

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Фізико-технічний, інженерно-фізичний
(повне найменування інституту, назва факультету)

орієнтований на матеріалознавство
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)

магістр
(ступінь вищої освіти (освітній ступінь))

на тему Поліпшення особливих конструкцій та
рециркуляція екструзійних виробів на заводі
необаченою обладнанням та трубопроводами

Виконав: студент VI курсу, групи ТФ-3.113
спеціальності (напряму підготовки)

132 матеріалознавство
(код і назва напряму підготовки, спеціальності)

Будуцько О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник Павлюк Т.М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент Скребцов А.А.
(прізвище та ініціали)

м.Запоріжжя
2018 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Запорізький національний технічний університет
 (повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Фізико-технічний інженерно-фізичний
 Кафедра Фізичного матеріалознавства
 Ступінь вищої освіти (освітній ступінь) магістр
 Спеціальність 132. матеріалознавство
 (код і назва)
 Напрямок підготовки прикладне матеріалознавство
 (код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ФМ

Олександр В.Ю.
12 2018 року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Будуєва Олена Анатоліївна
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Поліпшення системи контролю та
реєстрування якості виробів на заводі нестандартного
обладнання та трубопроводів
 керівник проекту (роботи) Лазаренко Іван Михайлович, к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від "12" травня 2018 року № 264

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 12.12.2018

3. Вихідні дані до проекту (роботи) конструктура виробів, перелік
матеріалів, що поступають на підприємство, вимоги до
матеріалів та виробів

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина; 2. Матеріали та методи
дослідження; 3. Науково-дослідна частина; 4. Технологічна
частина; 5. Економічна частина; 6. Оцінка ризиків
та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Конструктура продукції; 2. Види вхідного контролю;
3. Основні геометричні параметри; 4. Результати аналізу якості
продукції різних чеків; 5. Марки сталей; 6. План захисного
кошіка; 7. Графік берильної обробки наконечника.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Морфологія	Анкат Д.В., доцент		14.12.18
Економіка	Крушніков В.В., доцент, к.е.н	24.09.18	3.12.18
Окр. пр. конс.	Несбєров О.В., доцент, к.т.ч		

7. Дата видачі завдання 03.09.2018р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Аналітична частина	08.10.18 - 14.10.18	
2	Матеріали та методи дослідження	15.10.18 - 21.10.18	
3	Науково-дослідна частина	22.10.18 - 31.10.18	
4	Технологічна частина	01.11.18 - 10.11.18	
5	Економічна частина	11.11.18 - 18.11.18	
6	Оцінка ризиків та безпеки у надзвичайних ситуаціях	19.11.18 - 25.11.18	
7	Грантська частина	26.11.18 - 06.12.18	

Студент


(підпис)Будушак О.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)


(підпис)Лазаренко Т.М.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

ПЗ: 91 с., 23 таблиць, 8 рисунків, 44 джерела.

Об'єкт дослідження – наконечник зі сталі 12X18H10T контейнера для зберігання відпрацьованих джерел швидких нейтронів.

Мета роботи – визначення методів поліпшення системи контролю якості продукції та регулювання якості виробів на підприємстві, розгляд видів вхідного контролю металопродукції, дефектів, контроль готових виробів для забезпечення якості.

Метод дослідження – науково-дослідний: дослідження методів відбору проб, методів зміцнення сталі 12X18H10T.

Розроблений технологічний процес виготовлення наконечника.

Розраховані економічні показники щодо економії проведення термічної обробки.

Розглянуті потенційні небезпеки при роботі, заходи по забезпеченню техніки безпеки, по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях.

ЯКІСТЬ, ВХІДНИЙ КОНТРОЛЬ, ДЕФЕКТИ, ТЕРМІЧНА ОБРОБКА, КОНТРОЛЬ ГОТОВИХ ВИРОБІВ, СТАЛЬ 12X18H10T.

ЗМІСТ

	Вступ.....	7
	Скорочення.....	9
1	Аналітична частина.....	10
1.1	Види вхідного контролю.....	12
1.2	Вхідний контроль першого етапу (ВК-1).....	16
1.3	Вхідний контроль другого етапу (ВК-2).....	19
2	Матеріали та методи дослідження.....	25
2.1	Характеристика матеріалу 12X18H10T.....	27
2.2	Методи відбору проб.....	31
3	Науково-дослідна частина.....	39
3.1	Контроль якості матеріалів, напівфібриків, комплектуючих виробів, обладнання перед видачею до використання (ВК-3).....	39
3.2	Мінімізація невідповідностей на ЗНСОтаТ.....	40
3.3	Види дефектів металопродукції, яка пройшла термічну обробку.....	43
3.4	Особливості впливу легуючих елементів на структуру сталі 12X18H10T.....	45
3.5	Методи зміцнення сталі 12X18H10T.....	50
4	Технологічна частина.....	51
4.1	Технологічний процес виготовлення деталі.....	51
4.2	Контроль якості готової продукції.....	54
4.3	Термічна обробка.....	55
4.4	Технологічні особливості термічної обробки легованих сталей.....	55
4.5	Термічна обробка корозійностійких хромонікелевих сталей.....	57
4.6	Аустенітні корозійно—стійкі сталі.....	60
4.7	Способи отримання аустенітної структури.....	61
4.8	Розробка технологічного процесу термічної обробки сталі 12X18H10T.....	66
5	Економічна частина.....	70

5.1	Характеристика ринку легованих сталей.....	70
5.2	Розрахунок економічної ефективності.....	71
6	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	80
6.1	Аналіз потенційних небезпек.....	80
6.2	Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	81
6.3	Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	84
6.4	Заходи з пожежної безпеки.....	88
6.5	Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	89
	Висновки.....	91
	Перелік посилань.....	93

ВСТУП

Особливе місце в управлінні якістю продукції займає контроль якості. Саме контроль як один з ефективних методів досягнення намічених цілей і найважливіша функція управління сприяє правильному використанню умов випуску продукції високої якості. Від міри досконалості контролю якості, його технічного оснащення і організації багато в чому залежить ефективність виробництва і безпека АЕС.

Основна мета діяльності – безпечне та ефективне виконання робіт з ремонту, реконструкції теплообмінного та тепломеханічного обладнання, виготовлення контейнерів для радіоактивних відходів, інших виробів і виконання робіт в умовах заводського виробництва та інших замовників для забезпечення безпечної експлуатації АЕС.

Продукція, що випускається ЗНСОтаТ, призначена для обладнання та трубопроводів АЕС, що працюють в умовах підвищеного тиску, високої температури і певного середовища.

До якості виробів, призначених для роботи в вищевказаних умовах, пред'являються підвищені вимоги. На обладнання поширюються вимоги Правил та Норм, які повинні виконуватися неухильно.

У березні 2018 року було завершено всі роботи по створенню експериментального зразка нової продукції заводу - контейнера для зберігання відпрацьованих джерел швидких нейтронів (ДШН).

Метою робіт стало створення контейнера з підвищеною місткістю відпрацьованих джерел швидких нейтронів типу ДШН для передачі на довгострокове зберігання в спеціалізоване підприємство. Контейнер повинен забезпечувати захист від іонізаційного випромінювання упакованих в ньому відпрацьованих джерел протягом 50 років.

Захисний контейнер для зберігання відпрацьованих джерел швидких нейтронів за формою являє собою сферу діаметром один метр і складається з корпусу, касет, пробки (заглушки) і ущільнювальної прокладки. Зовнішня і внутрішня оболонки корпусу, а також касети - виконані з нержавіючої сталі.

Всередині розміщено 4 касети з ДШН. Для зупинки нейтронного випромінювання відпрацьованих джерел використаний поглинальний матеріал - парафін. Маса контейнера 690 кг.

Для виготовлення деталі розглянуті матеріали, які відповідають даним умовам експлуатації. Розроблений технологічний процес виготовлення деталі.

Враховуючи перераховані вимоги тема випускної роботи є актуальною та відповідає сучасним вимогам.

СКОРОЧЕННЯ

АЕС	Атомна електростанція
ВВ	Виробничий відділ
ВГЗ	Відділ головного зварника
ВДВ	Виробничо-диспетчерський відділ
ВК-П	Підготовчий етап
ВК-1	Вхідний контроль першого етапу
ВК-2	Вхідний контроль другого етапу
ВК-3	Контроль якості перед видачею у використання
ВМТП	Відділ матеріально-технічного постачання
ВП АЕМ	Відокремлений підрозділ «Атоменергомаш»
ВТК	Відділ технічного контролю
ДК	Додатковий контроль
ДУтаЛФП	Дільниця з упаковки та лакофарних покриттів
ДШН	Джерело швидких нейтронів
ЗНСОтаТ	Завод нестандартного обладнання та трубопроводів
КВ	Комплектуючі вироби
ЛКМ	Лабораторія контролю металів
МСЦ	Механоскладальний цех
НД	Нормативний документ
СВБ	Система важлива для безпеки
СТП	Стандарт підприємства
ТМЦ	Товарно-матеріальні цінності
ТО	Термічна обробка
ТУ	Технічні умови
ЦБтаНСО	Цех з виготовлення баків та нестандартного обладнання
ЦБТтаМК	Цех з виготовлення блоків трубопроводів та металоконструкцій
ЦСМК	Цех спеціальних металевих конструкцій

АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

Контроль якості - це одна з основних функцій у процесі управління якістю. Це також найбільш об'ємна функція по застосовуванню методів, яким присвячена велика кількість робіт у різних галузях знань. Значення контролю полягає в тому, що він дозволяє вчасно виявити помилки, щоб потім оперативно виправити їх з мінімальними втратами. Мета даної роботи поліпшення системи контролю якості продукції, регулювання якості виробів на ЗНСОтаТ, а також визначити призначення вхідного контролю якості продукції, основні завдання, організацію вхідного контролю і ефективність.

Вхідний контроль проводиться з метою отримання впевненості в тому, що металопрокат, напівфабрикати та комплектуючі вироби, зварювальні, лакофарбові матеріали та матеріали для напилення, обладнання поставлені відповідної якості з показниками, що відповідають встановленим вимогам НД, конструкторської документації (у разі наявності) та діючим нормам і правилам.

Діяльність підприємства з оцінки відповідності матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, обладнання на етапі вхідного контролю також передбачає виявлення недобросовісних постачальників та підприємств-виробників для своєчасного здійснення корегувальних заходів при управлінні закупівлями продукції для підприємства.

Вхідному контролю підлягають обладнання та матеріали, напівфабрикати, комплектуючі вироби, які надходять до підприємства та призначені для використання в основному виробництві при виготовленні продукції.

Діяльність ЗНСОтаТ спрямована на виробництво наступних видів продукції:

- контейнерів для зберігання рідких радіоактивних відходів (КРВ-200);
- контейнерів для зберігання твердих радіоактивних відходів;
- багатомісних кошиків для сховища сухого відпрацьованого ядерного палива; баків і посудин цілісного та рулонного виконання;

- нестандартних металовиробів;
- елементів трубопроводів;
- фасонних деталей трубопроводів;
- вантажопідіймальних стропів;
- риштувань штирьових;
- систем кулькового очищення конденсаторів турбіни;
- коробів кабельних;
- гумотехнічних виробів;
- вставок поглинальних систем управління захисту;
- лінзових компенсаторів;
- теплообмінного та тепломеханічного обладнання;
- іншої продукції, яка необхідна для ремонту та нормальної експлуатації атомних електричних станцій.

Всі матеріали, напівфабрикати, комплектуючі вироби, обладнання, що поступають на підприємство, повинні: супроводжуватися оригіналами документів, які підтверджують якість матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів (сертифікатами, паспортами тощо), оформленими відповідно до вимог стандартів або технічних умов; мати маркування відповідно до вимог, вказаних у НД або договорі (за відсутності вказаної інформації в НД) [34].

Всі матеріали виробничо-технічного призначення, що підлягають обов'язковій сертифікації в Україні, повинні супроводжуватися сертифікатами відповідності або свідоцтвом про визнання, виданими відповідно до чинного законодавства України.

При неповноті даних документів, підтверджуючих якість матеріалів (сертифікатів, паспортів) використання матеріалів допускається лише після проведення необхідних випробувань та досліджень, підтверджуючих повну відповідність матеріалів вимогам стандартів та технічних умов з подальшим проведенням ВК-2.

Додаткові випробування проводяться ЛКМ або іншими організаціями за заявками (службовими записками, листами) відповідно до розроблених програм та процедур проведення вхідного контролю.

При отриманні позитивних результатів випробувань, матеріали допускаються в основне виробництво.

При отриманні негативних результатів матеріали маркуються як «Невідповідність» та розміщуються в ізоляторі невідповідної продукції.

Допуск у виробництво матеріалів, обладнання, що не мають сертифікатів (паспортів), маркування, з простроченими гарантійними строками зберігання забороняється.

1.1 Види вхідного контролю

Основними показниками якості металу є: хімічний склад; мікро - і макроструктура; основні і технологічні властивості; розміри, геометрія і якість поверхні металопродукції. Вимоги до якості металу і продукції з нього обумовлені в національних стандартах, технічних умовах фірм (підприємств) або окремих угодах між споживачем і постачальником. Якість металу і надійні методи визначення основних показників є головними в технологічному ланцюзі виробництва. Якість металопродукції, що надходить на підприємство, визначається при вхідному контролі.

Вхідний контроль - контроль постачальника продукції, що надійшла до споживача, призначено для використання при виготовленні, ремонті або експлуатації продукції.

Вхідний контроль металопродукції є обов'язковим на фірмах (підприємства), які розробляють або виготовляють промислову продукцію, а також здійснюють її ремонт. Цей контроль організується і проводиться у відповідності з ГОСТ 24297-87, а також зі стандартами та іншою нормативно - технічною документацією підприємства.

Контроль якості продукції є складовою частиною виробничого процесу і спрямований на перевірку надійності в процесі її виготовлення, споживання або експлуатації.

Суть контролю якості продукції на підприємстві полягає в отриманні інформації про стан об'єкта і співставленні отриманих результатів з встановленими вимогами, зафіксованими в кресленнях, стандартах, договорах поставки, технічних завданнях, технічній документації, технічних умовах та інших документах.

Контроль передбачає перевірку продукції на самому початку виробничого процесу і в період експлуатаційного обслуговування, забезпечуючи у разі відхилення від регламентованих вимог якості, прийняття коригувальних заходів, спрямованих на виробництво продукції належної якості, належне технічне обслуговування під час експлуатації та повне задоволення вимог споживача. Таким чином, контроль продукції включає в себе такі заходи на місці її виготовлення або на місці її експлуатації, в результаті яких допущені відхилення від норми необхідного рівня якості можуть бути виправлені ще до того, як буде випущена дефектна продукція. Недостатній контроль на етапі виготовлення серійної продукції веде до виникнення фінансових проблем і тягне за собою додаткові витрати. Контроль якості включає:

- вхідний контроль якості сировини, основних і допоміжних матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, інструментів, що надходять на склади підприємства;
- виробничий поопераційний контроль за дотриманням встановленого технологічного режиму, а іноді і міжопераційне приймання продукції;
- систематичний контроль за станом обладнання, машин, різального і вимірювального інструментів, контрольно-вимірювальних приладів, різних засобів вимірювання, штампів, моделей випробувальної апаратури та вагового господарства, нових і тих, що знаходяться в експлуатації пристосувань, умов виробництва і транспортування виробів та інші перевірки;
- контроль моделей і дослідних зразків;

- контроль готової продукції (деталей, дрібних складальних одиниць, вузлів, блоків).

До основних видів діяльності, що впливають на якість робіт з вхідного контролю, відносяться:

- проведення підготовчого етапу до вхідного контролю (розробка переліків матеріалів (обладнання), що підлягають вхідному контролю, програм та процедур вхідного контролю);

- проведення вхідного контролю (перший етап (ВК-1), другий етап (ВК-2).

Вхідному контролю підлягають обладнання, деталі, комплектуючі вироби, металопрокат та напівфабрикати, зварювальні, лакофарбові матеріали та матеріали для напилення, які вказані у Переліках продукції, що підлягає вхідному контролю.

Роботи по ВК повинні плануватися і виконуватися завчасно, так, щоб завершити їх (включаючи врегулювання невідповідностей) до планового терміну використання цієї продукції.

Вхідний контроль проводиться на складах (майданчиках вхідного контролю) підприємства.

Майданчики вхідного контролю мають бути обладнані безпосередньо на місцях зберігання матеріалів.

Роботи з проведення вхідного контролю повинні плануватися і включати наступні етапи:

- підготовчий етап (ВК-П);
- перший етап (ВК-1);
- другий етап (ВК-2).

Підготовчий етап (ВК-П) включає розробку переліків матеріалів (обладнання), що підлягають вхідному контролю, програм та процедур вхідного контролю.

ВК-1 проводять для усієї продукції, яка надходить до підприємства та включена до Переліків ВК підприємства, при її прийманні від транспортної організації (постачальника).

ВК-2 проводять для обладнання, деталей, КВ, металопрокату та напівфабрикатів, зварювальних, лакофарбових матеріалів та матеріалів для напилення, які включені в Переліки ВК або ДК та пройшли ВК-1 і використовуються в основному виробництві. Обсяг та методи проведення ВК-2 встановлені у відповідних програмах та процедурах вхідного контролю.

При виявленні невідповідностей на будь-якому із етапів вхідного контролю вони мають бути задокументовані.

В цьому випадку матеріали, напівфабрикати та КВ приймають на тимчасове зберігання, а закупник повідомляє про них постачальника та взаємодіє з ним до усунення виявлених невідповідностей.

Підготовчий етап передбачає:

- позначення продукції для СВБ та ознакою «ДК» при формуванні зведених річних заявок на закупівлю ТМЦ;
- складення Переліків вхідного контролю;
- встановлення технічних вимог до продукції, що планується до закупки, на етапі підготовки заявок;
- розробку та узгодження програм і процедур з проведення вхідного контролю.

На підприємстві мають бути складені «Переліки продукції, що підлягає вхідному контролю».

Технічні вимоги до матеріалів, напівфабрикатів, КВ, або обладнання розробляє підрозділ-замовник, який планує придбати матеріали або обладнання, з урахуванням вимог проектної, нормативної та конструкторської документації на етапі підготовки заявки та у разі доповнення та/або перегляду уже поданої заявки.

Для деяких матеріалів, за необхідністю в заявках привласнюють ознаку «ДК», яка вказує на необхідність застосування до даних матеріалів особливих вимог і проведення додаткового контролю.

На кожен вид матеріалів, напівфабрикатів, КВ, включених до Переліку, повинні бути розроблені програми та процедури вхідного.

Процедури ВК є технологічним документом, в якому зазначаються всі контрольні операції (обсяг проведення вхідного контролю); параметри, що контролюються; критерії відповідності, засоби вимірювальної техніки.

Процедури, обсяг та методи контролю, що застосовуються при ВК, залежать від призначення продукції, впливу її на безпеку та обсягу оцінки відповідності при виготовленні [12, 35].

1.2 Вхідний контроль першого етапу (ВК-1)

Для отримання впевненості в тому, що обладнання, матеріали, напівфабрикати та КВ поставлені в повному комплекті з супровідними документами, що відповідають встановленим вимогам, проводять вхідний контроль першого етапу (ВК-1).

Відповідальність за підготовку та проведення ВК-1, оформлення підсумкових документів за результатами ВК-1 у встановлені терміни покладається на інженера ВМТП, який відстежує встановлений в заявках та договірних документах графік постачання матеріалів. Інформація про очікуване постачання продукції має бути негайно передана Закупником Зберігачу, а також Замовнику, для участі в проведенні ВК-1 та організації підготовки проведення ВК-2.

Забороняється проводити ВК-1 матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання без договірних документів (наряд-замовлення), оформлених згідно НД.

ВК-1 проводять на майданчику вхідного контролю, як правило, одночасно з прийманням обладнання, матеріалів, напівфабрикатів, КВ від постачальника.

ВК-1 проводиться в два етапи:

- приймання матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання від перевізника;
- технічний огляд матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання.

ВК-1 передбачає приймання матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання за кількістю, якістю та комплектністю, в обсязі, встановленому відповідними програмами та процедурами ВК.

В процесі контролю:

- забезпечують приймання матеріалів, напівфабрикатів та КВ лише за наявності документів, в яких вказані вимоги до них, договорів (контрактів, наряд-замовленнях та ін.) та необхідних супроводжувальних документів;
- перевіряють відповідність вимогам, викладеним в договорі на постачання або іншому документі, на підставі якого була здійснена закупівля;
- проводять перевірку достовірності сертифікату якості на матеріал (за необхідністю);
- перевіряють супровідну документацію на відповідність вимогам заявки ВДВ, договорів та НД;
- проводять приймання продукції за кількістю;
 - проводять технічний огляд продукції (приймання продукції за якістю та комплектністю в обсязі технічного огляду у відповідності до норм, стандартів та ТУ, договорів та/або інших обов'язкових правил, а також за супровідними документами, що підтверджують якість та комплектність матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання (паспорт, сертифікат, документ про підтвердження відповідності, рахунок-фактура, специфікація тощо), у тому числі проводять зовнішній огляд матеріалів; перевіряють відповідність маркування, вказаного в супроводжувальних документах та на матеріалах;
 - оформлюють підсумкові документи.

Технічний огляд вважають успішним, якщо отримані такі результати:

- назва, тип, марка матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання відповідають вказаним в договорі, накладній та супроводжувальній документації;
- наявні пломби недоторкані та відповідають схемі пломбування виробника;
- матеріали, для яких в заявці на закупівлю або (та) договорі (контракті) передбачено проведення обов'язкової або добровільної сертифікації, супроводжуються документом з підтвердження відповідності;

- разом з матеріалами, напівфабрикатами, КВ, обладнанням поставлена комплектна, правильно оформлена та непошкоджена документація; надані документи, що підтверджують якість матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання та гарантії виробника (постачальника);
- кількість та найменування супроводжувальних документів відповідають вказаному в договорі або іншому документі, у відповідності до яких здійснюють закупівлю;
- кількість та комплектність матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання відповідає вказаному у супроводжувальній документації;
- матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання упаковані, закріплені та транспортувались відповідно до договору та супроводжувальної документації;
- пакування та самі матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання не мають пошкоджень та дефектів;
- обладнання поза пакування захищені від несприятливих зовнішніх впливів (пофарбовані, законсервовані та інше);
- маркування в наявності, чітко нанесене та відповідає вказаному в супроводжувальній документації;
- підтверджена дійсність і актуальність супровідної документації;
- при отриманні матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання у повному обсязі повинні бути надані оригінали документів заводу - виробника, що підтверджують якість матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання та гарантії виробника. При постачанні частини матеріалів, напівфабрикатів, КВ, від зазначеної у сертифікаті кількості, допускається надання копій документів (сертифікатів, паспортів тощо), що засвідчені печаткою та підписом постачальника, якщо у технічних умовах на готову продукцію не обумовлено інше.

Виявлені невідповідності Закупник документує, повідомляє про них Постачальника та взаємодіє з ним до усунення невідповідностей. В цьому випадку матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання приймаються на тимчасове зберігання.

Невідповідні або пошкоджені матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання маркують як «Невідповідність» та зберігають окремо від придатних у спеціально відведених місцях (ізоляторах невідповідної продукції).

Після проходження процедури ВК-1 матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання:

- переводяться з майданчику вхідного контролю на постійне місце зберігання або передаються замовнику - у разі відсутності невідповідностей і якщо матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання підлягає тільки ВК- 1;
- залишаються на майданчику вхідного контролю до усунення невідповідностей - у разі виявлення невідповідностей;
- залишаються на майданчику вхідного контролю до проведення ВК-2– у разі відсутності невідповідностей і якщо матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання підлягають ВК-2;
- переводяться з майданчику вхідного контролю до ізолятору невідповідної продукції, якщо при аналізі невідповідностей, виявлених у процесі ВК, прийняте рішення про остаточну невідповідність матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання.

Після успішного проходження ВК - 1 матеріали залишаються на майданчику вхідного контролю до проведення ВК-2 [36, 37].

1.3 Вхідний контроль другого етапу (ВК-2)

Другий етап вхідного контролю (ВК-2) проводять для всіх матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання, що надійшли до підприємства, пройшли ВК-1 на підприємстві та включені до Переліків.

Контрольні операції на етапі ВК-2 проводяться Виконавцями ВК, вказаними в Програмі ВК, в послідовності та обсязі, вказаним у відповідній процедурі ВК.

ВК-2 проводять на майданчику вхідного контролю. Для матеріалів допускається проведення ВК-2 за місцем зберігання. В цьому випадку вони мають бути розсортовані та відокремлені від матеріалів, які пройшли ВК. Відповідальність

за проведення ВК-2 у встановлені терміни покладається на Замовника, Виконавця ВК.

Замовник до прибуття матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання повинен:

- перевірити наявність програм та процедур ВК;
- розробити необхідні програми та процедури (у разі їх відсутності).

До процедур на проведення ВК-2 матеріалів, які використовуються для виготовлення продукції для СВБ, обов'язково вноситься проведення неруйнівного контролю.

Перед початком ВК-2 повинні бути завершені роботи з ВК-1, врегульовані та усунені невідповідності, оформлений «Ярлик на придатну продукцію» на етапі ВК-1.

Закупник до наміченої дати проведення ВК-2 зобов'язаний:

- комплектувати матеріали (розсортувати по марках, партіях, плавках);
- комплектувати супроводжувальну документацію;
- виконати умови підготовки, вказані у програмі та процедурі.

Як правило, при проведенні ВК-2 операції контролю включають:

- перевірку наявності документів, підтверджуючих якість матеріалів (сертифікатів, паспортів) та відповідності сертифікатних даних вимогам НД;
- контроль комплектності постачання, наявності маркування та його відповідності сертифікатним даним;
- контроль якості поверхні та її відповідності вимогам НД;
- контроль геометричних розмірів та їх відповідності вимогам НД та сертифікатним даним;
- підтвердження сертифікатних даних (на вимогу відповідної процедури вхідного контролю).

ВК-2 зварювальних, лакофарбових матеріалів та матеріалів для напилення проводиться відповідно з процедурами ВК.

ВТК проводить візуальний, вимірювальний контроль та контроль супровідної документації.

ВГЗ проводить перевірку технологічних властивостей зварювальних матеріалів з видачею акту про допуск у виробництво.

ДУталФП проводить перевірку технологічних властивостей лакофарбових матеріалів та матеріалів для напилення з видачею протоколу про допуск у виробництво.

Підрозділи, що виконують спеціальні види контролю (візуальний контроль, контроль якості металу, лінійно-кутові виміри, виміри електричних параметрів тощо) на вимогу Замовника і Виконавця ВК-2 повинні надати звітні документи за результатами проведеного контролю (протоколи, акти, висновки або інші документи за результатами контролю).

Враховуючи вплив службових властивостей металопрокату на його подальші експлуатаційні характеристики, важливо розрізняти якісну продукцію від продукції з наявністю дефектів.

Дефектами металу називаються вади структури або поверхні металу або сплаву, які погіршують їх фізичні та механічні властивості, тобто погіршують електропровідність, магнітну проникність, міцність, пластичність та інші. Дефекти, які найчастіше зустрічаються представлені в табл. 1.1 [8].

Таблиця 1.1 - Дефекти металопродукції, яка поступає на підприємство

№ з/п	Термін	Визначення
1	2	3
1	Заворот торця	Дефект форми у вигляді загину торця листа, що утворюється унаслідок випадкового удару.
2	Заломлений куточок	Дефект форми у вигляді загину куточка листа, що утворюється від ударів об арматуру прокатного або травильного обладнання
3	Овальність	Відхилення форми, при якому поперечний перетин круглого прокату представляє собою овалообразну форму

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
4	Підгин	Неплощинність у вигляді загинів кромки або торця, гарячих листів, що утворюються при різанні, на ножицях з похилим положенням листа
5	Заріз	Дефект у вигляді зім'ятого контура відливки при відрізці ливників, обрубуванні та зачищенні
6	Вилом	Дефект у вигляді спотворення контура та розміру відливки при вибиванні, обрубуванні, відбитті ливників та припусків, очищенні і транспортуванні
7	Плена	Дефект у вигляді самостійного металевого або окисного шару на поверхні відливки, що утворився при недостатньо спокійній заливці
8	Поверхнєве пошкодження	Дефект у вигляді спотворення поверхні, що виникло при вибиванні відливка з форми, очищенні і транспортуванні
9	Неметалічне включення	Дефект у вигляді неметалічної частки, що попала в метал механічним шляхом
10	Ліквация	неоднорідність окремих ділянок металу за хімічним складом, структурою, неметалевими та газовими включеннями
11	Залишки усадочної раковини	в осьовій зоні у вигляді темної або світло-сірої з шлаком смуги, з некристалічною структурою або з заглаженою, притертою, окисленою поверхнею
12	Розшарування	широкі смуги з заглаженою, кристалічною, світлою структурою в осьовій, рідше в крайовій зоні заготовки. Після великої міри деформації в зламі залишаються окремі світлі (сріблясті) нитки.
13	Флокени	тонкі звивисті тріщини довжиною від 1 до 30 мм і більше. Орієнтовані безладно, вражають частину або всі перетини заготовки, за винятком крайової зони

Продовження таблиці 1.1

1	2	3
14	Знеуглецьований і науглецьований шар	в зламі прутків поперек волокна відрізняється величиною зерна і відтінком структури: світлий, крупнозернистий - при знеуглецюванні; матовий, дрібнозернистий - при коксування металу (по всьому периметру прутка або його частини)
15	Тріщини	утворюються при порушенні умов підготовки зразків

ВК-2 вважається позитивним у разі виконання наступних умов:

- усунені або врегульовані всі зауваження, виявлені при ВК- 1;
- оформлений ярлик на придатну продукцію за результатами ВК- 1;
- підтверджена відповідність встановленим вимогам за всіма контрольованими параметрами, вказаними у відповідній процедурі ВК-2;
- усунені або врегульовані невідповідності, виявлені в процесі ВК-2.

За результатами ВК-2 виконавець оформлює документи.

Остаточні прийняті матеріали маркуються незмивною фарбою. Допускається нанесення маркування на ярликах, бірках, прикріплених до матеріалів. При маркуванні на матеріали (ярлики, бірки) наносять: розмір, марку сталі, № акту вхідного контролю (при проведенні ВК-2 листового прокату, труб, сортового прокату, поковок) або № по журналу обліку вхідного контролю (при проведенні ВК фасонного прокату, зварювальних, лакофарбових матеріалів тощо) та дату проведення вхідного контролю.

Усі виявлені невідповідності повинні бути документовані. У цьому випадку матеріали приймають на тимчасове зберігання, а закупник повідомляє про них постачальника та взаємодіє з ним до усунення виявлених невідповідностей.

Після усунення невідповідностей, матеріали повторно подають на ВК-2 в тому порядку, який застосовується для першого проведення ВК-2, приймаючи до уваги документи, що не мали зауважень.

Матеріали, що були повернуті постачальнику для усунення невідповідностей або замінені ним, після повернення до підприємства (заміни), повинні пройти всі етапи ВК, починаючи з ВК-1.

До невідповідних матеріалів прикріплюють таблички «Невідповідність». Пошкоджені або остаточно невідповідні матеріали зберігають окремо від придатних у спеціально відведених місцях (ізоляторах невідповідної продукції).

При необхідності проведення спеціальних (додаткових) видів контролю при ВК- 2 згідно з вимогами процедури ВК- 2: ВТК повинно оформити заявки на контроль, "Акт відбору проб" для організації робіт щодо виготовлення зразків для подальшого руйнівного і/або неруйнівного контролю. Оформлюється замовлення на виготовлення зразків і передається до цеху-виконавця. Виготовлені зразки передаються до ЛКМ, де проводяться випробування.

У виробництво допускаються обладнання, напівфабрикати, КВ та матеріали, які пройшли ВК-2 у повному обсязі відповідно до переліків та процедур вхідного контролю [36, 37].

Як ми бачимо, на даному підприємстві добре організован вхідний контроль продукції. Правильне використання перерахованих видів контролю сприяє значному підвищенню його активного впливу на процес формування якості виробів, оскільки здійснюється не пасивна фіксування браку на виробництві, а профілактика його виникнення.

Застосування зазначених видів контролю дозволяє здійснювати своєчасне виявлення можливих відхилень від встановлених вимог, оперативно виявляти та усувати різні причини зниження якості продукції, запобігати можливості їх появи в майбутньому.

Метою даної роботи є визначення методів поліпшення системи контролю якості продукції та регулювання якості виробів на підприємстві.

2 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вимоги до матеріалів, напівфабрикатів, КВ, або обладнання встановлює підрозділ-замовник, що планує придбати матеріали або обладнання, виходячи з нормативної, проектної, конструкторської документації в ході проведення заявочної компанії, а також в разі доповнення та/або перегляду цієї заявки.

Технічні вимоги до матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання мають бути встановлені безпосередньо у заявці з посиланнями на норми, правила, стандарти, технічні умови, проектно - конструкторську документацію. Кожна встановлена вимога повинна бути реально досяжною та піддаватись кількісній та якісній перевірці відповідності.

Основними показниками якості металу є: хімічний склад; мікро-і макроструктура; основні та технологічні властивості; розміри, геометрія і якість поверхні металопродукції та механічні властивості. Вимоги до якості металу та продукції з нього обумовлені в національних стандартах, технічних умовах фірм (підприємств) або окремих угодах між споживачем і постачальником. Якість металу і надійні методи визначення його основних показників є головними в технологічному ланцюгу виробництва. Якість металопродукції, що надходить на підприємство, визначається при вхідному контролі.

Вимоги до механічних властивостей вказуються в ГОСТі (технічні вимоги). Значення механічних властивостей відображаються в сертифікаті якості.

Щоб характеризувати міцність і пластичність сталей і інших металів розроблені різні методи випробувань:

- на розтягнення при нормальній температурі (границя міцності);
- контроль границі плинності при підвищених температурах прокату для виробів, що працюють під тиском;
- на ударний згин.

Марки сталей, які частіше використовуються на підприємстві, представлені в таблиці 2.1:

Таблиця 2.1 - Марки сталей, які частіше використовуються на підприємстві

Хімічний склад матеріалу (масова частка елементів) , %									
Сталь 20 (ГОСТ 1050-88)									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	
0,17 – 0,24	0,17 – 0,37	0,35 – 0,65	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08	
Сталь 45 (ГОСТ 1050-88)									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
0,42 - 0,5	0,17-0,37	0,5 - 0,8	до 0,25	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,25	до 0,08	~97
Сталь 20X13 (ГОСТ 5949-75)									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr			
0,16-0,25	до 0,6	до 0,6	до 0,6	до 0,025	до 0,03	12-14			
Сталь 10XCHД (ГОСТ 19281-2014)									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0,12	0,8 – 1,1	0,5 – 0,8	0,5 – 0,8	до 0,04	до 0,035	0,6 – 0,9	до 0,008	0,4 – 0,6	до 0,08
Сталь 08X18H10T (ГОСТ 5949-75)									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	-	
до 0,08	до 0,8	до 2	9 - 11	до 0,02	до 0,035	17 - 19	до 0,3	(5 C – 0,7) Ti, решта Fe	
Сталь 12X18H10T (ГОСТ 5949-75)									
C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Ti	Fe
до 0,12	до 0,8	до 2	9 - 11	до 0,02	до 0,035	17 - 19	до 0,3	0,4-1	~ 67

2.1 Характеристика матеріалу 12X18H10T

Розглянемо детальніше властивості сталі 12X18H10T (таблиці 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7)

Таблиця 2.2 - Характеристика матеріалу 12X18H10T [6, 7, 9, 13].

Марка:	12X18H10T
Замінник:	08X18Г8Н2Т, 10X14Г14Н4Т, 12X17Г9АН4, 08X22Н6Т 08X17Т, 15X25Т, 12X18Н9Т
Класифікація:	Сталь конструкційна криогенна, корозійностійка звичайна
Використання:	деталі, що працюють до 600°C - 800°C. Зварні апарати і судини, що працюють в розбавлених розчинах азотної, оцтової, фосфорної кислот, розчинах лугів і солей і інші деталі, що працюють під тиском при температурі від -196 до +600 °C, а за наявності агресивних середовищ до +350 °C.; сталь аустенітного класу.

Таблиця 2.3 – Механічні властивості сталі 12X18H10T

ГОСТ	Стан поставки, режими термообробки	Перетин, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %
1	2	3	4	5	6	7
ГОСТ 5949-75	Прутки. Гартування 1020-1100 °C, повітря, масло або вода	60	196	510	40	55
ГОСТ 18907-73	Прутки шліфовані, оброблені на задану міцність.	-	-	590-830	20	-
	Прутки загартовані	до 5	-	930	-	-

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7
ГОСТ 18143-72	Дріт термооброблений	1,0-6,0	-	540-880	20	-
ГОСТ 9940-81	Труби безшовні гарячодеформовані без термообробки	3,5-32	-	529	40	-
ГОСТ 7350-77 (зразки поперечні)	Листи гарячекатані і холоднокатані: -гарт 1000-1080 °С, вода або повітря	понад 4	236	530	38	-
ГОСТ 5582-75 (зразки поперечні)	-гарт 1050-1080 °С, вода або повітря	до 3,9	205	530	40	-
	-загартовані	до 3,9	-	880-1080	10	-
ГОСТ 25054-81	Поковки. Гартування 1050 - 1100 °С, вода або повітря	до 1000	196	510	35	40

Таблиця 2.4 – Механічні властивості сталі 12X18H10T при підвищених температурах

Температура випробувань, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	КСУ, кДж/см ²
Гартування 1050-1100 °С, охолодження у повітрі					
20	225-315	550-650	46-74	66-80	215-372
500	135-205	390-440	30-42	60-70	196-353
550	135-205	380-450	31-41	61-68	215-353
600	120-205	340-410	28-38	51-74	196-358
650	120-195	270-390	27-37	52-73	245-353
700	120-195	265-360	20-38	40-70	255-353

Таблиця 2.5 - Ударна в'язкість сталі 12X18H10T КСУ, (Дж/см²)

t= +20 °C	t= -40 °C	t= -75 °C	Термообробка
286	303	319	Полоса 8x40 мм у стані рівноваги

Таблиця 2.6 - Механічні властивості сталі 12X18H10T залежно від міри холодної деформації (лист, вхідна термічна обробка: гарт від 1050 °C у воді)

Ступінь деформації, %	σ_b , Н/мм ²	σ_T , Н/мм ²	σ_5 , %
0	660	290	58
30	950	900	12
60	1330/1880	1200/1530	10/ -
70	1250	1150	3

Примітка: у чисельнику - температура випробування -200°C; у знаменнику -253°C

Таблиця 2.7 - Фізичні властивості сталі 12X18H10T при низьких, підвищених і високих температурах.

T _{випроб.} , °C	E · 10 ⁻⁴ , Н/мм ²	λ , Вт/(м·К)	$\rho \cdot 10^6$, Ом·м	C, Дж/(кг·К)
-253	29,0	2,1	-	-
-183	22,5	9,2	-	-
-70	21,2	-	-	-
100	-	16,3	0,80	470
200	-	17,6	0,87	490
300	16,2	18,9	0,94	516
400	-	20,5	0,99	546
500	-	21,8	1,05	571
600	14,0	23,5	1,09	592
700	12,2	24,7	1,14	613
800	9,1	26,4	-	-
900	-	28,5	-	-

Технологічні параметри: у холодному стані сталь 12X18H10T допускає високі міри пластичної деформації.

Найбільш використовувана і поширена нержавіюча сталь - 12X18H10T. Хімічний склад регламентований ГОСТ 5632-72 нержавіючих сталей аустенітного класу. Переваги: висока пластичність і ударна в'язкість, довговічність в експлуатації, корозійна та термічна стійкість.

Оптимальною термічною обробкою для цих сталей є гартування з 1050°C - 1080°C в H_2O , після гартування механічні властивості характеризуються максимальною в'язкістю і пластичністю, невисокою міцністю і твердістю. Магнітні властивості відсутні [5].

Аустенітні сталі використовують як жароміцні при температурах до 600°C. Основними легувальними елементами є Cr та Ni. Однофазні сталі мають стійку структуру однорідного аустеніту з незначним вмістом карбідів Ti (для попередження міжкристалітної корозії. Така структура отримується після гартування з температур 1050°C-1080°C). Сталі аустенітного і аустенітно-феритного класів мають відносно невеликий рівень міцності (700-850 МПа).

Корозійностійка хромо-нікелева сталь 12X18H10T з різною ступінню деформаційного зміцнення використовується при необхідності поєднання високих міцності і пружних властивостей металу, що працює в умовах середньої агресивності (транспортні стрічки, кузови пасажирських вагонів, діафрагми компресорів спеціальних дихальних апаратів, відрізних кругів для особливо твердих матеріалів і т. д.).

Основні споживчі властивості - границя міцності і відносне видовження сталі регламентуються з відомою мірою наближеності, а довідкові дані не враховують зміцнення металу конкретного хімічного складу плавки і технологічних параметрів попередньої обробки.

2.2 Методи відбору проб

Вирізання заготовок для зразків проводять на металорізальних верстатах, ножицях, штампах шляхом застосування кисневого і анодно-механічного різання і іншими способами, передбачаючи припуски на зону металу зі зміненими властивостями при нагріванні і наклепу.

Місця вирізання заготовок для зразків, кількість їх, напрямок поздовжньої осі зразків по відношенню до заготовки, величини припусків при нарізці повинні бути вказані в нормативно-технічній документації на правила відбору проб, заготовок і зразків або на металопродукцію.

При виготовленні зразків вживають заходів (охолодження, відповідні режими обробки), що виключають можливість зміни властивостей металу при нагріванні або наклепу, що виникають в результаті механічної обробки. Глибина різання при останньому проході не повинна перевищувати 0,3 мм.

Плоскі зразки повинні зберігати поверхневі шари прокату, якщо немає інших вказівок в нормативно-технічній документації на правила відбору проб, заготовок і зразків або на металопродукцію.

Випробування проводять на двох зразках, якщо інша кількість не передбачена в нормативно-технічній документації на металопродукцію.

Для випробування на розтягнення застосовують пропорційні циліндричні або плоскі зразки діаметром або товщиною в робочій частині 3,0 мм і більше з початкової розрахунковою довжиною $l_0 = 5,65 \sqrt{F_0}$ або $l_0 = 11,3 \sqrt{F_0}$.

Форма і розміри головок і перехідних частин циліндричних і плоских зразків визначаються способом кріплення зразків в захопленнях випробувальної машини. Спосіб кріплення повинен попереджати прослизання зразків в захопленнях, деформацію головок і руйнування зразка в місцях переходу від робочої частини до головок і в головках.

Робоча довжина зразків повинна складати: $l_0 + 0,5d_0$ до $l_0 + 2d_0$ — для циліндричних зразків, від $l_0 + 1,5 \sqrt{F_0}$ до $l_0 + 2,5 \sqrt{F_0}$ для плоских зразків.

Випроування проводять з наступними пристроями та інструментами:

1. Розривні і універсальні випробувальні машини.
2. Штангенциркулі.
3. Мікрометри.

Таблиця 2.8 - Типи зразків та розміри

Тип зразка	Розміри зразка (діаметр, товщина, ширина)	Граничні відхилення розміру	Гранична різниця найбільшого і найменшого діаметра, найбільшою і найменшою ширини по робочій частини
циліндричний оброблений	від 3 до 6	+0,06	0,03
	понад 6 $\geq$ 10	+0,075	0,03
	$\geq 10 \geq 20$	+0,09	0,04
	$\geq 20 \geq 30$	+0,105	0,05
Плоский оброблений з чотирьох сторін	від 3 до 6	+0,06	0,03
	понад 6 $\geq$ 10	+0,075	0,03
	$\geq 10 \geq 20$	+0,09	0,04
	$\geq 20 \geq 30$	+0,105	0,05
Плоский оброблений з двох бічних сторін	від 3 до 6	—	0,18
	понад 6 $\geq$ 10	—	0,22
	$\geq 10 \geq 20$	—	0,27
	$\geq 20 \geq 30$	—	0,33

На зразках з малопластичних металів мітки наносять способами, що виключають пошкодження поверхні робочої частини зразка (накаткою ділильних сіток або штрихів, фотоспособом, барвником, олівцем).

Границі плинності фізичний $\sigma_{\text{т}}$, верхній $\sigma_{\text{тв}}$ а нижній $\sigma_{\text{тн}}$ визначають по діаграмі розтягування, отриманої на випробувальній машині за умови, що масштаб діаграми по осі зусилля буде таким, що 1 мм відповідає напрузі не більше 10 Н/мм^2 .

При контрольно-здавальних випробуваннях фізичний границю плинності σ_T допускається визначати за явно вираженої зупинці стрілки або цифрового індикатора силовимірювальний пристрої випробувальної машини. При розбіжності в оцінці якості металопродукції фізичний границя плинності σ_T визначають із діаграми розтягування.

Границя плинності умовна з допуском на величину пластичної деформації при навантаженні $\sigma_{0,2}$ (або з іншим встановленим допуском) визначають із діаграми, отриманої на випробувальній машині або за допомогою спеціальних пристроїв.

При розбіжності в оцінці якості металопродукції визначення границі плинності умовної проводиться по діаграмі розтягування, отриманої із застосуванням тензометра.

Умовна границя плинності з допуском на величину пластичної деформації при навантаженні $\sigma_{0,2}$ (або з іншим встановленим допуском) може бути визначено без побудови діаграми розтягування за допомогою спеціальних приладів (мікропроцесорів і ін.).

Для визначення границя плинності умовної $\sigma_{0,2}$ (або з іншим встановленим допуском) по діаграмі розтягування обчислюють величину пластичної деформації з урахуванням встановленого допуску, виходячи з довжини робочої частини зразка l або початкової розрахункової довжини по тензометра l_0 .

Після того, як очікувана умовна границя плинності буде перевищена, зусилля на зразок знижують до величини, що становить приблизно 10% від досягнутого. Далі проводять нове навантаження зразка до тих пір, поки величина прикладеного зусилля не перевищить первісну.

Границю плинності умовна ($\sigma_{0,2}$), Н/мм², розраховують за формулою:

$$\sigma_{0,2} = \frac{P_{0,2}}{F_0}, \quad (2.1)$$

де $\sigma_{0,2}$ - границя плинності умовна, МПа;

$P_{0,2}$ - осьове зусилля розтягу, Н;

F_0 - початкова площа поперечного перерізу зразка, мм^2 ;

Границя плинності умовна $\sigma_{0,2}$ (або з іншим встановленим допуском) визначають тільки при відсутності площадки плинності, якщо немає інших вказівок в технічній документації на металопродукцію.

Для визначення тимчасового опору σ_b зразок піддають розтягуванню під дією плавно зростаючого зусилля до руйнування.

Найбільше зусилля, попереднє руйнування зразка, приймається за зусилля $P_{\max}$, відповідне тимчасового опору.

При визначенні тимчасового опору σ_b швидкість деформування повинна бути не більше 0,5 від початкової розрахункової довжини зразка l_0 , вираженою в мм/хв .

Тимчасовий опір (σ_b), Н/мм^2 , розраховують за формулою:

$$\sigma_b = \frac{P_{\max}}{F_0}, \quad (2.2)$$

де σ_b – тимчасовий опір, МПа;

$P_{\max}$ - найбільше зусилля, Н.

Визначення відносного рівномірного видовження проводять на зразках з початкової розрахунковою довжиною l_0 не менш $l_0 = 11,3 \sqrt{F_0}$.

Відносне рівномірне подовження σ_p визначають на більшій частині зруйнованого зразка на розрахунковій ділянці, що розташовується на відстані не менше ніж $2d_0$ або $2b_0$ від місця розриву. Кінцева довжина розрахункової ділянки $l_{кр}$ повинна бути не менш $2d_0$ або $1,5b_0$. Початкову довжину розрахункової ділянки $l_{нр}$ визначають за кількістю міток на розрахунковій ділянці та початкової відстані між ними.

Відносне рівномірне подовження (δ_p), %, розраховують за формулою:

$$\delta_p = \frac{(l_{кр} - l_{нр}) \cdot 100}{l_{нр}}, \quad (2.3)$$

де δ_p - відносне рівномірне подовження;

$l_{кр}$ - кінцева довжина розрахункової ділянки;

$l_{нр}$ - початкова довжина розрахункової ділянки

Вимірювання кінцевої розрахункової довжини зразка l_k проводиться штангенциркулем при значенні відліку за ноніусом 0,1 мм.

Визначення кінцевої розрахункової довжини зразка l_k проводиться виміром відстані між мітками, що обмежують розрахункову довжину.

Відносне видовження зразка після розриву (δ) у відсотках обчислюють за формулою:

$$\delta = \frac{(l_k - l_0) \cdot 100}{l_0}, \quad (2.4)$$

де δ - відносне подовження зразка після розриву;

l_k - кінцева розрахункова довжина зразка;

l_0 - початкова розрахункова довжина зразка

У протоколі випробовувань повинно бути вказано, на який розрахункової довжині визначено відносне подовження після розриву δ .

Наприклад, при випробуванні зразків з початковою розрахунковою довжиною $l_0 = 5,65 \sqrt{F_0}$ та $l_0 = 11,3 \sqrt{F_0}$ відносне видовження після розриву позначають δ_5 відповідно.

Для визначення відносного звуження ψ циліндричного зразка після розриву вимірюють мінімальний діаметр d_k в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

Вимірювання мінімального діаметра d_k проводиться штангенциркулем з відліком за ноніусом до 0,1 мм.

За середнім арифметичним з отриманих значень обчислюють площу поперечного перерізу зразка після розриву F_k .

Відносне звуження після розриву (ψ) обчислюють за формулою:

$$\psi = \frac{(F_0 - F_{\kappa}) \cdot 100}{F_0}, \quad (2.5)$$

де ψ - відносне звуження після розриву;

F_{κ} - площа поперечного перерізу зразка після розриву

Результати випробувань записують у протокол випробувань [11, 14].

Під ударною в'язкістю слід розуміти роботу удару, віднесену до початкової площі поперечного перерізу зразка в місці концентратора. Метод заснований на руйнуванні зразка з концентратором посередині одним ударом маятникового копра. Кінці зразка розташовують на опорах. В результаті випробування визначають повну роботу, витрачену при ударі (роботу удару), або ударну в'язкість.

Таблиця 2.9 - Форма і розміри зразків для випробування (розміри, мм)

Вид кон- центра- тора	Радіус концен- тратора R	Тип зразка	Довжина L (відхил. ±0,6)	Ширина В	Висота Н (відхил. ±0,1)	Глибина надрізу (відхил. ±0,1)	Глибина концен- тратора (відхил. ±0,6)	Висота робочого перетину
U	1±0,07	1	55	10±0,10	10	-	-	8±0,1
		2		7,5±0,10				
		3		5±0,05				
		4		2 ± 0,05	8			6±0,1
		5		10±0,10				
		6		7,5±0,10				
		7		5±0,05	10			7±0,1
		8		10±0,10				
		9		7,5±0,10				
		10		5±0,05	5±0,1			

При нарізці заготовок метал зразків повинен оберігатися від наклепу і нагрівання, що змінюють властивості металу, якщо не передбачено інше в

нормативно-технічній документації на продукцію. Тип і число зразків, порядок проведення повторних випробувань повинні бути вказані в нормативно-технічній документації на конкретну продукцію, затвердженій в установленому порядку.

Випробування проводять з наступними пристроями та матеріалами:

1. Маятникові копри.
2. Термостат, що забезпечує рівномірне охолодження або нагрів, відсутність агресивного впливу навколишнього середовища на зразок і можливість контролю температури.
3. Суміш рідкого азоту або твердої вуглекислоти ("сухого льоду") з етиловим спиртом. Застосування в якості охолоджувача рідкого кисню і рідкого повітря не допускається.
4. Термометри з похибкою не більше $\pm 1^{\circ}\text{C}$ для вимірювання температури охолоджуючого середовища.
5. Термометри, включаючи і перетворювачі термоелектричні (термопари), для вимірювання температури нагріву зразків
6. Штангенциркулі повинні відповідати вимогам щодо точності.

Зразок повинен вільно лежати на опорах копра. Установка зразка повинно здійснюватися за допомогою шаблону, який забезпечує симетричне розташування концентратора щодо опор з похибкою не більше $\pm 0,5$ мм. При використанні торцевих обмежувачів останні не повинні заважати зразкам вільно деформуватися.

Випробування повинні проводитися при ударі маятника з боку, протилежного концентратора, в площині його симетрії.

Роботу удару визначають за шкалою маятникового копра або аналогових відлікових пристроях.

Перші дві букви КС позначають символ ударної в'язкості, третя буква - вид концентратора; перша цифра - максимальну енергію удару маятника, друга - глибину концентратора і третя - ширину зразка.

Ударну в'язкість (КС) в Дж/см² розраховують за формулою:

$$K_C = \frac{K}{S_0}, \quad (2.6)$$

де K - робота удару;

S_0 - початкова площа поперечного перерізу зразка в місці концентратора (см), що обчислюється за формулою:

$$S_0 = H_1' \cdot B, \quad (2.7)$$

де H_1' - початкова висота робочої частини зразка, см;

B - початкова ширина зразка, см.

H_1' та B вимірюють з похибкою не більше $\pm 0,05$ мм ($\pm 0,005$ см).

Якщо в результаті випробування зразок не зруйнувався повністю, то показник якості матеріалу вважається не встановленим. В цьому випадку в протоколі випробування вказують, що зразок при максимальній енергії удару маятника не був зруйнований [10].

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

3.1 Контроль якості матеріалів, напівфібриків, комплектуючих виробів, обладнання перед видачею до використання (ВК-3)

Матеріали, напівфабрикати, КВ, обладнання, які після проведення ВК-2 були направлені на використання, але не були отримані замовником і знаходились на складі більше одного року, перед видачею у виробництво повинні пройти контроль ВК-3 для забезпечення впевненості у тому, що на протязі терміну зберігання якості матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання не погіршилася, а регламентне технічне обслуговування обладнання проведено у заданому обсязі і в установлені терміни.

При цьому:

- для матеріалів, напівфабрикатів, КВ, призначених для виготовлення продукції важливої для безпеки АЕС виконавцем ВК-3 є контролер ВТК;
- для обладнання виконавцем ВК-3 є персонал відділу головного енергетика та відділ головного зварника.

ВК-3 вважається позитивним, якщо:

- протягом всього терміну зберігання обладнання, матеріалів, напівфабрикатів, КВ, умови зберігання відповідали встановленим вимогам;
- є повний комплект супроводжувальної документації, у тому числі документи за результатами попередніх етапів ВК (ВК- 1; ВК-2);
- стан матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання відповідає встановленим вимогам (укомплектовані, мають маркування, відсутні корозійні, видимі механічні та інші пошкодження);
- не закінчились гарантійні терміни зберігання або експлуатації, що встановлені виробником;
- у врахованій документації з технічного обслуговування обладнання під час зберігання є всі необхідні записи, які підтверджують, що все регламентне технічне обслуговування проведено у заданому обсязі та в необхідні терміни.

Для матеріалів, на які вийшов гарантійний термін зберігання, вхідний контроль виконується в наступній послідовності:

- виконавцем ВК складається «Довідка про виявлені невідповідності» щодо закінчення гарантійного терміну зберігання;
- замовником готується процедура щодо обсягів та порядку проведення операцій з встановлення можливості використання матеріалів після гарантійного терміну зберігання;
- виконуються роботи у відповідності до прийнятої процедури та складаються звітні документи (акти, протоколи тощо), що надаються комісії для проведення ВК-2.

При позитивних результатах ВК-3 робиться відповідний запис в «Акті ВК-2» та «Ярлику на придатну продукцію», який було оформлено при надходженні матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання на підприємстві.

ВК-3 проводять безпосередньо перед видачею зі складу усієї продукції, що пройшла вхідний контроль та зберігалась на складі більше одного року [35].

3.2 Мінімізація невідповідностей на ЗНСОтаТ

У діяльності промислового підприємства на одне з перших місць висуваються питання прийняття раціональних управлінських рішень з управління якістю продукції, що випускається. Особливі вимоги до якості продукції пред'являються в атомній енергетиці. В рамках забезпечення високої якості продукції важливу роль відіграє вдосконалення системи вхідного контролю якості промислового підприємства, яке дозволяє виключити можливості проникнення у виробництво сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, інструменту з відступами від вимог до якості, відображених в договірних зобов'язаннях. Удосконалення системи вхідного контролю здійснюється за наступними напрямками: вдосконалення технології контролю; вдосконалення засобів контролю;

підвищення кваліфікації персоналу; вдосконалення документального забезпечення системи вхідного контролю.

Етап проведення контролю включає здійснення технологічних процесів вхідного контролю (відбір проб, вимірювання і т.д.); проведення лабораторних досліджень; оформлення результатів вхідного контролю. Заключний етап включає ухвалення рішення про приймання або відхилення матеріалів за результатами контролю; оформлення матеріалів, які не відповідають нормативної документації; робота з забракованої продукцією; видача якісних матеріалів.

Рішення з мінімізації невідповідностей мають бути комплексними, а саме:

1. Відбувається зміна поколінь. Персонал пенсійного віку звільняється, приходить молодь, готова працювати. Як показали конкурси на кращих в професії, потенціал і бажання є, а знань і умінь не вистачає. Потрібна комплексна програма навчання і підготовки персоналу робочих спеціальностей для розширення навиків, умінь і збільшення знань.

2. Поточні ремонти устаткування мають бути забезпечені в повному обсязі всіма необхідними деталями і матеріалами.

3. Використання оснащення і пристосувань має бути більшим, повинно допомагати виконувати складальні, зварювальні, верстатні і контрольні операції, компенсувати бракуючу технологічну точність устаткування.

4. Ритмічне забезпечення різальним і вимірювальним інструментом.

5. Строгий контроль з боку майстрів цеху і начальниками цехів за дотриманням технологічної дисципліни.

6. ВДВ та ВВ заводів забезпечити строге виконання проведення вхідного контролю замовлень і конструкторської документації та забезпечити своєчасну видачу до цехів (замовлення з картами заміни матеріалу, технологічні процеси, маршрутні карти контролю, якісні креслення, узгодження, технічні рішення). При виникненні відхилень від вимог замовлення і КД, погоджувати із замовником у письмовій формі.

До організаційно-технічних заходів щодо підвищення якості та ефективності виробничо-господарської діяльності ВП АЕМ включена вимога: заводам

забезпечити вихід придатної продукції з першого пред'явлення не менш 90% від загальної кількості продукції, що виготовляється, тобто кількість продукції з невідповідностями не має бути більше 10 % від загальної кількості продукції, що виготовляється. Виконання даної вимоги, можна побачити розрахувавши частку кількості виробів за сигнальними картами до загальної кількості виробів за замовленнями. Для наочності складемо зведену таблицю по цехах і місяцях (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 - Результати аналізу якості продукції різних цехів заводу

Цехи заводів		ЦСМК	МСЦ	ЦБТтаМК	ЦБтаНСО
1 місяць	Кількість виробів за замовленнями	9795	4150	3145	2220
	Кількість виробів за сигн.картами	70	16	2	1
	Частка виробів за сигн.картами у загальній кількості виробів за замовленнями	0,72%	0,39%	0,07%	0,05%
2 місяць	Кількість виробів за замовленнями	13041	4702	3150	4369
	Кількість виробів за сигн.картами	-	-	278	1
	Частка виробів за сигн.картами у загальній кількості виробів за замовленнями	0	0	8,23%	0,02%
3 місяць	Кількість виробів за замовленнями	5420	1428	3461	11137
	Кількість виробів за сигн.картами	27	6	332	3
	Частка виробів за сигн.картами у загальній кількості виробів за замовленнями	0,5%	0,42%	9,59%	0,01%
За квартал	Частка виробів за сигн.картами у загальній кількості виробів за замовленнями	0,34%	0,18%	6,27%	0,03%

Проаналізувавши таблицю 3.1, можна зробити висновок, що за підсумками кварталу кількість виробів, прийнятих з першого пред'явлення, перевищує 93 %.

Висновок: кількість продукції з невідповідностями менше 10%, що задовольняє вимогам організаційно-технічних заходів щодо підвищення якості і ефективності виробничо-господарської діяльності ВП АЕМ.

3.3 Види дефектів металопродукції, яка пройшла термічну обробку

Під час виконання операцій термічної обробки слід дотримуватися правильного температурного режиму нагрівання й охолодження. При порушенні цих вимог можуть виникнути різні дефекти. Дефекти, які найчастіше зустрічаються, представлені в табл. 3.2 [3, 44].

Таблиця 3.2 - Дефекти металопродукції, яка пройшла термічну обробку

№ з/п	Дефект	Визначення
1	2	3
1	Неповна рекристалізація обробки (недогрів)	Недогрів сталі виникає коли сталь під час обробки нагрівається до температури нижче критичної. В результаті цього, частина фериту може не перетворитися в аустеніт. Після охолодження аустеніт залишається в загартованій сталі, в результаті цього утворюється особлива структура.
2	Збиральна рекристалізація (крупне аустенітне зерно)	Процес зростання одних рівноосних зерен за рахунок зникнення інших шляхом поглинання при цьому дрібних. Збиральна рекристалізація відбувається після завершення первинної рекристалізації в процесі подальшого нагріву.

Продовження таблиці 3.2

1	2	3
3	Окислення і знеуглецювання	Знеуглецювання і окислення сталі під час нагрівання є результатом взаємодії з газами, які знаходяться в печах. В результаті цієї взаємодії на поверхні сталі утворюється окалина (при окисленні), а в результаті знеуглецювання відбувається вигорання вуглецю, що призводить до утворення структури фериту. Виникнення окалини призводить до нерівномірності твердості металу, викликає необхідність додаткової його обробки, а також додаткової втрати металу. Результатом дії знеуглецювання є різке зниження твердості і витривалості на поверхнях металу. Для запобігання даних несприятливих наслідків, необхідно використовувати печі з контрольованою атмосферою.
4	Гартівні тріщини	Гартівні тріщини виникають при різкому нагріванні або охолодженні металу
5	Плямистий гарт	Плямистий гарт є дефектом, який виникає при нерівномірному охолодженні поверхні деталі, яке здійснюється в процесі проведення гартування. Сприяти виникненню плямистого гарту може наявність на поверхні окалини, бруду або зіткнення деталей між собою. Результатом плямистого гарту є нерівномірна твердість.

Завжди потрібно не тільки ретельно продумувати весь процес термічної обробки, але і строго дотримуватись режимів, щоб домогтися оптимальних структур і високого рівня фізико-механічних і експлуатаційних властивостей у виробах для забезпечення їх надійного, якісного та тривалого використання [8, 9].

3.4 Особливості впливу легувальних елементів на структуру сталі 12X18H10T

Сталь 12X18H10T належить до аустенітного класу. Після стандартної термічної обробки, що складається з гартування від 1050°C з охолодженням у воді. Сталь 12X18H10T не зазнає яких-небудь перетворень при нагріві під гарячу пластичну деформацію і при охолодженні до -196°C . При тривалих витримках в інтервалі $450 - 650^{\circ}\text{C}$ спостерігається виділення карбідів хрому типу Cr_{23}C_6 , що викликає появу схильності сталі до міжкристалітної корозії з мінімальним інкубаційним періодом при 600°C і рівним 8-10 годинам (випробування в киплячій 65%- ной азотній кислоті, три цикли по 48 годин).

Хром, вміст якого в сталі складає 17-19%, є основним елементом, що забезпечує здібність металу до пасивації і забезпечує її високу корозійну стійкість.

Діаграма стану системи залізо - хром (Fe-Cr) представлена на рисунку 3.1.

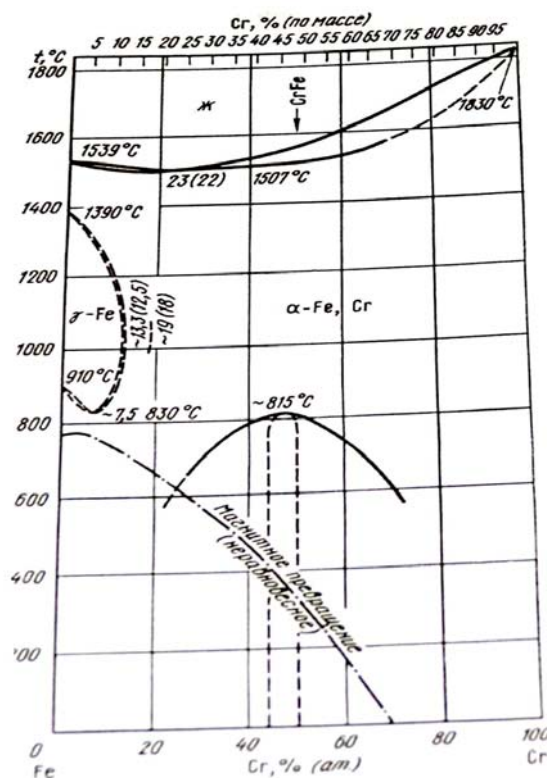


Рисунок 3.1 Діаграма стану системи залізо - хром (Fe-Cr)

Хром стабілізує о. ц. к. модифікації заліза і утворює з цими модифікаціями безперервні ряди твердих розчинів. Область твердих розчинів хрому у г. ц. к. модифікації заліза порівняно вузька і тягнеться до 13,3 % (ат.) Cr. Хром знижує температуру поліморфного - перетворення заліза від 910 до 830 °С при вмісті ~7,5 % (ат.).

Легування нікелем розширює γ - область і при достатній його кількості (8...12%) приводить до утворення сталі з аустенітною структурою, тобто переводить сталь в аустенітний клас, що має принципово важливе значення, оскільки дозволяє поєднувати високу технологічність сталі з унікальним комплексом експлуатаційних характеристик. Такі сталі володіють підвищеною, в порівнянні з феритними сталями, корозійною стійкістю у великій кількості агресивних середовищ, у тому числі сарною і ряду інших кислот.

Діаграма стану системи залізо - нікель (Fe-Ni) представлена на рисунку 3.2.

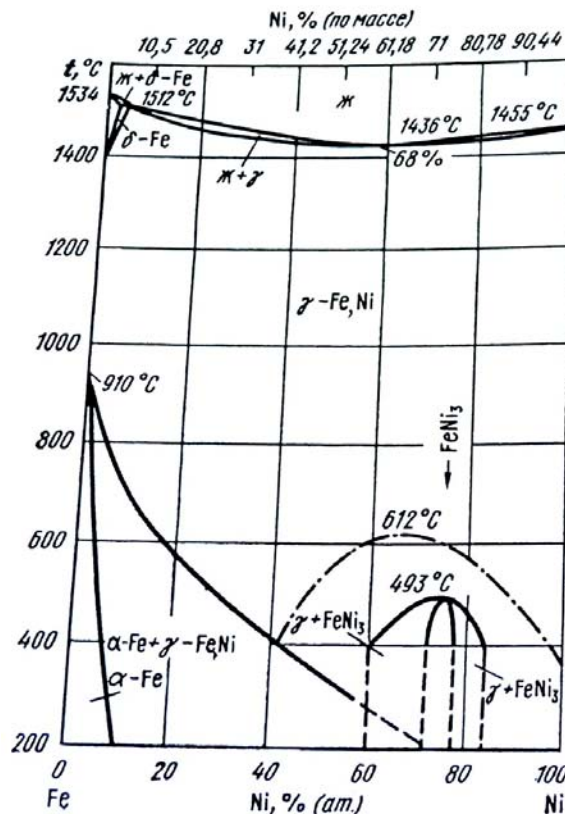


Рисунок 3.2 Діаграма стану системи залізо - нікель (Fe-Ni)

Вони добре прокатуються в гарячому і холодному станах, зварюються без окрихчування біляшовних зон. Вплив нікелю на корозійну стійкість в сталі цього

класу виявляється в тому, що він, володіючи підвищеним опором дії кислот, покращує цю властивість сталі.

У присутності 0,1% вуглецю сталь має при $>900^{\circ}\text{C}$ повністю аустенітну структуру, що пов'язане з сильною аустенітообразующим дією вуглецю.

Співвідношення концентрацій хрому і нікелю надає специфічну дію на стабільність аустеніту при охолодженні температури обробки на твердий розчин ($1050 - 1100^{\circ}\text{C}$).

Зменшення вмісту нікелю в сталі 12X18H10T призводить до переведення її в трифазну область, тоді як збільшення ступеня легування цим дорогим і дефіцитним елементом економічно виправдане тільки у тих випадках, коли підвищені вимоги, пропоновані до технологічних або службовим властивостям, можуть бути забезпечені лише при однофазній структурі стабільного аустеніту.

γ -Fe і нікель утворюють між собою безперервний ряд твердих розчинів. Нікель, розчиняючись в залізі, підвищує температуру $\gamma \leftrightarrow \delta$ перетворення від 1390 до 1512°C ; при цій температурі протікає перитектическая реакція $\delta + \text{ж} \leftrightarrow \gamma$. Максимальна розчинність нікелю в δ -Fe составляет 3,24 % (ат.), перитектическая точка розташована при 4,3% (ат.) Ni, а концентрація цього елемента в рідкій фазі дорівнює 5,9 % (ат.). Сплави системи кристалізуються у вузькому діапазоні температур, не перевищує $10-15^{\circ}\text{C}$. Криві ліквідує і солідус для сплавів з вмістом 5,9-100% (ат.) Ni мають вигляд злегка провисаючої ланцюга з мінімумом при 1436°C і вмістом 68% (ат.) Ni. В точці мінімуму криві стикаються.

Рівноважна концентрація нікелю в α -твердому розчині на основі заліза при пониженні температури зростає і при 300°C досягає $\sim 7,5\%$ (ат.). З пониженням температури значно розширюється двофазна область $\alpha + \gamma$, и при 300°C границя $(\alpha + \gamma) / \gamma$ розташовується при 56 % (ат.) Ni. Дифузійні процеси в сплавах системи нижче 500°C вкрай повільні, тому встановлення граничних концентрацій $\alpha / (\alpha + \gamma)$ та $(\alpha + \gamma) / \gamma$ пов'язане з великими експериментальними труднощами.

За результатами досліджень триваловідпалених сплавів нижче 500°C встановлена виникнення інтерметалічна сполука FeNi_3 при вмісті 74% (ат.) Ni. Виникнення цієї сполуки пов'язано з упорядкуванням γ - твердого розчину, причому

температура впорядкування, за даними різних дослідників, знаходиться в інтервалі $493-503 \pm 2$ °C. Упорядкування γ - твердого розчину при співвідношенні компонентів 1:1 не було підтверджено експериментально.

При 345 °C протікає евтектоїдна реакція: $\gamma \leftrightarrow \alpha + \text{FeNi}_3$; евтектоїдна точка розташована при 52% (ат.) Ni; твердий розчин на основі сполуки FeNi_3 характеризується широкою областю гомогенності: -20% (ат.) при 300 °C.

Рівноважний фазовий стан сплавів, що відповідає діаграмі, як правило, не реалізується у виробничих умовах внаслідок швидкого охолодження.

Окрім впливу основних елементів, необхідно враховувати також присутність в сталі кремнію, титану і алюмінію, сприяючих утворенню фериту.

Введенням титану усувається схильність до міжкристалітної корозії, оскільки він сильний карбідоутворювальний елемент. Він в процесі кристалізації зв'язує вуглець в тугоплавкий карбід TC, тому унеможливується і зменшення його концентрації утворення карбідів хрому в аустеніті.

Вуглець і азот помітно зміцнюють твердий розчин, знижуючи пластичність сталі (табл. 3.3).

Таблиця 3.3- Вплив вмісту вуглецю та азоту і температури гартування на механічні властивості аустенітних сталей.

Вміст C+N, %	Температура гартування, °C	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %
0,03	1000-1100	196-177	539-294	58-66
0,06	1000-1100	235-206	647-579	56-62
0,10	1000-1100	294-255	667-598	54-59
0,12	1000-1100	343-288	696-605	52-57
0,20	1000-1100	412-304	736-652	47-51
0,25	1000-1100	441-343	765-686	41-47

При кристалізації, у відсутності елементів, створюючих нітрид при високих температурах (у даній сталі присутній Ti) після виникнення γ -Fe починається виділення азоту з розчину у вигляді включень (нітриду заліза). Це виділення може продовжуватися значний час, викликаючи окрихчування металу (старіння). Особливо шкідливе погіршення властивостей металу, в якому багато азоту, при експлуатації в умовах низьких температур. В сталях типу 10X18H9T при нагріві до 1200°C може утворюватися до 40-45 % δ -фериту, а в сталях 10X18H10T, 10X18H12Б до 15-20% δ - ферриту. Тому при виплавці цих сталей потрібно забезпечити співвідношення $Cr/Ni \leq 1,8$, що гарантує утворення не більше 10-15% δ -фериту.

Система залізо-хром-нікель є основою корозійностійких сталей.

Введення нікелю в залізохромісті сплави сприяє розширенню області сплавів з аустенітної структурою при високих і низьких температурах. Ефективність дії нікелю в цьому напрямку різна і залежить від вмісту хрому.

Діаграма стану системи залізо - хром - нікель (Fe-Cr-Ni) представлена на рисунку 3.3.

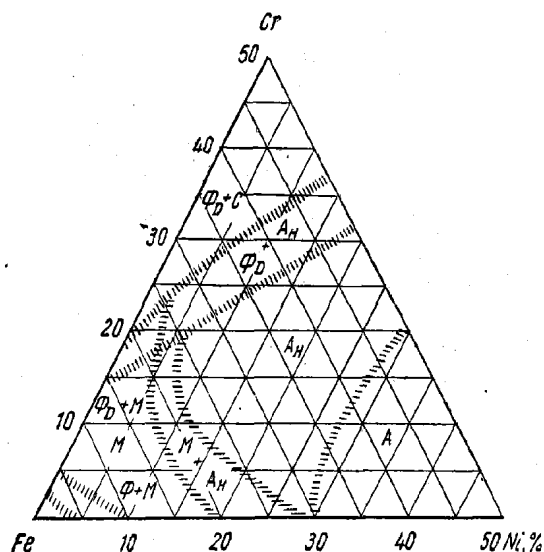


Рисунок 3.3 Діаграма стану системи залізо - хром - нікель (Fe-Cr-Ni).

На малюнку зображена діаграма стану системи залізо-хром-нікель при 0,10% C із зазначенням положення структурних складових при швидкому охолодженні з області найбільшого поширення аустеніту. При швидкому охолодженні цих сталей можливі такі структурні складові: стійкий аустеніт (A), нестійкий аустеніт (A_H),

ферит або ферит + карбіди, що утворилися при розпаді аустеніту (Φ), дельта-ферит, що утворився при високих температурах (Φ_D), мартенсит (М) [1, 2].

Важколегіровані сплави заліза на основі системи залізо-хром мають високу жароміцність і жаростійкість. Вони служать основою корозійностійких сталей.

3.5 Методи зміцнення сталі 12X18H10T

Одним із способів зміцнення сортового прокату є високотемпературна термічна обробка (ВТТО). Можливості зміцнення за допомогою ВТТО досліджували на комбінованому напівбезперервному прокатному стані 350. Заготовки (завдовжки 2,5 - 5 м.) нагрівали в методичній печі до 1150-1200°C і витримували при цих температурах 2-3 години. Плющення виконували за звичайною технологією; готові прутки діаметром 34 мм поступали в гартувальні ванни, заповнені проточною водою, де охолоджувалися не менше 90с. Найбільшу міцність мав прокат, підданий ВТТО при найменшій температурі деформації і проміжку часу від кінця плющення до гартування. Так, при ВТТО сталі границя плинності збільшилася на 45-60% в порівнянні з його рівнем після звичайної термічної обробки і в 1,7-2 рази в порівнянні з ГОСТ 5949-75; пластичні властивості при цьому знизилися трохи і залишилися на рівні вимог стандарту.

Сталь 12X18H10T зміцнюється більш ніж сталь 08X18H10T проте знеміцнення у міру збільшення температури зростає більшою мірою унаслідок зниження стійкості сталі проти знеміцнення при підвищенні вмісту вуглецю. Короткочасні високотемпературні випробування показують, що вищий рівень міцності термомеханічного зміцненого прокату, виявлений при кімнатній температурі, зберігається і при підвищених температурах. При цьому сталь після ВТТО знеміцнюється з підвищенням температури, у меншій мірі, чим сталь після ТО [23].

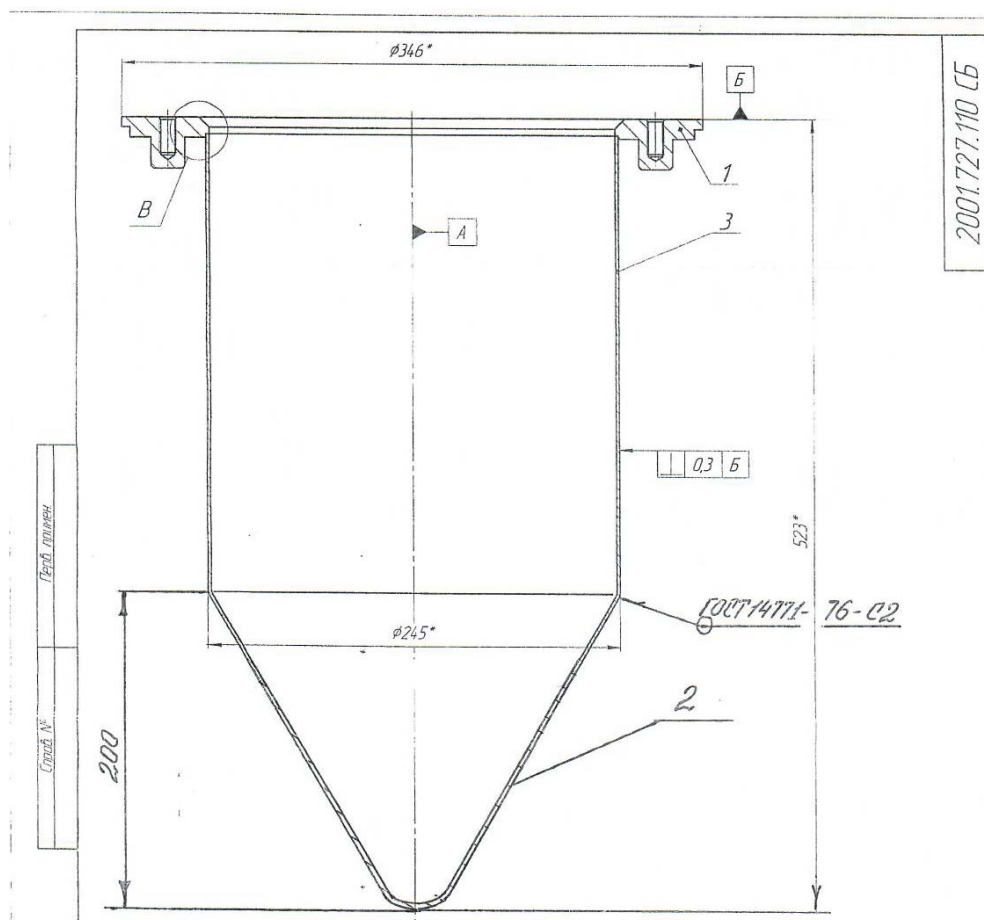
4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Технологічний процес виготовлення деталі

Захисний контейнер для зберігання відпрацьованих джерел швидких нейтронів за формою являє собою сферу діаметром один метр. Зовнішня і внутрішня оболонки корпусу, а також касети - виконані з нержавіючої сталі 12Х18Н10Т.

Всередині знаходиться порожнина діаметром 230 мм, в якій розміщено 4 касети з ДШН. Для зупинки нейтронного випромінювання відпрацьованих джерел використаний поглинальний матеріал - парафін. Маса контейнера 690 кг.

Вибір даної сталі обумовлюється тим, що нержавіюча сталь 12Х18Н10Т (в даному випадку) не застосовується в агресивних середовищах, має меншу ступінь опірності міжкристалітній корозії та комерційно вигідніша, ніж сталь 08Х18Н10Т.



1- фланець, 2- наконечник, 3-обечайка

Рисунок 4.1 Пенал.

Розробка технологічних процесів складається з наступних етапів:

- 1) аналіз технологічності форми або конструктивних елементів деталі;
- 2) визначення форми і розмірів заготовки, а також витрати матеріалу при найкращому його використанні;
- 3) розробка найбільш раціонального технологічного процесу, що забезпечує виготовлення необхідних деталей;
- 4) встановлення типа, потужності і габаритів необхідного устаткування;
- 5) виявлення типа і технологічної схеми штампу (спосіб подачі заготовки і знімання деталі і тому подібне);
- 6) визначення трудомісткості виготовлення штампованих деталей, а також кількості і розряду виробничих робітників;
- 7) визначення кількості устаткування і його завантаження на річну програму.

При розробці технологічних процесів мають бути вирішені наступні технологічні питання:

- 1) визначення економічного розкрою матеріалу і найменших розмірів заготовки;
- 2) встановлення характеру, кількості і послідовності операцій;
- 3) вибір міри складності (совмещенности) операцій;
- 4) встановлення кількості одночасно штампованих деталей;
- 5) визначення операційних розмірів і встановлення операційних допусків.

Якщо точні операційні розміри не можуть бути отримані розрахунковим методом, то вони даються приблизно, з вказівкою на необхідність експериментальної перевірки, після чого технологічні процеси коректуються.

Виходячи з вимог, що пред'являються, до матеріалу, для листового штампування, сталь 12X18H10T володіє всіма необхідними властивостями.

Розглянемо графік термічної обробки наконечника зі сталі 12X18H10T (рисунок 4.2) та схему маршрутної технології виготовлення наконечника зі сталі 12X18H10T (таблиця 4.1).

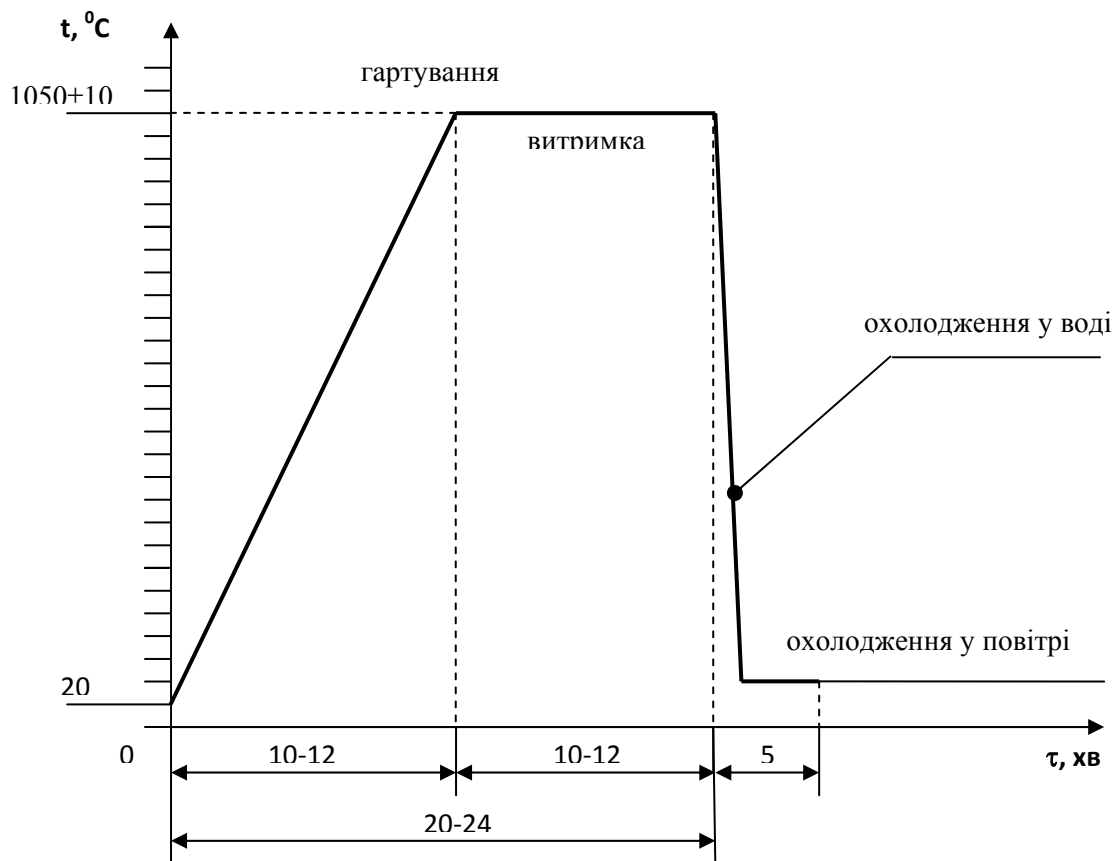


Рисунок 4.2 Графік термічної обробки наконечника зі сталі 12X18H10T

Таблиця 4.1 - Схема маршрутної технології виготовлення наконечника зі сталі 12X18H10T

№	Назва операції та цеху	Призначення операції
1	2	3
1	Вхідний контроль, ВТК, ЛКМ	Контроль хімічного складу, розмірів, макроструктури, відсутності дефектів
2	Заготівельна, ЦБтаНСО	Отримання заготовки розміром 416x416 мм із прокату
3	Штапування, ЦБТтаМК	Надання необхідної форми та розмірів
4	Термічна обробка, ЦБТтаМК	Структурна перекристалізація із метою усунення неклепу, зниження твердості, поліпшення технологічності та пластичності

Продовження таблиці 4.1

1	2	3
5	Піскострумінна обробка, ЦБтаНСО	Видалити окисли («кольори мінливості»)
6	Післяопераційний контроль, ВТК, ЛКМ	Перевірити механічні властивості. Перевірити товщину деталі.

4.2 Контроль якості готової продукції

Якість деталей визначається точністю їх геометричної форми і розмірів, механічними властивостями, структурою і відсутністю поверхневих і внутрішніх дефектів. Здобуття якісної деталі залежить від правильної розробки креслення, проектування і виконання технологічного процесу штампування, а також організацією роботи технічного контролю, в завдання якого входить не лише виявлення, але і попередження браку.

Для контролю розмірів деталей використовують вимірювальні інструменти. З універсальних інструментів застосовуються штангенциркулі, штангенвисотоміри, штангенглибиноміри, радіусоміри, щупи та ін.

Вживання методу вихрових струмів дозволяє контролювати хімічний склад, твердість, тріщини, структурний стан, внутрішню напругу в деталях і розміри їх перетинів.

Внутрішні дефекти в деталях визначають ультразвуковим методом. Цей метод заснований на віддзеркаленні ультразвукового променя від поверхні внутрішніх дефектів. Ділянки деталі, що піддаються контролю, мають бути однакового перетину. Методи ультразвукової дефектоскопії регламентовані в ГОСТ 24507-80. Вони дозволяють виявити раковини, рихлості, тріщини, флокени, розшарування та інші несучільності в товщі металу, що не виявляються або не завжди виявляються іншими методами неруйнівного контролю [18, 19].

4.3 Термічна обробка

Термічна обробка металів і сплавів є однією з найважливіших будь-якого технологічного процесу виготовлення металевих виробів, ціль якої полягає в створенні необхідного комплексу механічних або інших фізико-хімічних властивостей матеріалу виробу, у збільшенні експлуатаційних характеристик роботи виробів у конструкціях, машинах і агрегатах, а також у поліпшенні технологічності матеріалу при одержанні виробів. Роль термічної обробки металів і сплавів важко переоцінити. Вона, як основний зміцнювальний вид обробки, забезпечує надійність і достатню довговічність роботи машин і механізмів, зменшує їхню металоємність, масу, знижує енергетичні експлуатаційні витрати. Багато спеціальних металевих матеріалів, наприклад, корозійностійкі, інструментальні сталі здобувають ці властивості тільки в результаті спеціальної термічної обробки. Практично у всіх випадках застосування термічної обробки по оптимальних режимах збільшує ефекти підвищення властивостей сплавів, що досягаються при легуванні. Нарешті, попередня термічна обробка зливків, заготовок і проміжних напівфабрикатів забезпечує принципову можливість проведення холодної або гарячої обробки тиском, робить їх більше технологічними, поліпшує оброблюваність різанням, дозволяє поліпшити властивості готового виробу за рахунок одержання більш раціональної вхідної його мікро- і макроструктури та усуває схильність до міжкристалічної корозії [4].

4.4 Технологічні особливості термічної обробки легованих сталей

Легування, змінюючи швидкості й температури перетворень, а також теплові властивості сталі, істотно впливає на режими термічної обробки.

Нагрівання виробів з легованої сталі провадиться уповільнено тому, що легування зменшує її теплопровідність. Знижена теплопровідність збільшує перепад температур по перетину, отже, збільшує напруження, що викликають жолоблення й утворення тріщин. У зв'язку із цими обставинами час витримки при заданій температурі, для вирівнювання її по перетину також збільшується.

Температура нагрівання легованих сталей залежить від виду термообробки та вимог до їхніх механічних властивостей. Більшість легувальних елементів підвищують критичні точки A_1 і A_3 , причому практично всі елементи сповільнюють проходження дифузійних процесів у сталі. Тому температура і тривалість нагрівання легованих сталей при термообробці порівняно із вуглецевими сталями вищі. Значне підвищення температури нагрівання сталі для гартування необхідні також для розчинення легованих карбідів в аустеніті. Це дає повністю використовувати призначення легувального елемента (зниження критичної швидкості охолодження, збільшення прогартуваності, максимального зміцнення при відпуску та ін.).

Більш високі температури нагрівання легованих сталей для гартування не приводять до росту зерна, оскільки більшість легувальних елементів (крім марганцю і бору) зменшують схильність аустенітного зерна до росту. Проте надмірне підвищення температури може зумовити протилежний ефект: ріст аустенітного зерна.

Охолодження при термічній обробці легованої сталі здійснюється зі значно меншою швидкістю, тому що процеси, розпаду переохолодженого аустеніту вповільнюються. Введення нікелю, хрому, вольфраму, марганцю, і особливо молібдену, істотно зменшує критичну швидкість загартування. Якісно подібно впливають майже всі легувальні елементи. Виключення становить кобальт, що збільшує критичну швидкість. Кремній (подібно йому алюміній) спочатку зменшує, а потім різко збільшує критичну швидкість гартування.

Легування сталей зменшує критичну швидкість гартування, у зв'язку із чим виявляється можливим охолодження при гартуванні у більш м'якому охолоджувачі, чим вода. Звичайне охолодження при загартуванні виробів з легованої сталі виробляється в маслі, що зменшує внутрішні напруження жолоблення й можливості

утворення тріщин. Введення такого елемента, як молібден (звичайно в комбінації із хромом і нікелем), досить сильно знижує критичну швидкість (у сотні разів). Ці сталі здатні сприймати гартування навіть при охолодженні на повітрі й називаються сталі що гартуються на повітрі.

Легувальні елементи знижують мартенситну точку й збільшують вміст залишкового аустеніту, тому у ряді випадків слідом за гартуванням легованої сталі проводиться термічна обробка холодом. У багатьох легованих сталях інтервал температур мартенситного перетворення M_n та M_k понижаються, M_k зміщується в область температур, нижче за 0 , що призводить до збільшення в їх структурах кількості залишкового аустеніту.

Легування створює труднощі для пом'якшення сталі за допомогою нормалізації або відпалу. Тільки що було показано, що іноді охолодження на повітрі, тобто нормалізація може викликати гартування. В умовах дуже повільного протікання перетворень переохолодженого аустеніту для відпалу легованої сталі необхідно великий час охолодження з піччю. Тому відпал найчастіше заміняється високим відпустком [17, 20].

4.5 Термічна обробка корозійностійких хромонікелевих сталей

Корозійностійкі хромонікелеві сталі, були отримані в результаті ведення в корозійностійкі хромисті сталі оптимальної кількості нікелю й інших елементів (марганцю, титану, ніобію, молібдену, алюмінію). При цьому в результаті введення нікелю або марганцю, феритна структура отриманої сталі перейшла в аустенітну. Властивості отриманої аустенітної сталі в порівнянні із властивостями корозійностійкої хромистої сталі покращилися: значно підвищилися пластичні властивості, корозійна стійкість і стійкість у сірчаній кислоті.

Хром — основний легувальний елемент, що вводиться в сталь для підвищення її корозійної стійкості. Він утворює в процесі нагрівання сталі захисні

оксидні плівки на її поверхні, підвищує прогартовуваність, сприяє однаковій твердості по всьому перерізу, збільшує опір пластичним деформаціям та знижує пластичність, підвищує корозійну стійкість - жароміцність, жаростійкість (окалиностійкість) сталі. При введенні в сталь 5...8 % Cr її окалиностійкість зростає до 700...750°C; при 15... 17% Cr сталь окалино стійка до температур 950...1100°C.

При введенні 8... 12 % нікелю корозійна стійкість хромистих нержавію- І чих сталей у багатьох агресивних середовищах зростає. Такі сталі менше схильні до росту зерна. Не втрачають пластичності при низьких температурах і зберігають міцність при нагріванні до вищих температур. Добра технологічність при обробці тиском і зварюванні забезпечила їм широке практичне застосування.

Нікель – елемент аустенітостабілізатор, який сильно знижує температуру $\gamma \rightarrow \alpha$ - перетворення. Нікель полегшує прокатування, збільшує границю плинності та міцності, зменшує чутливість до перегрівання, підвищує корозійну стійкість, зменшує теплопровідність сталі, що сприяє утворенню великих усадкових раковин та збільшенню термічних напружень.

Розпад нестійких структур, отриманих після гартування, відбувається при технологічному режимі термічної обробки, що складається обробки холодом і наступного відпуску.

Сплави на основі заліза з високим вмістом хрому й нікелю відносяться до особливої групи сталей з комплексом властивостей, що принципово відрізняються від властивостей звичайних вуглецевих низько - і середньо легованих сталей. Вплив хрому й нікелю при одночасному їхньому введенні, надає досить сприятливу дію на властивості сталі.

Мала теплопровідність хромонікелевих сталей робить їх більше чутливими до швидкостей нагрівання й охолодження. Тому нагрівання деталей під гартування необхідно проводити повільно або східчасто з підігрівом до 600— 650°C. Особливо це необхідно для деталей складної конфігурації. Витримка при температурі нагрівання під гартування встановлюється трохи більша, ніж для вуглецевих сталей, тому що дифузія в складному γ -твердому розчині утруднена.

Температура й тривалість відпуску хромонікелевих сталей повинні бути вище, ніж для вуглецевих сталей. Конструкційні хромонікелеві сталі найчастіше піддають відпустці при температурі 450—550°C.

Нікель, що істотно стабілізує γ -фазу, розширює температурну і концентраційну область її існування, знижує критичну швидкість охолодження при загартуванні. Після легування сталі одночасно більшими кількостями нікелю (>8 %) і хрому (>18 %) критична швидкість охолодження знижується настільки, що сталь навіть при дуже повільному охолодженні зберігає переохолоджений аустенітну. При цьому зниження температури початку мартенситного перетворення нижче нормальної приводить до збереження аустенітного стану таких сталей до нормальної температури, а за певних умов - нижче її.

Велике значення для властивостей розглянутих сталей мають перетворення, що протікають при нагріванні й, відповідно, одержані фазовий стан після охолодження. Хром сильно збільшує стійкість α -стану сталі, настільки сильно, що навіть при вмісті в сталі значних кількостей нікелю область існування γ -фази виявляється замкнутою й оточеною α -фазою. У цих умовах у сталях зі значним вмістом хрому при нагріванні можливі дві схеми фазових перетворень. Для сплавів, що перебувають у концентраційній області замкнутої петлі γ - фази, нагрівши в інтервалі температур існування однієї - γ фази повинен привести до повної перекристалізації $\alpha \rightarrow \gamma$ з одержанням після охолодження аустенітного стану, стабільного або нестабільного, з мартенситом або без нього, або ж повністю мартенситного стану залежно від умов охолодження й сполуки сталі. По суті, α -фаза буде високотемпературним δ -феритом. При охолодженні таких сплавів повинно відбутися зворотне перетворення. Збільшення вмісту хрому або інших стабілізуючих ферит елементів приводить до того, що сталь стає феритно-аустенітною, що відповідає двофазній $\alpha + \gamma$ - області. Кількість фериту в такій сталі залежить від співвідношення сумарного вмісту аустенітоутворюючих (Ni, C, Mn, N) і феритоутворюючих (Cr, Mo, V і ін.) елементів і може бути приблизно оцінене по структурній діаграмі Шефлера. Нагрівання таких сталей приведе до утворення α - і

γ -фази, а охолодження зберігає в структурі поряд з аустенітом або продуктами його перетворення й певна кількість фериту.

Високолеговані сталі з аустенітною основою можуть володіти особливими властивостями: жароміцністю, кислотостійкістю, холодостійкістю й високою міцністю, значно перевищуючи аналогічні характеристики хромистих сталей. Така особливість властивостей зв'язана насамперед з особливостями аустенітної основи, а також із властивостями низько вуглецевого «нікелевого» мартенситу [17, 20, 22, 24].

4.6 Аустенітні корозійно–стійкі сталі

Аустеніт - твердий розчин вуглецю та азоту в γ -Fe. У ГЦК решітці в центрі є пора діаметром 0,102 нм. У цій порі атом вуглецю може поміститися, викликаючи деяке збільшення розміру решітки γ -Fe.

Кристалічну структуру аустеніту можна собі уявити як г.ц.к. ґрати, що складається з атомів заліза, в яку впроваджені меншого розміру атоми вуглецю. Параметр решітки аустеніту при кімнатній температурі дорівнює 0,286 нм, а безвуглецевого Fe_γ 0,356 нм. Ця величина умовна, оскільки безвуглецеве γ -залізо при кімнатній температурі не існує, а ця величина визначається методом екстраполяції. Параметр решітки, як відомо, залежить від температури і від наявності розчинених атомів. Відомий параметр решітки аустеніту при кімнатній температурі в сталях з вмістом вуглецю понад 0,6- 0,7% і параметр решітки чистого γ -заліза, але при високих температурах.

Екстраполяція кривих на нульовий вміст вуглецю або на кімнатну температуру призводить до значення 0,356 нм. Аустеніт - одна із структурних складових залізовуглецевих сплавів, твердий розчин вуглецю і легувальних елементів в залізі. У вуглецевих сталях і чавунах аустеніт стійкий вище 723°C. У залізовуглецевих сплавах, що містять Ni, Mn, Cr, аустеніт може повністю зберігатися до кімнатної температури.

Аустенітна сталь є найбільш поширеним типом нержавіючої сталі. Основною перевагою сталей аустенітного класу є їх високі службові характеристики (міцність, пластичність, корозійна стійкість у більшості робочих середовищ) і гарна технологічність. Тому аустенітні корозійностійкі сталі знайшли широке застосування в якості конструкційного матеріалу в різних галузях енергоудування, машинобудування [17, 20, 22, 24].

4.7 Способи отримання стабільної аустенітної структури

Хімічний склад сталей повинен виключати можливість утворення в реальних умовах δ -ферриту, мартенситу та інших феромагнітних фаз. Цій вимозі можуть задовольняти аустенітні композиції на основі систем Fe-Mn, Fe-Cr-Mn, Fe-Cr-Ni й Fe-Mn-Ni.

У системі Fe-Mn при вмісті Mn до 10% навіть після гарту від 1100°C утворюється α -мартенсит. При подальшому збільшенні ступеня легованості сталі марганцем кількість α -фази зменшується, але збільшується кількість немагнітної фази з гексагональною кристалічною решіткою.

Додаткове легування Fe-Mn сплавів, як правило знижує кількість і температуру фази і підвищує стабільність аустеніту. Найбільш ефективний вплив на зменшення кількості фази і зниження температури перетворення надає вуглець. Вплив вуглецю на стійкість аустеніту збільшується зі збільшенням вмісту марганцю.

У дисперсійно твердіючих сталях з карбідним зміцненням стабільність аустеніту може бути підвищена в результаті збіднення γ -твердого розчину вуглецю при виділенні в процесі старіння карбідних частинок. Підвищення стабільності аустеніту старіючих марганцевих сталей досягається легуванням додатковими елементами, наприклад Ni.

Ni, як і Mn, утворює з γ -залізом тверді розчини заміщення. Нікель дуже ефективний аустенітостабілізатор. Якщо у Mn-Ni сплаві міститься не менше 10%

марганцю, то аустеніт при охолодженні перетворюється безпосередньо в α -мартенсит і γ -фаза не утворюється. Збільшення у таких сплавах концентрації Mn більше 10% призводить до перетворення, яке пригнічується при утриманні нікелю не менше 12%. Область існування α - фази і γ -мартенситу звужується при збільшенні концентрації марганцю і замикається при вмісті марганцю більше 28%. Отримання повністю аустенітної структури економно легованих нікелем (не більше 10%) Mn-Ni сталей досягається при утриманні марганцю більше 17%. Проте в сталях з вмістом хрому вище 15-17% (залежно від режиму термообробки) і 2% Ni не можна отримати однорідну аустенітну структуру при утриманні Mn більше 5% (0,1%), але така структура нестійка при процесі тривалого старіння.

Хром використовується в промисловості як аустенітостабілізуючий елемент. Стабільний при підвищених температурах аустеніт можна зберегти при кімнатних температурах тільки при певному співвідношенні хрому і марганцю в системі Fe-Cr-Mn.

Зробимо розрахунок належності сталі 12X18H10T до аустенітного класу:

$$\text{Еквівалент нікеля} = 10 + 30 \cdot 0,12 + 0,5 \cdot 2 = 14,6$$

$$\text{Еквівалент хрому} = 18 + 15 \cdot 0,8 = 19,2$$

Найважливішим аустенітоутворюючим елементом є азот. Азот подібно вуглецю розширює γ -область і утворюючи тверді розчини впровадження, зміцнює аустеніт, але на противагу вуглецю азот не погіршує корозійної стійкості сталей. Крім того, може наступити додатково зміцнення за рахунок виділення надлишкових карбонітридних і нітридних фаз, що ускладнюють рух дислокацій. Азот розширює γ -область хромонікелевих сталей, що містять близько 0,12% вуглецю, у бік великих концентрацій хрому.

Можна відзначити основні відмінності між поведінкою цих елементів у твердих розчинах сплавів на основі заліза, які і визначають відмінності у впливі азоту і вуглецю на фізико-хімічні властивості цих сплавів:

1. Атомний і іонний радіуси у азоту менше, ніж у вуглецю;
2. d- електронний заряд на залізі вуглець збільшує, а зменшує азот, зменшуючи, тим самим ковалентну складову міжатомних зв'язків;

3. При температурах вище 400°C коефіцієнт дифузії азоту менше ніж вуглецю;
4. Азот в кристалічній решітці заліза має тенденцію до впорядкування, тоді як вуглець схильний до кластероутворення;
5. У зв'язку з наявністю сильних міжатомних зв'язків між хромом і азотом проявляється тенденція у рівномірному розподілі в кристалічній решітці заліза також і хрому - основного легуючого елемента в нержавіючих сталях;
6. Енергія взаємодії азоту з дислокаціями вище, ніж вуглецю;
7. Азот зменшує енергію дефектів упаковки в кристалічній решітці заліза, тоді як вуглець її підвищує, зменшуючи тим самим здатність до деформаційного зміцнення.

Азот робить сильний вплив на структуру сталей. З підвищенням вмісту азоту від 0,25 до 0,45% безперервно зростає кількість хрому, яке можна допускати в сталі для збереження аустенітної структури, стабільної до 1260°C .

Використовуючи сильно стабілізуючу дію вуглецю та азоту на аустеніт доцільно в немагнітних хромомарганцевих сталях по можливості замінювати нікель вуглецем, азотом та Mn, що дозволить заощадити нікель і збільшить комплекс фізико-механічних властивостей металу.

У мало вуглецевих сталях між температурою аустенізації і кількістю δ -фериту, що утворився в сталях що містять близько 13% марганцю і різною мірою легованих C, N, Cr з підвищенням температури кількість δ - фериту збільшується. Проте в високовуглецевих сталях спостерігається протилежна картина: з підвищенням температури нагріву кількість δ - фериту зменшується. Це пояснюється тим, що маловуглецеві сталі містять невелику кількість карбідів і вони переходять в розчин при порівняно низькій температурі. Зі збільшенням вмісту вуглецю елементи із карбідів переходять у твердий розчин, відповідно при більш високих температурах, у результаті твердий розчин додатково збагачується вуглецем і хромом. Вуглець, як сильний γ -утворювач, сприяє збільшенню кількості аустенітної складової, незважаючи на протилежну тенденцію хрому. Уникнути появи δ - фериту можна внаслідок подальшого збільшення в сталях концентрації вуглецю та азоту. Мінімальна кількість вуглецю і азоту, потрібних для забезпечення аустенітної структури, лінійно зростає із збільшенням вмісту хрому.

Присутність карбідів корисно в тому випадку, коли вони гальмують зростання зерен і сприяють зміцненню сталі. Вуглець значно сильніше, ніж азот, впливає на зміну зростання зерна при нагріванні. Зміцнююча дія таких елементів впровадження як вуглець і азот приблизно однакова і набагато ефективніше, ніж зміцнення, що викликається хромом і марганцем, утворюючими тверді розчини заміщення. Кількість перетвореного аустеніту в мартенсит тим більше, чим повільніше охолодження і чим нижче температура охолодження. Перетворення $\gamma \rightarrow \alpha$ (M_α) протікає в цих сталях не повністю і з великою інерцією.

Механічні і фізичні властивості цих сталей залежать від кількості аустеніту, перетвореного в мартенсит, і низки додаткових процесів, пов'язаних з освітою інтерметаллідних або карбідних фаз, які надають додатковий вплив на зміцнення.

Стабільні і необхідні властивості, хімічні сполуки підбирають таким чином, щоб перетворення $\gamma \rightarrow \alpha$ (M_α) відбувалося при кімнатних або при кілька знижених температурах.

Введення достатньої кількості нікелю в 18%-ву хромистую сталь робить її аустенітної, що забезпечує кращі механічні властивості, меншу схильність до зростання зерна, а також більшкоррозионностойкою і не хладноламкою. Нержавіючі сталі з 18% Cr і 10% Ni отримали найбільш широке поширення в машинобудуванні, у виробках широкого вжитку, а також в архітектурі та скульптурі.

Уяву про умови виникнення фаз у нержавіючих хромнікелевих сплавах дає система Fe-Cr-Ni.

На рисунку 4.3 наведено горизонтальний розріз при 650°C системи Fe-Cr-Ni. (суцільні лінії). Однофазні γ і α -області розділені двофазної $\gamma + \alpha$. При вмісті хрому більше 20% з'являється α -фаза (хімічна сполука FeCr). Положення двофазної області $\gamma + \alpha$ залежить від температури. З пониженням температури нижче 650 °C область $\gamma + \alpha$ йде вправо і її крайнє положення при 20 °C показано пунктирними лініями, закінченим в точках c і при підвищенні температури область йде вліво і її крайнє положення при 1100°C показує пунктирні лінії, що закінчуються в точках a, d.

Звідси впливає, що сплави, що лежать нижче лінії abc, мають повну $\gamma \leftrightarrow \alpha$ - перекристалізації зі структурою фериту при кімнатній температурі. Між лініями abc

і defg укладені напівферитні (або напіваустенитні) сплави з частковим $\gamma \leftrightarrow \alpha$ - перетворенням. Сплави, що лежать лівіше лінії be - феритні, а праворуч - fg аустенитні, які будемо розглядати. Сплав 18-9 зображений на тій системі точкою. Неважко бачити, що для отримання 18% Cr аустенітної структури обов'язково має бути 9% Ni; зі зменшенням вмісту сплав нікелю стає двофазним у всьому інтервалі температур, у тому числі і при кімнатній температурі. Збільшення хрому (понад 18% за 9% Ni) призведе до тих же наслідків. При вмісті хрому менше 14 - 15% у структурі з'являється α -фаза, при температурах нижче 650°C виникнення α -фази протікає по мартенситному механізму (рисунок 4.3).

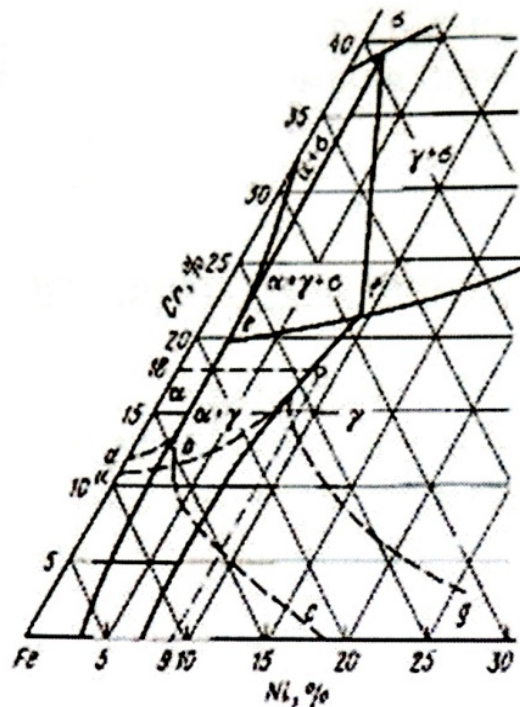


Рисунок 4.3. Залізний кут системи Fe-Cr-Ni. Суцільні лінії – ізотермічний розріз при 650 °C

У нержавіючих хромонікелевих сталях поряд з основною аустенітної γ - фазою можезустрічатися α -фаза в наступних модифікаціях: α -фаза, що утворюється в результаті виділення з рідини або з аустеніту при високих (вище 600-700 °C) температурах; α -фаза, яка утворюється із аустеніту при низьких (нижче 600 °C) температурах за мартенситному механізму і, нарешті, α -фаза, так званий мартенсит

деформації, при пластичній деформації аустеніту нижче певної температури точки MD [27].

Структурний стан сплавів 18% Cr і 8-15%Ni в залежності від коливання складу може бути стійким і нестійким. Пластична деформація при низькій температурі може викликати в деяких випадках виникнення так званого гексагонального мартенситу (проміжний стан), який потім може перейти в звичайний α -мартенсит.

Аустенітні сталі з 18% Cr і 8-10% Ni структурно нестійкі, охолодження їх в низьких температурах або пластична деформація при кімнатній температурі викличуть виникнення мартенситу. В сплаві з 18% Cr і 10- 12% Ni виникнення мартенситу може викликати лише деформацією при температурах нижче 0 °С, сплави з 18% Cr і більше 14% Ni мають стабільний аустеніт; ні охолодження, ні деформація при низьких температурах не викличуть виникнення α -фази [20, 22, 24].

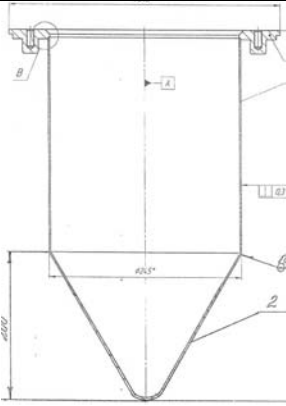
4.8 Розробка технологічного процесу термічної обробки сталі 12X18H10T

Рекомендовані режими термічної обробки для сталі 12X18H10T гартування + відпал, але враховуючи умови роботи (малий час) пропонується змінити режим ТО, тобто прибрати стабілізуючий відпал, оскільки немає тривалого контакту з корозійним середовищем [29].

Карта технологічного процесу є технологічним документом, що містить опис процесу виготовлення, складання або ремонту виробу (включаючи контроль і переміщення) по всіх операціях одного виду робіт, в технологічній послідовності.

Карта технологічного процесу термічної обробки наконечника зі сталі 12X18H10T представлена в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Карта технологічного процесу термічної обробки наконечника зі сталі 12X18H10T

Ескіз виробу		Технічні умови				
		Марка сталі	σ_B , МПа	δ_5 , %	$\square$, %	Структура
		12X18H10T	≥ 550	≥ 45	≥ 65	Аустеніт +TiC
		Обладнання, прилади, інструменти	Режим нагрівання, t °C, тривалість, хв., середовище	Режим охолодження, t °C, тривалість, хв., середовище	Назва пристосування, кількість виробів в пристосуванні, кількість пристосув.	Умови обробки та контролю
№	Назва операції					
1	2	3	4	5	6	7
1	Вхідний контроль					
1.1	Контроль хімічного складу	Стилоскопію вання				100% виробів
1.2	Контроль розмірів	Лінійка				100% виробів
1.3	Відсутність поверх. дефектів					100% виробів
1.4	Відсутність внутр. Дефектів	Ультразвук. дефектоскоп				100% виробів

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
2	Формування садки				Спеціальне технологічне пристосування: 3 вироби, одне пристосування	Контроль садки
3	Гартування					
3.1	Нагрівання	СШЗ - 6.6/10	$T_{\text{вп}}=20^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{вк}}=1050\pm 10^{\circ}\text{C}$, середовище - N_z , витрати – $5 \text{ м}^3/\text{год}$, тривалість 10-12хв.		3 вироби в одному пристосуванні	Температура витрати N^2 , час
3.2	Витримка	СШЗ - 6.6/10	$T_{\text{в}}=1050\pm 10^{\circ}\text{C}$, середовище - N_z , витрати – $5 \text{ м}^3/\text{год}$, тривалість 10-12хв.		3 вироби в одному пристосуванні	Температура витрати N^2 , час

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6	7
3.3	Охолодження	Гартівний бак		$T_{\text{вп}}=1050 \pm 10^{\circ}\text{C}$, $T_{\text{вк}}=30^{\circ}\text{C}$, середовище – H_2O , $t_{\text{води}}=20-25^{\circ}\text{C}$, тривалість 5хв.	3 вироби в одному пристосуванні	Температура води, рівень води в гартівному баці, циркуляція води
4	Вихідний контроль					
4.1	Контроль механічних властивостей	УНМ-100				На зразках $\sigma_B \geq 550 \text{ МПа}$ $\delta_5 \geq 45\%$ $\psi \geq 65\%$
4.2	Відсутність поверх. дефектів					100% виробів
4.3	Відсутність внутр. дефектів	Ультразвук. дефектоскоп				100% виробів

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика ринку легованих сталей

Незважаючи на бурхливий розвиток технологій виробництва матеріалів неметалевого походження, сталь сьогодні залишається основним конструкційним матеріалом.

Металургійна промисловість є найважливішим компонентом світової економіки, в ній виробляється майже половина всієї продукції промисловості та більше ніж половина всіх товарів, які експортуються у світі. На метали припадає понад 90 % конструкційних матеріалів, а в промислово розвинутих країнах вироби з металів складають 2/3 продуктової структури ВВП.

Ринок продукції прокатного виробництва стає все більш конкурентним і вибагливим. Очевидно, що одна лише ціна продажу не може допомогти завоювати ринкову “нішу” – вона бов’язково повинна поєднуватися з найвищим рівнем якості. Через недостатню якість українська металопродукція, яка здебільшого виробляється на застарілому устаткуванні, експортується за цінами, на 20–30 % нижчими за ціни на метал сучасних зарубіжних заводів. Попит на сталь та інші чорні метали є похідним від попиту на найрізноманітніші продукти кінцевого споживання.

Економічний розвиток, перспективи міжнародного співробітництва будь-якої держави та її суб’єктів господарювання вирішальною мірою залежать від стану та динаміки світового ринку, процесів міжнародної інтернаціоналізації та інтеграції на світовому та регіональному рівнях. Таким чином, розвиток галузі багато в чому залежить від темпів росту світової економіки в цілому.

Україні вдалося поліпшити свої позиції завдяки тому, що вітчизняні виробники перш за все орієнтовані на експорт на Близький Схід і до Азії. Найбільші ж виробники США і країн Європи працюють на внутрішній ринок, на якому основними споживачами є автовиробники. Проте попит з боку автопрома цього року був найнижчим серед всіх споживачів металопродукції [25].

5.2 Розрахунок економічної ефективності

Для вибору найбільш вигідного з економічної точки зору технологічного процесу зробимо розрахунок собівартості виготовлення деталі з термічною обробкою і без неї. При цьому можна не робити докладної калькуляції, а порівняти лише ті витрати, які відрізняються в цих варіантах.

Для дослідницьких проектів слід порівнювати собівартість обробки деталей тих варіантів, які дають після експерименту більш високі характеристики міцності, технологічні, спеціальні властивості при відносно низьких витратах на зміцнення.

Планова калькуляція собівартості продукції - процедура, яка дозволяє точно визначити суму витрат на виробництво одиниці даної продукції. Калькуляція містить в собі такі статті витрат:

1.Прямі матеріальні витрати:

- сировину, основні і допоміжні матеріали;
- покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби;
- напівфабрикати власного виробництва;
- роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій;
- енергія, вода і паливо на технологічні потреби;
- інші матеріальні витрати.

2. Прямі витрати на оплату праці.

3. Інші прямі витрати:

- єдиний соціальний внесок;
- амортизація;
- інші прямі витрати.

4. Разом прямі витрати.

5. Загальновиробничі витрати.

6. Виробнича собівартість продукції.

7. Оптова ціна.

Розрахунок планової собівартості починається з визначення вартості використаної сировини і матеріалів, які потрібні для виробництва деталей (які безпосередньо беруть участь в технологічному процесі).

Витрати на сировину включаються в собівартість за затвердженими на підприємстві нормами (таблиця 5.1).

Таблиця 5.1 - Норма витрат основних та допоміжних матеріалів

Норма витрат основних матеріалів					
№	Найменування матеріалів	Од. вим.	На одиницю	Ціна за од. в грн.	Сума в грн.
1	2	3	4	5	6
1	Лист сталь 12X18Н10Т	кг	6	120	720,000
	Програма випуску	шт	2000		
	РАЗОМ:				720,00
Норма витрат допоміжних матеріалів					
№	Найменування матеріалів	Од. вим.	На одиницю	Ціна за од. в грн.	Сума в грн.
1	2	3	4	5	6
1	Круг відризний армований	шт	1,2	7,71	9,252
2	Круг шліфувальний	шт	0,04	358,17	14,327
	Програма випуску	шт	2000		
	РАЗОМ:				23,579

Норма витрат основних і допоміжних матеріалів визначається як добуток норми витрат на одиницю матеріалу і вартості за одиницю матеріалу.

Для визначення витрат на амортизацію обладнання, паливо і електроенергію здійснюються такі розрахунки (таблиця 5.2):

Таблиця 5.2 - Витрати на амортизацію обладнання, паливо і електроенергію

Перелік обладнання	Час роботи облад., год.	Амортиз. 1г. роб., грн.	Сума амортиз. відрах. (гр.4 х гр.5), грн.	Кількість ел.енергії на 1 год. роботи облад., Квт/год	Кількість кВт/год на виріб (гр. 4 х гр. 7)	Вартість спожив. ел. енергії (гр. 8 х вартість 1 г.) (вартість 1 квт.год кількість квт.год на виріб =1,72072)
Крани	0,5454	4,7257	2,577	24,39	13,302	
Візки	0,0310	0,4914	0,015	7,75	0,240	
Верстати трубонарізні	0,0680	3,5299	0,240	18,6	1,265	
Преси і молоти	0,7030	8,1178	5,707	17,43	12,253	
Обладнання піскоструйне	6,8760	1,233	8,478	8,478	58,295	
Верстати токарно- вінторізні та токарно- револьверні	0,6166	4,9026	3,023	12,43	7,664	
Печі	0,1014	2,8844	0,292	58,4	5,919	
			20,333		98,938	170,25

Для розрахунків витрат на оплату праці розглянемо таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 - Розрахунок статті: "Прямі витрати на оплату праці"

Структура витрат на оплату праці	Нормо- години	Вартість нормогод, грн	Заробітна плата, грн.
Основна з/плата	2,002	60,55	121,21
Додаткова з/плата 105,2%			127,52
З/плата іншого виробничого персоналу 18,61 %			22,56
Всього			271,29

Розрахунок статей на основні і допоміжні матеріали, покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби, напівфабрикати власного виготовлення представлені в таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 Розрахунок статей: "Основні і допоміжні матеріали, покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби, напівфабрикати власного виготовлення"

№ з/п	Найменування матеріалів	Од. вим.	Кільк ість	Ціна грн.	Сума грн.
1	2	3	4	5	6
1.	Основні матеріали				720,000
2.	Допоміжні матеріали				23,579
	Разом основних і допоміжних матеріалів				743,579
	Транспортно- заготівельні витрати	1,09%			8,105
	Разом				751,684
3.	Покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби				
	Транспортно- заготівельні витрати	1,09%			0,000
	Разом				0,000

Продовження таблиці 5.4

1	2	3	4	5	6
4.	Напівфабрикати власного виробництва				
	Транспортно-заготівельні витрати	1,09%			0,000
	Разом				0,000
	ВСЬОГО				751,684

Розрахунок статті: "Енергія, вода і паливо на технологічні потреби"
 вартість 1 кВт.год x кількість кВт.год на виріб = 1,72072 x 98,938 = 170,25

Розрахунок статей на інші витрати представлені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Розрахунок статті 3.4: "Інші витрати"

Статті витрат	Сума грн.
Забезпечення витрат на виплату одноразової виплати при виході на пенсію (0,815% від прямих витрат на оплату праці)	2,21
Оплата перших п'яти днів тимчасової непрацездатності за рахунок коштів підприємства з ЄСВ (2,297% від прямих витрат на оплату праці)	6,23
Разом	8,44

Зробивши розрахунки можна скласти калькуляцію собівартості і відпускної ціни виготовлення наконечника зі сталі 12X18H10T (таблиця 5.6):

Таблиця 5.6 - Собівартість і відпускна ціна виготовлення наконечника зі сталі 12X18H10T

№	Статті витрат	Од.вим.	Сума
1.	Прямі матеріальні витрати	грн.	921,93
1.1	сировина, основні і допоміжні матеріали	грн.	751,68
1.2	покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби	грн.	0,00
1.3	напівфабрикати власного виробництва	грн.	0,00
1.4	роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій	грн.	–
1.5	енергія, вода і паливо на технологічні потреби	грн.	170,25
1.6	інші матеріальні витрати	грн.	–
2.	Прямі витрати на оплату праці	грн.	271,29
3.	Інші прямі витрати	грн.	88,46
3.1	єдиний соціальний внесок	грн.	59,68
3.2	амортизація	грн.	20,33
3.3	Інші прямі витрати	грн.	8,44
4.	Разом прямі витрати	грн.	1 281,67
5.	загальновиробничі витрати	грн.	618,48
6.	Виробнича собівартість продукції	грн.	1 900,15
7.	Оптова ціна	грн.	1 900,15

Для розрахунку економічної ефективності виготовлення деталі з термічною обробкою і без неї проведемо порівняльний аналіз. Розрахуємо собівартість 1 деталі без термічної обробки.

Якщо виключити застосування печі для термічної обробки та пескоструйне оладнання (необхідні після термічної обробки) з розрахунків визначення витрат на амортизацію обладнання та електроенергію ми отримаємо такі дані (таблиця 5.7):

Таблиця 5.7 - Витрати на амортизацію обладнання, паливо і електроенергію

Перелік обладнання	Час роботи облад., год.	Амортиз. 1г. роб., грн.	Сума амортиз. відрах. (гр.4 х гр.5), грн.	Кількість ел.енергії на 1 год. роботи облад., Квт/год	Кількість кВт/год на виріб (гр. 4 х гр. 7)	Вартість спожив. ел. енергії (гр. 8 х вартість 1 г.) (вартість 1 квт.год кількість квт.год на виріб =1,72072)
Крани	0,0654	4,7257	0,309	24,39	1,595	
Візки	0,0310	0,4914	0,015	7,75	0,240	
Верстати трубонарізні	0,0680	3,5299	0,240	18,6	1,265	
Преси і молоти	0,7030	8,1178	5,707	17,43	12,253	
Верстати токарно-вінторізні та токарно-револьверні	0,6166	4,9026	3,023	12,43	7,664	
			9,294		23,017	39,61

Складаємо калькуляцію собівартості і відпускної ціни виготовлення наконечника зі сталі 12X18H10T без термічної обробки (таблиця 5.8):

Таблиця 5.8 - Собівартість і відпускна ціна виготовлення наконечника зі сталі 12X18H10T без термічної обробки

№	Статті витрат	Од.вим	Сума
1.	Прямі матеріальні витрати	грн.	791,29
1.1	сировина, основні і допоміжні матеріали	грн.	751,68
1.2	покупні напівфабрикати і комплектуючі вироби	грн.	0,00
1.3	напівфабрикати власного виробництва	грн.	0,00
1.4	роботи і послуги виробничого характеру сторонніх підприємств і організацій	грн.	–
1.5	енергія, вода і паливо на технологічні потреби	грн.	39,61
1.6	інші матеріальні витрати	грн.	–
2.	Прямі витрати на оплату праці	грн.	239,56
3.	Інші прямі витрати	грн.	69,45
3.1	єдиний соціальний внесок	грн.	52,70
3.2	амортизація	грн.	9,29
3.3	Інші прямі витрати	грн.	7,46
4.	Разом прямі витрати	грн.	1 100,30
5.	загальновиробничі витрати	грн.	546,15
6.	Виробнича собівартість продукції	грн.	1 646,45
7.	Оптова ціна	грн.	1 646,45

Розрахуємо економію ресурсів виробництва даної деталі при наявності термічної обробки. Коефіцієнт економії є відношенням величини собівартості базового і оптимального варіантів виробництва одиниці продукції.

$$K_{ep} = C_6 / C_0 \quad (5.1)$$

$$K_{ep} = 1900,15 / 1646,45 = 1,2$$

Таким чином, економія виробництва 1 деталі без термічної обробки розраховується як:

$$E = (C_b \times K_{ep} - C_o) \cdot N \quad (5.2)$$

$$E = (1646.45 \times 1,2 - 1900,15) \cdot 2000 = 151200 \text{ (грн)}$$

Таким чином, ми бачимо, що наявність термічної обробки у виробництві деталі призводить до підвищення собівартості. Економічно це не вигідно, але в умовах експлуатації, тим більше в атомній енергетиці, відсутність термічної обробки може призвести до скорочення терміну служби виробу (в нашому випадку строк експлуатації 50 років), що впливає на якість (міцність, надійність, довговічність), отже, може вплинути на безпеку атомної енергетики і забруднення навколишнього середовища радіоактивними речовинами.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Аналіз потенційних небезпек

1. Невиконання вимог ергономіки стосовно робочих місць лаборанта в приміщенні дослідницької лабораторії, зокрема отримання механічних травм внаслідок нерационального розташування офісного приладдя.
2. Можливість ураження електричним струмом внаслідок недотримання правил з електробезпеки, що може призвести до електричних травм, або до летального наслідку.
3. Небезпеки які пов'язані з проведенням досліджень, зокрема при випробуваннях зразка на розрив при використанні розривної машини та випробуваннях зразка на ударну в'язкість при використанні копра, що може призвести до отримання механічних травм внаслідок непередбачуваного контакту з частинами лабораторного обладнання.
4. Небезпеки які пов'язані з обробкою отриманих результатів, зокрема локальне стомлення та загальна втома при обробці отриманих результатів на персональному комп'ютері.
5. Незадовільні параметри повітряного середовища в адміністративних приміщеннях внаслідок неефективної роботи системи опалювання та повітрообміну, що може призвести до захворювань загального характеру.
6. Незадовільне освітлення робочих зон в дослідницькій лабораторії, що виникає з причин: несправності освітлювальної техніки. Наслідками цих факторів може стати втома очей, механічні травми.
7. Можливість загорянь горючих матеріалів внаслідок порушень правил з пожежної безпеки, що може призвести до пожеж.
8. Небезпеки які пов'язані з умовами праці у надзвичайних ситуаціях, зокрема неправильна організація заходів що до укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту, що може привести до травм, або летального наслідку.

6.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

1. Для усунення загрози отримання механічних травм через не ергономічність робочого місця необхідно правильно організувати робоче місце, враховуючи ергономічні вимоги дослідника згідно з ГОСТ 12.2.032-78 «Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Загальні ергономічні вимоги», а робочі місця (стоячи) мають відповідати ГОСТ 12.2.033-78 «Робоче місце при виконанні робіт стоячи. Загальні ергономічні вимоги».

Конструкція та взаємне розташування елементів робочого місця повинні відповідати антропометричним, фізіологічним і психологічним вимогам, а також характеру роботи. При проектуванні обладнання та організації робочого місця слід враховувати антропометричні показники дослідника, зручність розташування клавіатури, дисплея та інших необхідних для роботи пристроїв, а також зони досяжності рук дослідника, що необхідні для роботи пристроїв. Ці зони дають можливість раціонально розмістити необхідні пристрої. Враховуючи зріст та вагу дослідника визначається висота стола, за яким він працює. Робочий стілець також має бути зручним для роботи. Організація робочого місця і конструкція устаткування повинні забезпечувати пряме і вільне положення корпусу тіла працюючого або нахил його вперед не більше ніж на 15°.

2. Для запобігання ураження електричним струмом, передбачено: електрообладнання має відповідати ГОСТ 12.1.019-79 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту» та ПУЕ-2013. Експлуатацію електрообладнання та електроустановок потрібно проводити згідно з «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» та «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів»:

- ізоляція струмоведучих частин (робоча, додаткова, посилена, подвійна) повинна відповідати ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;

- захисне відключення відповідно ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;
- ізоляція не струмоведучих частин відповідно ГОСТ 12.2.007.0-75 «Система стандартів безпеки праці. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги безпеки»;
- захисне заземлення відповідно ПУЕ-2013;
- відповідність електрообладнання відповідно ГОСТ 12.1.019-79 «Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту».

3. Користуватися при виконанні робіт засобами індивідуального захисту, що видаються відповідно до Галузових типових нормам видачі засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям організацій;

4. Про всі помічені несправності обладнання, приладів і пристосувань лаборант повинен повідомити безпосереднього керівника робіт і до їх усунення до роботи не приступати.

5. Після закінчення робіт лаборант повинен:

- відключити електрообладнання від електричної мережі;
- протерти робочі поверхні обладнання і столів;
- привести в порядок робоче місце (зібрати ручний інструмент і пристосування і прибрати їх у відведене для цього місце, підлогу ретельно підмести, масляні плями насухо витерти);
- відключити вентиляцію;
- повідомити безпосереднього керівника робіт про недоліки, виявлені під час роботи;
- зняти спецодяг в спеціально відведеному місці.

6. Щоб запобігти виникненню травм при проведенні дослідження, зокрема при випробуваннях зразка на розрив на розривній машині необхідно дотримуватися наступних вказівок заходів безпеки:

-забороняється працювати на машині особам, що не знайомі з паспортом даної машини;

- ремінні передачі повинні бути закриті захисним кожухом, на зовнішній поверхні якого повинен бути встановлений знак небезпеки згідно ГОСТ 12.4.026-76;
- всі струмопровідні елементи машини повинні бути ізольовані від корпусу машини і мати безпечну для людини величину опору ізоляції;
- всі відкриті струмопровідні частини електрообладнання мають бути закриті діелектричними накладками;
- встановлювати та знімати зруйновані зразки необхідно тільки після відключення привода машини;

Не допускається працювати на незаземленій машині та регулювати чи на-строювати машину, що знаходиться під напругою.

При роботі на маятниковому копрі для попередження отримання механічних травм необхідно дотримуватися наступних вказівок заходів безпеки:

- забороняється працювати на копрі особам, що не знайомі з технологічною інструкцією копра;
- не допускається під час випробувань встановлювати зразок на опорі копра руками;
- зразки необхідно встановлювати і знімати пристосуванням подачі зразків тільки при піднятому і зафіксованому маятнику та підйомній рамі;
- після закінчення роботи необхідно опустити маятник з стрілою;
- забороняється під час випробувань зразка знаходитися в зоні польоту маятника;
- вимоги до робочого місця згідно ГОСТ 123.2.055-81, зокрема робоча зона копра огорожена прозорими панелями.

6. Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейних терміналах, персональними електророзрахунковими машинами і організація робіт», а також нести особисту відповідальність за дотриманням вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і поломку комп'ютера.

Для забезпечення оптимальної працездатності та збереження здоров'я протягом часу роботи з комп'ютером повинні встановлюватися регламентовані перерви. Антиблікове покриття повинно забезпечувати зняття електростатичного заряду з

поверхні екрана, іскріння і накопичення пилу. Корпус монітора повинен забезпечувати захист від іонізуючих та неіонізуючих випромінювань. Необхідно звернути увагу на заземлення, тому що в комп'ютері використовуються мікросхеми, чутливі до статичної електрики. Звернути особливу увагу на цілісність всіх кабелів та роз'ємів, щоб не виявитися несподівано під напругою що до землі. Забороняється самостійно розбирати комп'ютер із за високої напруги всередині. Виключається робота з комп'ютером і його периферійними пристроями з відкритим корпусом, самостійне перемикання силових та інтерфейсних кабелів та проливання рідин.

Тривалість безперервної роботи з комп'ютером без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2 години. Під час регламентованої перерви з метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, усунення впливу гіподинамії та гіпокінезії, запобігання розвитку втоми доцільно використовувати комплекси фізичних вправ. Конструкція відео монітора повинна передбачати заходи, що забезпечують уникнення світлових знаків, які заважають огляду текстів або зображень [21].

6.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

1. Для нормалізації параметрів повітряного середовища в проекті передбачено устрій технічних систем, які забезпечують параметри повітряного середовища у відповідності до норм, що вказані в таблиці 6.1 згідно мікрокліматичних умов для адміністративних будинків, ГОСТ 30494-96 «Будівлі житлові і суспільні. Параметри мікроклімату в приміщеннях».

Таблиця 6.1 - Оптимальні параметри повітряного середовища

Період року	Температура, °C	Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
Холодний	18-22	40-60	0,1 - 0,3
Теплий	20-23	40-60	0,1-0,4

У адміністративних приміщеннях для нормалізації параметрів повітряного середовища використовуються кондиціонери. У холодний період року також використовують водяне, або парове опалення.

2. Для забезпечення нормальної роботи зору в дослідницькій лабораторії передбачене природне і штучне освітлення, враховуючи ДБН В.2.5-28-2006 «Природне і штучне освітлення».

З метою організації нормованого освітлення адміністративного приміщення виконуємо розрахунок освітлення згідно розряду зорової роботи.

Вибираємо комбіновану систему освітлення. У якості джерела штучного освітлення приймемо люмінесцентні лампи. Люмінесцентні лампи у складі світильників при загальному освітленні рекомендовані в приміщеннях висотою до 6м, ці лампи нам підходять бо висота нашого приміщення 4м. Розряд зорової роботи приймемо 3. Згідно таких умов доцільно обрати лампи ЛД, які мають наступні переваги: висока світловіддача (до 75лм/Вт), висока стабільність світлового потоку, термін експлуатації до 10000 годин, високий індекс кольоропередачі.

Недоліки: висока вартість, повинні обслуговуватись фахівцями, мають складну пускову апаратуру, можливі шум та миготіння, значна пульсація при однофазній схемі підключення.

Вибираємо світильник типу ЛПП.

Коефіцієнт запасу k_3 враховує зниження рівня освітленості з часом в результаті забруднення та старіння ламп, світильників і поверхонь приміщення, приймемо для дослідницької лабораторії $k_3 = 1,4$.

Коефіцієнт нерівномірності (мінімального) освітлення z (відношення середньої освітленості до мінімальної освітленості). Для люмінесцентних ламп низького тиску $z = 1,1$.

Визначимо індекс приміщення за формулою 6.1:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (6.1)$$

де A - довжина приміщення, м;

B - ширина приміщення, м;

h - висота розміщення світильників над робочою поверхнею, м.

Розрахувати висоту розміщення світильників над робочою поверхнею можна за формулою 6.2:

$$h = H - h_p - h_3 ; \quad (6.2)$$

де H - висота виробничого приміщення, м;

h_p - висота робочої поверхні над підлогою, м (як правило висота умовної робочої поверхні $h_p = 0,8$ м);

h_3 - висота звисання світильника від стелі, м (вибирається за технологічною доцільністю).

$$h = 4 - 0,8 - 1,06 = 2,14 \text{ (м)}$$

$$i = 8 \times 6 / 2,14 \times (8 + 6) = 1,6$$

Розрахуємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{(H - h_p) \times \left(\frac{l}{n}\right)} \quad (6.3)$$

де l/n - таблична величина, що відповідає світильнику вибраного типу.

$$N_p = \frac{6}{(4 - 0,8) \cdot 1,4} = 1,34$$

Приймаємо $N_p = 2$ ряди світильники.

Розрахуємо максимально допустиму відстань між рядами світильників використовуючи формулу 6.4:

$$L_{\max} = \frac{B}{N_p} \quad (6.4)$$

$$L_{\max} = \frac{6}{2} = 3 \text{ (м)}$$

Знаходимо висоту звисання світильника над робочою поверхнею:

$$h = \frac{L_{\max}}{\frac{L}{n}} \quad (6.5)$$

$$h = \frac{3}{1,4} = 2,14 \text{ (м)}$$

Знаходимо висоту звисання світильника від стелі

$$h_3 = H - h_p - h. \quad (6.6)$$

$$h_3 = 4 - 0,8 - 2,14 = 1,06 \text{ (м)}$$

Значення коефіцієнта використання світлового потоку η вибирається в залежності від виду джерела світла, типу обраного світильника, та індексу приміщення з відповідної таблиці.

Вибираємо для люмінесцентних ламп та індексу приміщення $\eta = 60\%$.

Визначаємо сумарний світловий потік освітлювальної установи в даному приміщенні:

$$F_{\Sigma} = \frac{E_n \cdot A \cdot B \cdot z \cdot k_3}{\eta} \quad (6.7)$$

де F_{Σ} - розрахункове значення сумарного світлового потоку у приміщенні, лм;

E_n - нормоване знання освітленості;

S - площа освітлювальної поверхні, м²;

k_3 - коефіцієнт запасу;

η - коефіцієнт використання світлового потоку.

$$F_{\Sigma} = \frac{500 \cdot 8 \cdot 6 \cdot 1,1 \cdot 1,4}{60} = 616 \text{ (лм)}$$

Визначаємо максимальну відстань $L_{\max}$ між рядами та сусідніми світильниками у ряду:

$$L_{\max} = (L / h) \cdot h \quad (6.8)$$

$$L_{\max} = 1,4 \cdot 2,14 = 3 \text{ (м)}$$

Визначаємо кількість рядів світильників у приміщенні:

$$N_p = \frac{B}{L_{\max}} \quad (6.9)$$

$$N_p = \frac{6}{3} = 2$$

Визначаємо умовну загальну кількість світильників у приміщенні, виходячи з позиції розташування їх у вершинах квадрата:

$$N = A \cdot \frac{B}{L_{\max}^2} \quad (6.10)$$

$$N = 8 \cdot \frac{6}{3^2} = 5,3$$

Приймаємо $N = 6$ світильників ЛПП з двома лампами моделі ЛД75.

6.4 Заходи з пожежної безпеки

При виникненні пожежі поблизу місця проведення робіт лаборант повинен:

- припинити виконання робіт;
- відключити електрообладнання від електричної мережі;

- відключити вентиляцію;
- закрити вікна, квартирки і двері;
- вжити заходів до ліквідації пожежі наявними засобами пожежогасіння;
- повідомити про те, що трапилося безпосередньому керівнику робіт;
- при неможливості ліквідувати пожежу власними силами, викликати пожежну службу.

Незначні осередки загорянь можуть бути погашені за допомогою води, піску, спеціальної кошми. Гасіння загорянь електричних проводів або обладнання, що знаходиться під напругою (у разі неможливості знеструмлення мережі), слід проводити порошковими або вуглекислотними вогнегасниками.

Забороняється:

- застосовувати воду та пінні вогнегасники в разі загоряння електричних проводів і обладнання, що знаходиться під напругою [33].

6.5 Заходи безпеки у надзвичайних ситуаціях

Питання укриття населення у захисних спорудах цивільного захисту регламентується рядом нормативно-правових актів та нормативних документів основними з яких є:

- кодекс цивільного захисту України;
- постанова Кабінету Міністрів України від 25 березня 2009 р. №253 «Про затвердження Порядку використання захисних споруд цивільного захисту (цивільної оборони) для господарських, культурних та побутових потреб»;
- постанова Кабінету Міністрів України від 9 січня 2014 р. №11 «Про затвердження Положення про єдину державну систему цивільного захисту»;
- наказ МНС від 09.10.2006 №653 «Про затвердження Інструкції що до утримання захисних споруд цивільної оборони у мирний час»;
- ДБН В. 1.1.7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

- ДБН В. 1.2-4-2006 «Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони)» (розділ 3.2.).

Основним способом захисту населення від засобів масового ураження у воєнний час та при надзвичайних ситуаціях у мирний час є укриття його у захисних спорудах цивільного захисту.

Захисні споруди - інженерні споруди, призначені для укриття і тимчасового захисту людей, техніки та майна від небезпеки, що може виникнути або виникла внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, а також від дії засобів ураження в особливий період.

Захисні споруди поділяються на сховища, протирадіаційні укриття та швидко споруджувані захисні споруди цивільного захисту і є основним засобом колективного захисту населення. Для захисту людей від деяких факторів небезпеки, що виникають внаслідок надзвичайних ситуацій у мирний час, та дії засобів ураження в особливий період також використовуються споруди подвійного призначення та найпростіші укриття. До зазначених споруд відносяться: наземні споруди та підземні приміщення метрополітенів, підземні автомобільні паркінги та гаражі, підземні переходи тощо, які відповідають будівельними нормами і правилами проектування захисних споруд та іншими нормативними документами. До найпростіших укриттів відносяться: інженерні споруди (щілини, бліндажі, притулки тощо), цокольні або підвальні приміщення будинків промислового, житлового та нежитлового фонду міст, населених пунктів у сільській місцевості, тощо [21].

ВИСНОВКИ

У діяльності будь-якого промислового підприємства на одне з перших місць висувуються питання з управління якістю продукції, що випускається. Особливі вимоги до якості продукції пред'являються в атомній енергетиці. В рамках забезпечення високої якості продукції важливу роль відіграє вдосконалення системи вхідного контролю якості. Вона дозволяє виключити можливості проникнення у виробництво сировини, матеріалів, напівфабрикатів, комплектуючих виробів, інструменту, з відступами від вимог до якості.

Від ступеня досконалості контролю якості, його технічного оснащення і організації багато в чому залежить ефективність виробництва і безпека АЕС.

В даній дипломній роботі були представлені види вхідного контролю матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів, які надходять на підприємство, а також контроль якості продукції, що випускається. Розглянуті види дефектів матеріалів при вхідному контролі і дефекти після термічної обробки. Проведений аналіз невідповідностей продукції та запропонований метод скорочення бракованої продукції.

Як ми з'ясували, на даному підприємстві добре організований вхідний контроль продукції. Правильне використання перерахованих видів контролю сприяє значному підвищенню його активного впливу на процес формування якості виробів.

Застосування зазначених видів контролю дозволяє здійснювати своєчасне виявлення можливих відхилень від встановлених вимог, оперативно виявляти та усувати різні причини зниження якості продукції, запобігати можливості їх появи в майбутньому.

Для матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання, які були направлені на використання, але не були отримані замовником і знаходились на складі більше одного року, був запропонований ВК-3 для забезпечення впевненості у тому, що на протязі терміну зберігання якості матеріалів, напівфабрикатів, КВ, обладнання не погіршилась.

В ході роботи розроблений технологічний процес на виготовлення деталі «Наконечник», який застосовується в контейнерах для зберігання відпрацьованих джерел швидких нейтронів, обґрунтовано вибраний матеріал для виготовлення деталі зі сталі 12X18H10T, яка відповідає вимогам застосування матеріалів, здатних працювати в різних агресивних середовищах, в умовах перепаду температур і тисків, підвищених вібрацій, при змінних контактних, ударних, статичних навантаженнях і т.д. Даний сплав в повній мірі задовольняє умовам експлуатації. Розрахунками підтверджена економічна ефективність проведення термічної обробки наконечників.

Термічна обробка є основним вирішенням питання підвищення надійності деталей, що випускаються.

Проведені заходи дозволили підвищити якість деталей контейнерів для зберігання відпрацьованих джерел швидких нейтронів.

Розроблені заходи із охорони праці в приміщенні дослідницької лабораторії, проведений аналіз потенційних небезпек, представлені оптимальні параметри повітряного середовища та заходи з пожежної безпеки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Банних О. А., Будберг П.Б., Алисова С. П. и др. Диаграммы состояния двойных и многокомпонентных систем на основе железа. Справочное издание. М.: Металлургия, 1986. 440 с.
2. Белинский А.Л., Булгаков В. А., Горюшин В. В., Кальнер В.Д. Контроль качества термической обработкой стальных полуфабрикатов и деталей. Справочник. М.: Машиностроение, 1984. 510 с.
3. Бернштейн М.Л. Атлас дефектов стали. М.: Металлургия, 1979. 188 с.
4. Бренштейн МЛ., Рахштат А.Г. - Металловедение и термическая обработка стали. - М.: Металлургия, 1983. 367 с.
5. ГОСТ 5632-2014. Легированные нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки. [На замену гост 5632-72; действующий]. М.: Стандартинформ, 2016. 49 с.
6. ГОСТ 5949-75. Сталь сортовая и калиброванная коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия. Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. [Действующий]. М.: 1975. 99 с.
7. ГОСТ 5582-75. Прокат тонколистовой коррозионно-стойкий, жаростойкий и жаропрочный. Технические условия. [Действующий]. М.: ИПК издательство стандартов, 1977. 11 с.
8. ГОСТ 10243-75. Сталь. Методы испытаний и оценки макроструктуры. [Действующий]. М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1975. 41 с.
9. ГОСТ 7350-77. Сталь толстолистовая коррозионно-стойкая, жаростойкая и жаропрочная. Технические условия. [Действующий]. М.: Стандартинформ, 2008. 11 с.
10. ГОСТ 9454-78. Металлы. Метод испытания на ударный изгиб при пониженных, комнатной и повышенных температурах. [Действующий]. М.: Издательство стандартов, 1994. 26 с.

11. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение. (ISO 6892-84, СТ СЭВ 471-88). [Действующий]. М.: Стандартинформ, 2008. 22 с.
12. ГОСТ 24297-87. Входной контроль продукции. Основные положения. [Действующий]. М.: ИПК издательство стандартов, 1987. 8 с.
13. ГОСТ 1577-93 Прокат толстолистовой и широкополосный из конструкционной качественной стали. Технические условия. [Действующий]. Минск: Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1994. 14 с.
14. ГОСТ Р 51393-99 Прокат тонколистовой холоднокатаный и гнутые профили из коррозионно-стойкой стали для вагоностроения. Технические условия. [Действующий]. М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. 9 с.
15. ГОСТ 1050-2013 Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей. Общие технические условия. [Действующий]. М.: Стандартинформ, 2014. 32 с.
16. ГОСТ 19281-2014 Прокат повышенной прочности. Общие технические условия. [Действующий]. М.: Стандартинформ, 2015. 47 с.
17. Гуляев А.П. Металловедение. 5-е изд., перераб. — М.: Металлургия. 1977. 643 с.
18. ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості. Терміни та визначення. [Чинний]. К.: Держстандарт України, 1995. 34 с.
19. ДСТУ 3021-95. Випробування і контроль якості продукції. Терміни та визначення: Испытания и контроль качества продукции. Термины и определения. [Чинний]. К.: Держстандарт України, 1995. 71 с.
20. Дьогтєв Г.Ф. Матеріалознавство. К.: “Вища школа”, 1975. 256 с.
21. Инструкция по охране труда для лаборанта по физико–механическим испытаниям ИБ–Т.43.22.003-18. ОП «Атомэнергомаш» 2018. 19 с.
22. Коррозионностойкие, жаростойкие и высокопрочные стали и сплавы: Справочное издание. /Под ред. А. П. Шлямнева и др. М.: «Интермет Инженеринг». 2000. 232 с.

23. Косилова А.Г., Мещеряков Р.П. Справочник технолога-машиностроителя. Том 2. М.: "Машиностроение", 1986. 496 с.
24. Кузин О.А., Яцюк Р.А. - Металознавство та термічна обробка металів. – Львів: Афіша. 2002. 300 с.
25. Кулішов В.В. Економіка підприємства: теорія і практика: навчальний посібник/ В.В. Кулішов. – 2-е, вид. - Львів: Магнолія 2006, 2008. 208 с.
26. Лахтин Ю. М., Леонтьева В. П. Материаловедение: Учебник для машиностроительных вузов- 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение. 1980. 493 с.
27. Лякишев Н.П. Диаграммы состояния двойных металлических систем. Справочник. М.: Машиностроение, 2000. 448 с.
28. Масленков С.Б. Жаропрочные стали и сплавы. Справочное издание. М.: Металлургия, 1983. 192 с.
29. Материаловедение и технологические процессы машиностроительного производства: Лабораторный практикум. /Под ред. Богодухова С. И. - Оренбург: ГОУ ОГУ. 2004. 409 с.
30. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту (роботи) для студентів спеціальності 8.090101 «Прикладне матеріалознавство» усіх форм навчання /Укл. Г.М. Бабицька, А.Л. Бондаренко, Г.І. Дудник, І.М. Лазечний, В.Ю. Ольшанецький. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2005. 62 с.
31. Мохорт А.В., Чумак М.Г. Термічна обробка металів. К.: Либідь. 2002. 512 с.
32. Новиков И.И. Термическая обработка металлов и сплавов. М.: Металлургиздательство. 1962. 429 с.
33. Общеобъектовая инструкция о мерах пожарной безопасности в ОП АЭМ ИН-Д.43.10.004-16. ОП «Атомэнергомаш» 2016. 83 с.
34. ПНАЭ Г-7-010-89 Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварные соединения и наплавки. Правила контроля. [Действующий]. М.: Госатомэнергонадзор СССР, 1989. 317 с.

35. Положення про організацію вхідного контролю обладнання, матеріалів, напівфабрикатів та комплектуючих виробів ПЛ-Д.43.19.001-18. ОП «Атомэнергомаш» 2018. 62 с.
36. Программа проведения входного контроля (типовая) основных материалов, полуфабрикатов, комплектующих и покупных изделий ПМ-Д.43.26.001-15, ОП «Атомэнергомаш» 2015. 27 с.
37. Процедура проведения входного контроля материалов и покупных изделий ПЦ-Д.43.25.016-17. ОП «Атомэнергомаш» 2017. 23 с.
38. СТП 15-96 Пояснювальні записки до курсових та дипломних проектів (робіт). – Запоріжжя: ЗНТУ, 1996. 36 с.
39. Технологическая инструкция. Термическая обработка полос из нержавеющей стали в ЦХП-1. Завод «Запорожсталь». Запорожье – 1977. 14 с.
40. Ушаков В.Г., Филатов В.И., Ибрагимов Х.М. Выбор марки стали и режима термической обработки деталей машин: Учебное пособие для студентов-заочников машиностроительных специальностей. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2001. 23 с.
41. Фиргер И.В. Термическая обработка сплавов. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1982. 304 с.
42. Химушин Ф.Ф. Нержавеющие стали. М.: Металлургия. 1967. 799 с.
43. Химушин Ф.Ф. Жаропрочные стали и сплавы. Изд. второе, доп. и перераб. М.: Металлургия. 1969. 752 с.
44. Худокормова Р.Н., Пантелеенко Ф.И. Материаловедение. Лабораторный практикум: Учеб. Пособие для вузов /Под ред. Ляховича Л.С. –Мн.: Высш. шк. 1988. 224 с.