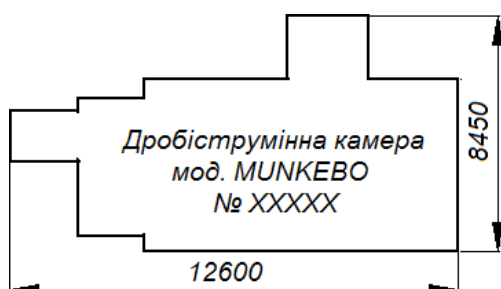


Рис. 15. Темплета дробеструминної камери мод. Munkebo та номер її на виробництві

Якщо напис не може розміститися на темплеті, то його розташовують на вільному місці поруч зі вказівною стрілкою.

Після виконання планування складально-зварювальної ділянки цеху заповнюють специфікацію з основного та допоміжного обладнання, вантажопідйомним машинам на бланках формату А4 форми 1 (рис. 16) і форми 1а (рис. 17) згідно з ГОСТ 2.104-68.

Специфікації розташовують у кінці курсового проекту.

## ВИСНОВОК

Висновки робимо, виходячи з умов розробки курсового проекту за заданим виробом, наприклад: по цистерні.

У ході виконання курсового проекту були розглянуті питання з виготовлення виробу – цистерни, мета створення планування складально-зварювальної ділянки.

Розглянуто питання розробки маршрутного технологічного процесу з виготовлення заданого вузла в умовах багатосерійного виробництва в кількості партії 10 000 виробів.

Висвітлено питання щодо доцільного вибору сучасного основного обладнання та визначення допоміжного.

У процесі роботи було розраховано кількість:

- 1) основного обладнання та коефіцієнт цього завантаження;
- 2) допоміжного обладнання;
- 3) основних робітників;
- 4) допоміжних робітників.





А також було розроблено планування складально-зварювальної ділянки основного цеху з розміщенням основного та допоміжного обладнання для зварювання і складання виробу.

У процесі проектування складально-зварювальної ділянки розраховали:

- 1) площу приміщення під основне та допоміжне обладнання;
- 2) площу для зберігання заготовок та напівфабрикатів;
- 3) площу під допоміжні ділянки, кранниці тощо.

Проведено аналіз технологічності заданого планування для виготовлення потрібної кількості виробів та розробка технології виробництва, обґрунтування економічної доцільності.

## СПИСОКА ЛІТЕРАТУРИ

### Основна

1. **Куркин С. А.** Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций : учеб. пособие / С. А. Куркин, Г. А. Николаев. – Москва : Высшая школа, 1991. – 344 с.
2. **Куркин С. А.** Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас : учеб. пособие / С. А. Куркин, В. М. Хомов, А. М. Рыбачук. – Москва : Машиностроение, 1989. – 328 с.
3. Проектирование сварных конструкций в машиностроении / под ред. С. А. Куркина. – Москва : Машиностроение, 1975. – 376 с.
4. **Березін Л. Я.** Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва : навч. посібник / Л. Я. Березін, М. М. Хоменко, А. С. Карпенко. – Чернігів : ЧДТУ, 2003. – 142 с.
5. **Гитлевич А. Д.** Альбом оборудования для заготовительных работ в производстве сварных конструкций : учеб. пособие для курсов инструкторов сварщиков. / А. Д. Гитлевич, И. Н. Сухов, Д. В. Быховский и др. – Москва : Высшая школа, 1977. – 136 с.
6. **Гитлевич А. Д.** Механизация и автоматизация производства сварных конструкций. / А. Д. Гитлевич, Л. А. Этингф. – Москва : Машиностроение, 1979. – 280 с.
7. **Виноградов В. М.** Основы сварочного производства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, Н. Ф. Шпунькин. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.
8. **Виноградов В. С.** Технологическая подготовка производства сварных конструкций в машиностроении. / В. С. Виноградов – Москва : Машиностроение, 1981. – 224 с.
9. **Кудишин Ю. И.** Металлические конструкции : учебник для студ. высш. учеб. заведений. / Ю. И. Кудишин. Е. И. Беленя, В. С. Игнатьева и др.; под ред. Ю. И. Кудишина. – 11-е изд., стер. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 688 с.
10. **Логанов Д. Т.** Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производств. / Д. Т. Логанов, М. Т. Банников, Ю. К. Петропавловский и др. – Москва : Машиностроение, 1989. – 120 с.
11. **Николаев Г. А.** Сварные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций : учеб. пособие / Г. А. Николаев, С. А. Куркин, В. А. Винокуров. – Москва : Высшая школа, 1983. – 344 с.
12. Конструкционные материалы : Справочник / Б. Н. Арзамасов, В. А. Бострем, Н. А. Буше и др.; Под общ. ред. Б. Н. Арзамасова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 688 с.
13. **Ривлин Ю. И.** Металлы и их заменители / Ю. И. Ривлин,

- М. А. Коротков, В. Н. Чернобыльский. – Москва : Металлургия, 1973. – 440 с.
14. **Сорокин В. Г.** Марочник сталей и сплавов / В. Г. Сорокин, А. В. Волосникова, С. А. Вяткин и др.; под ред. В. Г. Сорокина. – Москва : Машиностроение, 1989. – 639 с.
15. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Изготовление сварных конструкций» для студентов специальности 7.092301 / сост. А. Д. Кошевой. – Краматорск : ДГМА, 1998. – 64 с.
16. **Алферова Т. К.** Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова, Ю. Д. Амиров, П. Н. Волков и др.; под ред. Ю. Д. Амирова. – Москва : Машиностроение, 1985, – 368 с.
17. **Грачева К. Л.** Экономика, организация и планирование сварочного производства: учеб. пособие. / К. Л. Грачева – Москва : Машиностроение, 1984. – 368 с.
18. **Лошаков А. М.** Многокритериальная оптимизация технологических процессов сварки металлоконструкций и трубопроводов. / А. М. Лошаков // Сварочное производство. – 1997. – №3. – С. 31–38.
19. Сортамент черных металлов. Сортовой и фасонный прокат : сборник стандартов. – М. : Изд-во стандартов, 1991. – 412 с.
20. **Рыжков Н. И.** Производство сварных конструкций в тяжелом машиностроении : Оптимизация и технология. / Н. И. Рыжков. – Москва : Машиностроение, 1980. – 375 с.
21. **Антикайл П. А.** Изготовление объектов котлонадзора. справочное издание. / П. А. Антикайл, А. К. Зыков. – Москва : Металлургия, 1980. – 328 с.
22. **Терещенко В. И.** Выбор и применение способов сварки при изготовлении конструкций. / В. И. Терещенко, А. В. Либанов – Київ : Наук. думка, 1987. – 192 с.
23. Сварка и свариваемые материалы : В 3 т. – Т.1. Свариваемость материалов : справ. изд. / под ред. Э. А. Макарова. – Москва : Металлургия, 1991. – 528 с.
24. Сварка в машиностроении : справочник в 4-х томах под ред. Н. А. Ольшанского. – Москва : Машиностроение, 1979.
25. Сварка и резка в промышленном строительстве : В 2 т. / под общ. ред. Б. Д. Малышева. – Москва : Стройиздат, 1989.
26. **Лебедев Б. Д.** Расчетные методы в сварке плавлением. / Б. Д. Лебедев, В. В. Перемитько. – Днепродзержинск : ДГТУ, 1988. – 285 с.
27. Справочник сварщика / под ред. В. В. Степанова. – Москва : Машиностроение, 1983. – 560 с.
28. **Каховский Н. И.** Электродуговая сварка сталей : справочник. / Н. И. Каховский, В. Г. Фартушный, К. А. Яценко – Київ : Наук. думка, 1990. – 480 с.
29. **Гуревич С. Г.** Справочник по сварке цветных металлов / С. Г. Гуревич; отв. ред. Замков В. Н. – Київ : Наук. думка, 1990. – 512 с.
30. Сварочные материалы для дуговой сварки : справочное пособие в

2 т. / под. общ. ред. Н. Н. Потапова. – Москва : Машиностроение, 1989–1990.

31. **Потапов Н. Н.** Основы выбора флюсов при сварке сталей. Н. Н. Потапов. – Москва : Машиностроение, 1979. – 167 с.

32. **Петров Г. Л.** Сварочные материалы / Г. Л. Петров – Ленинград : Машиностроение, 1972. – 286 с.

33. Перечень стандартов по сварочному производству // Сварочное производство. – 1988. – №11, 12.

34. **Шоршоров М. Х.** Фазовые превращения и изменения свойств стали при сварке / М. Х. Шоршоров, В. В. Белов. – Москва : Наука, 1972. – 220 с.

35. Оборудование для дуговой сварки : справочное пособие / под ред. В. В. Смирнова. – Ленинград : Энергоатомиздат, 1986. – 656 с.

36. **Прох Л. Ц.** Справочник по сварочному оборудованию / Л. Ц. Прох, Б. М. Шпаков, Н. М. Яворская. – Київ : Техника, 1982. – 207 с.

37. Сварочное оборудование : каталог-справочник / под ред. А. И. Чвертко. Т.1–10. – Київ : Наук. думка, 1967–1991.

38. **Рыморов Е. В.** Новые сварочные приспособления / Е. В. Рыморов. – Ленинград : Стройиздат, 1988. – 125 с.

39. **Евстифеев Г. А.** Средства механизации сварочного производства. / Г. А. Евстифеев, И. С. Веретенников. – Москва : Машиностроение, 1977. – 207 с.

40. Справочник технолога-машиностроителя : В 2-х т. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещеряковой. В 2 т. – Москва : Машиностроение, 1985.

41. **Винокуров В. А.** Сварочные напряжения и деформации. Методы их устранения / В. А. Винокуров. – Москва : Машиностроение, 1968. – 325 с.

42. **Сагалевиц В. М.** Методы устранения сварочных напряжений и деформаций / В. М. Сагалевиц. – Москва : Машиностроение, 1974. – 248 с.

43. Неразрушающий контроль качества сварных конструкций / В. А. Троицкий, В. П. Радько, В. Г. Демидько, В. Т. Бобров. – Київ : Техника, 1986. – 159 с.

44. **Троицкий В. А.** Дефекты сварных швов и средства их обнаружения / В. А. Троицкий, В. П. Радько, В. Г. Демидько. – Київ : Вища. шк., 1983. – 144 с.

45. Справочник по сварочным работам / сост. Ф. А. Хромченко. – Москва : НПО ОБТ, 1998. – 429 с.

46. Методические указания к выполнению экономической части дипломных проектов для студентов, обучающихся по специальности 7.092302 / сост. Н. Г. Ревенко, М. Н. Кучер. – Днепропетровск : ДГТУ, 1998. – 52 с.

47. **Терехин А. С.** Безопасность труда электросварщика / А. С. Терехин, Н. И. Молосов. – Москва : Машиностроение, 1990, – 96 с.

48. Безопасность производственных процессов : справочник / под ред. С. В. Белова. – Москва : Машиностроение, 1985. – 448 с.

49. Средства защиты в машиностроении : Расчет и проектирование:

справочник / под общ. ред. С. В. Белова. – Москва : Машиностроение, 1989. – 365 с.

### Додаткова література

1. *ДСТУ 3008:2015*. Звіти у сфері науки і техніки. Структура и правила оформлення. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 26 с.
2. *ДСТУ 1.5:2015*. Правила розроблення та оформлення національних нормативних документів. – Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 61 с.
3. *СТП ТПУ 2.5.01-99*. Система освітніх стандартів. Роботи випускні кваліфікаційні, проекти і роботи курсові. Загальні вимоги та правила оформлення. – Томск : Томський політ. універ., 2006. – 60 с.
4. *ГОСТ 2.004-88 ЕСКД*. Общие требования по выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ. – Москва : Из-во Стандарт, 1990. – 22 с.
5. *ГОСТ 3.1001-81 ЕСТД*. Общие положения. – М. : Изд-во Стандарт, 2003. – 8 с.
6. *ГОСТ 3.1102-81 ЕСТД*. Стадии разработки и виды документов. – Москва : Стандартиформ, 2006. – 8 с.
7. *ГОСТ 3.1103–2011 ЕСТД*. Основные надписи. – Москва : Стандартиформ, 2011. – 21 с.
8. *ГОСТ 3.1105-84 ЕСТД*. Формы и правила оформления документов общего назначения. – Москва : Из-во Стандарт, 1992. – 23 с.
9. *ГОСТ 3.1109–82 ЕСТД*. Термины и определения основных понятий. – М. : Стандартиформ, 2012. – 15 с.
10. *ГОСТ 3.1116-79 ЕСТД*. Нормоконтроль. – Москва : Стандартиформ, 2012. – 5 с.
11. *ГОСТ 5264-80* – Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы и конструктивные элементы и размеры. – Москва : Стандартиформ, 2005. – 35 с.
12. *ГОСТ 8713–79* – Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Москва : Стандартиформ, 2005. – 39 с.
13. *ГОСТ 14771–76* – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. – Москва : Из-во Стандарт, 1989. – 39 с.
14. *ДНАОП 0.00–1.07–94*. Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском. – Київ : Держнаглядохоронпраці України, 1998. – 373 с.

# **ДОДАТКИ**

ДОДАТОК А  
(довідковий)

Приклад виконання титульного аркуша на форматі А4  
для курсового проекту (бланк університету)

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»  
Навчально-науковий інститут механічної інженерії і транспорту  
Кафедра зварювання

## КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Модернізація зварювальних цехів»

Студента (ки) 6 курсу МІТ-64 (мт) групи  
Напряму підготовки 13. Механічна інженерія  
Спеціальності 131. Прикладна механіка  
Спеціалізація 131.11. Зварювання, спорідненні проце-  
си і технології

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

Варіант 3

Керівник доц., к.т.н. Маршуба В.П.  
(Посада, вчене звання, науковий ступень, прізвище, ім'я, по батькові)

Національна шкала \_\_\_\_\_

Кількість балів \_\_\_\_\_ Оцінка ECTS \_\_\_\_\_

м. Харків

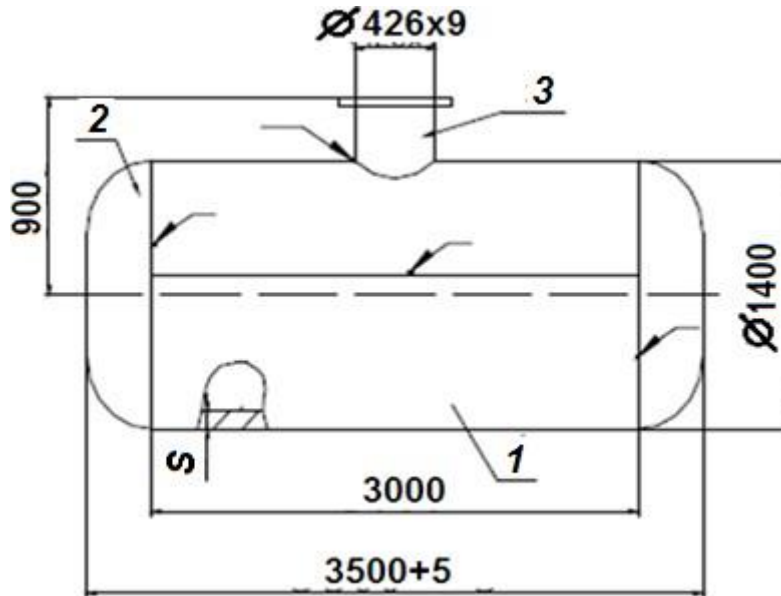
2019

**ДОДАТОК Б  
(довідковий)**

**Приклад аркуша з індивідуальним завданням (бланк кафедри)**

**ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ НА КУРСОВИЙ ПРОЕКТ**

**Варіант №3. Розробити технологію виготовлення резервуара.** Виробництво багатосерійне, обсяг випуску – 10 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.



Поз-ція	Найменування деталі	Кількість, шт.	Матеріал			Товщина стінки, мм		
			варіанти			варіанти		
			А	Б	В	А	Б	В
1	Обичайка	1	15ХСНД	16ГС	10Х2М	8	12	18
2	Днище	2	15ХСНД	16ГС	10Х2М	8	12	18
3	Патрубок	1	15ХСНД	16ГС	10Х2М	8	12	18

**Технічні умови:**

1. Овальність обичайок не повинна бути більше 0,5 % від діаметра.
2. Зміщення кромки стикових швів не повинно перевищувати 1,0 мм.
3. Всі зварні шви мають бути міцнощільними. Механічні властивості  $\sigma_B$ ,  $\delta$ ,  $KCV$  зварювального з'єднання повинні бути на рівні нижньої межі механічних властивостей основного металу.
4. Робочий тиск  $\leq 5,0$  МПа.
5. Нормативна документація: ПБ-03-273-99, РД 03-495-02, ПБ 03-576-03; ПБ 03-584-03.

**ДОДАТОК В**  
**(довідковий)**  
**Приклад складення реферату на курсовий проект**

**РЕФЕРАТ**

Звіт про курсовий проект: 32 с., 5 рис., 2 табл., 2 додатки, 18 джерел.

**Мета роботи** – вивчення методики розробки проекту для модернізації зварювального підприємства на прикладі виробництва зварної конструкції – цистерни.

Розробка технологічного процесу з виробництва зварної конструкції – цистерни, на підставі існуючих методик та довідкових даних, що задіяні при вивченні цих методик. На підставі технологічного процесу виготовлення цистерни розроблено проект складально-зварювальної ділянки.

Результати курсового проекту упроваджені в технологію навчання, що дозволяє підвищити рівень навчання.

**Ключові слова:** *цистерна, технологічний процес, модернізація зварювальної ділянки, робоче місце, зварний шов, якість продукції.*

**РЕФЕРАТ**

Отчет о курсовом проекте: 32 с., 5 рис., 2 табл., 2 приложения, 18 источников.

**Цель работы** – изучение методики разработки проекта для модернизации сварочного предприятия на примере производства сварной конструкции – цистерны.

Разработка технологического процесса по производству сварной конструкции – цистерны, на основании существующих методик и справочных данных, задействованных при изучении этих методик. На основании технологического процесса изготовления цистерны разработан проект сборочно-сварочного участка.

Результаты курсового проекта могут быть внедрены в технологию обучения, что позволяет повысить уровень обучения.

**Ключевые слова:** *цистерна, технологический процесс, модернизация сварочного участка, рабочее место, сварной шов, качество продукции.*

**ABSTRACT**

Report on the course project: 32 p., 5 figures, 2 tables, 2 annexes, 18 sources.

**The purpose of the work** – is to study the methodology of project development for the modernization of the welding plant by the example of the production of welded construction – tanks.

Development of the technological process for the production of welded construction – tanks, based on existing techniques and background data involved in

the study of these techniques. Based on the technological process of manufacturing the tank, a draft assembly and welding site was developed.

The results of the course project can be implemented in the technology of teaching, it allows to increase the level of education.

***Key words: CIRSENT, TECHNOLOGICAL PROCESS, MODERNIZATION OF THE WELDING PLACE, WORKPLACE, WAVERNOYE SHOE, QUALITY OF PRODUCTION.***

**ДОДАТОК Г  
(довідковий)**

**Приклад виконання змісту на курсовий проект (бланк університету)**

ЗМІСТ				
ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ ДО КУРСОВОЇ РОБОТИ.....				20
РЕФЕРАТ (трьома мовами).....				30
ЗМІСТ.....				50
ВСТУП.....				60
1. ОСНОВНІ ВІДОМОСТІ.....				70
1.1. Розробка маршрутного технологічного процесу заданого вузла.....				70
1.2. Розрахунок кількості основного та допоміжного обладнання.....				80
1.3. Розрахунок коефіцієнта завантаження обладнання.....				0
1.4. Визначення габаритних розмірів основного та допоміжного обладнання.....				90
1.5. Розрахунок кількості основних та допоміжних робітників.....				0
1.6. Схеми складально-зварювальної ділянки цеху.....				120
1.6.1. Основні конструктивні рішення промислових будівель машинобудівних підприємств.....				120
1.6.2. Планування цеху, дільниці, відділення.....				0
1.6.3. Вимоги до розміщення обладнання. Організація робочих місць.....				120
1.6.4. Визначення площі цеху.....				140
1.6.5. Визначення довжини, ширини і висоти прогонів.....				210
2. РОЗРОБКА ПЛАНУВАННЯ.....				340
2.1. Побудова планування ділянки.....				350
2.2. Виконання специфікації до планування.....				360
<b>ННІ-МІТ.145.65.03</b>				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розробив		Шевченко		
Перевірив		Маршубаєв		
Н.контр.		Маршубаєв		
Затвердив		Дмитренко		
<b>Курсовий проект з дисципліни «Модернізація зварювальних цехів»</b>				
Литер.		Аркуші	Аркуші	
0 0 0		10	10	
<b>НТУ «ХП» МІТ-65 (МТ)</b>				

Рис. Г.1. Зразок виконання звіту на першому бланку університету

**Примітка:** 1. Зміст виконується у невидимій таблиці, що розташована у середині бланку університету.

2. В разі недостатності першого аркуша бланку університету потрібно використовувати другий аркуш (див. рис. Г.2) з тими ж вимогами, що і до першого.



**ДОДАТОК Д**  
**(довідковий)**  
**Приклад виконання «Вступу» до курсового проекту**

**ВСТУП**

Для сучасного зварювального виробництва характерні різноманітність способів дугового зварювання, широкий масштаб їх застосування в різних галузях промисловості і залучення великої кількості робітників.

Метою курсового проекту є створення, планування новітньої складально-зварювальної ділянки для виготовлення заданого виробу або модернізація існуючої ділянки з виробництва аналогічної продукції, з вдосконаленням існуючого технологічного процесу.

Впровадження у виробництво великої номенклатури конструкційних і зварювальних матеріалів, способів різноманітного зварювання зумовило необхідність дослідження впливу технології зварювання на характер виконання зварних швів та досягнення необхідної якості продукції, що наприкінці впливає на планування складально-зварювальної ділянки.

Різноманітні способи зварювання, що широко застосовуються у машинобудуванні та в інших галузях промисловості, значно відрізняються один від одного, у зв'язку з чим дозволяють більш повно дослідити вплив технології зварювання та розташування обладнання на ділянці.

Даними способами зварювання виготовляють різноманітні будівельні конструкції, кораблі, цистерни та інші види ємностей, автомобілі, автобуси, причепи і тощо. Для виготовлення будь-якого якісного звареного виробу використовують пристосування, які призначені для забезпечення надійного закріплення деталей, що дозволяє швидко і точно установлення елементів вузла до упорів у заданій послідовності, що має бути зручно в експлуатації та впливає на точність виготовлення. Дані пристосування можуть бути ручними, механізованими і автоматизованими.

Використання пристосування підвищить продуктивність праці, скоротить час виробництва зварної конструкції, підвищить якість складання-зварювання, полегшить працю робітника. Тоді як їх розташування на ділянці покращує (зменшує) додатковий час на встановлення деталей у пристосування та пересування між ними.

Застосування якісного територіального планування складально-зварювального обладнання на ділянці цеху – залог продуктивної праці і якісного виготовлення виробу зі зменшеними енергетичними та економічними витратами на одиницю продукції.

**Додаток Е**  
**(довідковий)**

**Приклад виконання технологічного процесу з  
виготовлення заданого вузла**

**Е.1. Розробка маршрутного технологічного процесу  
з виготовлення заданого вузла**

По-перше, розробляємо детальний опис технологічного процесу з виготовлення заданого індивідуального вузла – цистерни. Для заданої кількості виробів скористаємося багатосерійним виробництвом з обсягом випуску – 10 000 штук на рік при двозмінній роботі дільниці.

Детальний опис технологічного процесу виконуємо у довільному вигляді (табл. Е.1).

При детальному описі технологічного (маршрутного) процесу вказуємо основне та допоміжне обладнання, що задіяно при виконанні технологічних операцій. При використанні обраного обладнання розраховуємо необхідний штучний час для кожної операції за довідниками.





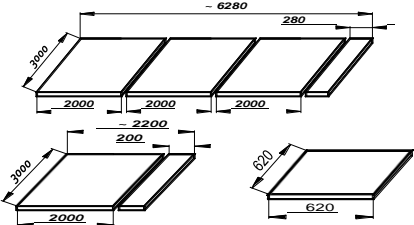
При розробленні технологічного процесу згідно з вимогами завдання використовуємо додаткове обладнання з механізацією, без використання вимог автоматизації, оскільки виробництво – багатосерійне. А багатосерійне виробництво не передбачає автоматизованого додаткового обладнання.

Основне обладнання вибираємо відповідно до сучасних вимог щодо обладнання, обираємо переважно універсальне та багатофункціональне, тому що потрібно постійно змінювати види виготовленої продукції.


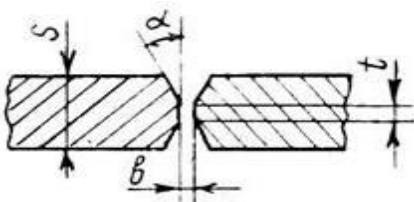

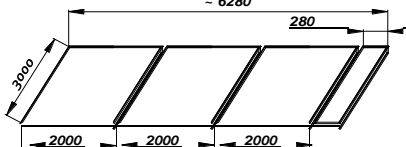
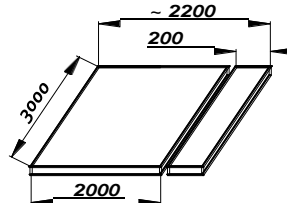
Таблиця Е.1 – Детальний опис технологічного (маршрутного) процесу виготовлення виробу на прикладі цистерни

Номер операції	Назва операції технологічного процесу	Основне та допоміжне обладнання для виконання технологічних операцій	Стислий опис операції	T <sub>шт, хв</sub>
1	2	3	4	5
005	Транспортна	 Автомобільний, залізничний транспорт та інші види транспорту. Задіяні засоби транспортування у вигляді пристосувань для перевантаження листового матеріалу і захоплення для пачки листів металу мод. LC-PDK 8,0 та кран вантажопідйомністю 10 т	Доставка стандартних листів до місця обробки	0,8


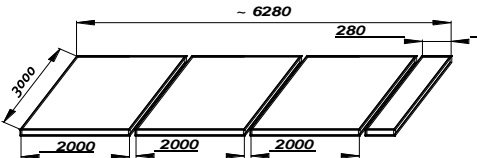
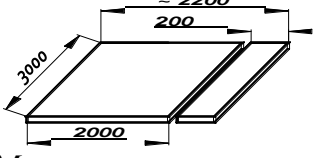

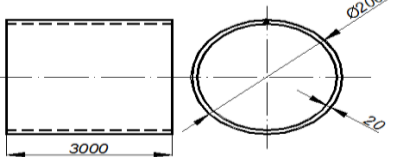
Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
010	Правлення	 <p>Листопрямляча машина мод. V-1321</p>  <p>Транспортування листового матеріалу і захоплювач окремого листа металу мод. PML-1000 та кран-балка вантажопідйомністю 2 т; накопичувальний рольганг</p>	Рихтування поверхні стандартних листів з метою отримання допуску кривизни 1 мм на 1 м поверхні	1,2
015	Очищення	 <p>Дробоструминна камера мод. MUNKEBO</p> <p>Транспортування листового матеріалу захоплювачем вертикального окремого листа металу мод. 2МВ 16-4,0; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та два накопичувачі</p>	Очищення поверхні від ржи, олів, окислів та ін.	3,6
020	Різка	 <p>Верстат для плазмового різання мод. РСМ-1530R з ЧПК</p>  <p>Транспортування листового матеріалу захоплювачем вертикального окремого листа мод. 2МВ 16-4,0 і горизонтального окремого листа мод. PML-1000; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та два рольганги</p>	Розрізання окремих стандартних листів на заготовки нестандартного розміру	28,7

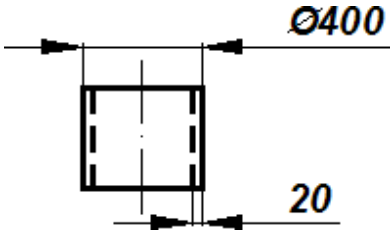

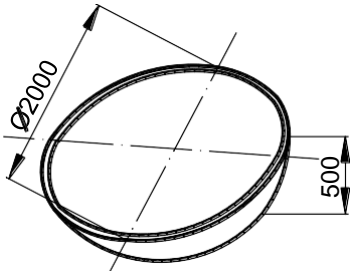

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
025	Фрезерувальна	 <p>Кромко-фрезерний верстат мод. ХВJ</p>  <p>Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. РМL-1000; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та два рольганги</p>	Обробка кромки листів під зварювальні шви для всіх деталей	14,5
030	Збирально-зварювальна	 <p>Зварювальна поточна лінія мод. ІМG ~ 6280</p>  <p>Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. РМL-1000; кран-балка вантажопідйомністю 2 т</p>	Зварювання полотниць (картин) плоских секцій для заготовок обичайок	27,4
035	Збирально-зварювальна	 <p>Зварювальна поточна лінія мод. ІМG</p> <p>Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. РМL-1000; кран-балка вантажопідйомністю 2 т</p>	Зварювання полотниць (картин) плоских секцій для заготовок днищ	8,5


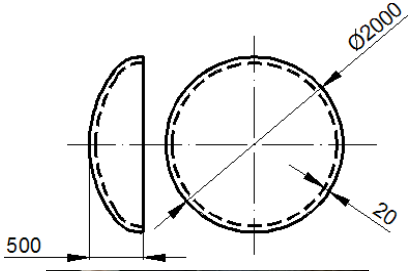


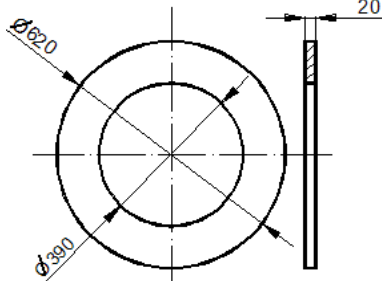
Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
040	Проковка	 <p>Машина листопрямильна мод. МЛЧ 1725</p>  <p>Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. PML-1000; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та два рольганги</p>	Проковування швів в картинах обичайки	0,8
045	Проковка	 <p>Машина листопрямильна мод. МЛЧ 1725</p> <p>Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. PML-1000; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та два рольганги</p>	Проковування швів в картинах днищ	0,3
050	Вальцювальна	 <p>Трьохвалкова машина мод. И2420.32</p>  <p>Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. PML-1000; траверса 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та накопичувачі</p>	Згинання полотниць (картин) плоских секцій в обичайки	38,2


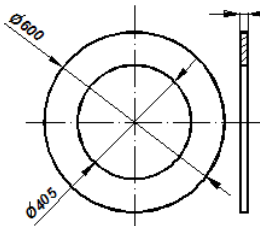
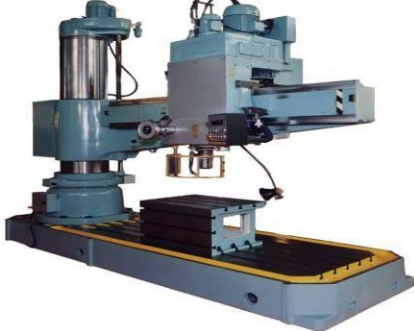
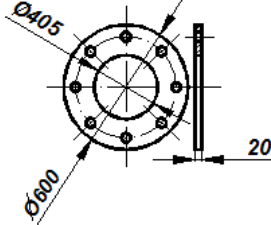
Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
055	Вальцювальна	 <p>Трьохвалкова машина мод. И2420.32. Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. PML-1000; траверса 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та рольганги</p>	Згинання полотнищ (картин) плоских секцій в горловину	14,5
060	Фланжірування	 <p>Фланжірувальний верстат мод. BOLDRINI</p>   <p>Транспортування листового матеріалу магнітним захоплювачем горизонтального окремого листа мод. PML-1000; тропосферні днища транспортують траверсою 3 з трьома захоплювачами мод. LC-PDB1,2; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та склизи</p>	Виготовлення торосферних днищ методом холодної накатки (фланжірування)	15,6

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
065	Токарно-карусельна	 <p>Токарно-карусельний верстат мод. 1516Ф3</p>   <p>Транспортування тропосферних днів траверсою 3 з трьома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та склизи</p>	Обробка кромки днів під зварювання	8,6
070	Різка	 <p>Верстат для плазмового різання мод. PCM-1530R з ЧПУ.</p>  <p>Транспортування листового матеріалу двома магнітними захоплювачами горизонтального окремого листа мод. PML-500; траверса 2; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та склизи</p>	Вирізання зовнішнього та внутрішнього контуру фланця	5,9


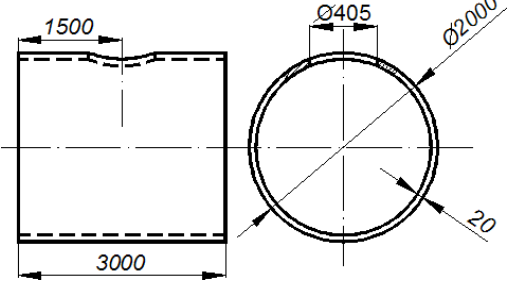

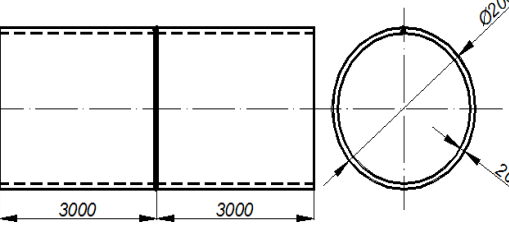
Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
075	Токарно-карусельна	 <p>Токарно-карусельний верстат мод. 1516Ф3</p>  <p>Транспортування кільцевого матеріалу трьома магнітними захоплювачами горизонтального окремого кільця мод. PML-1000; траверса 3; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та склизи</p>	Точіння внутрішнього та зовнішнього діаметра фланця	6,4
080	Радіально-свердлильна	 <p>Радіально-свердлильний верстат мод. 2A587</p>  <p>Транспортування кільцевого матеріалу трьома магнітними захоплювачами горизонтального окремого кільця мод. PML-1000; траверса 3, кран-балка вантажопідйомністю 2 т та склизи</p>	Свердлення 8 отворів по колу	6,8


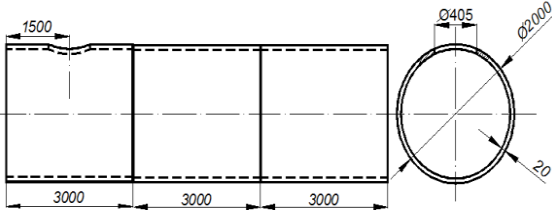


Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
085	Збирально-зварювальна	 <p>Установка «Млин» для стикування і зварювання обичайок</p>  <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB3,2; кран вантажопідйомністю 2 т та підставки</p>	Зварення обичайки (виконання шва, що замикає)	16,9
090	Відрізна	 <p>Обертальний роликовий самоцентрувальний стенд мод. HGZ-5</p>   <p>Установка пересувна для плазмового обрізання супутників мод. «PLASMAJET».</p> <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран-балка вантажопідйомністю 2 т та підставки</p>	Відрізання супутників від обичайки	4,9



Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
095	Різка	 <p>П'ятиосьова мобільна машина мод. SCM-1000 з ЧПУ для вирізання отворів в обичайці в трьох координатній сітці</p>  <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран вантажопідйомністю 2 т та підставки</p>	Вирізання отвору в обичайці під горловину	5,6
100	Збирально-зварювальна	 <p>Зварювальна колона мод. I – Power 4 зі горизонтальним обертачем та верхнім розташуванням зварювального апарата</p>  <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран вантажопідйомністю 5 т та підставки</p>	Зварювання котла цистерни (з'єднання двох обичайок)	39,6

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
105	Збирально-зварювальна	 <p>Портал зі зварювальним обладнанням мод. ESAB (Швеція)</p>  <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Зварювання котла цистерни (приєднання останньої обичайки)	39,6
110	Зачищення	 <p>Шліфмашинка Bosch мод. GWS10-125C (або інша)</p>  <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Зачищення зварних швів між обичайками від окалини та решти флюсу	40,5

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
115	Збирально-зварювальна	 <p>Установка для пристикування днища до котла цистерни з велосипедним візком та балконом</p> <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; транспортування котла траверсою 3 з одним захоплювачем мод. LC-PDB 3,2 та двома гаками чалочними типу 320А-2,0 на стропях; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Приварювання до котла цистерни першого днища та приварювання двох транспортних римболтів	39,6
120	Зачищення	 <p>Шліфмашинка Bosch мод. GWS10–125С (або інша).</p> <p>Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB 3,2; транспортування котла траверсою 3 з одним захоплювачем мод. LC-PDB 3,2 та двома чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропях; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Зачищення зварного шва між котлом та першим днищем цистерни	13,4

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
125	Збирально-зварювальна	 <p>Установка для збирання та виконання прихваток</p>  <p>Кільце-центратор для збірки котла цистерни з другим днищем. Транспортування обичайки з листового матеріалу траверсою 2 з двома захоплювачами мод. LC-PDB3,2; транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропах; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Приварювання до котла цистерни другого днища та приварювання двох транспортних римболтів	39,6
130	Зачищення	Шліфмашинка Bosch мод. GWS10-125C (або інша). Транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропах; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки	Зачищення зварного шва між котлом цистерни та другим днищем	13,4
135	Збирально-зварювальна	 <p>Універсальний зварювальний обертач мод. TWC-500</p>  <p>Транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропах; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Приварювання фланця до горловини	9,8

Продовження табл. Е.1

1	2	3	4	5
140	Зачищення	<p>Шліфмашинка Bosch мод. GWS10–125C (або інша). Транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропях; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Зачищення зварного шва між фланцем та горловиною	6,4
145	Збирально-зварювальна	 <p>Зварювальний робот мод. Kawasaki</p>  <p>Транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропях; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Приварювання фланця горловини до котла цистерни	9,8
150	Зачистка	<p>Шліфмашинка Bosch мод. GWS10–125C (або інша) Транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропях; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Зачищення зварного шва між фланцем горловини та котлом цистерни	6,4
155	Технічний контроль	 <p>Ультразвуковий дефектоскоп мод. RSWA</p> <p>Транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропях; кран вантажопідйомністю 10 т та підставки</p>	Перевірка усіх швів на наявність дефектів	37,3

Продовження табл. Е.1



1	2	3	4	5
160	Фарбування	 <p>Транспортування котла траверсою 4 з чо-тирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропах; кран вантажо-підйомністю 10 т та підставки</p>	Нанесення лакофарбових покриттів на виріб	47,5
165	Транспортування	 <p>Транспортування котла траверсою 4 з чотирма чалочними гаками типу 320А-2,0 на стропах; кран вантажо-підйомністю 10 т та підставки</p>	Переміщення на склад готової продукції	1,8



Рис. Е.1. Сучасна виробнича лінія з виробництво цистерн у Тихвині

При виконанні технологічного процесу виготовлення цистерни на прикладі масового виробництва потрібно розробляти поточні лінії (рис. Е.1), які призначені для транспортування напівфабрикатів між складально-зварювальними постами.

Виробничі лінії сучасного виробництва дозволяють оперативно перебудовуватися на випуск різних типів цистерн залежно від вимог замовника, тому основне технологічне обладнання має бути представлено сучасними роботизованими комплексами і засобами автоматизації.

При заповненні маршрутної карти (рис. Е.2 та Е.3) технологічного процесу, на прикладі виготовлення цистерн, у серійному виробництві необхідно користуватись вимогами ЄСТД (див. лабораторні роботи до дисципліни «Зварювальні конструкції та їх виробництво»).



Дублюван.		Взамен		Подлинник		№ докум.		Лист		№ докум.		Лист		№ докум.		Лист		Подпись		Дата	
																		НТУ «ХПІ» 060210.39		Н	
<b>ННІ МІТ 060210.145</b>																					
Обозначение документов																					
А		№ докум.	Лист	РМ	Опер.	№ докум.	Лист	Подпись	Дата	Код, наименование оборудования	СМ	Проф.	Р.	УТ	КОИД	ЕН	ОП	К шт.	Т л.з.	Т шт.	
Б		Код, наименование операции																			
К/М		Наименование детали, сб. единицы или материала																			
Р																					
А 01		XX	XX	XX	030	Збирально-зварювальна					Інстр. т/б.32-2019 - 006										
Б 02		Зварювальна поточна лінія мод. IMG №XXXXXX																			
03																					
А 04		XX	XX	XX	035	Збирально-зварювальна					Інстр. т/б.32-2019 - 006										
Б 05		Зварювальна поточна лінія мод. IMG №XXXXXX																			
06																					
А 07		XX	XX	XX	040	Проковування					Інстр. т/б.32-2019 - 002										
Б 08		Машина листопривильна мод. МЛЧ 1725 №XXXXXX																			
09																					
А 10		XX	XX	XX	045	Проковування					Інстр. т/б.32-2019 - 002										
Б 11		Машина листопривильна мод. МЛЧ 1725 №XXXXXX																			
12																					
А 13		XX	XX	XX	050	Вальцювальна					Інстр. т/б.32-2019 - 007										
Б 14		Трьохвалкова машина мод. И2420.32 №XXXXXX																			
15																					
А 16		XX	XX	XX	055	Вальцювальна					Інстр. т/б.32-2019 - 007										
Б 17		Трьохвалкова машина мод. И2420.32 №XXXXXX																			
МК																					
												Т шт. = 27,4									
												Т шт. = 8,5									
												Т шт. = 0,8									
												Т шт. = 0,3									
												Т шт. = 38,2									
												Т шт. = 14,5									

Рис. Е.3. Зразок заповнення другого та наступних аркушів маршрутної карти за ГОСТ 3.1407-86 для виробництва виробу на прикладі цистерни

## Е.2. Розрахунок кількості основного та допоміжного обладнання (приклад)

Необхідна кількість обладнання розраховується за даними технологічного процесу складання і зварювання запропонованої конструкції.

1. Загальна трудомісткість програми  $T_o$ , нормо-год, виготовлення заданих зварних конструкцій за операціями технологічного процесу, розраховується за формулою

$$T_o = \frac{T_{шт} \cdot B}{60}, \quad (E.1)$$

де  $T_{шт}$  – норма штучного часу для виконання зварної конструкції згідно з операцією технологічного процесу, хв (розглянуто в попередній лабораторній роботі);

$B$  – річна програма, шт.

За цією формулою послідовно визначається трудомісткість річної програми для кожної операції технологічного процесу. Отримані результати заносимо у табл. Е.2.

Таблиця Е.2 – Загальна трудомісткість за операціями техпроцесу

Номер операції	Назва основного обладнання	Норма штучного часу по кожній операції, $T_{шт}$ , год	Трудомісткість річної програми $T_o$ , год
1	2	3	4
010	Листопрямильна машина мод. V-1321	1,2	59,997
015	Дробоструминна камера мод. MUNKEBO	3,6	60,997
020	Верстат для плазмового різання мод. РСМ-1530R з ЧПУ	28,7	478,314
070		5,9	98,329
025	Кромко-фрезерний верстат мод. ХВJ	14,5	241,57
030	Зварювальна поточна лінія мод. IMG	27,4	456,648
035		8,5	141,661
040	Машина листопрямильна мод. МЛЧ 1725	0,8	13,332
045		0,3	4,1
050	Трьохвалкова машина мод. И2420.32	38,2	636,641
055		14,5	241,657
060	Фланжирувальний верстат мод. BOLDRINI	15,6	259,99
065	Токарно-карусельний верстат мод. 1516Ф3	8,6	143,327
075		6,4	106,662
080	Радіально-свердлильний верстат мод. 2А587	6,8	113,3288
085	Установка «Млин» для стикування і зварювання обичайок	16,9	281,655
090	Обертальний роликовий самоцентрувальний стенд мод. HGZ-5	4,9	81,663
095	П'ятиосьова мобільна машина мод. SCM-1000 з ЧПУ	5,6	93,33

Продовження табл. Е.2

1	2	3	
100	Зварювальна колона мод. I – Power 4 зі горизонтальним обертачем	39,6	659,974
105	Порти зварювального обладнання ESAB (Швеція)	39,6	659,974
115	Установка для пристикування днища до котла	39,6	659,974
125	цистерни з велосипедним візком та балконом	39,6	659,974
135	Універсальний зварювальний обертач мод.	9,8	163,327
145	TWC-500	9,8	163,327
<b>Разом:</b>		<b>386,4</b>	<b>6479,752</b>

2. Визначаємо дійсний фонд часу роботи основного обладнання  $\Phi_d$ , год, за формулою

$$\Phi_d = (D_{\text{пр}} \cdot t_{\text{т.з}} - D_{\text{пр}} \cdot t_c) \cdot K_{\text{п.о}} \cdot K_c, \quad (\text{E.2})$$

де  $D_{\text{р}}$  – число робочих днів у році (приймаємо:  $D_{\text{р}} = 253$  р.д.);

$D_{\text{пр}}$  – число передсвяткових днів у році (приймаємо  $D_{\text{пр}} = 9$  п.д.);

$t_{\text{т.з}}$  – тривалість зміни, час ( $t_{\text{п}} = 8$  год.);

$t_c$  – число годин, на яке скорочений робочий день перед святами ( $t_c = 1$  год);

$K_{\text{п.о}}$  – коефіцієнт, що враховує простої обладнання в ремонті (за довідниками приймаємо:  $K_{\text{п.о}} = 0,95$ );

$K_c$  – кількість робочих змін у добі ( $K_c = 2$ ).

$$\Phi_d = (253 \times 8 - 9 \times 1) \times 0,95 \times 2 = 3828,5 \text{ год.}$$

3. Розраховуємо необхідну кількість обладнання  $C_p$ , що необхідна згідно з операціями технологічного процесу, які виконують:

$$C_p = \frac{T}{\Phi_d \cdot K_n}, \quad (\text{E.3})$$

де  $T$  – трудомісткість програми за операціями, нормо-год (знаходимо за формулою (E.4));

$K_n$  – коефіцієнт виконання норм (за довідниками приймаємо:  $K_n = 1,1 \dots 1,2$ ).

$$T = \sum T_{\text{шт}} \cdot V. \quad (\text{E.4})$$

Прийняту кількість обладнання  $C_{\text{п}}$  визначаємо шляхом округлення розрахункової кількості в бік збільшення до найближчого цілого числа. Слід мати на увазі, що допускається перевантаження робочих місць, яке не повинно перевищувати 5...6 %. Отримані результати заносимо до табл. Е.3.

### Е.3. Розрахунок коефіцієнта завантаження обладнання

Розрахунок коефіцієнта завантаження обладнання  $K_o$ . Виконуємо для кожної операції:

$$K_o = \frac{C_p}{C_n}. \quad (5)$$

Таблиця Е.3 – Розрахункова  $C_p$  та прийнята  $C_n$  кількість обладнання

Номер операції	Назва основного обладнання	Кількість обладнання	
		Розрахункова $C_p$ , шт	Прийнята $C_n$ , шт
010	Листоправильна машина мод. V-1321	0,01	1
015	Дробострумінна камера мод. MUNKEBO	0,01	1
020 070	Верстат для плазмового різання мод. РСМ-1530R з ЧПУ	0,115	1
025	Кромко-фрезерний верстат мод. ХВJ	0,05	1
030 035	Зварювальна поточна лінія мод. IMG	0,112	1
040 045	Машина листоправильна мод. МЛЧ 1725	0,003	1
050 055	Трьохвалкова машина мод. И2420.32	0,176	1
060	Фланжирувальний верстат мод. BOLDRINI	0,05	1
065 075	Токарно-карусельний верстат мод. 1516Ф3	0,023	1
080	Радіально-свердлильний верстат мод. 2A587	0,056	1
085	Установка «Млин» для стикування і зварювання обичайок	0,016	1
090	Обертальний роликівий самоцентрувальний стенд мод. HGZ-5	0,018	1
095	П'ятиосьова мобільна машина мод. SCM-1000 з ЧПУ	0,132	1
100	Зварювальна колона мод. I – Power 4 зі горизонтальним обертачем	0,132	1
105	Портали зварювального обладнання ESAB (Швеція)	0,132	1
115 125	Установка для пристикування днища до котла цистерни з велосіпедною теліжкою та балконом	0,264	1
135 145	Універсальний зварювальний вращатель мод. TWC-500	0,65	1

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по кожній деталі  $K_{o/сер}$ :

$$K_{o,сер} = \frac{\sum C_p}{\sum C_n} \quad (E.6)$$

Необхідно прагнути до того, щоб середній коефіцієнт завантаження обладнання був якомога ближчий до одиниці.

Прийнятними (за даними різних джерел) вважаються середні значення коефіцієнта  $K_o$ :

- для зварювання:
  - 0,85...0,95 – у масовому або багатосерійному виробництві;
  - 0,75...0,85 – у серійному виробництві;
  - 0,70...0,80 – в одиничному виробництві;
  - 0,8...0,9 – при двозмінній роботі цехів.
- для механічної обробки та обробки тиском:

- 0,85...0,95 – для масового виробництва і більше;
- 0,75...0,86 – для серійного виробництва;
- 0,65...0,78 – для дрібносерійного та одиничного виробництва.

- для складання:

- 0,90...0,95 – для масового виробництва;
- 0,70...0,80 – для серійного виробництва;
- 0,40...0,70 – для одиничного виробництва.

Для ливарного виробництва та цехів термічної обробки цифри будуть подібними з урахуванням того, що для цих цехів найбільш прийнятним є безперервний або тризмінний режим роботи.

Отримані результати заносимо до табл. Е.4.

Таблиця Е.4 – Коефіцієнт завантаження обладнання


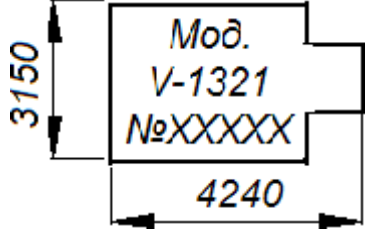
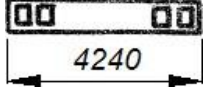


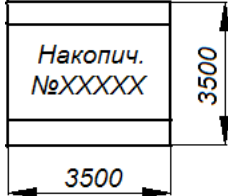


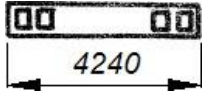
Номер операцій	Назва основного обладнання	Коефіцієнт завантаження обладнання	
		К <sub>о</sub>	К <sub>о сер</sub>
010	Листопрямильна машина мод. V-1321	0,01	0,01
015	Дробоструминна камера мод. MUNKEBO	0,01	0,01
020	Верстат для плазмового різання мод. РСМ-1530R з ЧПУ	0,115	0,115
025	Кромко-фрезерний верстат мод. ХВJ	0,05	0,05
030 035	Зварювальна поточна лінія мод. IMG	0,112	0,112
040 045	Машина листопрямильна мод. МЛЧ 1725	0,003	0,003
050 055	Трьохвалкова машина мод. И2420.32	0,176	0,176
060	Фланжірувальний верстат мод. BOLDRINI	0,05	0,05
065 075	Токарно-карусельний верстат мод. 1516Ф3	0,023	0,023
080	Радіально-свердлильний верстат мод. 2A587	0,056	0,056
085	Установка «Млин» для стикування і зварювання обичайок	0,016	0,016
090	Обертальний роликовий самоцентрувальний стенд мод. HGZ-5	0,018	0,018
095	П'ятиосьова мобільна машина мод. SCM-1000 з ЧПУ	0,132	0,132
100	Зварювальна колона мод. I – Power 4 зі горизонтальним обертачем	0,132	0,132
105	Порти зварювального обладнання ESAB (Швеція)	0,132	0,132
115 125	Установка для при стикування днища до котла цистерни з велосіпедним візком та балконом	0,264	0,264
135 145	Універсальний зварювальний обертач мод. TWC-500	0,65	0,65
<b>Разом:</b>		0,11	0,11

#### Е.4. Визначення габаритних розмірів основного та допоміжного обладнання






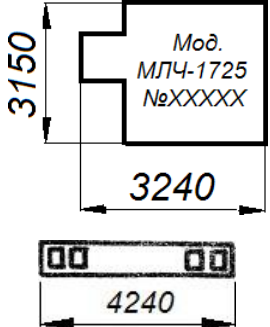

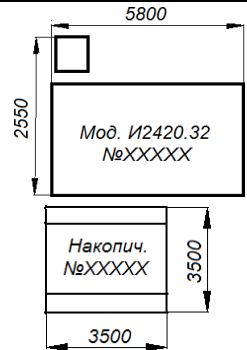

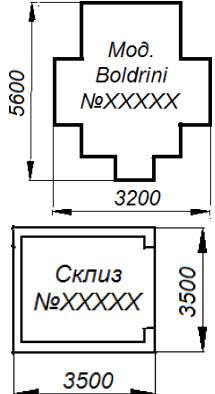
Визначаємо габаритні розміри обладнання за довідниками або у вільному пошуку у середовищі «Internet».

**Отримані дані потрібні для виготовлення темплет (зображення обладнання у плані) у масштабі 1 : 100. Отримані дані заносимо у табл. Е.5.**


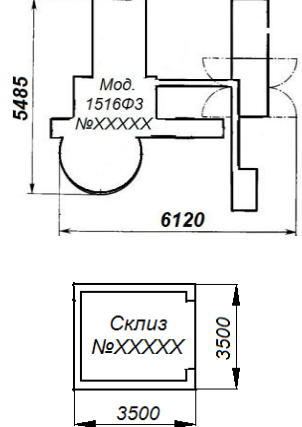

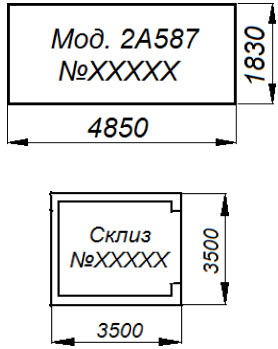
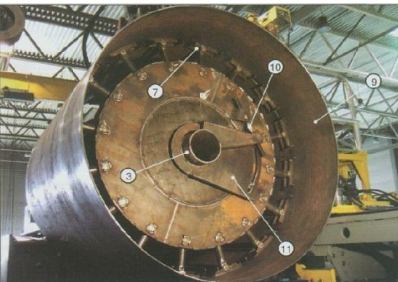


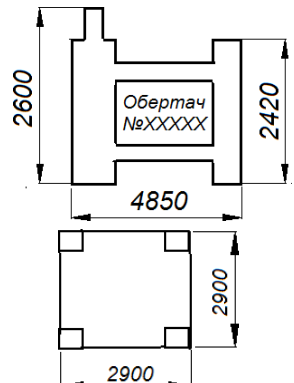
Таблиця Е.5 – Габаритні розміри основного та допоміжного обладнання для виконання технологічного процесу заданого вузла

Номер операції	Основне та допоміжне обладнання для виконання технологічних операцій	Габаритні розміри у плані (темплети)
1	2	3
010	 <p>Листопрямильна машина мод. V-1321</p> <p>2 рольганги L = 4200</p>	 
015	 <p>Дробеструминна камера мод. MUNKEBO</p> <p>2 накопичувачі L = 3500</p>	 
020	 <p>Верстат для плазмового різання мод. РСМ-1530R з ЧПУ</p> <p>2 рольганги L = 4200</p>	 


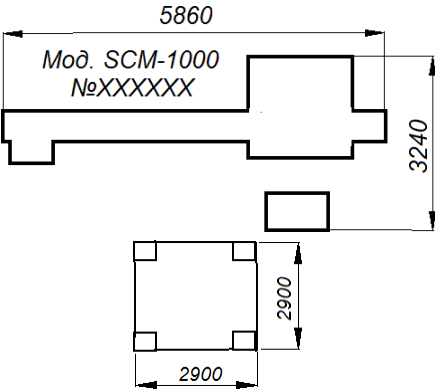

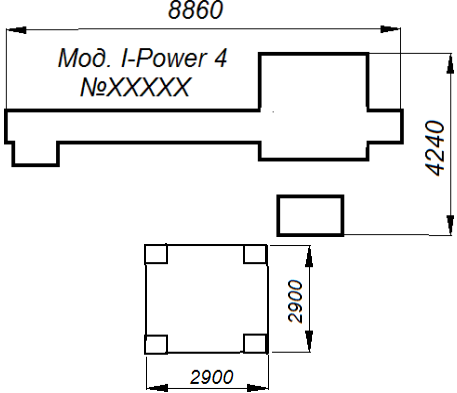

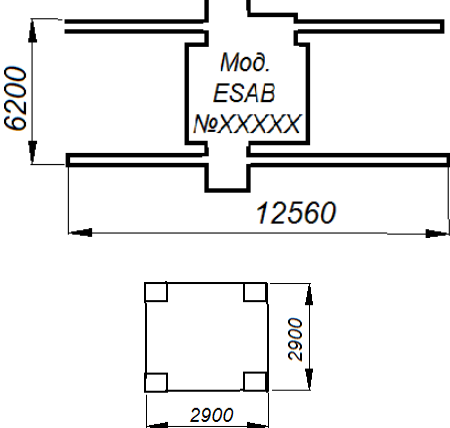

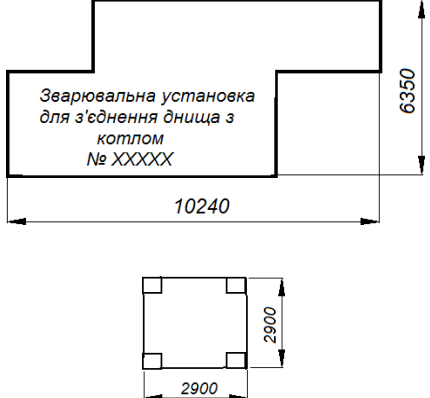
Продовження табл. Е.5

1	2	3
25	 <p>Кромкофрезерний верстат мод. ХВJ 2 рольганги L = 4200</p>	 <p>Кромкофрезерний верстат мод. ХВJ №XXXXXX</p> <p>14200</p> <p>2610</p> <p>4240</p>
030 035	 <p>Зварювальна поточна лінія мод. IMG</p>	 <p>Зварювальна поточна лінія мод. IMG №XXXXXX</p> <p>16000</p> <p>68000</p>
040 045	 <p>Машина листопрямильна мод. МЛЧ 1725 2 рольганги L = 4200</p>	 <p>Мод. МЛЧ-1725 №XXXXXX</p> <p>3150</p> <p>3240</p> <p>4240</p>
050 055	 <p>Трьохвалкова машина мод. И2420.32 2 накопичувачі</p>	 <p>Мод. И2420.32 №XXXXXX</p> <p>5800</p> <p>2550</p> <p>Накопич. №XXXXXX</p> <p>3500</p> <p>3500</p>
060	 <p>Фланжірувальний верстат мод. BOLDRINI 2 склизи</p>	 <p>Мод. Boldrini №XXXXXX</p> <p>5600</p> <p>3200</p> <p>Склиз №XXXXXX</p> <p>3500</p> <p>3500</p>


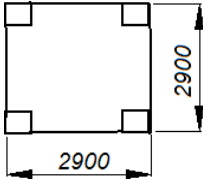

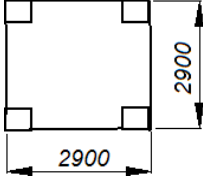

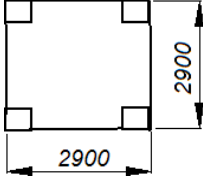

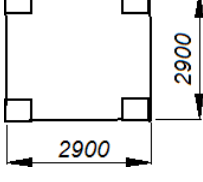
Продовження табл. Е.5

1	2	3
065 075	 <p>Токарно-карусельний верстат мод. 1516Ф3 2 склизи</p>	
080	 <p>Радіально-свердлильний верстат мод. 2А587 2 склизи</p>	
085	 <p>Установка «Млин» для стикування і зварювання обичайок 2 підставки</p>	
090	 <p>Обертальний роликовий самоцентрувальний стенд мод. HGZ-5 2 підставки</p>	

Продовження табл. Е.5

1	2	3
095	 <p>П'ятиосьова мобільна машина мод. SCM-1000 з ЧПУ 2 підставки</p>	 <p>5860 Мод. SCM-1000 №XXXXXX 3240 2900 2900</p>
100	 <p>Зварювальна колона мод. I – Power 4 зі горизонтальним обертачем 2 підставки</p>	 <p>8860 Мод. I-Power 4 №XXXXXX 4240 2900 2900</p>
105	 <p>Портили зварювального обладнання мод. ESAB (Швеція) 2 підставки</p>	 <p>6200 Мод. ESAB №XXXXXX 12560 2900 2900</p>
115 125	 <p>Установка для при стикування днища до котла цистерни з велосіпедним візком та балконом 2 підставки</p>	 <p>Зварювальна установка для з'єднання днища з котлом № XXXXX 6350 10240 2900 2900</p>

Продовження табл. Е.5

1	2	3
135 145	 <p>Універсальний зварювальний обертач мод. TWC-500 2 підставки</p>	
155	 <p>2 підставки</p>	
160	 <p>2 підставки</p>	
165	 <p>2 підставки</p>	

**Е.5. Розрахунок кількості основних та допоміжних робітників**

На сьогодні в машинобудівному виробництві, до якого відносять також і складально-зварювальні цехи, офіційно прийнятою є така класифікація працівників:

1. Керівники – директор заводу, начальник цеху, майстри;
2. Фахівці – головні фахівці заводу, головні фахівці цехів, технологи;
3. Робітники;
4. Службовці.

У довідковій та навчальній літературі ще зустрічається і така класифікація, яка на сьогодні є застарілою і офіційно не застосовується.

1. Виробничі (основні) робітники.

2. Допоміжні робітники.
3. Інженерно-технічні працівники (ІТП).
4. Службовці.
5. Молодший обслуговуючий персонал (МОП).
6. Лічильно-контрорський персонал (ЛКП).

За сучасною класифікацією *Інженерно-технічні працівники* у машинобудуванні віднесені до фахівців та керівників, а молодший обслуговуючий та лічильно-контрорський персонал – до робітників або службовців (ІТР).

*Керівники* – здійснюють керівництво діяльністю підприємства та його підрозділів, це директор та його заступники, начальники цехів і їхні заступники, майстри і їхні помічники, начальники відділень, ділянок, бюро, відділів, лабораторій і їхні заступники, а також головні фахівці підприємств (головні технологи, головні інженери, головні металурги).

*Фахівці* – здійснюють безпосереднє технічне керівництво виробничим процесом або займають посади, для яких потрібно кваліфікацію інженера, техника або потрібно інші спеціальні, фахові знання, в тому числі з рахунків, звітності, постачання і фінансування. До них належать: інженери, техніки, технологи, конструктори, нормувальники, економісти, механіки, енергетика, лаборанти, бухгалтери, завідувачі складами.

*Працівники*, їх можна умовно поділити на *основних та допоміжних*. Такий поділ достатньо зручний для визначення кількості персоналу, хоча, повторимося, на сьогодні цей поділ офіційно не існує.

*Основні, або виробничі працівники* – безпосередньо виконують технологічні операції з виготовлення продукції. У складально-зварювальних цехах – зварювальники, слюсарі-складальники, стропальники, розмітчики та ін. У механічних цехах – верстатники, оператори і наладники автоматичних ліній, мийники деталей, випробувачі. У складальних цехах – слюсарі з обробки та випробування складальних одиниць, слюсарі з монтажу, налагодження та випробування виробів, слюсарі-електрики з вузлового складання, мийники деталей, малярі й пакувальники.

*Допоміжні робітники* – обслуговують виробництво. До них належать: наладники, установники, контролери відділу (бюро) технічного контролю, транспортні робітники, мастильники, робочі з ремонту інструменту і устаткування, комірники, прибиральники, бригадири і роздавальники інструменту, прибиральники виробничих, службових та побутових приміщень, двірники, гардеробники.

*Службовці* – кур'єри, касири, секретарі, обліковці, оператори ПЕОМ.

Узагальнені дані щодо чисельності різних категорій працівників у різноманітних машинобудівних цехах такі: кількість допоміжних робітників складає приблизно 30...50 % від чисельності основних. Чисельність керівників та фахівців складає приблизно 10...12 % від загальної чисельності основних та допоміжних робітників.

### Е.5.1. Визначення кількості виробничих працівників

Розрахунок кількості виробничих працівників може вестися різними методами залежно від їхньої категорії, типу виробництва, стадії проектування й інших факторів. Для складально-зварювальних цехів з одиничним і серійним виробництвом розрахунок може вестися одним із двох способів:

- за трудоємністю виконання обсягу робіт;
- за верстатоемністю або за кількістю прийнятого устаткування.

У разі розрахунку за трудоємністю, якщо програма випуску задана одним найменуванням:

$$P_i = \frac{T_{Pi} \cdot \Pi}{60 \cdot \Phi_p}$$

де  $P_i$  – кількість працівників на  $i$ -у операцію (людей);

$T_{Pi}$  – трудоємність  $i$ -ї операції на одну деталь (люд.·хв./шт.);

$\Pi$  – виробнича програма на рік (шт./рік);

$\Phi_p$  – дійсний річний фонд часу роботи працівників з урахуванням кількості робочих змін, години.

Якщо програма на рік задана номенклатурою з “ $n$ ” однотипних деталей з річним випуском кожної  $\Pi_j$ , то

$$P_i = \frac{\sum_{j=1}^m T_{Pij} \cdot n_j}{60 \cdot \Phi_p}$$

де  $T_{Pij}$  – трудоємність  $i$ -ї операції для  $j$ -ї деталі (люд.·хв./шт).

За верстатоемністю розрахунок ведеться з використанням наступної формули:

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot C_{Ti} \cdot \Pi}{60 \cdot \Phi_p^2 \cdot K_6}$$

де  $C_{Ti}$  – верстатоемність  $i$ -ї операції (ст.·хв./шт);

$\Phi_d$  – дійсний річний фонд часу роботи обладнання з урахуванням кількості робочих змін, (години);

$K_6$  – коефіцієнт багатоверстатності (кількість одиниць обладнання, яка обслуговується одним робітником (од. обл./люд.).

Річний дійсний фонд часу роботи обладнання визначається за формулою:

$$\Phi_d = F_H \cdot K_{B.O.}$$

де,  $F_H$  – номінальний фонд часу роботи обладнання;

$K_{B.O.}$  – коефіцієнт використання обладнання, що враховує регламентоване проектом обладнання в ремонтах ( $K_{B.O.} = 0,93 \dots 0,98$ ).

Якщо програма на рік задана номенклатурою з “ $m$ ” однотипних деталей з річним випуском кожної  $\Pi_j$ :

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot (\sum_{j=1}^m C_{Tij} \cdot \Pi_j)}{60 \cdot \Phi_p^2 \cdot K_6}$$

де  $C_{tij}$  – верстатоемність  $i$ -ої операції для  $j$ -ї деталі (од. обл. · хв/шт).

За прийнятою кількістю обладнання:

$$P_i = \frac{\Phi_d \cdot C_{pi} \cdot \eta_j}{\Phi_p \cdot K_6},$$

де  $C_{pi}$  – прийнята кількість обладнання для  $i$ -ї операції;

$\eta_j$  – коефіцієнт завантаження устаткування на  $i$ -й операції.

Якщо в результаті розрахунків кількість робітників виходить дробовою, її слід округляти до більшого цілого числа.

Величина коефіцієнта багатOVERстатного обслуговування  $K_6$  для кожної операції розраховується окремо. Так, при обслуговуванні однакового обладнання, яке виконує ту саму операцію:

$$K_6 \leq t_{ма} / (t_{д,р} + t_{пер}) + 1,$$

де  $t_{ма}$  – безперервний машинний час на одній одиниці обладнання (час, протягом якого ця одиниця обладнання працює без особистої участі робітника);

$t_{д,р}$  – допоміжний ручний час робіт, витрачаний на одній одиниці обладнання (установлення заготовки на верстат, її закріплення, зняття, вимірювання, завантаження деталей у піч);

$t_{пер}$  – час, затрачуваний робітником на перехід від однієї одиниці обладнання до іншої та на обслуговування обладнання до його пуску.

Якщо розрахункове значення  $K_6$  є дробовим, то дробова частина відкидається; отримане число відповідає прийнятій кількості обладнання:  $1,86 \rightarrow 1$ ;  $2,1 \rightarrow 2$ .

Якщо обладнання різне або однакове, проте виконує різні операції, для розрахунку треба приймати  $t_{ма}$  тієї одиниці обладнання, в який він менший.

Для точного з'ясування можливості багатOVERстатної роботи працівників необхідно, на підставі аналізу технологічних процесів на поєднуваних одиницях обладнання, скласти циклограми роботи. Приклад обслуговування трьох одиниць обладнання наведений на рис. Е.3.

За циклограмою визначають послідовність обслуговування одиниць обладнання, час, який витрачається робітником на кожній одиниці обладнання, період безперервного машинного часу на окремій одиниці обладнання. У випадку потокового та потоково-масового виробництва кількість основних робітників визначається за кількістю робочих місць з урахуванням багатOVERстатного обслуговування.

Остаточна кількість робітників приймається тільки після розробки і планування обладнання цеху та побудови циклограм.

Якщо виробництво оснащено автоматичними лініями, то розрахунок виробничих робітників ведеться по двох професіях – операторів та наладників. Наладники в автоматичному виробництві належать до виробничих працівників.

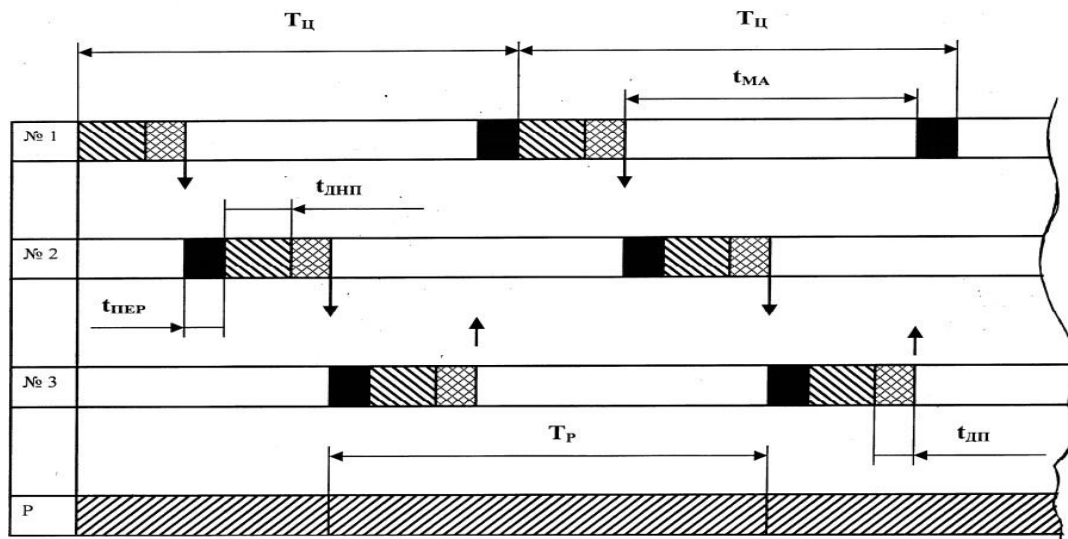


Рис. Е.3. Циклограма роботи при багатOVERстатному обслуговуванні (на прикладі обслуговування трьох одиниць обладнання):

$T_{ц}$  – тривалість циклу;  $t_{ма}$  – машинно-автоматичний час;  $t_{д,нп}$  – допоміжний час, який не перекривається машинно-автоматичним на одній одиниці обладнання;  $t_{дп}$  – допоміжний час, який перекривається машинно-автоматичним на одній одиниці обладнання;  $t_{пер}$  – час переходів;  $T_{р}$  – час роботи робітника

В обов'язки оператора входить установлення і зняття заготовок на лінії, подача сировинних матеріалів (шихта, модельні сполуки, формувальні матеріали). Їх кількість відповідає кількості робочих місць. Як правило, це 1...2 людини на зміну.

В обов'язки наладника входить забезпечення безперебійної роботи лінії. Їхня кількість приймається з розрахунку 1 людина на 2...8 одиниць обладнання лінії, що обслуговується. До загальної кількості виробничих робочих автоматичних ліній цеху додаються додатково 5 % запасних працівників.

Тривалість циклу визначається за формулами:

$$T_{ц} = T_{р} = t_{ма} + t_{днп} = S \cdot t_{днп} + S \cdot t_{дп} + S \cdot t_{пер};$$

$$S = (t_{ма} + t_{днп}) / (t_{днп} + t_{дп} + t_{пер}),$$

де  $S$  – розрахункова кількість обладнання (дорівнює  $K_M$ ).

Розрахунок кількості допоміжних робочих цеху може здійснюватися:

- за трудоемністю запланованого обсягу робіт;
- за кількістю робочих місць;
- за нормами обслуговування;
- у відсотковому відношенні від кількості виробничого обладнання;
- у відсотковому співвідношенні від числа виробничих робітників.

Чим вищий рівень автоматизації, тим вища кількість допоміжних робітників у загальній кількості робочих цеху.

## **Е.5.2. Визначення кількості робочих місць у цеху**

*При визначенні кількості робочих місць виходять з того, що на операціях технологічного процесу їх кількість відповідає кількості одиниць обладнання.*

В інших випадках, таких як випробувальні та складальні стенди, столи контролю, ділянки потокових ліній і таке інше, за робоче місце приймається та ділянка цеху, з відповідною частиною виробничого устаткування, на якій самостійно виконується окрема технологічна операція.

Розглянемо кілька прикладів:

1. **Складальний стенд**, на якому виконується операція складання-зварювання або паяння, обслуговується групою робітників – вважається одним робочим місцем.

2. **Кілька плазмово-різальних верстатів**, які обслуговуються одним робітником. На кожному верстаті виконується або одна, або різні операції. У цьому випадку кількість робочих місць відповідає кількості верстатів.

3. **Багатомісний монтажний стіл**, за яким працюють кілька робітників, кожний з яких або групами виконують окремі операції – поділяється на кілька ділянок, кожна з яких відповідає робочому місцю.

Таким чином, кількість робочих місць може не збігатися з кількістю робітників та кількістю одиниць обладнання.

## ДОДАТОК Ж (довідковий)

### Приклад розрахунку площі складально-зварювальної ділянки цеху в курсовому проєкті

У розрахунках, виконуваних у процесі проєктування цеху, враховується тільки виробнича і допоміжна площа.

Сума виробничої і допоміжної площ називається *загальною технологічною площею цеху*

$$S_{ц} = S_{в.п} + S_{доп}$$

*Площа службово-побутових приміщень*  $S_{с-п}$  враховується в будівельній частині проєкту.

Виходячи з цього виробнича площа  $S_{в.п}$  цеху визначається за формулою

$$S_{вр} = \sum_{i=1}^N S_{пит}^{в.п} = 3780 \approx 3800 \text{ м}^2,$$

де  $N$  – кількість устаткування на ділянці або в цеху (підраховується за табл. Е.3  $N = 54$ );

$S_{пит}^{в.п}$  – питома виробнича площа на  $i$ -у одиницю обладнання, прийнята за найбільшою  $S_{пит}^{в.п} = 70 \text{ м}^2$ .

Середня питома технологічна площа на одну одиницю обладнання:

$$S_{т} = \frac{S_{в.п} + S_{доп}}{C_{п}} = \frac{3800 + 1035}{74} = 65,34 \approx 65 \text{ м}^2,$$

де  $C_{п}$  – кількість обладнання на виробничій площі,  $C_{п} = 74$ , тому що потрібно врахувати вантажопідйомні пристрої та додаткові пристрої для зберігання.

Якщо відомо  $S_{пит}^{ц}$ , то в першому наближенні:

$$S_{ц} = S_{пит}^{ц} \cdot S_{доп};$$

$$S_{доп} = \sum_{j=1}^M S_j^{доп},$$

де  $M$  – кількість допоміжних підрозділів.

$$\begin{aligned} S_{доп} &= S_{з.в} + S_{рем}^o + S_{ком} + S_{контр} + S_{рем}^{ст} + S_{скл} + S_{з.в.т.с} + S_{мас} = \\ &= 14 + 26 + 50 + 115 + 380 + 380 + 50 + 20 = 1035 \text{ м}^2, \end{aligned}$$

де  $S_{з.в}$  – загальна площа заточувального відділення. Приймається:  $S_{з.в} = 8 \dots 10 \text{ м}^2$  – якщо випускаються дрібні вироби або для зварювання;  $S_{з.в} = 10 \dots 12 \text{ м}^2$  – середні вироби;  $S_{з.в} = 12 \dots 14 \text{ м}^2$  – при великих výroбах – на один основний верстат відділення;

$S_{рем}^o$  – загальна площа відділення ремонту інструменту й оснащення.

Приймається за нормою:  $S_{рем}^o = 20 \dots 22 \text{ м}^2$  – при дрібних výroбах або для зварювання;  $S_{рем}^o = 22 \dots 24 \text{ м}^2$  – при середніх výroбах;  $S_{рем}^o = 24 \dots 26 \text{ м}^2$  –

при великих виробках – на один основний верстат відділення;

$S_{\text{ком}}$  – загальна площа комор. Задається за таблицями норм площ цехових комор залежно від того, що в них зберігається, а також від типу виробництва,  $S_{\text{ком}} = 40 \dots 50 \text{ м}^2$ ;

$S_{\text{контр}}$  – загальна площа контрольного відділення. Приймається 3...5 % від виробничої площі. (У тих випадках, коли таке відділення передбачається),  $S_{\text{контр}} = (S_{\text{вп}}/100) \cdot 3 = (3800/100) \cdot 3 = 114 \approx 115 \text{ м}^2$ ;

$S_{\text{рем}}^{\text{ст}}$  – загальна площа ремонтної бази цеху для проведення ремонтних робіт на виробничому устаткуванні. Задається залежно від кількості одиниць обладнання для бази або в середньому приймаємо по нормативам 5...10 % від виробничої площі,  $S_{\text{рем}}^{\text{ст}} = \xi_{\text{вп}} / 100 \cdot 10 = (3800/100) \cdot 10 = 380 \text{ м}^2$ ;

$S_{\text{скл}}$  – загальна площа цехових складів заготовок, деталей, формувальних матеріалів, шихти, напівфабрикатів. Задається за типовими нормами в кількості 5...10 % від виробничої площі,  $S_{\text{скл}} = (S_{\text{вп}}/100) \cdot 10 = (3800/100) \cdot 10 = 380 \text{ м}^2$ ;

$S_{\text{з.в.т.с}}$  – загальна площа відділення для готування і роздачі змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ (вразі зварювального виробництва відділення для зберігання робочих газів). Приймається залежно від кількості виробничого устаткування. Так при кількості одиниць основного обладнання 30...60 –  $S_{\text{з.в.т.с}} = 35 \dots 40 \text{ м}^2$ ; 61...100 –  $S_{\text{з.в.т.с}} = 40 \dots 50 \text{ м}^2$ ; 101...200 –  $S_{\text{з.в.т.с}} = 50 \dots 75 \text{ м}^2$ ; 201...300 –  $S_{\text{з.в.т.с}} = 75 \dots 100 \text{ м}^2$ ; 301...400  $S_{\text{з.в.т.с}} = 100 \dots 120 \text{ м}^2$ ;

$S_{\text{мас}}$  – загальна площа складу мастил. Приймається 10...20  $\text{м}^2$ .

## ДОДАТОК И (довідковий)

### Приклад виконання планування складально-зварювальної ділянки цеху в курсовому проекті

Виконуємо планування складально-зварювальної ділянки основного цеху на міліметровому папері формату А1. Приклади виконання планування наведено на рисунках:

– рис. И.1 – схеми розташування установок для автоматичного зварювання під флюсом кільцевих і поздовжніх швів циліндричних виробів;

– рис. И.2 – схеми розташування установок для механізованого збирання і автоматичного зварювання під флюсом балок та інших металевих конструкцій;

– рис. И.3 – схеми розташування двостоякових кантователів для складально-зварювальних робіт з електромеханічним приводом і з пересувним стояком;

– рис. И.4 – схеми розташування зварювальних маніпуляторів;

– рис. И.5 – схема розташування листопробірних багатовалкових машин.

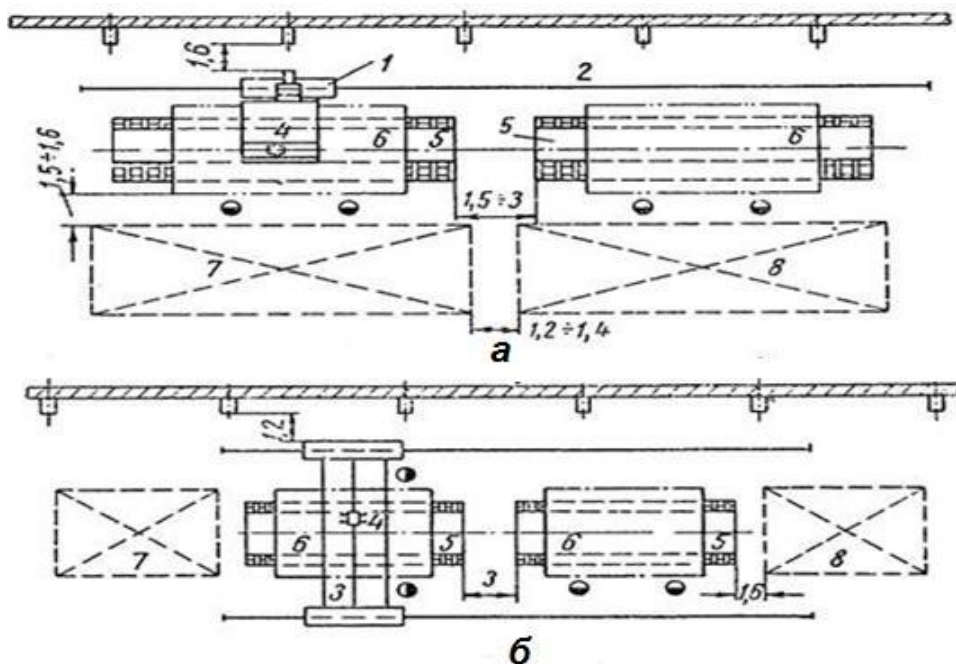


Рис. И.1. Схеми розташування установок для автоматичного зварювання під флюсом кільцевих і поздовжніх швів циліндричних виробів:

*а* – з велосипедним візком типу ВТ-3; *б* – з самохідним порталом типу ПТ-1 або ПТ-2 для переміщення зварювального автомата (типу ТС-17, ТС-33 або ін.);

*1* – велосипедний візок з балконом; *2* – напрямна рейка; *3* – самохідний портал; *4* – зварювальний трактор або зварювальний головка; *5* – механізований роликовий стэнд; *6* – виріб, що зварюється; *7* – складове місце для нетравлених деталей; *8* – складове місце для зварених виробів

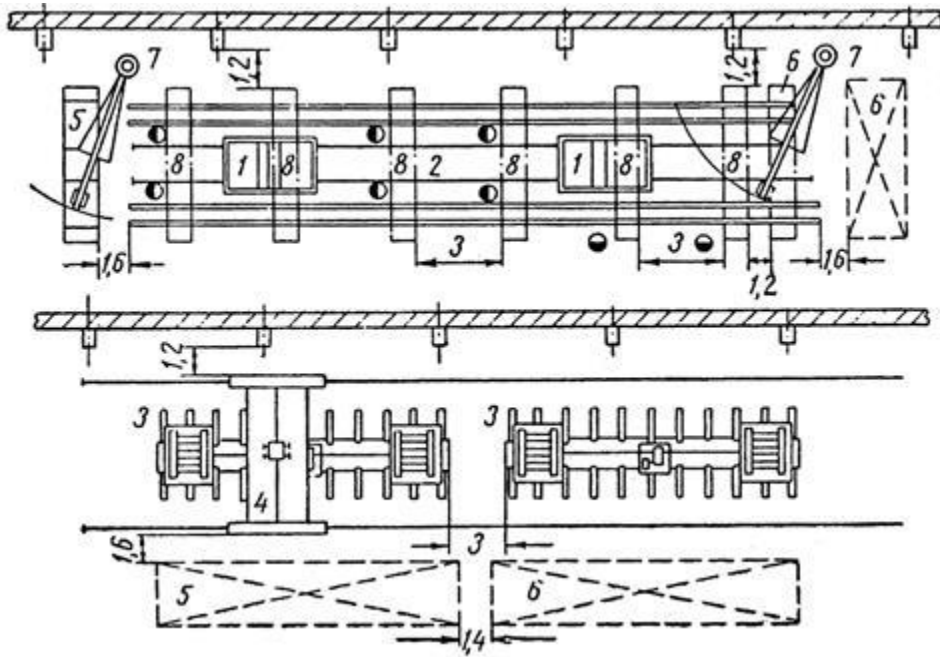


Рис. И.2. Схеми розташування установок для механізованого збирання і автоматичного зварювання під флюсом балок та інших металевих конструкцій:

- 1 – човниковий кантувач; 2 – рейковий шлях; 3 – щелепний кантувач;  
 4 – самохідний портал зварювального автомата; 5 – накопичувач деталей для зварювання; 6 – складове місце для зварених вузлів; 7 – консольний кран;  
 8 – зварюваний вузол

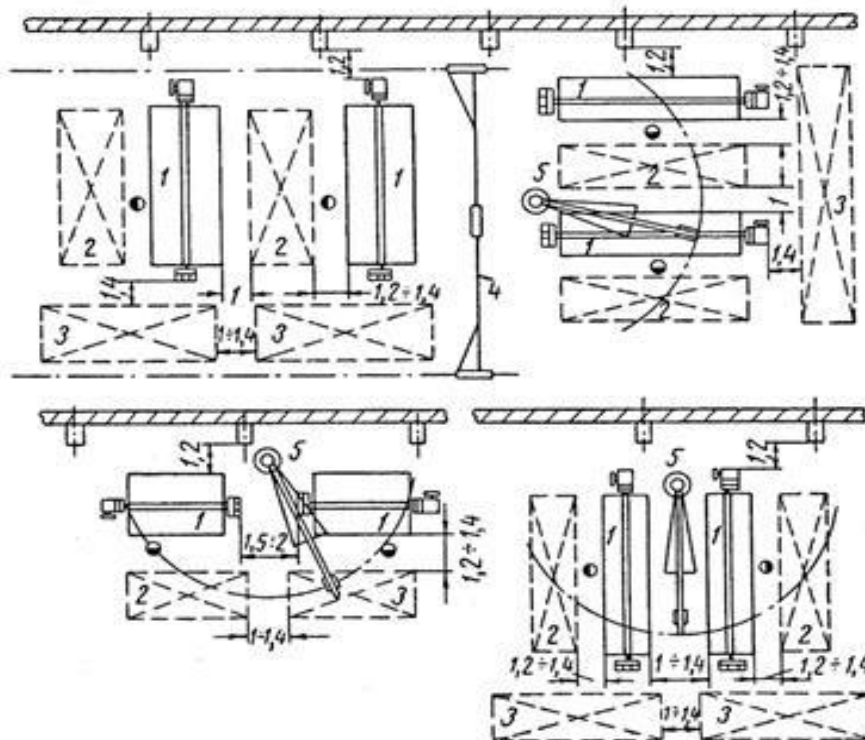


Рис. И.3. Схеми розташування двостоякових кантувачів для складально-зварювальних робіт з електромеханічним приводом і з пересувним стояком:  
 1 – кантувач; 2 – складове місце для деталей; 3 – складове місце для зварених вузлів; 4 – кран-балка; 5 – консольний кран

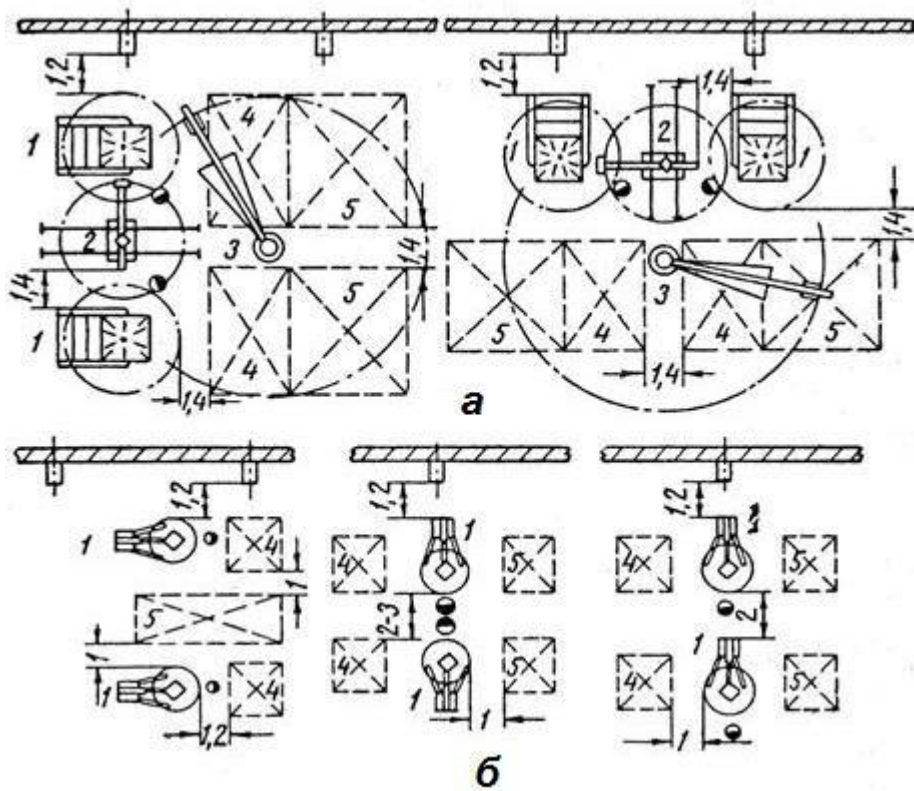


Рис. И.4. Схеми розташування зварювальних маніпуляторів:  
*а* – типу УСМ-5000 для автоматичного зварювання кільцевих швів; *б* – типу УСМ-500 для ручного дугового зварювання; 1 – зварювальний маніпулятор; 2 – колона поворотна механізована; 3 – консольний кран; 4 – складове місце для деталей; 5 – складове місце для зварених вузлів

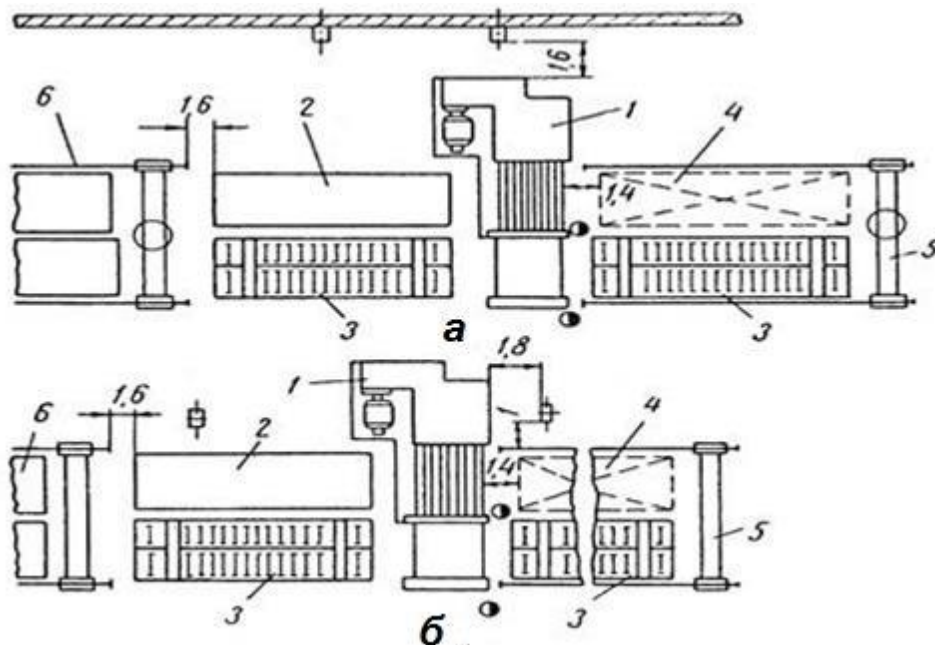


Рис. И.5. Схема розташування листопрямувальних багатовалккових машин:  
*а* – варіант розташування уздовж стіни будівлі; *б* – варіант з розміщенням приводу машини між колонами на кордоні суміжних прольотів; 1 – машина для правки листів товщиною 16 мм при довжині валків 2,2 м; 2 – стіл; 3 – рольганг; 4 – складове місце для спрямованих заготовок; 5 – кран-балка; 6 – суміжне обладнання

Після виконання планування складально-зварювальної ділянки цеху виконують специфікацію рис. К.6 та К.7, в яку заносять усі види обладнання за групами (основне, допоміжне, вантажопідйомне).

Формат	Зона	Поз	Позначення	Назва	Кільк	Примітка
<b>Основне обладнання</b>						
A1	1	мод V-1321, №XXXXXX	Листопрямильна машина	1		
A1	2	мод MUNKEBO, №XXXXXX	Дробеструмнева камера			
A1	3	мод HCQ 25120 №XXXXXX	Гідравлична гільотина с УЦИ фірми MetalMaster	1		
A1	4	мод РСМ-1530R №XXXXXX	Верстат для плазмового різання з ЧПК			
A1	5	мод 1238А, №XXXXXX, №XXXXXX, №XXXXXX	Прес гідравличний листо- штампувальний	3		
A1	6	мод 1516Ф3, №XXXXXX	Токарно-карусельний верстат	1		
A1	7	мод 16К20, №XXXXXX	Токарно-гвинорізний верстат	1		
A1	8	Фірма Kawasaki, №XXXXXX	Зварювальний робот	1		
A1	9	И242032, №XXXXXX	Трьохвалкова машина	1		
A1	10	мод ВРС 3000, №XXXXXX	Установка для автоматич- ного зварювання повздов- ніх швів	1		
A1	11	Фірма Kemppi, №XXXXXX	Установка для автоматич- ного зарювання попереч- них швів обічайок	1		
A1	12	мод РС 2500, №XXXXXX	Машина для одночасного зварювання двох кільце- вих швів	1		
A1	13	№XXXXXX	Поточний стенд для пе- ревірки балонів під тис- ком	1		
A1		мод RSWA, №XXXXXX	Ультразвуковий дефекто- скоп	1		
A1	14	мод «PLASMAJET, №XXXXXX»	Установка пересувна для плазмового обрізання супутників	1		
<b>НТУ «ХПБ».145.65.03</b>						
Зм	Арк	№ докум	Підп	Дата		
Розробив	Огер				Литер	Аркуш
Перевіриє	Маршуба					Аркушіє
Н контр	Маршуба				<b>ННІ МІТ</b>	
Затвердив	Дюгтрик				<b>МІТ 65 (МТ)</b>	
				Розробка ділянки виробництва балонів для кисня		1
				Планування ділянки		2

Рис. И.6. Зразок заповнення стандартного бланку специфікації першого аркуша форми 1 згідно з ГОСТ 2.104-68



## **ДОДАТОК К (довідковий)**

### **Приклад виконання висновків на курсовий проект**

#### **ВИСНОВКИ**

У ході виконання курсового проекту були розглянуті питання щодо модернізації існуючого виробництва з виготовлення виробу – цистерни.

1. Розглянуто питання опису маршрутного технологічного процесу виготовлення виробів:

– розроблено маршрутний технологічний процес згідно зі стандартами ЄСТД;

– розраховано коефіцієнт завантаження основного обладнання;

– розраховано необхідну кількість основного та допоміжного обладнання, задіяного при цьому;

– визначено габаритні розміри основного та додаткового обладнання.

2. Висвітлено питання з визначення необхідної кількості основних та допоміжних робітників, задіяних для виконання заданої програми випуску вузла – цистерни. А також виконано розміщення основного та допоміжного персоналу з урахуванням двозмінної роботи та розташування робочих місць.

3. У процесі роботи було виконано розставлення основного та допоміжного обладнання у вигляді планування складально-зварювальної ділянки зварювального цеху.

**Додаток Л**  
**(довідковий)**

**Приклад виконання списку літератури**

**СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

1. **Куркин С. А.** Сварочные конструкции. Технология изготовления. Автоматизация производства и проектирование сварных конструкций: учеб. пособие / С. А. Куркин, Г. А. Николаев. – Москва : Высшая школа, 1991. – 344 с.
2. **Куркин С. А.** Технология, механизация и автоматизация производства сварных конструкций. Атлас : учеб. пособие / С. А. Куркин, В. М. Хомов, А. М. Рыбачук. – Москва : Машиностроение, 1989. – 328 с.
3. Проектирование сварных конструкций в машиностроении / под ред. С. А. Куркина. – Москва : Машиностроение, 1975. – 376 с.
4. **Березін Л. Я.** Засоби технологічного оснащення зварювального виробництва : навч. посібник / Л. Я. Березін, М. М. Хоменко, А. С. Карпенко. – Чернігів : ЧДТУ, 2003. – 142 с.
5. **Гитлевич А. Д.** Альбом оборудования для заготовительных работ в производстве сварных конструкций : учеб. пособие для курсов инструкторов-сварщиков / А. Д. Гитлевич, И. Н. Сухов, Д. В. Быховский и др. – Москва : Высшая школа, 1977. – 136 с.
6. **Гитлевич А. Д.** Механизация и автоматизация производства сварных конструкций / А. Д. Гитлевич, Л. А. Этингоф. – Москва: Машиностроение, 1979. – 280 с.
7. **Виноградов В. М.** Основы сварочного производства : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В. М. Виноградов, А. А. Черепяхин, Н. Ф. Шпунькин. – Москва : Издательский центр «Академия», 2008. – 272 с.

Навчальне видання

**НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК**  
до самостійного виконання курсового проекту  
**«Модернізація зварювальних**  
**цехів»**

для студентів спеціальності 131. «Прикладна механіка»  
по спеціалізації 131-11. «Зварювання, споріднені процеси и технології»  
денної и дистанційної форм навчання»

Укладач: МАРШУБА В'ячеслав Павлович

Відповідальний за випуск проф. Дмитрик В. В.  
Роботу до видання рекомендувала проф. Пономаренко О. І.

Редактор: О. І. Шпільова

План 2019 р., поз. 27

Підп. до друку . Формат 60x84 1/16. Папір офсетний.  
Riso-друк. Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. Наклад 50 прим.  
Зам. № Ціна договірна

---

Видавничий центр НТУ «ХП».

Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 5478 від 21.08.2017 р.  
61002, Харків, вул. Кирпичова, 2

---

Самостійне електронне видання