

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування імені Адмірала Макарова
Навчально науковий інститут (факультет) зварювання

Кафедра зварювального виробництва

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри

« _____ » _____ 2021р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття вищої освіти «бакалавр»

на тему: Розробка технології складання та зварювання валу гідротурбіни зі
сталі 10ХСНД.

Виконав: студент 2127ст. групи

_____ Гришаєв О. Л.
(підпис)

Керівник роботи:

Професор
_____ посада, науковий ступень, вчене звання
_____ Костін О. М.
(підпис)

Миколаїв – 2021р.

Анотація

В даній дипломній роботі мною було розглянуто особливості технології складання зварювального валу гідротурбіни зі сталі 10ХСНД. Також було розглянуто всі необхідні аспекти для підготовки валу під зварювання, підібрано обладнання, матеріали, обраний спосіб зварювального валу гідротурбіни. Також мною були розраховані режими зварювання, термічний цикл, очікувані деформації після зварювання.

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

Аннотация

В данной дипломной работе мною было рассмотрены особенности технологической сборки и сварки вала гидротурбины из стали 10ХСНД. Также были рассмотрены все необходимые аспекты для подготовки вала под сварку, подобрано оборудование, материалы, выбран способ сварки вала гидротурбины. Также мною были посчитаны режимы сварки, термический цикл, ожидаемые деформации после сварки.

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Annotation

In this thesis work I was considered particularly development assembly and welding of steel turbine shaft 10XCHД. Same was considered all the aspects of the preparation of the shaft for wilding, pick up the equipment, selected welding method gidroturbiny. Same shaft I have been counted welding thermal cycle expected deformation after welding.

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст:

Огляд літератури	<u>6</u>
Принцип роботи	<u>7</u>
Обґрунтування вибору способів зварювання	<u>28</u>
Розрахунок режимів зварювання	<u>28</u>
Розрахунок термічного циклу	<u>30</u>
Графік термічного циклу	<u>34</u>
Діаграма термокінетичного розпаду аустеніту сталі 10ХСНД	<u>35</u>
Аналіз очікуваної структури зони термічного впливу	<u>36</u>
Результати діюметричного контролю	<u>42</u>
Аналіз вимірювання напруженості магнітного поля	<u>47</u>
Розрахунок зварювальних деформацій	<u>49</u>
Технологічний процес складання та зварювання вала гідротурбіни	<u>54</u>
Охорона праці	<u>62</u>
Економічний розрахунок	<u>82</u>

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІЇ МАТЕРІАЛУ	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Гришасв						5	
Керівник	Костін					НУК		

1. РОЗДІЛ

1.1 Огляд літератури

Гідротурбіна – це двигун, який перетворює енергію води, що рухається в енергію вала, що обертається. Гідротурбіна має корпус з торцевими кришками, патрубками впускання і випускання, розміщений в корпусі ротор з рухомими пластинами, одні кінці яких шарнірно прикріплені до ротора і мають обтічну направляючу.

Гідротурбіна призначена для використання в гідроелектростанціях малої потужності. Гідротурбіна містить корпус з торцевими кришками, патрубками впускання і випускання. В корпусі розміщено два ротора і обтічна направляюча. Ротори виготовлені з труб, що мають подовжній зріз і встановлені так, щоб частина труби виконувала роль пластини, а інша – корпусу ротора. Гідротурбіна також оснащена системою, що включає насос, розподільний пристрій і трубопроводи, які забезпечують створення тиску води в послідовно утворюваних порожнинах між пластинами і корпусом. Конструкція турбіни дозволяє понизити трудовитрати на її виробництво.

В більшості випадків зустрічаються два види гідротурбін:

- Гідротурбіна, яка містить корпус з торцевими кришками, патрубками випускання і впускання, розміщений в корпусі ротор з рухомими пластинами, одні кінці яких шарнірно прикріплені до ротора, і обтічну направляючу.
- Гідротурбіна, яка містить корпус з торцевими кришками, патрубками випускання і випускання, розміщені в корпусі два ротора і обтічну направляючу. Проте ця гідротурбіна має рухомі пластини, які закріплюються з одного боку шарнірно на роторі, а з іншого – за допомогою штирів, встановлених в пазах корпусу. Виготовлення такої конструкції пластини вимагає великої точності і трудомісткості, в цілому ця конструкція є складною.

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Принцип роботи

Потік води поступає через патрубок впускання прямо в корпус. Цей потік води розділяється направляючій на два потоки і заповнює порожнини. Стовп води, висота якого визначається відстанню між пластинами і рівнем у водосховищі, тисне на пластини і примушує обертатися ротори. В нижній частині корпусу відбувається виливання води з порожнин у випускний патрубок. Для забезпечення більш швидкого обертання роторів, зміни крутячого моменту роторів, використовується насос, розподільчий пристрій і система трубопроводів.

Від насоса вала під тиском поступає в розподільчий пристрій, який направляє потоки цієї води у відповідні порожнини. Причому це відбувається послідовно. У міру руху пластини від патрубка впускання до випускного патрубка об'єм порожнини збільшується і не компенсується за рахунок створення додаткового тиску води. Збільшення тиску води в порожнині сприяє швидкому переміщенню пластин і роторів.

Гідротурбіна є основним компонентом електростанцій, які виробляють електроенергію за допомогою енергії води, тому їх форма та конструкція впливає на кількість енергії яку буде вироблено. Запровадження нових технологій в цьому напрямку дасть нам більший приріст енергії пр. малих затратах на виготовлення як самого устаткування так і на його ресурс.

Гідротурбіни й оборотні гідромашини

У гідротурбіни енергія водного потоку перетворюється в механічну енергію обертання вала, від якого приводиться в обертання ротор гідрогенератора, де механічна енергія перетворюється в електричну. Тип гідротурбін вибирається, виходячи з умов їх роботи, обумовлених напором, енергетичними й кавітаційними показниками, забезпеченням високих значень ККД у заданому діапазоні напорів і навантажень. Різноманіття природних умов приводить до того, що напори на ГЕС змінюються в широкому діапазоні від декількох метрів

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

до 1000 м і більше, одинична потужність гідроагрегатів досягає 700 МВт і вище. За принципом дії гідротурбіни поділяються на реактивні й активні. Основним робочим органом турбіни, в якому відбувається перетворення енергії, є робоче колесо. Вода до робочого колеса в реактивних турбінах підводиться через напрямний апарат, а в активних – через сопла. У реактивній турбіні тиск води перед робочим колесом більше атмосферного, а за ним може бути як більше, так і менше атмосферного тиску. В активній турбіні вода перед робочим колесом і за ним має тиск, рівний атмосферному. Основним розміром турбіни, що визначає параметри її проточного тракту, є діаметр робочого колеса D_1 , для великих турбін сягаючий більше 10 м. існує велика кількість різних видів турбін, однак у практиці гідроенергетичного будівництва широко використовуються чотири види: осьові, діагональні, радіально-осьові, які відносяться до реактивних, і в ковшові активні турбіни. Області застосування турбін різних видів залежно від напору показані на мал.1.1. області застосування турбін деяких видів можуть перекриватися. Так, при напорах 50-70 м можуть застосовуватися й осьові, і діагональні, й радіально-осьові турбіни. Оптимальний тип турбін вибирається на підставі техніко-економічних зіставлень різних варіантів. Осьові турбіни бувають горизонтальні капсульні при напорах в основному до 25 м ; поворотно-лопатевої вертикальні (турбіни Каплана) при напорах до 60 м ; пропелерні при напорах до 60 м. робоче колесо осьової турбіни складається з лопатей, укріплених у корпусі з обтічником, і з'єднане з валом. Кількість лопатей звичайно становить від 4 до 8, і збільшується з підвищенням напору.

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоче колесо з валом являють собою обертову частину турбіни

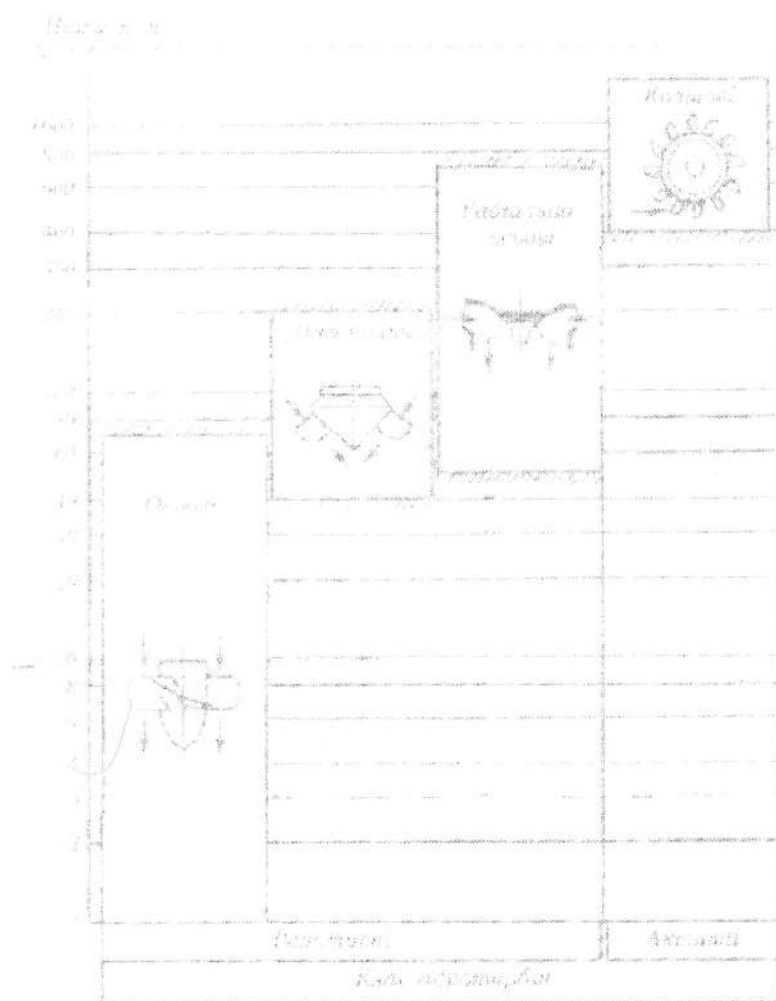


Рис. 1.1. Области застосування турбін різних видів

Турбінна спіральна камера в основному виконується бетонною і має трапецоїдальний поперечний переріз. Тільки при відносно високих напорах (звичайно більше 80 м) застосовуються металеві турбінні камери круглого поперечного перерізу.

Колони статора турбіни призначені для передачі навантаження від верхнього опорного пояса статора до нижнього. Для зменшення гідравлічних витрат колони статора мають зручно обтічну форму.

Напрямний апарат складається з 20-32 напрямних лопаток, що залежить від діаметра розташування лопаток (D_0), які формують кільцеву решітку лопатей, створюючи закручення потоку перед його входом на лопаті робочого колеса.

Крім того, лопатки прямого апарата використовуються на осі та при синхронному повороті всіх лопаток на деякий кут змінюється відкриття. Відповідно змінюється витрата, що пропускається, і потужність гідротурбіни.

Вода відводиться від робочого колеса за допомогою відсмоктувальної труби, що являє собою розширюваний водовід (дифузор), який забезпечує планове зниження швидкості до виходу потоку в нижній канал, дозволяючи зменшити кінетичну енергію потоку при виході з турбіни й за рахунок цього підвищити її ККД відсмоктувальна труба великих турбін завжди виконується з бетону.

1.1 Загальна характеристика конструкції

Загальні відомості:

Вал турбіни – маса вала = 600 кг;

Потужність вала = 700 мВт;

Кількість лопатей = 6;

ККД = 0,92;

Діаметр робочого колеса = 10 м.

Напір від декілька метрів до 1000 м.

ГОСТ 8713-79;

Жорсткість = 0,5;

$S = 40$ мм;

Оброблення крайок С 19;

Стикове з'єднання;

Марка сталі 10ХСНД.

Марка сталі 10ХСНД – опис:

Марка: 10ХСНД

Замінник: 16Г2АФ

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Класифікація:

Сталь конструкційна низьколегована для зварних конструкцій; елементи зварних металоконструкцій і різні деталі, до яких пред'являються вимоги підвищеної міцності і корозійної стійкості з обмеженням маси і працюють при температурах від 70 - 450°C.

Хімічний состав в % матеріалу 10ХСНД

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
до 0,12	0,8-11	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

Механічні властивості при T 20°C матеріалу 10ХСНД

Сортимент	Розмір	Напр..	s _в	s _T	d ₅	y	KCU	Термообр.
--	мм	--	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	--
Прокат	4		540		19			

Фізичні властивості матеріалу 10ХСНД:

T	E 10-5	a 10	I	r	C	R 10 9
Град	МПа	I/Град	Вт/(м · град)	кг/м ³	Дж/(кг · град)	Ом · м
20						
100	1,97		40			
200	2,01		39			
300	1,95		38			
400	1,88		36			
500	1,8		34			
600	1,69		31			
700	1,56		29			
800	1,35					
900	1,25					
T	E 10-5	a 10 6	I	r	C	R 10 9

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Технологічні властивості матеріалу 10ХСНД:

Зварюваність: без обмежень.

Флокеночутливість: не чутлива.

Схильність до відпускнуї крихкості: несхильна.

Позначення

Механічні властивості:

σ_B – межа коротко частотної міцності, [МПа];

σ_T – межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації), [МПа];

δ_5 – відносне подовження при розриві, [%];

ψ – відносне звуження, [%];

KCU – ударна в'язкість, [кДж/м²];

Фізичні властивості:

T – Температура, при якій отримані дані властивості, [Град];

E – модуль пружності першого роду, [МПа];

α – коефіцієнт температурного лінійного розширення (діапазон 20° - T), , [1/град];

λ – коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт/м•град];

ρ – щільність матеріалу, , [кг/м³];

C – питома теплоємність матеріалу (діапазон 20° - T), , [Дж/кг•град];

R – питомий електроопір, [Ом•м].

Зварюваність:

- без обмежень – зварювання проводиться без підігріву і без наступної термообробки;
- обмеженозварювальна – зварювання можливе при підігріві до 100-120 град. і подальшій термообробці;
- важкозварювальна – для отримання якісних зварних з'єднань потрібні додаткові операції (підігрів до 200-300 град. при зварюванні, термообробка, після зварювання – відпал).

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

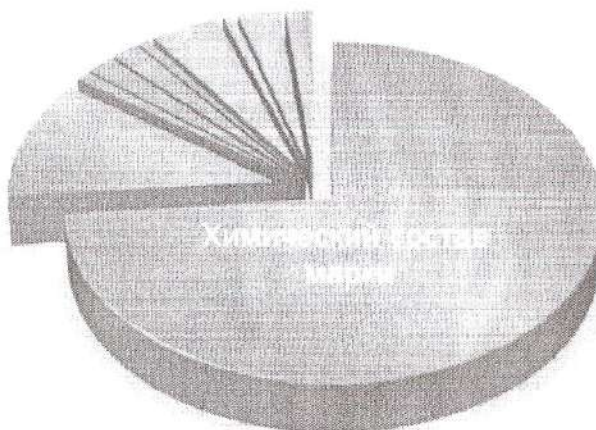
Марка: 10ХСНД (замінник: 16Г2АФ)

Клас: сталь конструкційна низьколегована для зварних конструкцій

Використання в промисловості: елементи зварних металоконструкцій і різні деталі, до яких пред'являються вимоги підвищеної міцності і корозійної стійкості з обмеженням маси і працюють при температурі від 70 до 450° С.

Хімічний склад сталі 10ХСНД (%):

C	до 0,12
Si	0,8-1,1
Mn	0,5-0,8
Ni	0,5-0,8
S	До 0,04
P	До 0,035
Cr	0,6-0,9
N	До 0,008
Cu	0,4-0,6
As	До 0,08
Fe	≈ 96



Властивості і корисна інформація:

Температура ковання – спочатку 1200° С, вкінці - 850° С.

Зварюваність матеріалу: без обмежень.

Способи зварювання: РДС, АДС під флюсом і газовим захистом, ЕШС.

Оброблюваність різанням: у нормалізованому і опущеному стані

σ_B = 560 МПа, K_v б.ст = 1,12, K_v тв..опл = 1,4.

Флокеночутливість: не чутлива.

Схильність до відпускнуї крихкості: малосклонна.

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізичні властивості сталі 10ХСНД

Т (Град)	E 10 ⁻⁵ (МПа)	α 10 ⁶ (1/Град)	λ (Вт/(м град))	ρ (кг/м ³)	С (Дж/(кг град))	R 10 ⁹ (Ом м)
20						
100	1,97		40			
200	2,01		39			
300	1,95		38			
400	1,88		36			
500	1,8		34			
600	1,69		31			
700	1,56		29			
800	1,35					
900	1,25					

Особливості зварювання 10ХСНД і низьколегованих сталей: низьколеговані сталі відносяться до розряду добре зварюються. Однак наявність в них легуючих елементів обумовлює можливість появи гартівних структур в зоні термічного впливу, що при несприятливому поєднанні інших чинників може викликати зменшення стійкості її проти холодних тріщин. Легуючі елементи можуть знизити також опірність швів гарячим тріщинам, посилити або, навпаки, послабити наслідки перегріву і схильність до крихкого руйнування металу в зоні термічного впливу та шві. Особливі труднощі виникають при зварюванні термічно поліпшених сталей, які разупрочнюються в різних ділянках зони термічного впливу.

Найбільші труднощі при зварюванні сталей цього класу пов'язані з отриманням необхідної ударної в'язкості металу шва і зони термічного впливу поблизу кордону сплаву. Низька стійкість проти крихкого руйнування низьколегованих сталей, підданих перегріву при електрошлакової зварюванні, може з'явитися значного укрупнення аустенітного зерна і внутрезенистої структури і феритних оторочок по межах зерен, підвищеної крихкості феритної основи металу,

розвитку високотемпературної хімічної неоднорідності, перерозподілу та виділення по межі зерен карбідів або легкоплавких сульфідних включень у вигляді полон і рядків.

Подібні ж причини викликають зниження стійкості проти крихкого руйнування металу шва. На противагу металу зони термічного впливу, який під впливом зварювального нагріву зазнає а-у-а-перетворення, в металі шва відбувається тільки перетворення у-а. Ця обставина, а також грубозернисті будову металу шва викликають помітну його хімічну неоднорідність, особливо по найбільш ліквіруючих домішках сталі – сірці, фосфору, вуглецю. Електрошлаковому способу зварювання притаманне рафінуються дією. Виключно чистим виявляється шов по оксидним включенням, настільки типовим для всіх способів дугового зварювання. Що стосується сульфідів і фосфідів, їх загальна кількість невелика. На властивості шва при електрошлакової зварюванні основний вплив надає не стільки кількість цих включень, скільки виділення сульфідів у вигляді плівок на межі зерен, особливо в галузі осі шва, і внутрикристалічної ліквідації фосфору, збагачує ділянку фериту, що збігаються з межами первинних кристалітів.

Розподіл неметалевих включень в металі шва в значній мірі визначається спрямованістю зростання кристалітів, що залежить у свою чергу, від режимів зварювання. Із збільшенням швидкості зварювання (швидкості подачі дроту) і глибини металевої ванни, кількість сульфідів, відтиснутих коси шва зростаючими під тупим кутом кристалітами, збільшується, а ударна в'язкість металу шва – знижується. Зменшують опірність крихким руйнуванням газу – кисень і азот, знаходяться в твердому розчині, і підвищена щільність дислокацій у металі шва.

У з'єднаних з більшості низьколегованих сталей ударна в'язкість металу шва і зони термічного впливу поблизу кордону сплаву в ділянках перегріву і твердо-рідкого стану при кімнатній температурі в стані після зварювання, або після відпустки зазвичай задовольняє вимогам відповідних технічних умов. При більш

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

низьких температурах ударна в'язкість цих ділянок часто низька. З цих причин вибір технології електрошлакового зварювання і подальшої термообробки в чому визначається умовами експлуатації конструкції і стійкістю низьколегованої сталі та металу шва у звареному з'єднанні проти крихкого руйнування. Існує ряд можливостей для отримання сполук з високими властивостями. Вони полягають у виборі матеріалів з високою стійкістю проти перегріву при електрошлаковому зварюванні, раціональної термообробки, режимів і технологічних прийомів зварювання. Завдання технолога полягає в оцінці опірності крихкому руйнуванню металу шва і зварюваної сталі в термічного впливу та визначені стосовно конкретних конструкцій та умовам їх експлуатації раціональних методів підвищення властивостей сполук.

Легування сталі робить вирішальний вплив на стійкість її проти перегріву при електрошлаковому зварюванні. При раціональному легуванні сталі вона може виявитися настільки високою, що вимоги по ударній в'язкості металу поблизу кордону сплаву задовольняються вже після високої відпустки, без застосування поліпшує високотемпературної термообробки – нормалізації.

Технологія зварювання низьколегованих сталей

Зварювання поширених будівельних сталей 09Г2С, 10Г2С1, 14Г2 та інші, що мають межу плинності не більше 390 МПа, не становить труднощів. Вона майже не відрізняється від зварювання низьковуглецевої сталі. Ці сталі не гартуються і не схильні до перегріву, який тягне за собою зростання зерна і зниження пластичних властивостей. Проте зі збільшенням вмісту вуглецю в цих сталях їх властивості змінюються. Так, сталі 15ХСНД і 14Г2 з вмістом вуглецю 0,18% мають схильність до утворення гартівних структур і перегріву в зоні термічного впливу. Тому для зварювання цих сталей слід обирати оптимальний режим, не допускаючи утворення гартівних структур і перегріву. Зварювання ведуть електродами діаметром 4-5 мм в кілька шарів, а при товщині сталі більше 15 мм застосовують спосіб зварювання «каскадом» або «блоками», при цьому не

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

занадто розігрівають метал, щоб не перегріти зону впливу. Для сталі 15ХСНД і 10ХСНД застосовують електроди Е50А або Е55, які перед зварювання прожарюють. Для зварювання сталей 09Г2С, 10Г2С, 14Г2 з вмістом $Z = 18\%$, застосовують електроди Е42А, Е50А. зварювання сталі з межею текучості понад 390 МПа (16Г2АФ) вимагає особливої уваги. Ця сталь внаслідок підвищеного вмісту вуглецю схильна до утворення кристалізаційних тріщин, проте менш схильна до перегріву околосшовної зони, так як легована V і N. Зварювання її слід виконувати електродами Е610, Е55, Е50А. Електроди Е60 марки ВСФ-65У придатні для зварювання у всіх положеннях на постійному струмі зворотної полярності. Для зварювання цих сталей можна застосовувати електроди УОНП-13/55, СК2-50 і ПСК-50. Підготовляючи до зварювання сталь треба особливо ретельно очищати; зварювані кромки і прилеглі до них поверхні металу завширшки не менше 20 мм повинні бути очищені від іржи, окалини, жирів, бруду, вологи і т.п. Крім того, місця приварки складальних пристосувань слід зрізати і ретельно зачищати абразивним інструментом з основним металом. При товщині сталі більше 25 мм застосовують попередній місцевий підігрів перед зварюванням каскаду, блоку або секції, а також підігрів місця приварки пристосувань до температури 120-160° С незалежно від температури навколишнього повітря. При температурі повітря мінус 15° С і нижче застосовують попередній місцевий підігрів незалежно від товщини сталі. при зборки елементів конструкцій із сталі 16Г2АФ на прихватках згідно типової технології довжина їх не повинна бути менше 100 мм і відстань між ними не більше 400 мм. Прихоплення повинні виконуватися тими ж зварювальниками, які будуть зварювати ці конструкції. Перед зварюванням робітник-зварник повинен пройти практичні випробування по зварюванню контрольної пластини зі сталі 16Г2АФ і бути допущеним до зварювання цієї сталі.

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Особливості технології зварювання комбінованих конструкцій із сталей різних структурних класів

Одна з причин зниженої зварюваності перлітної і аустенітної сталей – освіта крихкого мартенситного шару або карбідової гряди в обсязі перехідної кристалізаційної прошарки, у якої рівень легування металу знижується, наближаючись до перлітної сталі. Освіта цього прошарку пояснюється погіршенням перемішування рідкого металу в пристінкових шарах. При невеликому запасі аустенітний метал шва - товщина цього прошарку може досягати критичної величини, при якій відбувається крихке руйнування зварного з'єднання. Тому при виборі способів і режимів зварювання віддають перевагу технології, при якій товщина кристалізаційної прошарки – мінімальна. Цього досягають такими методами:

- застосування висококонцентрованих джерел тепла (електронний промінь, лазер, плазма);
- оброблення крайок або їх наплавленням, що зменшує частку участі сталей;
- вибором режимів зварювання з мінімальною глибиною проплавлення;
- переходом до дугового зварювання в захисних газах, що забезпечує інтенсивне перемішування металу ванни.

Переваги зварювання комбінованих конструкцій в захисних газах пов'язані із збільшенням температури розплавленого металу, зниженням поверхневого натягу, і відповідно збільшенням інтенсивності його перемішування, що викликано зростанням приелектродних падінь напруги зварювальної дуги і збільшенням кінетичної енергії, перенесення крапель електродного металу і плазмового потоку в дузі. Додавання в аргон кисню, азоту, вуглекислого газу – посилює відмічені переваги. Додатки кисню підвищують температуру ванни також тим, що викликають екзотермічні окислювально-відновні реакції. В результаті зазначених явищ знижується рівень структурної та механічної неоднорідності в зоні оплавлення перлітної сталі з аустенітної швом.

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Для ручного дугового зварювання позитивні результати отримують в протилежному варіанті, тобто при зниженні температури плавлення електрода. Зниження температури плавлення електрода досягають збільшенням вмісту нікелю та марганцю. Застосування таких електродів є більш радикальним заходом, і при зварюванні під флюсом, одночасно зменшуючи ширину кристалізаційних і дифузних прошарків.

При зварюванні під флюсом перемішування ванни також може бути посилено збільшенням сили струму, напруги або швидкості зварювання. Однак зростання цих параметрів призводить до несприятливої зміни схеми кристалізації (збільшення кута зрошення кристалів), що збільшує ризик утворення гарячих тріщин. Швидкість зварювання, як правило, не повинна перевищувати 25 м/ч. інтенсивному електромагнітному перемішуванню ванни перешкоджає наявність шунтування магнітного поля перлітної сталі, а також порушення шлакового захисту. У цьому процесі дуже ефективно введення внутрішніх стоків тепла у вигляді охолоджуючої присадки, також зниження температури ванни.

Технологія зварювання під флюсом

При зварюванні під флюсом зварювальна дуга між кінцем електрода і виробом горить під шаром сипкої речовини, званого флюсом.

Флюс насипається шаром завдовжки 50-60 мм; дуга потоплена у своєму флюсі і горить рідкому середовищі розплавленого флюсу, в газовому міхурі, утвореному газами і парами, безупинно створюваними дугою. За середньої показника насипаного флюсу близько $1,5 \text{ г/см}^2$ статична тиск шару флюсу на рідкий метал становить $7-9 \text{ г/см}^2$.

Цього незначного тиску, як свідчить досвід, досить щоб негайно усунути небажані механічні впливи дуги на ванну рідкого металу, розбризкування рідкого металу і порушення формування шва, навіть на великих точках. Тоді, як із відкритої дузі механічний вплив дуги на ванну рідкого металу робить практично неможливим зварювання, попри сили струму вище 500-600 А, а в

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

наслідок розбризкування металу і порушення правильного формування шва, занурення дуги у флюс підвищило застосування струму загалом до 1000-2000 А, максимально до 3000-4000 А. отже, з'явилася можливість під час зварювання флюсом підвищити зварювальний струм в 6-8 разів, проти відкритої дуги зі збереженням високої якості зварювання і якісного формування шва. Продуктивність зварювання зростає значно швидше при збільшенні струму, змінюється характер зони шва. Маломіцна відкрита дуга лише трохи плавить крайки шва, що утворюється переважно за рахунок розплавленого електродного металу, що заповнює розбирання крайок. Потужна відкрита дуга під флюсом глибоко плавить основний метал, дозволяє зменшити розбирання крайок під зварюванням, а часто й зовсім уникнути розбирання. Знижується частка участі електродного металу у зоні шва, загалом наплавлений метал утворюється на 2/3 за допомогою розплавлення основного металу і тільки 1/3 за допомогою електродного металу. Продуктивність зварювання обумовлена числом метрів шва протягом години горіння дуги, під час зварювання під флюсом значно вища (до 10 раз), аніж при зварюванні відкритою дугою на однакових зварювальних точках. Отже, продуктивність зварювання під флюсом зростає за рахунок збільшення зварювального струму, і за допомогою кращого її використання. Можливість різкого збільшення сили зварювального струму становить головну перевагу зварювання піж флюсом. Укладання дуги в газовий міхур зі стінками з рідкого флюсу практично зводить нанівець витрату металу на чад і розбризкування, сумарний розмір яких вбирається у 2% від ваги розплавленого електродного металу. Зварні шви утворюються рівномірно і дуже високої якості. Відсутність витрат на чад і розбризкування, і зменшення частки електродного металу в зоні шва дозволяють заощадити витрату електродного дроту. Краще використання струму помітно заощаджує витрати. Оскільки дуга горить непомітно під товстим шаром флюсу, не потрібен захист очей працюючого. Застосування для зварювання під флюсом дугових автоматів особливих ускладнень не надає, дуга під флюсом зазвичай стабільніша відкритої дуги.

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід на зварювання під флюсом зажадав лише збільшення зварювальних струмів і відповідне збільшення розмірів та посилення конструкції автоматів. Зварювання під флюсом здебільшого ведеться на струмі високої густини, тому широко застосовують автомати з постійною швидкістю подачі електронного дроту. Тоді як із відкритої механічної дуги вплив дуги на ванну рідкого металу робить практично неможливим зварювання при силах струму вище 400-500 А, внаслідок розбризкування металу і порушення правильного формування шва, занурення дуги у флюс дозволило загалом збільшити застосування струму до 100-200 А, чи максимально 3000-4000 А. Отже з'явилася можливість підняти зварювальний струм в 6-8 раз проти відкритої дуги, зберігаючи високу якість зварювання і правильного формування шва. Продуктивність зварювання росте значно швидше збільшення струму, змінюється характер зони шва. Малоїмідна відкрита дуга лише трохи плавить крайки шва, що утворюється переважно за рахунок розплавленого електродного металу, що заповнює розбирання крайок. Потужна закрита дуга під флюсом глибоко плавить основний метал, дозволяє зменшити розбирання крайок, а то й зовсім уникнути розбирання. Знижується частка участі електродного металу у зоні шва, загалом наплавлений метал утворюється на 2/3 за рахунок розплавлення основного металу і тільки 1/3 – електродного металу. Продуктивність зварювання обумовлена числом метрів шва протягом години горіння дуги – для зварювання під флюсом, і значно вища, ніж для відкритої дуги при однакових зварювальних точках. Отже, під час зварювання під флюсом продуктивність зростає за рахунок збільшення зварювального струму і за рахунок кращого використання. Спостерігається підвищення продуктивності відносно горіння дуги в 10-20 раз, проти зварювання відкритою дугою. Можливість різкого збільшення сили струму становить головну неоціненну перевагу зварювання під флюсом. Укладання дуги в газовий міхур зі стінками із рідкого флюсу практично зводить нанівець витрати металу на чад і розбризкування, сумарний розмір яких у 2% більше ваги розплавленого електродного металу., зварні шви дуже високої якості. Відсутність витрат на чад і

					131. 2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

розбризування, а також зменшення часток електродного металу у зоні шва дає дуже велику економію щодо витрат електродного дроту, витрат електроенергії, економія на захисні засоби для працівників, оскільки дуга горить під товстим шаром флюсу непомітний для очей. Зменшується потреба у спеціальній вентиляції, оскільки звичайні флюси дають незначне виділення газів і майже не утворюють диму. Перед початком автоматичного зварювання під флюсом слід перевіряти чистоту крайок і правильність складання та напрями електрода по осі шва.

Метал підвищеної товщини зварюють многопроходними швами із необхідним зміщенням електрода з осі шва. Перед накладанням наступного шва поверхню попередньо ретельно зачищають від шлаку і оглядають з виявлення наявності в ньому зовнішніх дефектів. На початку автоматичного зварювання під флюсом, коли основний метал ще не прогрівся, глибину його проплавлення зменшують, у зв'язку з цим частину шва зазвичай виводять на вхідну планку. Після закінчення зварювання на місці кратера утворюється ослаблений шов, тому процес зварювання закінчують на вивідній планці. Вхідну та вивідну планки довжиною до 150-250 мм (залежно від режиму і товщини металу) закріплюють на прихватках на початку зварювання. Після зварювання під флюсом планки видаляють. При автоматичному зварюванні стикових сполук під флюсом у положенні, практично важко отримати шов з проваром по всій довжині стику через витікання в зазор між крайками розплавленого металу і флюсу – зони припиків. Щоб запобігти цього використовують різноманітні прийоми, які є формуванням кореня шва. Зварювання односторонніх швів можна виконувати за допомогою попередньої ручної зварки, якщо не можливе автоматичне зварювання. Одностороннє зварювання під флюсом на сталевій підкладці припустимо лише у випадках, коли її застосування можливе з експлуатаційного погляду.

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Обладнання для дугового автоматичного зварювання під флюсом

Для автоматичного дугового зварювання під флюсом використовують непокритий електродний дріт і флюс для захисту дуги і зварювальної ванни від повітря. Подача і переміщення електродного дроту механізовані. Автоматизовано процеси запалювання дуги і зварки кратера наприкінці шва.

У процесі автоматичного зварювання під флюсом дуга горить між дротом і основним металом. Стовп дуги і металева ванна рідкого металу з усіх боків закриті шаром флюсу товщиною 30-35 мм.

Частина флюсу розплавляється, в результаті чого навколо дуги утворюється газова порожнина, а на поверхні розплавленого металу – ванна рідкого шлаку.

Для зварювання під флюсом характерне глибоке проплавлення основного металу. Дія могутньої дуги і дуже швидкий рух електрода уздовж заготовки обумовлюють відтисканням розплавленого металу убік, протилежний напрямку зварювання.

В міру поступального руху електроду відбувається затвердіння металевої жужільної ванн з утворенням звареного шва, покритого твердою жужільною кіркою. Дріт подають у дугу і переміщують уздовж шва за допомогою механізмів подачі і переміщення. Струм до електроду надходить через струмопровід. Дугове зварювання під флюсом виконують зварювальними автоматами, зварювальними голівками чи самохідними тракторами, які переміщуються безпосередньо по виробу. Призначення зварювальних автоматів – подача електродного дроту в дугу і підтримку постійного режиму зварювання протягом усього процесу. Автоматичне зварювання під флюсом застосовують у серійному і масовому виробництвах для виконання довгих прямолінійних і кільцевих швів у нижньому положенні на металі 2-100 мм. Під флюсом зварюють метали різних класів. Автоматичне зварювання широко застосовують при виготовленні казанів, резервуарів для збереження рідин і газів, корпусів судів, мостових балок і інших виробів. Вона є одним з основних ланок автоматичних

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

ліній для виготовлення зварних автомобільних коліс і станів для виробництва зварених прямо шовних і спіральних труб.

Установки для автоматичного дугового зварювання під шаром флюсу серії MZ (MZ800, MZ1000, MZ1250) розроблені на основі інверторних технологій і призначені для зварювання конструкцій зі сталей будь-яких типів ($b > 5$ мм), дуговим поверхневим строковим вугільним електродом.

Вибір характеристик постійної напруги/струму.

Широкий діапазон значень вихідного струму.

Зварювальний струм і напруга, також як швидкість подачі електродного дроту усіх можуть бути заздалегідь встановлені і відображаються в цифрову виді.

Регулюються: форсування дуги, зварювальний струм і напруга, швидкість зварювання і швидкість подачі електронного дроту.

Дистанційне/панельне керування.

Захисні функції: від токового режиму руху трактора і керування напрямком його руху.

Функція установки кута нахилу зварювальної голівки

Модель	MZ800, MZ1000, MZ1250
Номінальна напруга живлення, У	3380 ± 20% (50-60) Гц
Номінальний споживаний струм (макс.), А	64 80 100
Номінальний споживана потужність, кВА	42 52 65
Напруга холостого ходу, У	71
Миттєвий струм холостого ходу, А	0,3
Потужність холостого ходу, Ут	200
Діапазон регулювання напруги, У	20-50
Діапазон регулювання зварного струму	100A/24B-800A/44B 100A/24B-1000A/44B 120A/25B-1250A/44B
Номінальний ПВ	100% 800A 100% 1000A 60% 1250A
Діапазон швидкості подачі пров., м/хв	0,5-2,5

Швидкість зварювання, м/ч	6-72
Придатний діаметр зварного дроту, мм	d 3,0- d 5,0
Коефіцієнт потужності (cos cos φ)	0,7-0,9
ККД (η)	>0,85
Ступінь ізоляції	F
Клас захисту	IP23
Тип охолодження	примусове повітряне
Габарити джерела живлення, мм	810x345x1022
Маса джерела живлення, кг	110
Габарити зварювального трактора, мм	1038x480x628
Маса зварювального трактора, кг	50

Основні комплектуючі пристрої:

Модель	MZ800, MZ1000, MZ1250
Джерело живлення	PS11800, PS111000, PS111250
Зварювальний трактор	FD11200T
Зварювальний кабель	1 комплект
Напрямна рейка, м	2 ▪ 0,98

Хімічний склад дроту СВ 08 ГА, %

C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
<= 0,1	0,80 – 1,10	<= 0,06	0,1	0,25	0,25	0,0

Флюс зварювальний АН – 348 А

Призначений для автоматичного і напівавтоматичного зварювання і наплавлення вуглецевих нелегованих і низьколегованих сталей вуглецевим і низьколегованим зварювальним дротом: СВ08, СВ – 08ГА, S1, S2.

Зварювально – технологічні властивості:

- Гранично допустимий рівень доз радіаційного випромінювання 18 мкр/год, що відповідає нормам ОСП 72/87.
- Флюс відповідає вимогам ТУ У 05416923.049 – 99.

					131.2127ст. 07. 01. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- При вологості, що перевищує допустиму, флюс перед вживанням піддають сушінню при $t = 300 - 400^{\circ}\text{C}$ протягом однієї години.
- Колір зерен – коричневий з темним відтінком.

Хімічний склад флюсу (%)

SiO ₂		MnO	CaO	CaF ₂
40,0 - 44,0		31,0 - 38,0	<12,0	3,0 - 6,0
MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	S	P
<7,0	<13,0	0,5-2,2	<0,11	<0,12

Висновки. Мета і завдання дипломного проекту.

Метою даного дипломного проекту є розробка технологічного процесу складання і зварювання, який забезпечив би підвищення продуктивності праці, скорочення собівартості і підвищення якості продукції. Для досягнення цієї мети необхідно вирішити такі завдання:

1. Вибрати раціональну послідовність і оптимальні способи зварювання, розрахувати режими зварювання.
2. Виконати аналіз структури і властивостей одержуваних зварних з'єднань.
3. Вибрати зварювальні матеріали та обладнання.
4. Розробити заходи з охорони праці при виконанні зварювальних робіт.

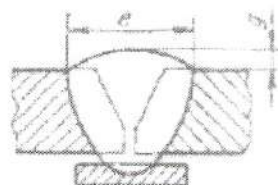
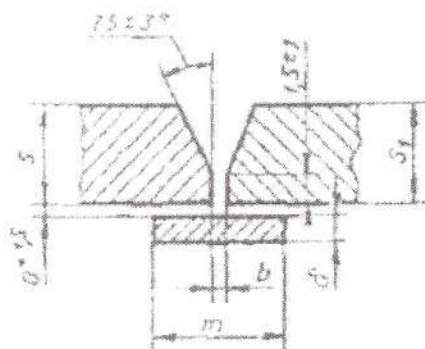
					131. 2127ст. 07. 02. 05. ДП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент	Гришаєв				РОЗРАХУНОК РЕЖИМІВ ЗВАРЮВАННЯ ТЕРМІЧНОГО ЦИКЛУ ОЧІКУВАНИХ ДЕФОРМАЦІЙ	Літ.	Арк.	Аркушів
							27	
Керівник	Костін					НУК		

2. РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування вибору способів зварювання

Обираю для зварювання вала гідротурбіни зі сталі 10ХСНД товщиною 40 мм згідно з ГОСТом тип зварного з'єднання С19 з двобічною обробкою крайок, зварювання проводиться на залишковій підкладці зі сталі 10ХСНД. Обираю зварювальне обладнання для автоматичного зварювання під шаром флюсу МЗ1000. Зварювальні матеріали вибираю згідно з ГОСТом для автоматичного зварювання під флюсом, враховуючи матеріал для зварювання: флюс зварювальний – АН – 348 А, електродний дріт – марка СВ 08 ГА.

С19



2.2 Розрахунок режимів зварювання

Для зварювання валу гідротурбіни із сталі 10ХСНД товщиною 40 мм доцільно використовувати двобічний скос кромek згідно з ГОСТом тип підготовки кромek – С19.

Розрахунок режиму зварювання розпочинається з того, що потрібно задати потрібну глибину провару:

$$H = 10 \pm (1 - 3) \text{ мм} = 6 \text{ мм}$$

Потім задаємо зварювальний струм:

$$I_{зв} = (80 - 100) H = 80 \cdot 6 = 480 \text{ А}$$

Розраховуємо напругу, спираючись на діаметр електрода:

$$U_d = 20 + (50 \cdot 10^{-3} / \nu d) \cdot I_{зв} (d - \nu) \text{ мм}, \quad U_d = 40 \text{ В}$$

28					131.2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розраховуємо напругу, спираючись на діаметр електрода:

$$U_d = 20 + (50 \cdot 10^{-3} / v_d) \cdot I_{св} (d - e) \text{ мм}, \quad U_d = 40 \text{ В}$$

Швидкість зварювання залежить від величини зварювального струму і знаходиться по формулі:

$$V_{зв} = (20 - 30) \cdot 0,010 / I_{зв} = 25 \text{ м/год}$$

Діаметр електрода знаходять за знайденим зварювальним струмом і допустимій щільності струму в електроді:

$$d_{\text{э}} = 2 \cdot \sqrt{\frac{I_{зв}}{\pi} \cdot j} = 5,$$

$$\text{тучність струму для } d_{\text{э}} = 5 \cdot (30-50) \text{ А/мм}^2$$

$$j = 40 \text{ А/мм}^2$$

Знаходимо площу наплавленого металу по формулі для першого проходу:

$$F1 = (6 - 8) d_{\text{э}}, \quad F1 = 8 \cdot 5 = 40 \text{ мм}^2$$

Потім для інших проходів розраховуємо площу наплавленого металу по формулі:

$$F2 = (8 - 12) d_{\text{э}}, \quad F2 = 12 \cdot 5 = 60 \text{ мм}^2$$

$$F3 = 12 \cdot 5 = 60 \text{ мм}^2, \quad F4 = 12 \cdot 5 = 60 \text{ мм}^2$$

Згідно з розрахунками площі наплавленого металу за чотири проходи знаходимо загальну площу наплавлення металу:

$$F = F1 + F2 + F3 + F4$$

$$F = 40 + 60 + 60 + 60 = 220 \text{ мм}^2$$

$$N = (F_n - F1) / F_n + 1$$

$$N = (220 - 40) / 60 + 1$$

$$N = 180 / 60 + 1 = 4 \text{ проходи}$$

Після цього розрахуємо швидкість подачі електродного дроту:

$$V_{nd} = 4 \alpha \rho \cdot I_{зв} / (\pi d_{\text{э}}^2 \cdot \rho) \cdot (d_{\text{э}} - e \text{ мм})$$

$$V_{nd} = 43 \text{ м/год}$$

Знаходимо продуктивність наплавки за формулою:

$$G_n = \alpha n \cdot I_{зв} \cdot 10^{-3} \text{ кг/год}$$

$$G_n = 1716 \cdot 480 \cdot 0,010 = 8,2368 \text{ кг/год}$$

29					131.2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Знаходимо погонну енергію за формулою:

$$q_n = I_{зв} \cdot U_d \cdot \eta / V_{св} \text{ Дж/см}$$

де $\eta = 0,7 - 0,9$ ефективний ККД процесу нагріву

$$q_n = 480 \cdot 40 \cdot 0,9 / 0,69 = 25043 \text{ Дж/см}$$

2.3 Розрахунок термічного циклу зварювання

Метал в будь-якій зоні зварного з'єднання відчуває нагрів і подальше охолодження. Зміна температури металу під час зварювання називається термічним циклом зварювання. Максимальна температура нагрівання в різних зонах з'єднань різна: у шві максимальна температура перевищує, в зоні сплавлення - близька, а у зоні термічного впливу - менше температури плавлення, поступово зменшуючись у міру віддалення від шва.

При нагріванні в металі відбуваються наступні структурні та фазові перетворення:

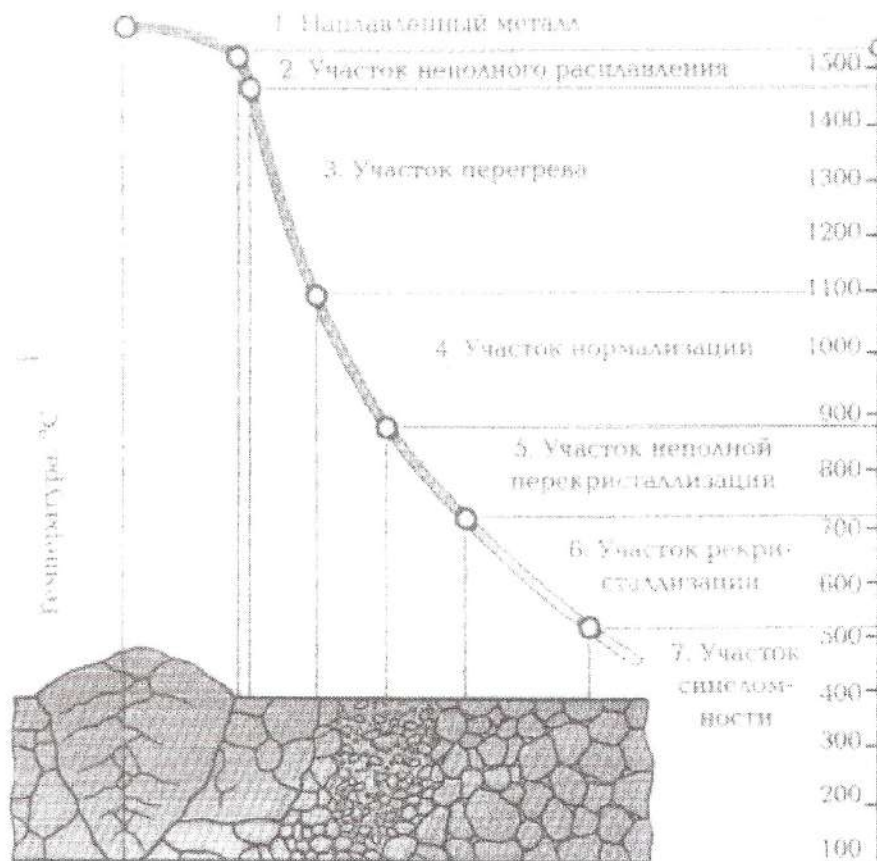
- розчинення фаз в металі у твердому стані, наприклад карбідів (сполук металу з вуглецем);
- поліморфне перетворення, тобто перетворення низькотемпературної модифікації матеріалу в високотемпературну.

При охолодженні структурні та фазові перетворення йдуть у зворотному порядку:

- кристалізація;
- поліморфне перетворення, тобто перехід з високотемпературної фази в низькотемпературну;
- випадання з металу різних вторинних фаз: карбідів, інтерметалів та ін..

30					131.2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розглянемо термічний цикл і структуру зварного з'єднання при дуговому зварюванні низьковуглецевої сталі. На мал. 1.13 показано, як розподіляється максимальна температура у звареному з'єднанні, схематична структура різних зон з'єднання, зміна температури (термічні цикли) в цих зонах, і властивості металу.



Для стикового з'єднання ГОСТ 8713-79 –АФ розрахунок термічного циклу ведемо за схемою наплавлення на максимальний виріб.

Відстань від вісі шва до точки з максимальною температурою T_{max} , вважаючи, що $T_{max} = 1350^\circ \text{C}$, знаходимо за формулою:

$$r^\circ = \sqrt{\frac{0,368 q}{\frac{\pi}{2} V_3 c \gamma T_{max}}}, \text{ де}$$

q – ефективна теплова потужність джерела, ДЖ

Відстань від вісі шва до точки з максимальною температурою $T_{\max}$, вважаючи, що $T_{\max} = 1350^\circ \text{C}$, знаходимо за формулою:

$$r^0 = \sqrt{\frac{0,368 q}{\frac{\pi}{2} V_{\text{зв}} c_{\gamma} T_{\max}}}, \text{ де}$$

q – ефективна теплова потужність джерела, Дж

$$q = I_{\text{зв}} \cdot U_{\text{д}} \cdot \eta, \text{ де}$$

η – ефективний ККД нагріву;

$$q = 480 \cdot 40 \cdot 0,9 = 17280 \text{ Дж}; \text{ де}$$

$V_{\text{зв}}$ – швидкість зварювання, см/с;

c_{γ} – об'ємна теплоємність,

$$\text{для сталей } c_{\gamma} = 5 \text{ Дж/см}^3$$

$$r^0 = \sqrt{\frac{0,368 \cdot 17280}{\frac{3,14}{2} \cdot 0,46 \cdot 5 \cdot 1350}} = 1,3 \text{ см}$$

Розрахунок температури в часі в буд-якій точці виконується за формулою:

$$T(r^0, t) = \frac{q}{2\pi \lambda V_{\text{зв}} t} \exp(-r_0^2 \div 4at), \text{ де}$$

q – ефективна теплова потужність джерела Дж;

λ – коефіцієнт теплопровідності,

$$\lambda = 0,4 \text{ Дж/см} \cdot \text{с} \cdot \text{К};$$

$V_{\text{зв}}$ – швидкість переміщення джерела, см/с;

T – час, що пройшов з тієї миті, коли джерело минає площу, в якій знаходиться обрана точка з координатами y_0, z_0 ;

$$r^0 = \sqrt{y_0^2 + z_0^2} -$$

відстань від обраної точки до вісі переміщень джерела у площині, що розглядається;

a – коефіцієнт температур провідності

$$a = 0,08 \text{ см}^2/\text{с}.$$

Розрахунок ведемо для часу: $t = 5 \text{ с}, 10 \text{ с}, 20 \text{ с}, 30 \text{ с}, 40 \text{ с}, 50 \text{ с}, 100 \text{ с}.$

32					131. 2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$T(r^{\circ}, 1) = \frac{17280}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,46 \cdot 1} \cdot e^{\left(\frac{-1,3^2}{4 \cdot 0,08 \cdot 1}\right)} = 1320^{\circ}\text{C}$$

$$T(r^{\circ}, 3) = \frac{17280}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,46 \cdot 3} \cdot e^{\left(\frac{-1,3^2}{4 \cdot 0,08 \cdot 3}\right)} = 11146^{\circ}\text{C}$$

$$T(r^{\circ}, 5) = \frac{17280}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,46 \cdot 5} \cdot e^{\left(\frac{-1,3^2}{4 \cdot 0,08 \cdot 5}\right)} = 860^{\circ}\text{C}$$

$$T(r^{\circ}, 10) = \frac{17280}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,46 \cdot 10} \cdot e^{\left(\frac{-1,3^2}{4 \cdot 0,08 \cdot 10}\right)} = 626^{\circ}\text{C}$$

$$T(r^{\circ}, 20) = \frac{17280}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,46 \cdot 20} \cdot e^{\left(\frac{-1,3^2}{4 \cdot 0,08 \cdot 20}\right)} = 453^{\circ}\text{C}$$

$$T(r^{\circ}, 30) = \frac{17280}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,46 \cdot 30} \cdot e^{\left(\frac{-1,3^2}{4 \cdot 0,08 \cdot 30}\right)} = 294^{\circ}\text{C}$$

$$T(r^{\circ}, 50) = \frac{17280}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,46 \cdot 50} \cdot e^{\left(\frac{-1,3^2}{4 \cdot 0,08 \cdot 50}\right)} = 137^{\circ}\text{C}$$

Таблиця 2.3 Результати розрахунків термічного циклу

t, с	1	3	5	10	20	30	50
T, C	1320	1146	860	626	453	294	137

За отриманими даними будемо графік термічного циклу. Після цього криву охолодження (починаючи з температури A_{c3}) наносимо на діаграму термодинамічного розпаду аустеніту сталі 10ХСНД.

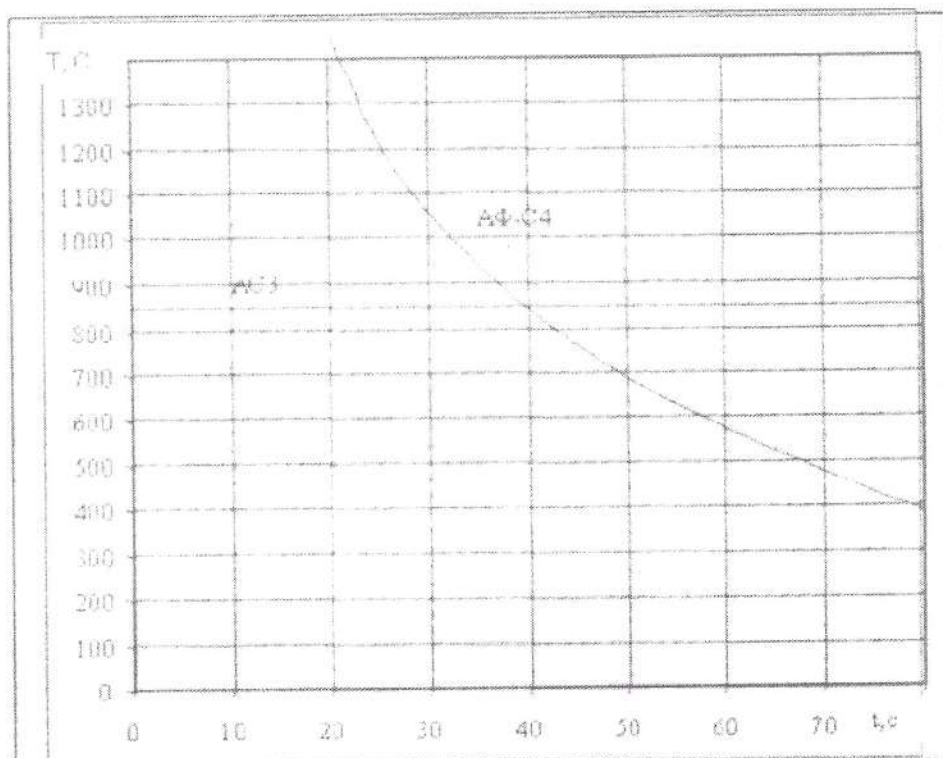
Температура A_{c3} розраховується за формулою:

$$A_{c3} = 912 - 370 C - 27,4 Mn + 27,3 Si - 6,35 Cr - 32,7 Ni + 95,2 V + 190 Ti + 72 Al + + 64,5 Nb + + 5,57 W + 332 S + 276 P + 485 N + 16,2 C \cdot Mn + 900 B + 32,3 C \cdot Si + + 15,4 C \cdot Cr + 48 C \cdot Ni + + 4,32 Si \cdot Cr - 17,3 Si \cdot Mo - 18,6 Si \cdot Ni + 1,88 Mn \cdot Ni + 9,9 + Mo \cdot V + 174 C^2 + 2,46 Mn^2 + + 6,86 Si^2 + 0,32 Cr^2 + 9,9 Mo^2 + 1,24 Ni^2 - 60,2 V^2$$

$$A_{c3} = 912 - 370 \cdot 0,12 - 27,4 \cdot 0,8 + 27,3 \cdot 1 - 6,35 \cdot 0,9 - 32,7 \cdot 0,8 + 332 \cdot 0,94 + 276 \cdot 0,035 + 485 \cdot 0,008 + 16,2 \cdot 0,12 \cdot 0,8 + 32,3 \cdot 0,12 \cdot 1 + 15,4 \cdot 0,12 \cdot 0,9 + 48 \cdot 0,12 + 4,32 \cdot 1 \cdot 0,9 - 17,3 \cdot 1 - 18,6 \cdot 1 + 1,8 \cdot 0,8 + 9,9 + 174 \cdot 0,0144 + 2,46 \cdot 0,8 \cdot 2 - 6,86 \cdot 1 + 0,32 \cdot 0,81 + 1,24 \cdot 0,64 = 892^{\circ}\text{C}$$

33					131. 2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік термічного циклу

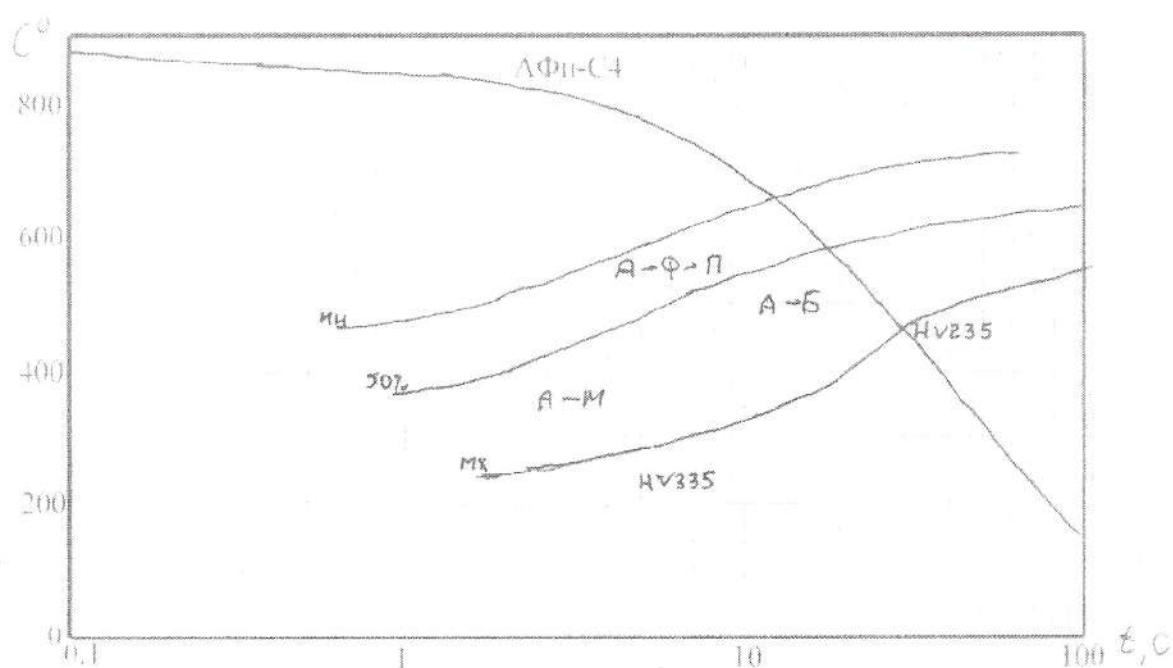


34				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

131.2127ст. 07.02.05. ДП

Арк.
34

Діаграма термкінетичного розпаду аустеніту сталі 10ХСНД.



2.4 Аналіз очікуваної структури зони термічного впливу

Як відомо, сталевий трубний прокат для виготовлення технологічних трубопроводів може поставлятися в різному стані: вуглецеві сталі – після холодної, відпалу, після гарячої прокатки (нормалізації з прокатного нагрівання). Леговані сталі, крім перерахованих, можуть також поставлятися в термічному стані (після гартування і високого відпуски). Доцільність застосування того чи іншого способу обробки матеріалу для виробництва труб технологічних трубопроводів визначається специфікацією їх експлуатації.

У зв'язку з цим, метою даної роботи є оцінка впливу термічної обробки матеріалів труб на їх працездатність і експлуатаційну надійність.

Експлуатаційна надійність визначає властивості об'єкта зберігання в часі встановлених межах значення параметрів, що характеризують його працездатність. А під працездатністю трубопроводів розуміють їх здатність чинити опір наступу тих граничних станів, які обмежують їх нормальну експлуатацію. Граничними станами трубопроводів є стан, коли їх експлуатація вважається не можливою, небезпечною чи небажаною: наступ «плинності» матеріалу, втрата стійкості, поява течі.

Матеріал та методики дослідження.

У рамках досягнення даної мети були досліджені трубні сталі:

- вуглецева 08 кп - хімічний склад відповідно ГОСТ 1050 - 88;
- низьколегована 09Г2С – ГОСТ 9045 – 93;
- легована 10ХСНД – ГОСТ 9045 – 95.

Зразки досліджуваних марок сталей вивчалися в наступних станах:

- після холодної прокатки з сумарним обтисненням 50%;
- після гарячої прокатки при температурі від 1200 до 900 °С;
- після холодної прокатки і ре кристалізованого відпалу при температурі 650-700°С;

36					131.2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- сталь 10ХСНД після гарту і відпустки.

Нормалізацію проводили на сталевих зразках при температурі на 40 °С вище лінії Ас3.

Обрані температури нагріву склали:

- для сталі 08 кп - 914°С;
- для сталі 09Г2С - 914°С;
- для сталі 10ХСНД - 890°С.

Відпал здійснюють при температурах 650 і 700°С наступним чином:

зразки поміщали в нагріту до відповідної температури в піч, і витримували в перебігу 5,5 хвилин. По закінченні часу витримки зразки охолоджували до повного охолодження разом з піччю.

Зразки сталі 10ХСНД піддавали термічній обробці, яке здійснювали таким чином: зразки поміщали в нагріту до 890 °С в піч, і витримують - 12,5 хвилин. По закінченні часу зразки витягають з печі і поміщають в гартівні ємкість з водою. Після охолодження зразки відпускають (їх поміщали в піч нагріту до 650°С і витримують 5,2 хвилини), витягають з печі і охолоджують на відкритому повітрі.

Для деформованих і термічно оброблених зразків проводили такі види досліджень:

- металографічний аналіз;
- дюреметрчний аналіз;
- механічні випробування на розтягування і ударний вигін;
- вимірювання напруженості магнітного поля розмагніченість.

Результати дослідження та їх обговорення

Вплив термічної обробки на структуру сталі 08 кп.

Металографічний аналіз дозволив встановити (див.мал.1), що структура після холодної прокатки має яскраво виражену текстуру деформації.

37					131. 2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Вона утворена витягнутими в напрямку прокатки порівняно великими феритними зернами, серед яких спостерігаються полозо образні острівці перліту, також орієнтовані по напрямку прокатки. Це вказує на підвищення властивості міцності металу в поєднанні з дуже низькою пластичністю, а також свідчить про низьку технологічність матеріалу.

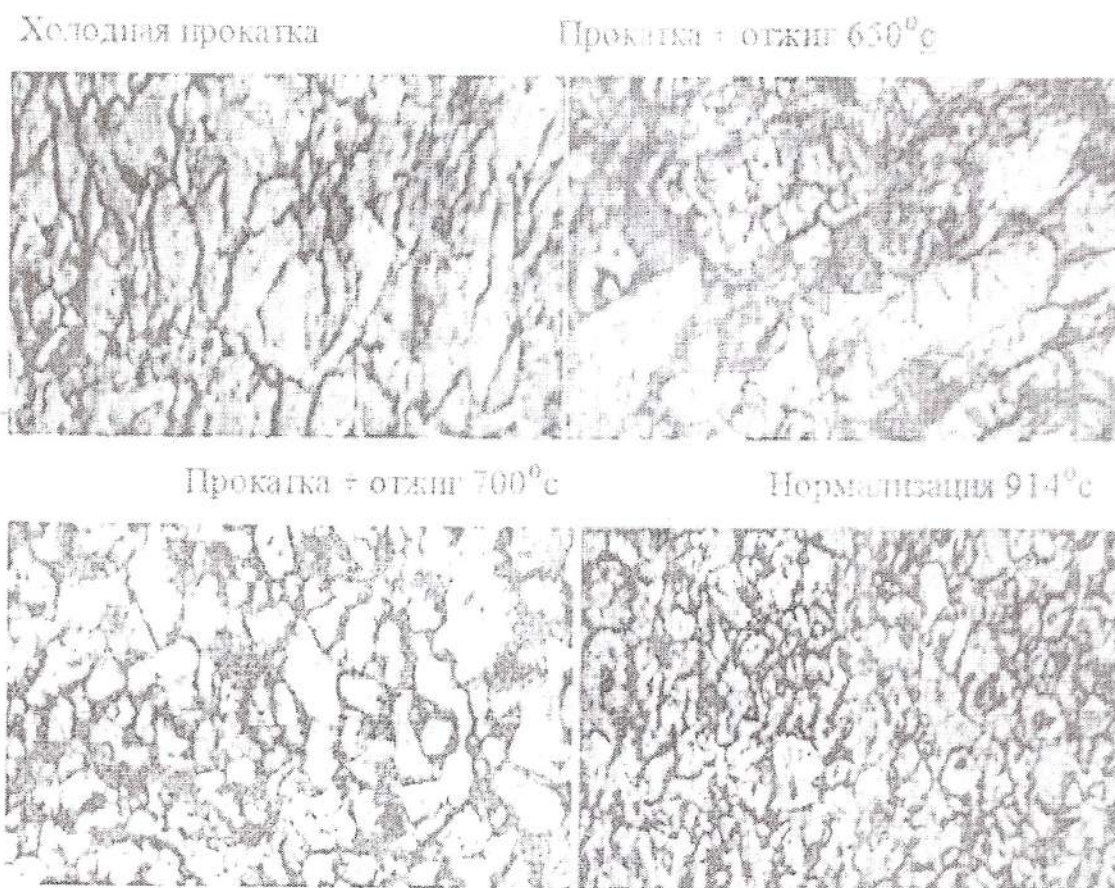


Рис. 1 Мікроструктури сталі 08 кп після різних видів термічної обробки, х 500

У зв'язку з перерахованими недоліками холоднокатаної сталі 08 кп для виготовлення з неї труб доцільно проводити термічну обробку після деформації – відпал рекристалізації, яку проводили при температурах 650 і 700 °С.

При температурі 650 °С має місце початкова стадія рекристалізації – утворення центрів кристалізації і зростання нових рівноважних зерен з неспотвореною кристалічною решіткою.

Відпал при температурі 700 °С сприяє повній рекристалізації, в наслідок чого метал набуває рівномірну дрібнозернисту будову з рівновісними зернами 10-11 балів. Матеріал подібної структури володіє високими пластичними властивостями у поєднанні з достатньою міцністю, стало бути доцільним для виготовлення з нього трубопроводів.

На підставі зроблених спостережень встановимо, що оптимальною температурою відпалу холоднодеформованої сталі 08 кп з температурою 700 °С.

Вплив термічної обробки на структуру сталі 09Г2С.

Для сталі 09Г2С (рис.2) після холодного вальцювання яскраво виражена характерна для наклепаного металу строчно, вона утворена витягнутими в напрямку прокатки феритними зернами різного розміру, серед яких рівномірно розподілені полоsoобразні острівці перліту, також орієнтовані по напрямку прокатки.

Проведення відпалу при температурі 650°С сприяє часткової рекристалізації, в структурі присутні близько 50% рекристалізованих дрібних зерен, які сусідять з витягнутими деформованими зернами.

Відпал при температурі 700°С сприяє повній рекристалізації, в результаті чого метал набуває рівномірну дрібнозернисту будову з рівновісними зернами 11-13 бали. Матеріал подібної структури володіє високими пластичними властивостями у поєднанні з достатньою міцністю, що полегшує його подальшу обробку і робить доцільним застосування для виготовлення трубопроводів.

39					131.2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

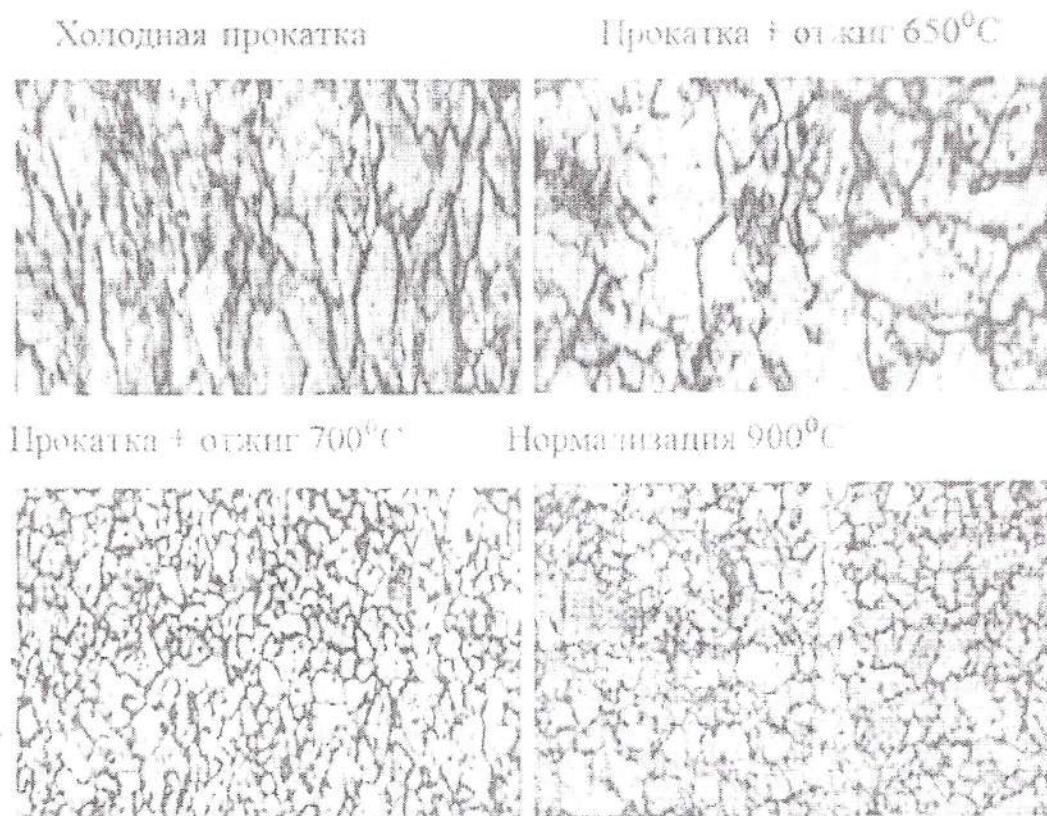


Рис. 2 Мікроструктури сталі 09Г2С після різних видів термічної обробки, х 500

Після нормалізації з прокатного нагріву сталь 09Г2С має досить дрібне рівно вісній феритного зерна (10-12 балів). У структурі нормалізованої сталі 09Г2С проявляється перлітна полосчатість, властива кремнієво - маргацевим сталям після контрольованого вальцювання..

Укладаємо, що оптимальним способом термічної обробки сталі 09Г2С для виробництва штрипса, що забезпечує високі споживчі властивості готових труб, є холодне вальцювання при деформації 50% з подальшим відпалом при температурі 700°C .

40				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

131.2127ст. 07. 02. 05. ДП

Арк.

40

Вплив термічної обробки на структуру сталі 10ХСНД.

Структура сталі 10ХСНД (рис. 3) після холодного вальцювання також має виражену строчно. Однак порівняно зі сталлю 09Г2С вона має більш дрібне зерно і рівномірний розподіл перліту феритної матриці.

Проведення відпалу від температури 650°C сприяє частковій рекристалізації, тоді як при температурі 700°C – текстура деформації повністю вироджується в дрібнодисперсну суміш феритних зерен 11-12 балів з невеликими вкрапленнями перліту.

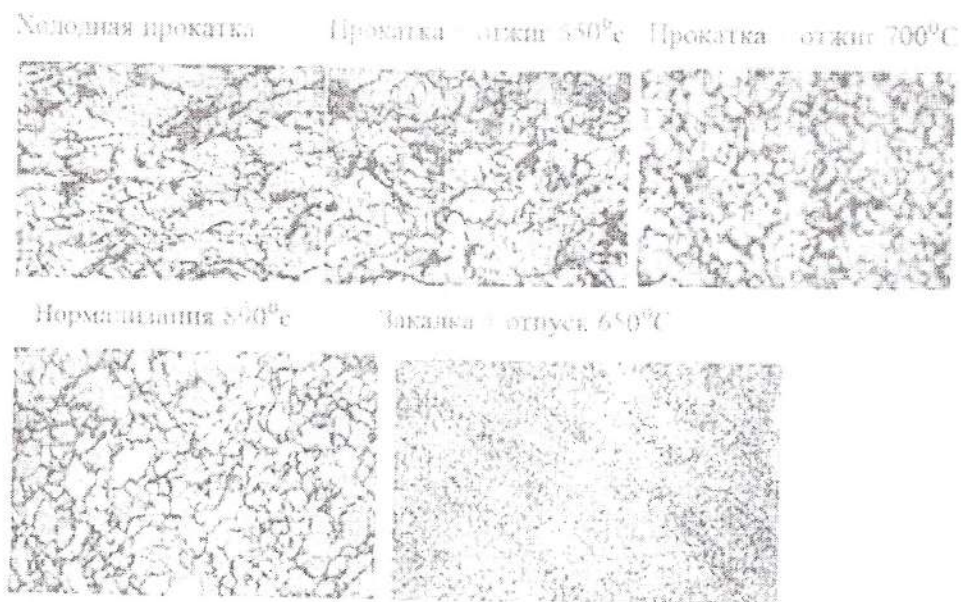


Рис. 3 Мікроструктури сталі 10ХСНД після різних видів термічної обробки, х500

Нормалізація цієї сталі після гарячого вальцювання сприяє формуванню неоднорідної структури з зернами від 8 до 12 балів. Проведення гарту з наступним відпуском формує тонкодисперсну сорбітообразну структуру. У такому стані дана сталь буде володіти оптимальним поєднанням міцності і в'язкопластичними властивостями.

Проведення термічної обробки сприятливо позначається на структурному стані досліджувальних сталей, а отже і на їх властивостях.

41					131. 2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Результати дюрOMETричного контролю.

Представлений на рис. 4 результати вимірів твердості свідчать про те, що після холодного вальцювання сталі мають високі значення твердості, що відображає накопичені в ході деформації структурні пошкодження у формі дроблення і витягування зерен.

Проведення відпалу холодно контактної сталі призводить до зниження її твердості: вуглецевої сталі марки 08 кп в 1,5 рази; легованих сталей 09Г2С і 10ХСНД в 1,4 рази.

Сталі у нормалізованому після гарячої прокатки стані мають твердість більш високу ніж після відпустки, але меншою ніж в холодно-контактному стані.

У випадку сталь 08 кп – твердість після нормалізації на 15% вище ніж при відпалі, і на 30% нижче ніж після холодної прокатки.

Для виготовлення сталей 09Г2С і 10ХСНД твердість після нормалізації на 20% вище, ніж при відпалі, і на 20% нижча ніж після холодної прокатки.

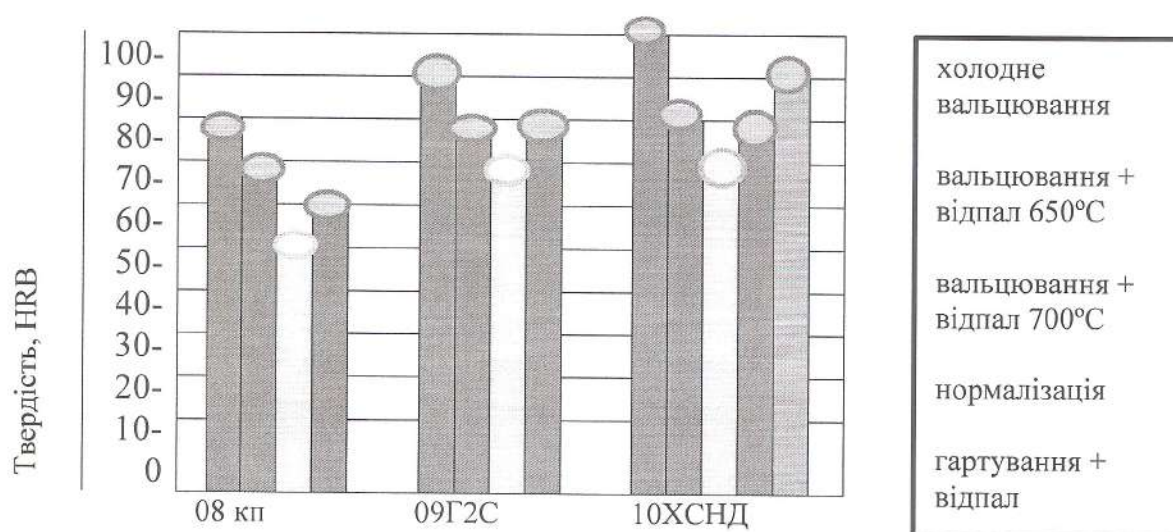


Рис. 4 Зміна твердості деформованих сталей при термообробці

Результати механічних випробувань зразків зі сталі 08 кп.

Наочно аналіз результатів випробувань на розтяг зразків сталі 08 кп під впливом термічної обробки представлені на рис.5 а, б.

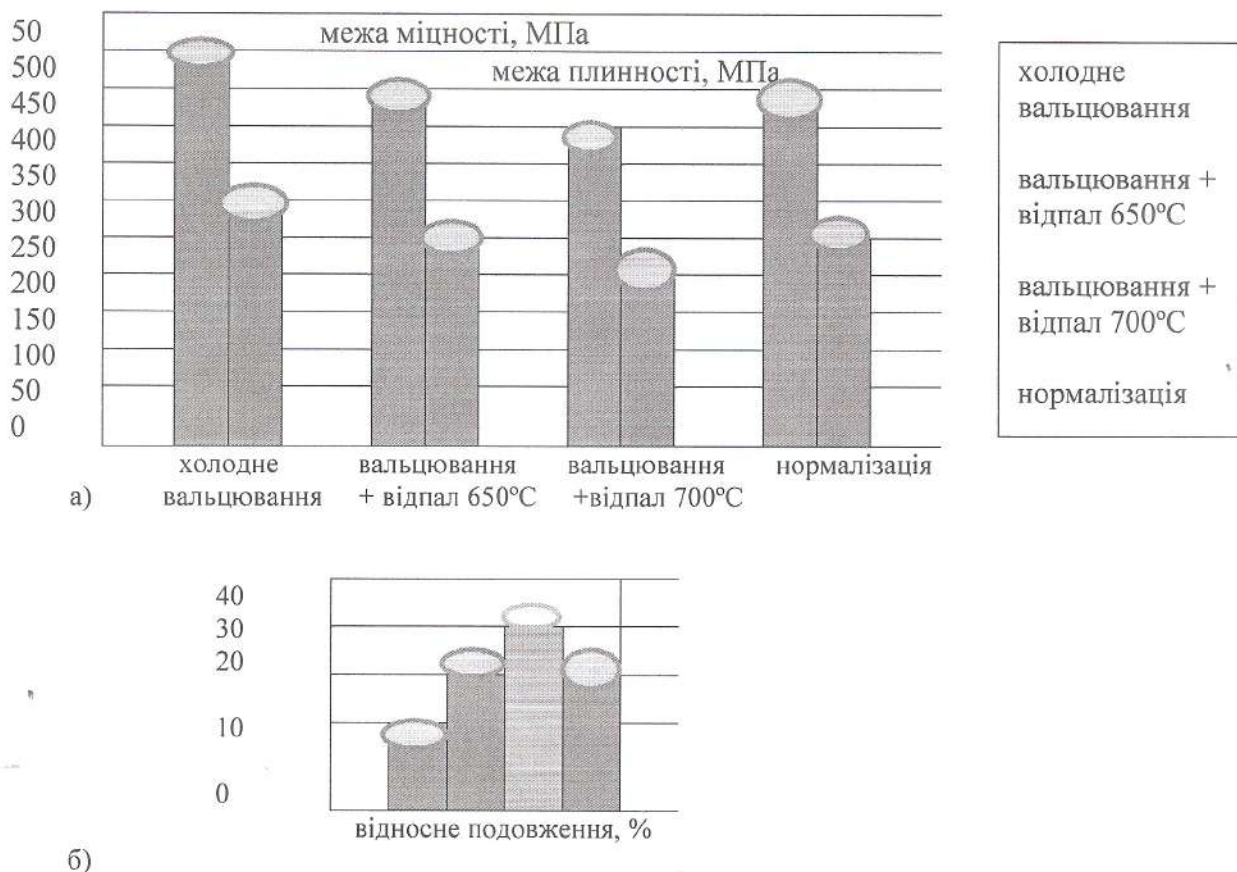


Рис. 5 Вплив термічної обробки на механічні властивості сталі 08 кп:

а) міцність, б) пластичність

Встановлено, що після холодної прокатки сталь 08 кп має підвищену міцність і вкрай низьку пластичність. Відпал прокату сприяє зниженню міцності приблизно на 25%, однак при цьому майже в 6 разів зростає пластичність (відносне подовження).

У нормалізованому стані сталь 08 кп має властивості міцності вище на 10% ніж у відпаленому стані, і на 20% нижче ніж після холодної прокатки.

Пластичність нормалізованої сталі 08 кп на 30% нижче ніж відпалений, і в 4,4 рази вище ніж при холоднокатаній.

Вплив термообробки на питому роботу руйнування представлені на рис. 5, в.

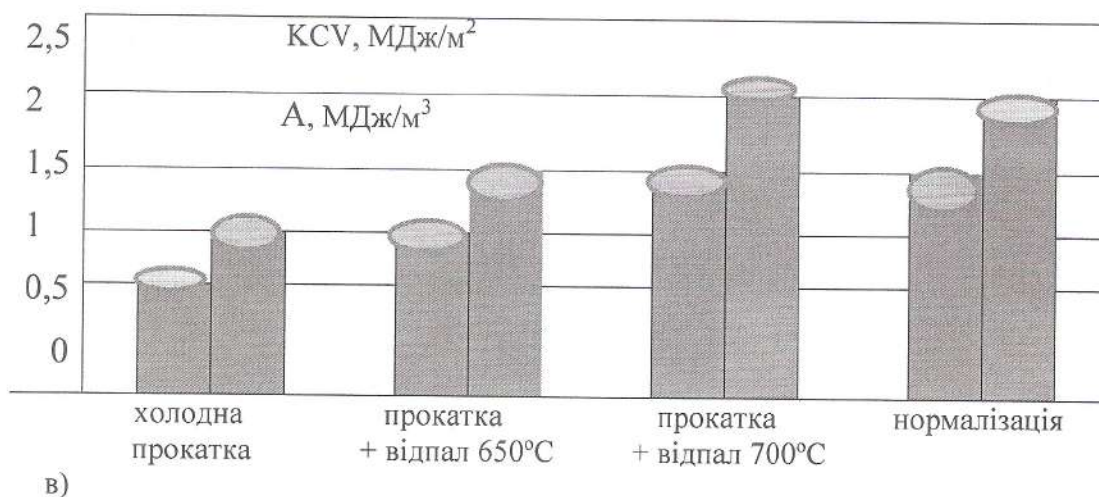


Рис.5 Вплив термічної обробки на механічні властивості – в) питома робота руйнування

За результатами випробувань на розтяг і ударний вигин укладаємо, що в холоднокатаному стані сталь має низьку питому роботу руйнування, що знижує її опірність нестабільного крихкого руйнування. Відпал сталі підвищує її величину в середньому в 2,6 рази, нормалізація – приблизно в 2 рази.

Результати механічних випробувань зразків зі сталі 09Г2С.

На рисунку 6 а), б) представлені результати випробувань на розтяг зразків сталі 09Г2С під впливом термічної обробки.

Вплив термічної обробки на енергетичні характеристики сталі 09Г2С представлені на рис.6, в).

За результатами механічних випробувань встановлено, що властивості сталі 09Г2С залежно від режимів термічної обробки змінюється подібно властивостям сталі 08 кп. Так після холодної прокатки сталь 09Г2С має підвищену міцність і вкрай низьку пластичність. Відпал прокату сприяє зниженню міцності приблизно 20%, однак при цьому майже в 6 разів зростає пластичність (відносне подовження). Сталь 09Г2С в нормалізованому стані має властивості міцності на 10% вище ніж у відпаленого і на 20% нижче ніж у холоднокатаної.

На підставі результатів випробувань на розтяг і на ударний вигин сталі 09Г2С представлені на рис.6 укладаємо, що після холодної прокатки сталь володіє низькою питомою роботою руйнування. Відпал сприяє підвищенню цієї величини майже в 3 рази, нормалізація – приблизно в 2,5 рази.

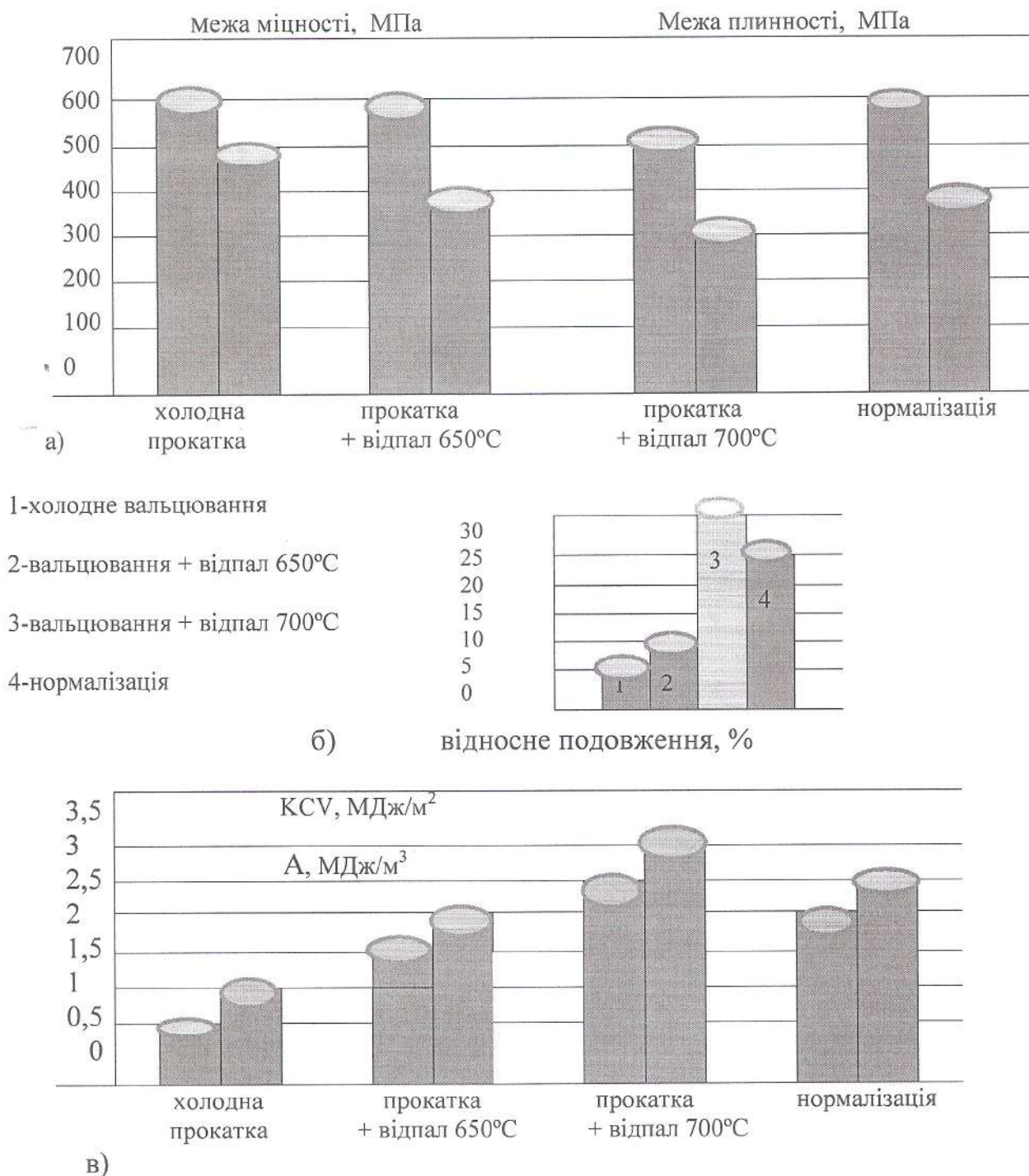
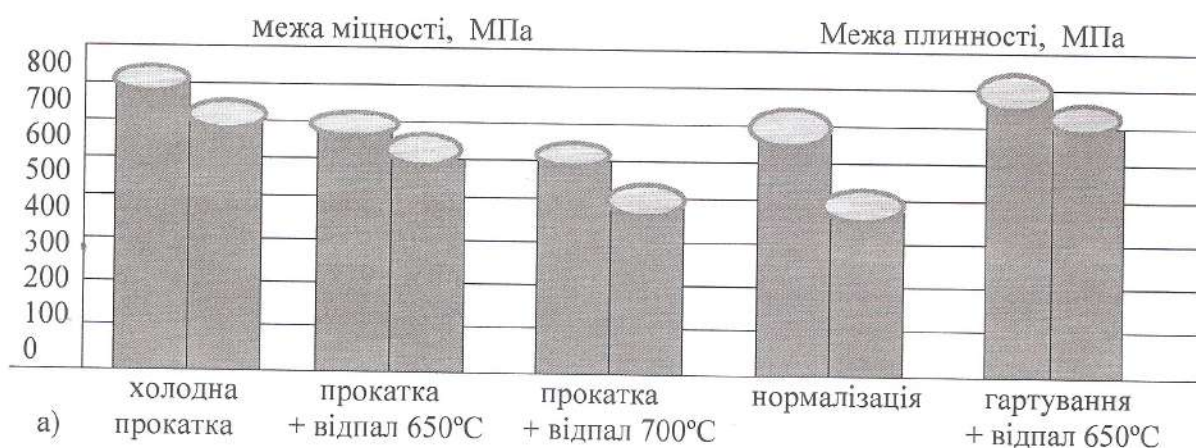


Рис.6 Вплив термічної обробки на механічні властивості сталі 09Г2С: а) міцність, б) пластичність, в) питома робота руйнування.

Узагальнюючи зроблені спостереження, укладаємо, що оптимальними властивостями для виготовлення технологічних трубопроводів є холоднокатана сталь 09Г2С, відпалений при температурі 700°C.

Результати механічних випробувань зразків зі сталі 10ХСНД.

Вплив термічної обробки на міцність і пластичність сталі 10ХСНД представлено на рис.7 ,а), б).



Результати механічних випробувань сталі 10ХСНД при відпалі і нормалізації свідчать про зміну властивостей цієї сталі подібно властивостям вищерозглянутих сталей.

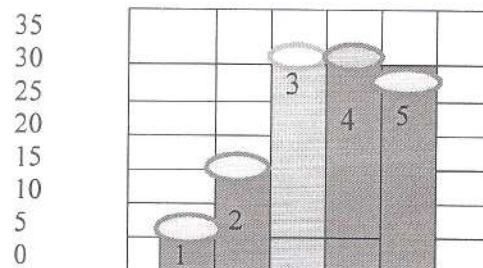
Відпал прокату сприяє зниженню міцності властивостей в 1,4 рази, пластичні властивості при цьому збільшуються в 5 разів. У нормалізованому стані показники міцності і пластичності сталі 10ХСНД близькі до показників у відпаленому стані.

Проведення операції термічного поліпшення забезпечує міцність на рівні холоднокатаної сталі при пластичності близької до відпаленої сталі.

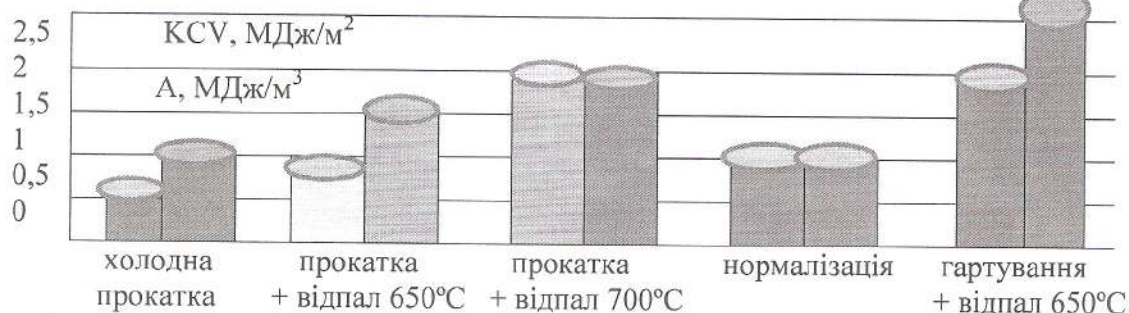
Вплив термічної обробки сталі 10ХСНД на її пластичні властивості представлені на рис.7, б).

Показано, що всі види термічної обробки значно збільшують рівень відносного подовження сталі практично в 4 рази.

- 1-холодне вальцювання
- 2-вальцювання + відпал 650°C
- 3-вальцювання + відпал 700°C
- 4-нормалізація
- 5- гартування + відпал 650°C



б) відносне подовження, %



в)

Рис.7 Вплив термічної обробки на механічні властивості сталі 10ХСНД: а) міцність, б) пластичність, в) питома робота руйнування.

Вплив термообробки на питому роботу руйнування сталі 10ХСНД показані на рис.7, в).

Питома робота руйнування термообробки перевищує аналогічну величину для холоднокатаної сталі в 5,7 рази, для нормалізованої в 1,6 рази, для відпаленої в 1,5 рази.

Аналіз вимірювання напруженості магнітного поля, розмагніченість досліджуваних сталей.

Найбільш доцільним з точки зору підвищення працездатності і надійності технологічних трубопроводів способом термічної обробки є гартування з наступним відпуском.

Наявність залишкових напружень негативно позначається на надійності матеріалу технологічних трубопроводів. Напружений метал, володіючи підвищенням запасом внутрішньої енергії, знижує величину роботи руйнування і підвищує небезпеку нестабільного (крихкого) руйнування.

Для оцінки впливу термічної обробки на рівень залишкових напружень в досліджуваних сталях використовують магнітну діагностику напружено-деформованого стану. В її основу покладено вимір напруженості магнітного поля, розмагніченість (коерцитивної сталі), і зіставлення її величини з граничними значеннями.

Результати замірів напруженості магнітного поля, розмагніченість в зразках після холодної прокатки, відпалу, нормалізації і поліпшення представлені на рис.8.

Аналіз отриманих результатів виявив високий рівень залишкових напружень у всіх досліджуваних сталях після холодної прокатки.

Проведення відпалу сприяє мінімізації напруг.

При нормалізації досліджуваних сталей також має місце виникнення напружень, але величина їх нижче ніж після холодної прокатки.

Термічне поліпшення сталі 10ХСНД сприяє виникненню незначних за величиною напружень.

Виявлено діяльність застосування для виготовлення технологічних трубопроводів сталей 08 кп і 09Г2С в відпаленому стані, через практичну відсутність залишкових напруг.

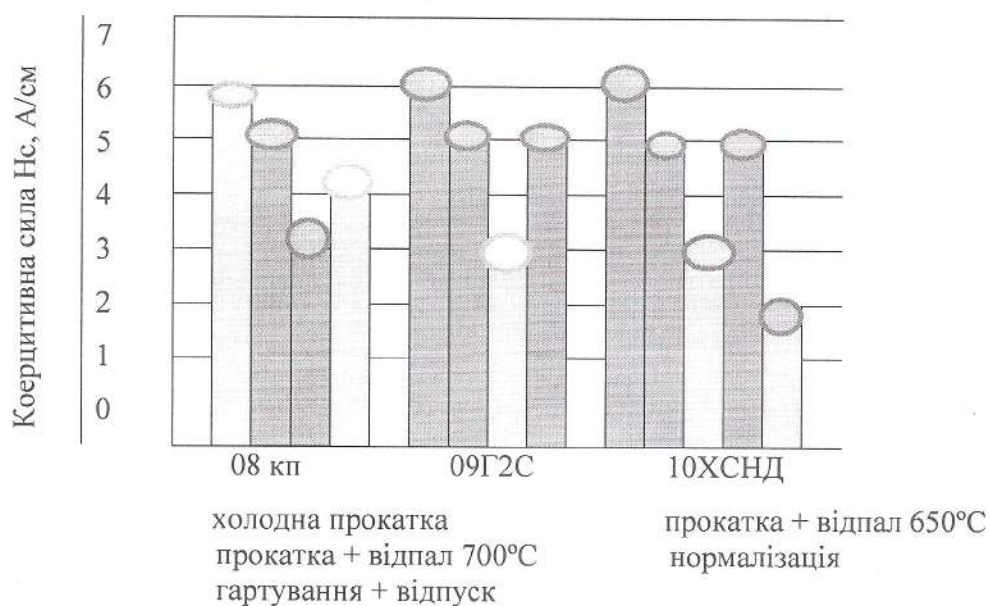


Рис. 8 Вплив термічної обробки на магнітні властивості сталей: 08 кп, 09Г2С, 10ХСНД.

З метою зниження рівня залишкових напружень у матеріалі сталевих труб зі сталі 10ХСНД рекомендується застосувати поліпшення.

Висновок.

Резюмуючи вище виявлене, були зроблені деякі узагальнення:

1. У холоднодеформованому стані досліджувані сталі мають підвищену міцність у поєднанні з низькою пластичністю і питомою роботою руйнування, для них характерна наявність досить високих напруг, що робить їх малопридатними для виготовлення технологічних трубопроводів.

2. При нормалізації з прокатного нагріву досліджувані сталі мають достатню міцність і пластичність, однак для них характерна наявність перлітної смужчатості, властивої гарячекатаної сталі, легованим кремнієм і марганцем.

3. Оптимальний комплекс властивостей сталей 08 кп і 09Г2С формується при холодній деформації з наступним відпалом при температурі 700° С, при підвищених характеристиках міцності, в цьому стані вони володіють високими в'язкопластичними властивостями.

4. Проведення операцій термічного поліпшення сталі 10ХСНД забезпечує міцність на рівні холоднокатаної сталі при пластичності близької до відпаленої сталі.

2.5 Розрахунок зварювальних деформацій після зварювання.

Знаходимо коефіцієнт проплавлення:

$$\Psi_0 = 0,2 + 0,003I/d$$

$$\Psi_0 = 0,2 + 0,003 \cdot 480 / 5 = 3,08$$

Знаходимо відносний об'єм прокольного вкорочення:

$$V = -0,335 \frac{\alpha}{c_p} q_n$$

$$V = -0,335 \cdot 3/4,24 \cdot 25043 = -0,6 \text{ см}$$

Знаходимо зону пружнопластичних деформацій:

$$F_T = - \frac{\nu}{\varepsilon_T} = - \frac{\nu E}{\delta_T}$$

49					131. 2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$F_T = - \frac{0,5935 * 2 * 10^2}{240} = 49,5 \text{ см}^2,$$

згідно з ГОСТом для сталі 10ХСНД:

$$E = 2 * 10^5 \text{ МПа}, P = 1, \delta_T = 240 \text{ МПа}.$$

Розраховуємо поперечне вкорочення:

Спочатку знаходимо погонну енергію зварювання через значення струму, напруги, швидкості зварювання, ефективного ККД нагріву. За попередніми розрахунками режимів зварювання маємо:

$$I_{зв} = (80 - 100) * H = 80 * 6 = 480 \text{ А}$$

$$U_d = 40 \text{ В}$$

$$V_{зв} = 920 - 30) * 0,010 / I_{зв} = 25 \text{ м/год}$$

Ефективний ККД процесу нагріву $\eta = 0,9$

$$q_n = 480 * 40 * 0,9 / 0,69 = 25043 \text{ Дж/см}$$

для розрахунку поперечного вкорочення приймаємо:

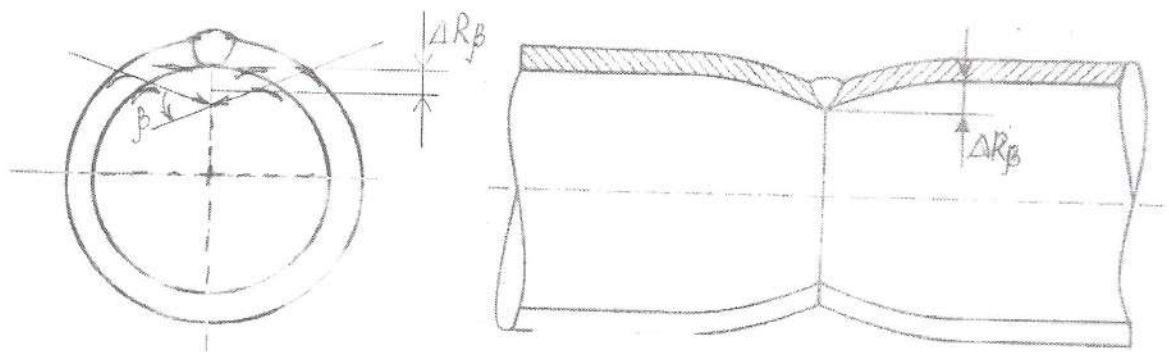
$k_s = 1$ – коефіцієнт товщини металу, $k_{ж} = 1$ – коефіцієнт жорсткості.

Опираючись на це розраховуємо погонний об'єм поперечного вкорочення:

$$W = - \frac{\lambda}{c_p} * q_n$$

$$W = 3,0 * 10^6 * 25043 = 0,08 \text{ см}^2$$

Розрахунок зміни радіуса за рахунок спотворення форми після зварювання:



Подовжені з'єднання в товстостінних оболонках спричиняють створення круглого перерізу за рахунок кутових деформацій. Величина зміни початкового радіуса R_n може бути розрахована в будь-якій точці. Максимальне зменшення радіусу буде на осі шва і складає

$$\Delta R_1 = \frac{\beta R_n}{\pi}, \text{ де}$$

β – кут зламу поверхні, який визначається як при нагріві плоских листів.

Знак кута зламу β приймається позитивним при зварюванні шва зовні, і негативним при зварюванні з середини оболонки. Регулюються ці деформації зменшенням або зміною напрямку кутового зламу, а також при необхідності компенсуються відповідним припуском на механічну обробку.

$\beta = 0,03$ – кут зламу поверхні знаходимо опираючись на графік визначення кутових деформацій при зварюванні, де $R = 920$ мм.

$$\Delta R_1 = \frac{0,03 \cdot 920}{3,14} = 8,8 \text{ мм}$$

Наступним кроком розраховуємо зменшення радіусу за рахунок зламу

$$\Delta R_2 = \Delta R_p + \Delta R_\beta$$

$$\Delta R_2 = 0,64 \cdot \frac{0,6}{40} \frac{\sqrt{1840}}{40} + 0,2 \cdot 0,03 \cdot \sqrt{1840} \cdot 40 = 5,35 \text{ мм}$$

Згідно з ГОСТами на допустимі деформації для вала гідротурбіни маємо:

- погонний об'єм поперечного вкорочення:

$$W \leq 0,1 \text{ см}^2;$$

- відносний об'єм прокольного вкорочення:

$$V \leq 1 \text{ см}^2;$$

- кутові деформації при зварюванні:

$$\Delta R_1 \leq 1 \text{ см};$$

- зменшення радіуса за рахунок злому:

$$\Delta R_2 \leq 1 \text{ см}.$$

Отже після розрахунку зменшення радіуса за рахунок зламу, кутових деформацій, поперечного вкорочення та зони упругопластичних деформацій

51					131.2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

після зварювання, порівнюючи їх з допустимим по ГОСТу деформаціями, я побачив, що отримані деформації є допустимими.

Висновок:

У другому розділі дипломного проектування я розрахував режими зварювання, термічний цикл, а також очікуванні деформації після зварювання. Із цього я зробив висновок, що розраховані мною деформації є допустимими при автоматичному зварюванні під шаром флюсу. Це свідчить, що вибрані режими зварювання вала гідротурбіни зі сталі 10ХСНД можна використовуватись для даних видів робіт.

52					131.2127ст. 07. 02. 05. ДП	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					131. 2127ст. 07. 03. 05. ДП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Гришаєв			ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС СКЛАДАННЯ ТА ЗВАРЮВАННЯ ВАЛА ГІДРОТУРБИНИ	Літ.	Арк.	Аркушів
							53	
Керівник		Костін				НУК		

3 Розділ

3.1 Технологічний процес складання та зварювання вала гідротурбіни

За формами організації робіт зборка може бути стаціонарною або рухомою. При стаціонарній збірці виріб знаходиться протягом всього процесу на одному нерухомому робочому місці, до якого подаються всі складальні одиниці і деталі.

Виконання процесу складання при цьому може здійснюватись різними методами:

- 1) Виріб збирається повністю на одному складальному робочому місці від початку до кінця. Недоліками цього методу є тривалий цикл і висока вартість збірки. Метод застосовується в одиничному виробництві, і якщо є можливість за умовами виробництва, слід відмовитися від нього і переходити на більш досконалі методи.
- 2) Виріб збирається з деталей і складальних одиниць, попередньо зібраних на інших робочих місцях іншими робітниками. Цикл загальної збірки виробу при цьому скорочуються, можлива спеціалізація робочої сили. Величезна різноманітність типів зварних конструкцій, що випускаються промисловими підприємствами країни, викликало необхідність розробити «Технологічну класифікацію зварних конструкцій в машинобудуванні». Цей документ дозволив типізувати технологічні процеси виготовлення, приймання, випробування і монтаж, підрозділити за технологічним та іншими можливостями зварювального обладнання, установки, оснастку, що дозволяє розробити типові проекти складально-зварювальних цехів і ділянок з типовими технологічними процесами. Основними параметрами, які об'єднують групи зварних конструкцій, є : конструктивна форма виробу, тип заготовок, товщина, маса і марка металів, характер сполучення зварювальних елементів, класифікація швів, тип зварного з'єднання, габарити виробу. Залежно від кількості загальних параметрів всі машинобудівні конструкції поділяють на види, типи, підкласи, групи і підгрупи.

					131. 2127ст. 07. 03. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

У підгрупі зварні конструкції мають максимальну кількість загальних параметрів. Принципова і робоча технологія (технологічна карта) розробляється на основі відповідних ГОСТів, технічних умов, правил держнаглядохоронпраці, морського і річкового реєстру, спеціальних технічних умов, а також на основі галузевих і заводських стандартів і додаткових технічних умов, зафіксованих на кресленнях. У загальних технічних умовах містяться вимоги: до матеріалів і заготівель із зазначенням методів їх приймання і перевірки; до виготовлення деталей конструкції із зазначенням способів заготовчих операцій; до складальних операцій із зазначенням допусків на розміри і форми; до зварювальних операцій із зазначенням способів зварювання, зварювальних матеріалів, класифікації зварників; до методів і обсягу випробувань (контролю) деталей, вузлів, виробу в цілому із зазначенням усунення дефектів, місць таврування (те ж у відношенні якості швів зварних з'єднань); до термічної обробки деталей, вузлів і всього виробу в цілому; до приймання готових виробів, забарвленням, маркуванням та упаковки, в разі необхідності зазначають способи консервації та розконсервації виробу; до технічної документації на готовий виріб. Галузеві і заводські стандарти містять в основному ті ж вимоги, але стосовно до більш конкретних виробів.

Значення технологічного процесу.

Якість проекту технологічного процесу виготовлення зварних конструкцій в основному визначає їх техніко-економічні показники, такі як надійність та економічність у виготовленні і експлуатації. У проекті технології виготовлення комплексно розробляють операції заготівлі, зберігання, зварювання та контролю якості готового виробу. Раціонально розроблений проект технології повинен забезпечити виготовлення виробу при мінімальній трудомісткості операцій, мінімальній втраті зварних матеріалів, електропостачання, високу якість зварних з'єднань при найменш залишкових деформаціях конструкції, і при повному

					131.2127ст. 07. 03. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

дотриманні заходів безпеки. Найбільш прогресивний спосіб проектування – одночасна розробка конструкції і технології виробництва.

Принципова технологія виробництва передбачає: послідовність технологічних операцій, розбивку конструкції на окремі технологічні вузли або елементи, ескізне опрацювання спеціальних пристроїв і оснащення, розрахунки режимів зварювання, основних зварювальних операцій, розрахунки очікувальних зварювальних деформацій, порівнянню техніко-економічну оцінку розроблених варіантів технології. Після остаточного затвердження технічного проекту і прийнятого варіанта технології виконують робоче проектування конструкції та складання робочої технології.

Робоча технологія включає: вибір схеми технологічного процесу і визначається характером чи типом виробництва.

Розрізняють три типи виробництва: індивідуальне, серійне і масове. Індивідуальне виробництво передбачає виготовлення різноманітних за призначенням, формою і розмірами конструкцій. Партія однотипних конструкцій при індивідуальному виробництві складається з однієї або декількох одиниць. Особливістю індивідуального виробництва є відсутність спеціалізації робочих місць. Перехід на випуск інших конструкцій вимагає іноді переоснащення робочого місця. Застосування спеціалізованих пристосувань в індивідуальному виробництві економічно не виправдовується. Тому робочі місця оснащують універсальними пристосуваннями, які можуть бути використані при виготовленні різних конструкцій. При виготовленні виробів великими партіями виробництво є серійним. Робочі місця при серійному виробництві оснащують спеціалізованими пристроями, застосування яких дозволяє збільшити продуктивність праці і підвищити якість продукції. У серійному виробництві заготовки зазвичай виготовляють більш точно, тому обсяг пригонювальних робіт мінімальний. При масовому виробництві робочі місця також строго спеціалізовані і оснащені спеціалізованим обладнанням і швидкодіючими пристосуваннями. Пригонювальні операції при масовому виробництві відсутні, так як деталі виготовляють з

					131.2127ст. 07. 03. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

жорсткими допусками. При масовому виробництві застосовують механізовані поточкові лінії складання і зварювання, а також автоматичні лінії.

Технологічна карта – основний виробничий документ, в якому наведені всі дані по заготівлі, збиранню і зварюванні виробу. Виконання положень, зафіксованих в затвердженій технологічній карті, строго обов'язково. При складанні технологічної карти технолог повинен дотримуватися схеми затвердженої принципової технології. Складена карта повинна бути зрозумілою без пояснювальної записки. Технологічні карти складають на заготівлю і зварювання. У більшості випадків технологію складання і зварювання проводять в одній карті, в порядку черговості операцій.

Заготівля деталей.

До заготівельних операцій відносять: правку листового і профільного прокату, розмітку і намітку, розкрій прокату, обробку країв і торців, для гнучких і вальцювальних робіт. Правку листової і універсальної сталі проводять в холодному стані на лістопразильних вальцях. При цьому усувають загальні та місцеві нерівності, хвилястість кромки, шаблевидні та інші дефекти.

Згідно теми мого дипломного проектування можна виділити такі стадії виготовлення вала гідротурбіни:

- Конструкція вала гідравлічних турбін проста, це масивна труба з двома фланцями. Заготовки обичайок зазвичай отримують ковкою, заготовки фланців – куванням або іноді у вигляді сталевих виливків. Можливий і інший варіант – виготовлення циліндричної частини з двох корит, зігнутих в гарячому стані під пресом і зварених автоматичним зварюванням під флюсом на залишеній підкладці. Кільцеві шви виконують автоматичним зварюванням з формуванням зворотного оберту внутрішнім повзуном.

Вал гідротурбіни складається з труби і фланця. Виготовлення цильнокованих валів великої ваги являє собою складну і трудомістку роботу. Чим більше діаметр

					131.2127ст. 07. 03. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

фланця в порівнянні з діаметром труби, тим складніше відкувати такий вал. Виготовлення валів у звареному варіанті дозволяє значно зменшити трудомісткість і вартість їх виготовлення.

Формування шва з внутрішньої сторони труби валу здійснювалося мідним повзуном, який утримувався і притискався до зварювальних кромок за допомогою спеціальної штанги. Техніка автоматичного зварювання кільцевих стиків значно складніше техніки зварювання прямих швів. Головна важкість полягає у здійсненні замикання початку і кінця кільцевого шва. Загальна довжина валу 7770 мм. Товщина стінки 40 мм. Вал виготовляється зі сталі 10ХСНД.

Автоматичне зварювання валу виконувалося на установці обладнаній апаратом Л-401. У комплект установки входять обертач і ролюкоопори, на які укладається вал. Зварювальна установка обладнана самостійно системою водяного охолодження повзунів, незалежно від наявності води в цеховій магістралі 21х25, зігнутої по шаблону і встановлених в зазор між зварюваними крайками. Зварювання починається при зближених електродах, а потім при виході шлакової ванни на погонну частину кільцевого шва – розсунутими електродами. Раз двійка електродів проводиться поступово, у міру заповнення металом початкової кишені. Погонна частина кільцевого шва до моменту початку замикання зварюється так само, як і звичайний прямолінійний шов при постійному положенні електродів. При цьому дзеркало металевої ванни знаходиться на рівні горизонтального діаметру валу. За час зварювання погонної частини шва за допомогою кисневого різання вирізають початок шва за шаблоном так, як показано нижче. Замикання кільцевого стику проводиться на 20-30° вище горизонтального діаметра і виконується в три етапи. Спочатку апарат разом з повзуном за рахунок пересування по рейці піднімається вгору так, щоб повзун зайняв місце вище горизонтального діаметра на 25-30°. При цьому металева ванна спочатку подовжується, а потім при подальшому підйомі апарату коротшає. При зміні довжини металевої ванни спочатку доводиться розсовувати електроди і збільшувати їх амплітуду поперечного переміщення, а потім змінювати ці

					131.2127ст. 07. 03. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

величини у зворотному напрямку. Третій етап замикання шва полягає в тому, що підйом апарату припиняється і знову починається обертання валу. Остання ділянка шва зварюється одним електродом. Другий електрод виводиться за межі зварювальної ванни. Для попередження різкого зменшення ширини провару, пов'язаного зі зниженням теплової потужності ванни через виведення другого електрода, напруга зварювання збільшується в 4-6 разів. Електрошлакове зварювання кільцевого стику валу гідротурбіни виконується при наступному режимі.

Момент автоматичного зварювання валу.

Для зменшення небезпеки утворення гарячих тріщин при замиканні стику зменшують швидкість подачі, а отже і величину струму з 20 до 10 м/год. Зміна швидкості подачі здійснюється плавно, при автоматичному зварюванні валу застосовуються флюс марки АН-8 і електродний дріт марки Св-08ГА. Розроблена технологія зварювання кільцевих швів на сталі марки 10ХСНД забезпечує отримання механічних властивостей металу шва, повністю задовольняють вимогам. Перевірка якості зварювання валу гідротурбіни проводиться зовнішнім оглядом, гамаграфування або за допомогою ультразвуку. Ділянки шва з дефектами вирізаються кисневою різкою або видаляються за допомогою пневматичного зубила, а за тим заварюються вручну, відкритою дугою. Автоматичне зварювання кільцевих швів може виконуватися не тільки за допомогою двох формуючих повзунів, про що було сказано вище, але також на що залишається сталевий або мідний охолоджувальний прокладці. Техніка зварювання залишається на металевій підкладці мало чим відрізняється від техніки зварювання із застосуванням двох повзунів. Зварювання на мідній – охолоджується і має свої особливості. Цей спосіб часто застосовують при зварюванні кільцевих швів циліндрів, що мають порівняно невелику товщину стінки (40-125 мм). Зварювання починається в мідної охолоджувальної кишені, обмеженій з боку зазору мідним клином.

					131.2127ст. 07. 03. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Процес зварювання, за винятком моменту замикання стику, проводиться так само, як і при зварюванні двома повзунами. Перед замиканням стику мідний клин віддаляється і замикання проводиться при розташуванні зварювальної ванни вище горизонтального діаметра під кутом 30° . Для того, щоб усадочну раковину в кратері шва вивести за межі виробу, на повзун встановлюється мідний кокіль. Метал, наплавлений на початку зварювання і при закінченні зварювання в мідні збирали, після зварювання зрізується кисневою різкою.

					131.2127ст. 07. 03. 05. ДП	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Студент		Гришаєв			ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
							61	
Керівник		Костін				НУК		

4 РОЗДІЛ

4.1 Техніка безпеки при виконанні електрозварювальних робіт.

При провадженні електрозварювальних робіт на зварника діють промені зварної дуги, на очі і частини тіла можуть попасти бризки розплавленого металу й шлаку, загрожує небезпека враження електрострумом. Безпека зварювальних робіт цілком залежить від рівня професійної майстерності, знань і уміння виконання їх зварником. До виконання електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18-літнього віку, які пройшли медичний огляд, навчені за програмою теоретичної і практичної підготовки, склали іспит кваліфікаційній комісії і мають посвідчення установленого зразка з вкладником талону пожежної безпеки та яким присвоєна II групи з техніки безпеки. Осіб жіночої статі можна допускати до виконання ручного електродугового зварювання тільки на відкритих майданчиках (не в приміщенні). Кожен електрозварник може бути допущений до роботи тільки після проходження ним ввідного (загального) інструктажу з техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежобезпеки, інструктажу на робочому місці, який слід проводити при кожному переході на іншу роботу або при зміні умов праці. Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на три місяці. Проведення інструктажу реєструється у спеціальному журналі. Знання зварниками правил техніки безпеки перевіряються щорічно.

Експлуатація електрозварювальних установок.

Електрозварювальна установка (трансформатор, агрегат, перетворювач) повинні мати паспорт, інструкцію по експлуатації та інвентарний номер. Джерела зварного току можуть бути спеціально призначені для електрозварювальних робіт трансформатори, генератори і випрямлячі. В електричну мережу їх включають тільки за допомогою пускових пристроїв. Здійснювати живлення зварною дугою від силової або освітлювальної електромережі забороняється. Вмикати в електромережу і вимикати від неї електрозварювальні установки, а також

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк. 62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ремонтувати їх повинні тільки електромонтери. Зварникам виконувати ці роботи забороняється. При одночасному використанні кількох трансформаторів їх встановлюють не ближче, як 0,35 м один від одного. Відстань між ними і ацетиленовими генераторами повинна бути не менше 3 м. електрозварювальні трансформатори слід перевіряти не рідше одного разу на місяць. Оглядають і чистять установки пускової апаратури не рідше як один раз на місяць. Ізоляцію струмоведучих частин зварного ланцюга перевіряють не рідше як один раз на три місяці (при автоматичному зварюванні під шаром флюсу – один раз на місяць). При цьому витримується напруга 2 кВт протягом 5 хвилин. Результати перевірки реєструються в журналі. Електродотримач повинен бути легким, зручним у роботі, забезпечувати надійний затиск і швидко зміну електродів, просто і надійно з'єднуватись зі зварювальним проводом. А також мати піддашок, який захищає руку зварника. Користуватися саморобними електродотримачами забороняється. Держак електродотримача повинен бути з теплоізоляційного діелектричного матеріалу.

Забороняється застосовувати електродотримачі з підведеними проводами в держаку при силі току 600А й більше. Як зворотній провід, який з'єднує зварювальний виріб з джерелом току, можуть бути гнучкі проводи, а також де це можливо, сталі шини будь-якого профілю достатнього перерізу, плити і сама зварювальна конструкція. Використання, як зворотного проводу мережі заземлення металевих будівельних конструкцій, комунікацій і не зварного технологічного обладнання забороняється. Корпус зварювального трансформатора і вторинну обмотку необхідно заземлювати (занулювати). Діаметр заземлюючого гвинта – не менше 8 мм. Виконують електрозварювальні роботи в спеціальному приміщені, вільна площа якого (без обладнання) повинен бути не менше 3 м² для кожного поста, підлога – щільна з вогнестійких матеріалів, стіни пофарбовані світлою матовою фарбою (сірою, голубою, жовтою, стіл – заземлений, стілець – на ніжках з регулятором висоти сидіння, під ногами – килимок. Працюючі на висоті зварник повинен мати пенал для недогарків

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

електродів. Роботу в закритих місткостях слід вести не менше як двома особами, причому один повинен мати кваліфікаційну групу не нижче II і знаходитись зовні зварювальної місткості для контролю за безпечним веденням роботи зварником. Електрозварник, який працює в середині місткості, забезпечується запобіжним поясом з прив'язаною до нього мотузкою, кінець якої повинен тримати особа, що знаходиться за місткістю. Електрозварювальні установки, що працюють, в особливо небезпечних умовах, повинні бути забезпечені пристроями автоматичного включення. Місця проведення робіт при відсутності незаймистого захисного настилу або настилу захищеного незаймистим матеріалом, повинні бути захищені від займистих матеріалів у радіусі не менше 5 м, а від вибухонебезпечних – 10 м. електрозварник повинен бути забезпечений необхідними засобами індивідуального захисту – брезентовим костюмом, черевиками, щитками-масками з світлофільтрами (табл.5).

Таблиця 5. Характеристика світлофільтрів

Сила зварного таку, А	Марка світлофільтрів	Класифікаційний номер	Марка скла
30 – 75	Е = 1	9	ТС - 3
75 - 200	Е = 2	10	ТС – 3
200 - 400	Е = 3	11	ТС – 3
Більше 400	Е = 4	12	ТС - 3

При зварюванні стелі, крім спецодягу, взуття та рукавиць, зварнику слід користуватися шоломом, азбестовими або брезентовими нарукавниками, а при зварюванні кольорових металів і сплавів з вмістом цинку, міді, свинцю – респіратор з хімічним фільтром. З'єднують зварювальні проводи методом гарячого паяння або за допомогою з'єднувальних муфт з ізолюючою оболонкою. Над зварювальними установками, які знаходяться на відкритому повітрі повинні бути навіси, в іншому випадку роботи під час дощу, снігу слід припиняти. Місця електрозварювальних робіт треба огорожувати від дії електричної дуги на оточуючих не менше як з трьох боків. Для видалення шкідливих речовин над робочим місцем зварника влаштовують вентиляційні відсмоктувачі (зонти) на

відстані не більше 0,5-0,8 м від зварної дуги. У майстернях, на будівельних майданчиках, робочих місцях необхідно вивішувати плакати, попереджувальні написи про безпеку опромінення очей і шкіри працюючих. Усі обертові частини зварних агрегатів повинні бути огорожені.

Електрозварювальна установка повинна бути зареєстрована, мати паспорт і інструкцію по експлуатації, знаходитися у головного механіка підприємства. Кожен зварювальний агрегат слід підключити до індивідуального рубильника з запобіжниками або до автомата.

Електрозварювальні установки, що знаходяться над землею або перекриттям на висоті більше 2м обладнуються освітленими робочими майданчиками з настилом, драбинами і поручнями.

При проведенні зварювальних робіт забороняється:

- працювати з несправною апаратурою, свіжопофарбованою конструкцією та виробом до повного висихання фарби, користуватися одягом і рукавицями зі слідами масел, жирів, бензину, газу та інших горючих рідин;
- зберігати в зварних кабінках одяг, горючу рідину та інші легкозаймисті предмети, допускання стикання електричних проводів з балонами зі стиснутими газами;
- зварювати або нагрівати відкритим вогнем апарати і комунікації, заповнені горючими і токсичними речовинами, а також знаходитися під тиском горючих рідин, газів, парів та електричної напруги.

Автоматичне зварювання.

Перед пуском зварювального апарата необхідно перевірити справність пускового пристрою (рубильника, вимикача), ізоляцію, проводів і переконатися в тому, що не виникне само включення. Корпус трансформатора, апаратного ящика, затискача зворотного проводу і сама зварювальна площадка повинні бути надійно заземлені (занулення). Про помічені несправності обладнання треба доповісти

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майстру і без його вказівки не слід приступати до роботи. Не допускаються до роботи на автоматі чи півавтоматі особи, які не мають відношення до електрозварювання. Опиралися або сідати на трансформатор і апаратний ящик автомата забороняється. Не можна торкатися струмоведучих частин трансформатора і апаратного ящика автомата і напівавтомата. Тим, хто працює на автоматах забороняється самотужки усувати несправності – замінювати запобіжники, вкладиші струмовводу. У перервах між подачею електропостачання, при відході зварника від робочого місця (навіть на короткий час), несправностях автомата чи пристроїв, чищенні, змазуванні автомата ті прибиранні робочого місця, автомат обов'язково треба вимикати. При зварюванні на автоматі відкритою дугою для захисту очей слід користуватися екраном з захисним склом, встановленим на автоматі. Якщо при зварюванні світло електричної дуги проходить з-під флюсу, треба підняти головку автомата і збільшити подачу флюсу, стежити за рівнем флюсу в бункері та своєчасно його заповнювати. З флюсом треба поводитися обережно з метою запобігання порізу рук. Перед пуском автомата обов'язково засипають дугу флюсом. Прибирають флюси зі шва в рукавицях флюсовідсмоктувачем або совком зі сталлюю щіткою тільки після того, як потемніє шлакова корка шва. Перевірений шов очищують від шлакової корки зубилом довжиною не менше 150 мм, розбиваючи корку легкими ударами. Забороняється ставати ногами, спиратися колінами і сідати на щойно проварений шов. Зварювати кольорові метали слід пр. наявності місцевої вентиляції. При аналізі технологічного процесу слід передбачити вплив всіх можливих небезпечних і шкідливих факторів, і в разі необхідності передбачити заходи щодо обмеження впливу цих факторів, згідно перерахованим вище і іншим нормативам. З точки зору впливу небезпечних і шкідливих факторів при роботі можна виділити наступне:

- недостатня освітленість робочого місця;
- несприятливі метеорологічні умови;
- вплив шуму;

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- вплив електричного струму внаслідок несправності апаратури;
- нераціональне розташування, устаткування і неправильна організація робочого місця.

Відповідно до цього важливо передбачити такі заходи щодо усунення або зменшення впливу шкідливих факторів виробництва:

- створення необхідного освітлення робочого місця;
- звукоізоляція приміщення на основі розрахунку звукозниження акустичної ізоляції;
- створення надійного заземлення апаратури та періодична перевірка справності апаратури і заземлення;
- створення системи кондиціонування повітря для зменшення впливу нагріву апаратури;
- створення і реалізація наукових обґрунтованих планувальних розміщення обладнання;
- атестація робочих місць та їх організація з урахуванням зручностей працюючого.

Причому створення необхідного освітлення і акустичної ізоляції робочого місця проводиться на основі розрахунків. Всі інші заходи не вимагають точних кількісних розрахунків, а вимагають лише якісних висновків.

Одним з основних питань охорони праці є організація раціонального освітлення виробничих приміщень і робочих місць.

Правильно спроектоване і виконане виробниче освітлення покращує умови здорової роботи, знижує стомлюваність, сприяє підвищенню продуктивності праці, благотворно сприяє на виробниче середовище, надаючи позитивну психологічну атмосферу на працюючого, підвищує безпеку праці і знижує травматизм. В умовах сучасного виробництва важливим чинником поліпшення умов праці в цілому є оптимізація кількісних і якісних характеристик освітлення робочих місць. Особливе значення оптимізація зорової роботи набуває в сучасному виробництві радіотехнічного та електронного профілю у зв'язку з

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

інтенсифікацією праці та тенденцією до мікромініатюризації радіоелектронної апаратури.

Значна частина технологічних процесів у цих виробництвах пов'язана з роботами найвищої точності, і отже характеризується високим ступенем напруженості зорової роботи.

Вирішення питання раціонального освітлення виробничих приміщень та робочих місць покращує умови зорової роботи, послаблює зорове і нервово-стomatичне стомлення, сприяє підвищенню уваги і поліпшенню координаційної діяльності. Гарне освітлення посилює діяльність дихальних органів, сприяючи збільшенню поглинання кисню. Напружена зорова робота внаслідок нераціонального освітлення може з'явитися причиною функціональних порушень в зоровому аналізаторі і привести розладу зору, а в важких випадках – і до повної втрати.

Втома органів зору залежить від ступеня напруженості процесів, що супроводжують зорове сприйняття. Основне завдання освітлення у виробничих приміщеннях складається у забезпеченні оптимальних умов для бачення. Це завдання вирішується вибором найбільш раціональної системи освітлення і джерел світла. Радіоелектронні виробництва в дуже широкій мірі у своїх технологіях використовують хімічні, термічні, електрохімічні, механічні та інші процеси, що супроводжуються виділенням у робочу зону виробництв різних речовин у вигляді вологи, аерозолів і пилу, а також надлишків тепла. Ці фактори можуть зробити шкідливий вплив на здоров'я працюючих, тому завдання забезпечення оптимальних параметрів повітряного середовища в робочій зоні для радіоелектронної промисловості має велике значення.

4.2 Забезпечення необхідної освітленості.

Вибір освітлення робочих місць.

Для освітлення виробничих приміщень використовується освітлення трьох видів: природне, обумовлене енергією сонця і розсіяного світла небосхилу; штучне,

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

здійснюване електричними лампами; змішане, тобто поєднання природного освітлення.

Штучне освітлення за функціональним призначенням підрозділяється на наступні види: робоче, аварійне, евакуаційне, охоронне. Робоче освітлення забезпечує необхідні умови оснащеності при нормальному режимі роботи освітлювальних установок. Аварійне освітлення забезпечує мінімально необхідні освітлювальні умови для продовження роботи при тимчасовому виході з ладу робочого освітлення. Евакуаційне освітлення служить для евакуації людей з приміщень при аваріях робочого освітлення в місцях небезпечних для проходження людей, на сходах і по основних проходах виробничих приміщень. Охоронне освітлення (за відсутності спеціальних технічних засобів охорони) повинно бути розміщено уздовж кодонів територій, які охороняються в нічний час.

Штучне робоче освітлення промислових підприємств здійснюється за допомогою двох систем: загального освітлення і комбінованого освітлення, тобто сукупності місцевого і загального освітлення.

Вихідні дані.

Виходячи з табл.5 (1), маємо IV розряд зорової роботи (найменший розмір об'єкта розрізнення від 0,5 до 1 мм). Згідно СНиП II-4-79 необхідно застосувати систему комбінованого освітлення. Згідно розряду зорової роботи маємо контраст об'єкта розрізнення з фоном у малій, середній, великій, штучне освітлення при комбінованому освітленні – 400 лк, природне освітлення КПО, % при бічному освітленні – 1,5 лк.

Освітленість у системі комбінованого освітлення $E_{комб.}$ є сумою освітленості від загального і місцевого освітлення:

$$E_{комб.} = E_{заг.} + E_{місц.}$$

Освітленість $E_{заг.}$ в системі комбінованого освітлення повинна становити 10% від норми $E_{комб.}$. При цьому найменша і найбільше значення освітленості (лк) повинні прийматися для газорозрядних ламп: 150 ($E_{заг.}$ (500)). Коефіцієнт

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

пульсації освітленості Кп. При освітлені приміщень газорозрядними лампами, що живляться змінним струмом частотою 50 Гц, не повинен перевищувати 20 % (табл..6 (1)).

Показник освітленості у виробничих приміщеннях радіоелектронної промисловості не повинен перевищувати 40, ставлення максимальної освітленості до мінімальної при проектуванні загального освітлення (незалежно від системи освітлення) не повинен перевищувати 1,8. Згідно вищезаданих умов для загального освітлення приймемо схему, при якій світильники з люмінесцентними лампами розташовується над робочими місцями (їх буде 10).

Розрахунок штучного освітлення.

Завдання світлотехнічного розрахунку.

- 1) Визначення потужності ламп для отримання заданої освітленості при вибраному розташуванні світильників;
- 2) Визначення числа світильників відомої потужності для отримання заданої освітленості;
- 3) Визначення розрахункової освітленості при відомому типі, потужності і розташуванні світильників.

Розрахунок загального освітлення.

(Методом коефіцієнта використання)

Необхідний світловий потік лампи в кожному світильнику:

$$F_{\text{л}} = [E] \cdot S \cdot k \cdot z, \text{ де}$$

E – задана мінімальна освітленість, лк;

k – коефіцієнт запасу (для люмінесцентних ламп – 1,5);

S – освітлювана площа, м²;

N – число світильників;

z – відношення середньої освітленості до мінімальної (для люмінесцентних ламп – 1,1).

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання світлового потоку в частках одиниці (відношення світлового потоку, що падає на розрахункову поверхню до сумарного потоку всіх ламп).

Коефіцієнт використання залежить від типу світильників, коефіцієнту відображення стелі (п), стін, розрахункової поверхні, індексу приміщення (Р)

$$I = [pic], \text{ де}$$

Н – висота підвісу світильника над робочою поверхнею;

А – довжина приміщення;

В – ширина приміщення.

$$I = [pic] \quad [pic] = [pic] = 1,93 \text{ (табл..7(1))}.$$

Для світлового фону приймаємо : (n = 70, (з = 50, (р = 10 ((= 59% (табл..7(1)).

$$Fл = [pic] = [pic] = 4094 \text{ лм.}$$

Вибір стандартної лампи.

Допускається відхилення світлового потоку обраної лампи від -10 до +20%.

Число світильників вибирається залежно від розмірів освітлюваного приміщення, при цьому кількість світильників повинна бути таким, щоб ставлення між ними до висоти їх підвісу над по верхньої було – один світильник на 1,5 м.

Згідно вищевказаним умовам обираємо світильник ЛСПО – 2 (спарені люмінесцентні лампи) – F1л = 2047 лм.

Виходячи з табл..3 (1) вибираємо ЛХБ ((люмінесцентні холодно-білі), 1940лк, 30 Вт, 104 В, 910 мм = (1940 – 2047) / 2047 = -0,052 (-5,2%).

Недоліком всіх люмінесцентних ламп є пульсація світлового потоку, яка може призвести до виникнення стробоскопічного ефекту, що характеризується коефіцієнтом пульсацій Кп:

$$Kп = (E_{max} - E_{min}) / 2E_{cp} \dots 100\%, \text{ де}$$

E_{max}, E_{min}, E_{cp} – максимальне, мінімальне та середнє значення освітленості за період її коливань, лк.

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Для зменшення пульсацій і усунення стробоскопічного ефекту використовують різні схеми включення люмінесцентних ламп, дозволяють зменшити Кп в 10-12 разів. СНиП 2-4-79 нормує Кп при висвітленні приміщення люмінесцентними лампами при частоті живильного струму 50 Гц для різних розрядів зорової роботи і різних систем освітлення.

Для IV розряду при комбінованому освітленні $K_p = 20 \%$ для загального освітлення. Тоді для обраної лампи і світильника $K_p = 10\%$.

Електрична потужність загальної освітлюваної системи:

$$P_{\text{заг.}} = [P_{\text{л}}] = 600 \text{ Вт.}$$

Розрахунок місцевого освітлення.

(Точковим методом)

Визначення світлового потоку від лампи місцевого освітлення, що створює над робочою поверхнею освітленість має місце:

$$F_{\text{л}} = [P_{\text{л}}], \text{ де}$$

K – коефіцієнт запасу (для ламп розжарення – 1,3).

Коефіцієнт, що враховує вплив відбитого світла і віддалених світильників (1,1).

Умовна освітленість (створена умовною лампою зі світловим потоком

$F_{\text{л}} = 1000 \text{ лм}$, що залежить від світлорозподілу світильника і обумовлена графіками просторових ізоляцій.

За рис.4 стор 23 (1) для світильника типу «Альфа»:

$h = 0,5 \text{ м}$ і $d = 0,3 \text{ м}$ визначаємо: $(= 320 \text{ лк.}$

$$F_{\text{л}} = [P_{\text{л}}] = [P_{\text{л}}] = 1477,3 \text{ лм}$$

Вибір стандартної лампи.

Допускається відхилення світлового потоку обраної лампи від розрахункового від -10 % до +20 %. Виходячи з табл. 2 стор.11 (1) «Лампи місцевого освітлення» вибираємо МОД-36-100 (місцевого освітлення з дифузійним відбиванням фону, 1380 лм, $(= (1380 - 1477,3) / 1477,3 = -0,066 (-6,6 \%)$

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

або з табл. 1 стор. 10 (1) «Найбільш вживані лампи розжарювання» - безспіральні лампи, 100 Вт, 1350 лк ($=1350-1477,3) / 1477,3 = - 0,086 (-6,6\%)$).

Електрична потужність місцевої освітлювальної системи:

$$P_{\text{місц.}} = [p_{\text{іс}}] = 1000 \text{ Вт}$$

Електрична потужність комбінованої освітлюваної системи:

$$P_{\text{комб.}} = P_{\text{заг.}} + P_{\text{місц.}} = 600 + 1000 = 1600 \text{ Вт}$$

Природне освітлення.

Природне освітлення характеризується тим, що змінюється в широких межах залежно від часу дня, пори року, характеру області і ряду інших чинників. Для виробничих приміщень з постійними потребами працюючих, де виконуються роботи I- IV розрядів необхідно передбачати сонцезахисні пристрої, щоб у світлий час доби при надлишку сонячної радіації зменшити її вплив на працюючих, а в темний час – збільшувати коефіцієнт відбиття вікон до значення відповідному коефіцієнту відбиття стін.

Догляд за світловими приладами і контроль освітленості.

Основними питаннями експлуатації є: заміна ламп та очищення світильників від пилу і бруду. В експлуатації застосовується дві системи заміни ламп: індивідуальна, коли лампи змінюються в міру їх перегорання; та індивідуально-групові, коли після певного числа годин горіння заміняють всі лампи або частини з них на окремих ділянках приміщень. Інтервали між чистками світильників обчислюються по СНиП 2-4-79 залежно від типу приміщень від 2 до 18 разів на рік. Перевірка рівня освітленості повинна проводитись в контрольних точках виробничого приміщення не рідше одного разу на рік, після чищення світильників і заміни перегорілих ламп. Виміряна освітленість повинна бути більше або дорівнювати нормі, помноженої на коефіцієнт запасу. Приладом для вимірювання освітленості є люксметри (Ю-16, Ю-17, Ю-116, Ю-117), які застосовують по принципу вимірювання фотоструму.

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

4.3 Розрахунок тепловиділення.

$$W = 10 \cdot 104 = 1040 \text{ г/год.}$$

Газовиділення

Необхідно враховувати газовиділення при технологічній операції « пайка», а також виділення CO₂ персоналом.

$$50\text{г/год} \cdot 10 = 500 \text{ г/год}$$

$$7,5 \cdot 10 - 6 \cdot 3600 \cdot 10 = 0,27 \text{ г/год}$$

Розрахунок виділень тепла.

Тепловиділення від людей

У розрахунках використовується явне тепло, тобто тепло діюче на зміну температури повітря в приміщенні. Вважається, що жінка виділяє 85% тепловиділень дорослого чоловіка.

$$93,2 \text{ Вт (20°C)} \cdot 10 = 932 \text{ Вт}$$

Тепло відділення від сонячної радіації.

Для зашкленних поверхонь :

$$Q_{\text{ост}} = F_{\text{ост}} \cdot q_{\text{ост}} \cdot A_{\text{ост}}, \text{ Вт,}$$

де $F_{\text{ост}}$ – площа поверхні скління, м²;

$q_{\text{ост}}$ – тепловиділення від сонячної радіації, Вт/м² через 1 м² на поверхні на зашклення (з урахуванням орієнтації по сторонах світу);

$A_{\text{ост}}$ – коефіцієнт обліку характеру скління.

Вікна з подвійним склінням з металевими палітурками, орієнтація зашклення на схід при географічній широті 55 ° ($q_{\text{ост}} = 200 \text{ Вт/м}^2$);

подвійні вікна в одній рамі - $A_{\text{ост}} = 1,15$

$$Q_{\text{ост}} = 12,200 \cdot 1,15 = 2760 \text{ Вт.}$$

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Тепловиділення від джерел штучного освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{осв}} \cdot \eta \text{ (Вт)},$$

де $N_{\text{осв}}$ – потужність джерел освітлення, Вт,

коефіцієнт тепловитрат для люмінесцентних ламп - 0,55,

для ламп розжарювання – 0,9

$$Q_{\text{осв}} = 600 \cdot 0,55 + 1000 \cdot 0,9 = 1230 \text{ Вт}$$

Тепловиділення від устаткування.

Електропаяльники ручного типу (потужність 40Вт)

$$Q_{\text{об.}} = 10 \cdot 40 = 400 \text{ Вт}$$

Визначення потрібного повітрообміну.

Необхідна витрата повітря визначається шкідливими чинниками, викликають відхилення параметрів повітряного середовища в робочій зоні від нормованих (надходження шкідливих речовин, вологи, надлишків теплоти). Потрібний повітрообмін під час вступу шкідливих речовин в повітря робочої зони.

Кількість повітря необхідне для розбавлення концентрацій шкідливих речовин допустиме

$$G = [p_{\text{іс}}], \text{ м}^3/\text{год, де}$$

V – кількість шкідливих речовин, що виділяються в приміщенні за 1 год;

q_1, q_2 – концентрації шкідливих речовин в припливне і виділятиме в повітря, $\text{г}/\text{м}^3$,

де q_2 приймається рівної ГДК для розглянутої речовини (свинець або неорганічні з'єднання – $0,1 \cdot 10^{-4} \text{ г}/\text{м}^3$, клас небезпеки – 1).

$$G = [p_{\text{іс}}] = 27000 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$G_{\text{заг}} = G \cdot 10 = 27000 \text{ м}^3/\text{год}$$

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Вибір і конфігурація систем вентиляції.

Вибір системи вентиляції.

Оскільки отримане значення кількості повітря потребує величезних витрат електроенергії і матеріальних засобів, доцільно застосувати систему місцевих відсмоктувачів, що значно знизить повітрообмін. При видаленні шкідливості безпосередньо біля місця їх виділення, досягається найбільший ефект дії вентиляції, тому що при цьому не відбувається забруднення великих обсягів повітря, і можна виділити малими обсягами повітря шкідливості. За наявності місцевих всмоктувачів обсяг припливного повітря приймається рівним обсягу витяжки (за мінусом 5% для виключення можливості перетікання забрудненого повітря в сусідні приміщення). Таким чином в приміщенні виділяються шкідливі речовини 1 класу небезпеки, то розрахунок повітрообміну проводиться для них. Тому в якості припливної системи використовують загально обмінну вентиляцію, а в якості витяжної – місцеву.

Розрахунок місцевої вентиляції.

Повітрообмін під час вступу шкідливих речовин у повітря робочої зони.

Кут не співвідносності (між осями смолоскипа шкідливостей і висмоктування – прийнятий 20° з конструктивних міркувань). Витрата повітря для відсмоктування, що виділяє теплоту і газу, пропорційна характеру витрат повітря в конвективному потоці, підіймається над джерелом:

$$L_{отс.} = L_0 \cdot K_P \cdot K_B \cdot K_T, \text{ де}$$

L_0 – характерна витрата, м³/год;

K_P – безрозмірний множник, що враховує вплив геометричних і режимних параметрів, характеризуючи «джерело – відсмоктування»;

K_B – коефіцієнт, що враховує швидкість руху повітря в приміщенні;

K_T – коефіцієнт, що враховує токсичність шкідливих викидів.

$$L_0 = [pic], \text{ де}$$

Q – конвективна тепловіддача джерела (40Вт);

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

s – параметр, що має розмірність довжини, м;

d – еквівалентний діаметр джерела (0,003 м).

$$s = [pic], \text{ де}$$

x0 – відстань у плані від центру джерела до центру відсмоктування (0,2 м);

y0 – відстань по висоті від центру джерела до центру відсмоктування (0,4 м).

$$s = [pic] = 0,52 \text{ м}$$

$$L0 = [pic] = 360 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$КП = (0,15 + 0,043) \cdot [1 - 0,25 \cdot (1 - 0,32) \cdot D2], \text{ де}$$

B – радіана $200 = 0,35 \text{ рад.}$

$$D = [pic], \text{ де}$$

Декв. – еквівалентний діаметр відсмоктування (0,15 м)

$$D = 1,2$$

$$КП = (0,15 + 0,043 \cdot 0,35) \cdot [1 - 0,25 \cdot (1 - 0,32 \cdot 0,35) \cdot 1,22] = 0,11$$

$$KB = [pic], \text{ де}$$

vB – рухливість повітря в приміщенні (табл.5 стор 73 СН 245 · 71 (0,2 м/с)

$$KB = [pic] = 1,03$$

Коефіцієнт КТ визначається залежно від параметра З:

$$C = [pic], \text{ де}$$

м – витрата шкідливої речовини ($7,5 \cdot 10^{-3} \text{ мг/с}$);

Лотс.1 – витрата повітря відсмоктування, при КТ = 14

ГДК – гранично - допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі робочої зони ($0,01 \text{ мг/м}^3$);

qпр. – концентрація шкідливої речовини в припливному повітрі, мг/м^3 .

$$\text{Лотс.1} = L0 \cdot КП \cdot KB = 360 \cdot 0,11 \cdot 1,03 = 40,8 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$C = [pic] = 66,2$$

За рис.8.2 стор 171 (4) – КТ = 1,5.

$$\text{Лотс.} = 40,8 \cdot 1,5 = 61,2 \approx 65 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\text{Лсист.} = 65 \cdot 10 = 650 \text{ м}^3/\text{год}$$

					131. 2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Аеродинамічний розрахунок вентиляційної мережі.

З економічних міркувань задаємо швидкість повітря на різних ділянках вентиляційної мережі відомої довжини l , м. визначаємо такі параметри ділянок мережі:

R – втрати тиску на тертя на ділянці мережі, Па/м;

Z – втрати тиску на місцеві опору на ділянці, Па.

$$Z = R_{\text{дін}} \dots ((,$$

де $(($ – сума коефіцієнтів місцевих опорів на ділянці, Па;

$R_{\text{дін}}$ – динамічний тиск повітря, Па.

Загальні втрати тиску в мережі повітроотводів для стандартного повітря ($t = 20^\circ\text{C}$ і $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$):

$$PC = ((R \cdot l) + Z) = PCI, \text{ Па.}$$

Підраховуємо сумарні втрати тиску по розрахунковому напрямку вентиляційної мережі:

$$PC = 206,16 \text{ Па.}$$

Необхідний тиск вентилятора з урахуванням запасу на непередбачене опір у мережі в розмірі 10%:

$$P_{\text{тр}} = 1,1 \cdot PC = 1,1 \cdot 206,16 = 226,78 \text{ Па.}$$

У вентиляційних установках застосовують вентилятори низького тиску (до 1 кПа) і середнього тиску (від 1 до 3 кПа). У мережах з малим опором (до 500 Па) застосовують осьові вентилятори. Вентилятори підбирають по аеродинамічним характеристикам, тобто в залежності між повним тиском ($P_{\text{тр}}$, Па), створеним вентилятором, і продуктивністю ($G_{\text{тр}}$, $\text{м}^3/\text{год}$). З урахуванням можливих додаткових втрата бо підосу повітря в повітроводах потрібна продуктивність вентилятора збільшується на 10%.

$$L_{\text{тр}} = 1,1 \cdot L_{\text{сист.}} = 1,1 \cdot 650 = 715 \text{ м}^3/\text{год}$$

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

За довідковими даними визначаємо, що необхідний комплект Є. 2,5. 110 -1 а: вентилятор В. Ц4 – 75 - 2,5 з колесом $D = 1,1$ дном. і електродвигуном 4AA50B4, $N = 0,09 \text{ кВт}$, $n = 1370 \text{ об/хв.}$. ККД вентилятора = 0,76.

Розрахунок загальнообмінної вентиляції (припливної).

Так як припливна вентиляція проектується за принципом компенсації витяжки (повітрообміну), то для забезпечення швидкості в мережі 6,5 м/с доцільно застосовувати воздуховод перетином 200 (200, для забезпечення необхідного притоку використовувати 10 решіток подвійного регулювання PP200. Комплект «вентилятор – електродвигун» можна виконати той же, що і в витяжної мережі, тому що опір (повітрозаборна решітка, повітряний фільтр, калорифер і решітки в приміщенні) буде такого ж порядку, що і в витяжної мережі.

Висновок:

В результаті виконання даної частини дипломного проекту були спроектовані система освітлення і вентиляції. При проектуванні освітлення була обрана система загального освітлення з люмінесцентними лампами і місцевого – з лампами розжарювання. У процесі розрахунку була оцінена необхідна освітленість на робочих місцях і обрана система освітлення – світильники ЛСПО-2 з люмінесцентними лампами ЛХБ-30, розташованими у два ряди над робочими місцями; система місцевого освітлення – МОД-36-100.

При проектуванні системи вентиляції була обрана припливна загально обмінна і витяжна місцева системи з верхнім розташуванням повітроводів і відцентровими вентиляторами. У процесі розрахунку були визначені шкідливі виділення в повітрі робочої зони, оцінені найбільш небезпечні з них, і визначено розрахунковий повітрообмін, реквізит для видалення шкідливих речовин і надлишків тепла. На основі цього були отримані параметри повітроводів, визначені двигуни та вентилятори.

					131.2127ст. 07. 04. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Гришаєв						80	
Керівник	Костін					НУК		

5 РОЗДІЛ

5.1 Економічний розрахунок

Цей розділ охоплює завдання, щодо потужності, конкретизує схему компоновання та прив'язки до комунікацій, враховує НТП у всіх причетних до майбутньої станції галузях. Технологічне завдання видає замовник, і як правило – це експлуатаційник проектної організації.

У технологічному проекті точно фіксують майданчик у вибраному пункті будівництва (його в сучасних умовах беруть в оренду на 25-50 років із наступним викупом).

Основним розділом технологічного проекту будь-якої станції є теплоенерго-механічна частина. Тут вирішують вибір основного обладнання, його компоновання та електричні схеми, тощо. В технологічному проекті проводять розрахунок корпусів на основі вибраних схем компоновання з урахуванням його величини, дублювання технології отримання енергії (електричної та теплової), розробляють генеральний план розміщення всіх основних і допоміжних споруд, під'їзних доріг. Кінцевими документами технологічного проекту є пояснювальна записка, робочі креслення та калькуляції. Затверджений технологічний проект є офіційним документом, який надає можливість відкриття титулу для будівництва нового об'єкту і його фінансування.

Планування та джерела фінансування.

План капітального будівництва є складовою програми соціального економічного розвитку народного господарства країни, регіону. Обсяги капітального будівництва в галузі формуються перспективними та поточними програмами, в процесі яких визначають черговість будівництва підприємств, райони розміщення їх потужностей. Для народного господарства важливе те, щоб ввід енергетичних об'єктів випереджував ввід промислових та інших енергоспоживачів.

					131. 2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основними документами початку капітального будівництва є титульні списки із конкретними плановими завданнями, договори. На титульних списках вказують строк початку і закінчення будівництва об'єктів, їх проектну потужність, повну калькуляційну вартість, обсяг виконаних робіт, по черговість вводу основних фондів. Ці документи затверджують та погоджують у встановленому порядку.

У сучасних умовах для планової та проектної роботи використовують техніко-економічні та економічно-математичні методи розрахунків на ЕОМ. Це скорочує терміни проектування, дозволяє оперативно погоджувати й корегувати масштаби, терміни, графіки будівництва, вносити поправки до технологічного проекту.

Джерелами фінансування є централізовані засоби, передбачені державним бюджетом, а також інвестиції власників, акціонерних товариств, зарубіжних інвесторів, кредити від банків та різних фондів. Крім його, галуззю чи підприємством, можуть бути використані амортизаційні відрахування, безпроцентні кредити інноваційних компаній.

Калькуляційна вартість будівництва.

Одним із основних розділів технологічного проекту є калькуляційна вартість, за якою визначається по елементна вартість будівництва проекту, об'єми будівельно-монтажних робіт у грошовому обсязі і загальні розміри капіталовкладень. Калькуляція є основним документом для фінансування будівництва. В ній відображена сукупність трудових, грошових і матеріальних затрат. Калькуляції використовують при співставленні техніко-економічних розрахунків на стадії проектування, коли потрібно вибрати оптимальний варіант проектного рішення.

Види калькуляцій: об'єктні і зведені.

В об'єктних розраховують обсяги робіт, затрати на будівельно-монтажні роботи (БМР) і закупівлю обладнання на окремі об'єкти будівництва (споруди, будівлі, тощо). Вони служать основою для складання зведених калькуляцій, які

					131. 2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

включають пооб'єктні калькуляції і визначають загальну вартість будівництва об'єкту.

Основною частиною зведеної калькуляції є перший розділ, де згруповані затрати на створення основних виробничих фондів. У двох інших розділах відображені затрати на створення основних невиробничих фондів (житлово-і-культурно-побутове обслуговування) та виробничої бази будівельно-монтажних організацій (складів, під'їзних доріг, кранових колій, містечка будівельників).

На стадії технологічного проекту використовують укрупнені нормативи вартості обладнання, будівельно-монтажних та сантехнічних робіт. На етапі робочого проектування уточнюють об'єктні калькуляції, в процесі чого може бути здешевлення або подорожчання вартості будівництва.

Енергетичне будівництво.

У перспективних планових розрахунках, при розробці ТЕО будівництва енергетичних об'єктів, експертної та попередньої економічної оцінки проектних рішень, коли технічні рішення, щодо проекту ще не визначені, використовують приблизні нормативи питомих капіталовкладень і методи їх укрупненого розрахунку. Такі нормативи можна використовувати в науково-технічних розрахунках.

Нормативи питомих вкладень розробляють проектні організації на основі узагальнення і статистичного аналізу даних, раніше запроектованих і побудованих об'єктів аналогічного типу з уточненнями стосовно нововведень та нових цін.

Основним з найпоширеніших у практиці укрупнених розрахунків з капіталовкладень у ТЕС є метод провідних елементів. Його суть полягає в тому, що капіталовкладення (K) з проекту чого об'єкту розраховують на основі довідково-нормативних даних, які визначають вартість основних фондів за формулою:

$$K = K_T + K_H + K_O, \text{ де}$$

					131. 2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

K_T – капвкладення, віднесені на турбоагрегати, основне і допоміжне обладнання машинного залу, його будівництво;

K_H – капвкладення, віднесені на котли і обладнання котельного, паливного цехів, димових труб;

K_O – загальностанційні капвкладення, до яких віднесено інші капзатрати, в тому числі в об'єкти підсобного і обслуговуючого призначення, транспорт.

Капзатрати на введення першого блоку знано вищі від затрат на введення наступних блоків, бо на його експлуатацію необхідно мати майже усю інфраструктуру допоміжного циклу.

Визначення вартості будівництва електростанції можна робити і за нормативами питомих капіталовкладень у розрахунку на 1 кВт в годину річного виробітку електроенергії.

ПРИКЛАДИ:

Програма заходів з автоматизації виробництва на ТЕЦ розрахована на чотири роки і розроблена у двох варіантах. Вибрати оптимальний варіант програми, якщо норматив приведених капітальних вкладень за фактором часу $E_{пр} = 0,1$.

Вихідні дані в таблиці

Показники/варіанти	Перший варіант	Другий варіант
Капітальні вкладення, млн.грн, у т.ч по роках:	1,6	1,6
1-й	0,4	0,4
2-й	0,4	0,2
3-й	0,4	0,3
4-й	0,4	0,7

1. Щоб вибрати економічний варіант інвестування, потрібно обчислити по варіантах капіталовкладення, приведені до початку здійснення автоматизації. Вони обчислюються за формулою:

$$K_{\text{прив}} = \sum_{t=1}^4 \frac{Kt}{f}$$

$K_{\text{прив}}, Kt$ – капвкладення; t – роки

$$f = (1 + E_{\text{пр}})^{t-1}$$

2. На основі наведеної формули обчислюємо капвкладення за варіантами:

$$K_{\text{прив}}_{\text{Iбар}} = 0,4 + 0,4/(1+0,1)^{2-1} + 0,4/(1+0,1)^{3-1} + 0,4/(1+0,1)^{4-1} = 1,396 \text{ млн.грн.}$$

$$K_{\text{прив}}_{\text{IIбар}} = 0,4 + 0,2/(1+0,1)^{2-1} + 0,3/(1+0,1)^{3-1} + 0,7/(1+0,1)^{4-1} = 1,396 \text{ млн.грн.}$$

3. Економічно доцільним є другий варіант інвестування заходів з автоматизації, оскільки сума капітальних затрат, приведених до початку їх освоєння, є меншою.

Прискорена амортизація і прибуток.

Амортизація – це процес поступового перенесення вартості і в процесі виробництва, основних виробничих фондів на заново створений з їх допомогою продукт, шляхом відрахувань засобів до амортизаційного фонду за встановленими нормативами.

$$H_A = \frac{C_{\text{п}} + 3\text{п} + 3\text{м} - C_{\text{л}}}{T_{\text{н}} * C_{\text{п}}} * 100, \text{ де}$$

$C_{\text{п}}$ – початкова балансова вартість ОФ;

3п – затрати на капремонт;

3м – затрати на модернізацію;

$C_{\text{л}}$ – ліквідаційна вартість;

$T_{\text{н}}$ – нормативний термін служби ОФ.

Діючим важелем вирівнювання динаміки зростання цін на продукцію й основні фонди є прискорена амортизація ОФ. Амортизаційні відрахування здійснюють за встановленими державою нормами і термінами. Прискорена амортизація передбачає регулярну переоцінку ОФ у відповідальності із зростанням умов поновлення капіталу.

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Як бачимо з формули збільшення початкової балансової вартості ОФ при збереженні нормативного терміну служби призводить до збільшення їх амортизації.

Прискорена амортизація призводить до швидкої заміни ОВФ, але знижує прибуток, оскільки списання амортизаційних відрахувань на собівартість, і знижує рентабельність.

Розрізняють балансовий і розрахунковий прибуток.

Пб – балансовий прибуток визначається за результатами всієї промислової діяльності:

$$Пб = Пт + Пн.р + Пв.о \quad (3.2), \text{ де}$$

Пт – прибуток від реалізації товарної продукції (різниця між сумою виручки від реалізації продукції і сумою затрат на виробництво);

Пв.о – прибуток або збитки позареалізаційних операцій (штрафи, пеня і т.п);

Пн.р – прибуток або збитки від іншої реалізації (продукція підсобного господарства, реалізація продукції за пільговими цінами).

Пр – розрахунковий прибуток (прибуток до розподілу) менший балансового на величину платежів за виробничі фонди (*Пв.ф*), фіксовані та рентні платежі (*Пф.р*), банківський кредит (*Пб.к*):

$$Пр = Лб - Пк.ф - Пф.р - Пб.к$$

Аналогічно розрізняють загальну *Рз* та розрахункову *Рр* рентабельності. Вони визначаються у відсотках через відношення балансового (3.2) і розрахункового (3.3) прибутку до середньорічної вартості основних виробничих фондів *Сср.в.овф* і нормованих оборотних засобів *Сср.в.ноз*:

$$Рз = \frac{Пб}{Сср.в.овф + Сср.в.ноз} * 100$$

$$Рр = \frac{Пр}{Сср.в.овф + Сср.в.ноз} * 100$$

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для недопущення зниження рентабельності в процесі прискореної амортизації необхідно згідно з формулами (3.4), (3.5) зменшувати суму прибутку, що оподатковується на величину втрат, пов'язаних із прискореною амортизацією.

Визначити та проаналізувати рівень прибутковості фірми, якщо загальний обсяг інвестицій у фірмі склав 3,6 млн. грн.; прибуток від реалізації – 850 тис. грн.; позареалізаційний прибуток – 240 тис. грн.; сума податків становила 320 тис. грн.; процент за державними облігаціями – 11 %, а процентна ставка за довготерміновими кредитами – 16 %; середньогалузевий рівень прибутковості складає – 20,4 %; сума активів фірми балансом становить 4,5 млн. грн.

1. Обчислюємо прибутковість інвестицій (Π_i) у фірму:

$$\Pi_i = \frac{(\Pi_p - \Pi_n) - \Pi}{I}, \text{де}$$

Π_p – прибуток від реалізації;

Π_n – позареалізаційний прибуток;

I – інвестиції.

$$\Pi_i = \frac{(0,85 + 0,24) - 0,32}{3,6} * 100 = \frac{0,77}{3,6} * 100 = 21,3$$

Рівень прибутковості інвестицій є високим (21,3 %), значно більшим, ніж при купівлі державних облігацій, які дають 11 % прибутковості.

2. Порівняємо рівень прибутковості інвестицій із галузевим показником (20,4%): $21,3 - 20,4 = 0,9$ %, що є вищим, ніж галузевий.

3. Розраховуємо прибутковість активів:

$$\Pi_{акт} = \frac{\Pi_{чист}}{Азаг}, \text{де}$$

$\Pi_{акт}$ – прибуток активів;

$\Pi_{чист}$ – прибуток чистий;

$Азаг$ – загальні активи.

$$\Pi_{акт} = \frac{0,77}{4,5} = 17,1 \%$$

Розрахований коефіцієнт прибутковості активів є на 1,1 % (17,1 – 16,0%) вищим, ніж процентна ставка за довготерміновими кредитами.

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Кадри та особливості організації праці в енергетиці.

Особливості організації праці в енергетиці.

Енергетичні підприємства, системи, об'єкти працюють цілодобово, без вихідних та святкових днів. В енергетиці немає незавершеного виробництва. Електроенергія, теплова енергія мають конкретних споживачів у даний період часу (годину, добу, місяць). Потужності електростанцій, теплових централей, котелень, міні-котелень, та систем передавання енергії, повинні диференціюватися з кількістю її споживання. Технічно це можливо і робиться. Заодно енергетика – це галузь, в якій підвищені вимоги щодо надійності роботи, техніки безпеки, охорони праці й довкілля, організації праці, протипожежної безпеки. прикладом таких вимог є постійний перегляд правил і норм експлуатації електростанцій, зокрема атомних, розробка та модернізація нового генеруючого обладнання, автоматичних систем контролю параметрів енергоблоків, систем передавання електро-та-теплоенергії, децентралізації тепло-забезпечення оновлення міні-та-дахових котелень, тощо), розвиток нетрадиційної енергетики. Оновлення матеріальної бази вимагає відповідної організації праці, фахової підготовки персоналу, його кваліфікації, професійної майстерності, а нові умови її експлуатації – підвищеної відповідальності, зростання мотивації до праці, використання зарубіжного досвіду.

До особливостей організації праці в енергетиці слід віднести і те, що персонал постійно працює в зонах підвищеної небезпеки (високі напруги, тиски, температури). При ліквідації стихійних лих окремі підрозділи працюють за складних погодних умов, на розвалених об'єктах.

Для реалізації завдань, що визначаються особливістю організації праці, інженерно-технічні працівники, службовці та робітники систематично проходять фахову підготовку та перепідготовку. Для цього у системі створені центри підвищеної кваліфікації, курси при «Обленерго», «Теплокомуненерго», електростанціях, які функціонують цілий рік. Окремі ІТП та службовці, керівники підвищують свій фаховий рівень у вузах, на практичних семінарах, за

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						88
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кордоном. Робітники підвищують свій рівень на курсах, що діють на підприємствах галузі. Держкоматом має свою систему перепідготовки працівників.

Держава створила ефективний контроль за безпечною експлуатацією енергетичних об'єктів. В Україні функціонують Міністерство палива та енергетики, департамент вугільної промисловості, комітет «атомної енергетики», енергонагляд, котлонагляд, відповідні регіональні інспекції, державні комітети з охорони довкілля та охорони праці, які мають регіональні управління.

Методи визначення продуктивності праці в енергетиці.

Шляхи підвищення продуктивності праці.

Узагальнюючим показником рівня продуктивності праці є виробіток продукції одного працюючого за певний період часу. Для багатоміністерських підприємств він може бути виражений в грошах а для підприємств, які випускають лише один вид продукції – в натуральному виразі. В енергетиці цей показник є одним із основних. У ринкових умовах, при співставленні у часових інтервалах за продуктивністю праці, слід враховувати такі фактори:

- інфляцію;
- впровадження інновацій;
- зміну тарифів.

При інфляції, звичайно, теоретична продуктивність буде високо, але кількість продукції, виражена у натуральних показниках (кВт на годину, Гкал, тощо), не завжди буде адекватна грошовому еквіваленту. При впровадженні у виробництво інновацій продуктивність праці різко зростає. Цього фактора чомусь багато науковців не враховують, немає методологій відповідних розрахунків для порівняння.

Основним недоліком показника продуктивності праці в енергетиці є й те, що виробництва електрики (електроенергії тепла) залежить від енергоринку. Тому в доповнення до нього використовують натуральні показники. Одним із них є

штатний коефіцієнт. Він являє собою відношення чисельності промислово-виробничого персоналу до встановленої потужності електростанції (люд/МВт) або номінальної продуктивності котельні (люд/ГДж на годину). Основною перевагою штатного коефіцієнта є повна незалежність від диспетчерського графіка навантаження. Його значення залежить від зусиль колективу енергопідприємства з підвищення продуктивності праці за рахунок удосконалення організації управління, ефективного використання людського потенціалу. До недоліків можна віднести малоймовірне використання для ТЕЦ невідповідність аналогічним показникам інших галузей, так як обладнання та в цілому ОФ на ТЕЦ дорогі.

Іншим показником продуктивності праці є питомий виробіток електроенергії. На електростанціях і в енергосистемах він визначається відношенням кількості енергії виробника за одну годину, до чисельності промислово-виробничого персоналу (кВт на годину/ люд на годину). За ним підраховують і питоме виробництво тепла в котельнях, його передавання мережами.

Коефіцієнт обслуговування використовують в електричних та теплових мережах. Він являє собою відношення розрахункового об'єму обслуговування мережі в умовних одиницях до чисельності промислово-виробничого персоналу. Цей показник широко використовують у плануванні й експлуатації, але є умовним і потребує вдосконалення. В доповнення до нього використовують простіший і наочніший показник питомої чисельності виробничого персоналу на 1 км довжини мережі. Він теж є недосконалим, недостатньо об'єктивним, адже мережі бувають різного діаметру та тиску, напруги, протяжності, надійності, новизни, тощо.

У ринкових умовах здійснюють стереотипні підходи до оцінки кадрів, організації праці. Основна увага акцентується на максимальному задоволенні потреб споживачів енергоресурсів. При чому електроенергія, тепла енергія, яку отримують споживачі, повинна відповідати стандартам, укладеним угодам.

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Великого значення при цьому набуває інтелектуальний рівень працівників сервісного обслуговування.

Розрахувати місячну заробітну плату електрослюсаря-погодинника 4 розряду, що обслуговує лінії електропередач, якщо:

тарифна ставка складає 3,95 грн за годину;

число фактично відпрацьованих днів за місяць – 22 дні при 8-ми годинному робочому дні.

1. Визначаємо кількість відпрацьованих годин за місяць:

$$22 \text{ дн} \cdot 8 \text{ год} = 176 \text{ год.}$$

2. Розраховуємо місячну зарплату:

$$З_{см} = T \cdot U, \text{ де}$$

$З_{см}$ – середньомісячна зарплатня;

T – тарифна ставка;

U – фактично відпрацьований час.

$$З_{см} = 3,95 \text{ грн/год} \cdot 176 \text{ год} = 695,2 \text{ грн}$$

Розрахувати місячну заробітну плату робітника-погодинника 3-го разряду, який працює в реммайстерні «Обленерго», якщо:

тарифна ставка складає 2,8 грн за годину;

число відпрацьованих днів за місяць – 22 при 8-ми годинному робочому дні.

1. Визначаємо кількість відпрацьованих годин за місяць:

$$2. \quad 22 \text{ дн} \cdot 8 \text{ год} = 176 \text{ год.}$$

3. Розраховуємо місячну зарплату:

$$З_{см} = T \cdot Ч, \text{ де}$$

$З_{см}$ – середньомісячна зарплатня;

T – тарифна ставка;

$Ч$ – відпрацьований час.

$$З_{см} = 2,8 \text{ грн/год} \cdot 176 \text{ год} = 492,8 \text{ грн}$$

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

Визначити змінність роботи цеху, в якому складають малі гідравлічні турбіни, якщо:

річне завдання – 500 виробів.

складання проводиться на 40 стендах.

виробничий цикл – 320 годин на 1 стенд.

1. Визначаємо загальну трудоемність робіт:

$$T_z = T_{од} \cdot N, \text{ де}$$

T_z – загальна трудоемність;

$T_{од}$ – трудоемність на одиницю продукції;

N – виробнича програм.

$$T_z = 320 \cdot 500 = 160000 \text{ нормо-годин}$$

2. Розраховуємо річне навантаження на один стенд (P_n):

$$P_n = \frac{T_z}{n}, \text{ де}$$

n – кількість стендів

$$P_n = \frac{160000}{40} = 4000 \text{ н/год}$$

Тривалість річного робочого часу для машинобудівного заводу при однозмінному режимі складає 1860 годин.

3. Розрахуємо кількість змін (K_z):

$$K_z = \frac{P_n}{1860} = \frac{4000}{1860} = 2,15 \text{ (змін)}$$

Враховуючи можливе перевиконання норм виробітку приймаємо двозмінну роботу цеху.

Зміни кадрового потенціалу в «Обленерго» за рік характеризуються такими показниками:

№ з/п	Показники	Значення, осіб
1	Чисельність працюючих на початок звітного періоду	560
2	Число прийнятих працівників	-
3	Число працівників, що вибули	101
	У тому числі:	
	- у зв'язку із призовом в армію, переходом на навчання, виходом на пенсію	42
	- звільнених за власним бажанням та згодою сторін	54
	- звільнення за порушення трудової дисципліни	5
4	Чисельність працюючих на кінець звітного періоду	570

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Визначити:

1. Середню численність персоналу згідно списку за рік.
2. Коефіцієнт обороту з прийому.
3. Коефіцієнт обороту із звільнення.
4. Коефіцієнт змінюваності працівників.
5. Коефіцієнт плинності персоналу.

1. Визначаємо середньоспискову чисельність персоналу:

$$C_{с.чл} = \frac{560+570}{2} = 565 \text{ (осіб).}$$

2. Визначаємо коефіцієнт обороту (Зі) прийому ($K_{об.п}$):

$$K_{об.п} = \frac{110}{565} * 100 = 19,74 \% = 0,195$$

3. Визначаємо коефіцієнт обороту (Зі) звільнення ($K_{об.зв}$):

$$K_{об.зв} = \frac{101}{565} * 100 = 17,88 \% = 0,179$$

4. Визначаємо коефіцієнт змінюваності персоналу ($K_{з.п}$):

$$K_{з.п} = \frac{101}{565} * 100 = 17,88 \% = 0,179$$

5. Визначаємо коефіцієнт плинності кадрів (K_{mk}):

$$K_{mk} = \frac{5475}{565} * 100 = 10,44 \% = 0,1$$

На ТЕЦ встановлено 250 одиниць технологічного обладнання.

Середня категорія складності обслуговування одиниці обладнання:

- механічної частини – 13,5 %;
- електричної частини – 5,1 %.

Режим роботи двозмінний.

Визначити кількість чергових слюсарів і електриків при нормах чергового обслуговування (кількість обладнання в одиницях ремонтної складності на одного працюючого):

- слюсаря – 400;
- електрика – 800.

					131. 2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						93
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт використання робочого часу – 0,9.

Виконання норм обслуговування – 1,15.

1. Визначаємо наявну кількість чергового персоналу:

$$\text{для слюсарів} \quad P_{c.ч} = \frac{250 * 13,5 * 2}{400 * 0,9 * 1,15} = 16 \text{ (осіб)}$$

$$\text{для електриків} \quad P_{e.ч} = \frac{250 * 5,1 * 2}{800 * 0,9 * 1,15} = 3 \text{ (осіб)}$$

Для оптимізації обслуговування можна організувати двозмінну комплексну бригаду чисельністю 22 особи по 11 в ланці в т.ч. 8 чергових слюсарів і 3 електрики.

Визначити приріст річного прибутку від застосування однієї нової гідротурбіни на ГЕС за такими вихідними даними:

№ з/п	Показники	Одиниця вимірювання	Базовий період	Розрахунковий період
1	Ціна гідротурбіни	млн.грн	172	190
2	Капітальні витрати на встановлення	млн.грн	36	48
3	Експлуатаційні витрати	млн.грн/рік	80	90
4	Річна продуктивність	млн.грн/рік	20	25
5	Термін використання	рік	20	25
6	Нормативний коефіцієнт амортизації		0,15	0,15

У випадку нових засобів виробництва (машин, турбін, генераторів, приладів, тощо) на базі об'єктів промислової власності приріст прибутку у розрахунковому періоді визначаємо за формулою:

$$I_{п} = \{ O (A / A) [1 / O + A) / (1 / O + A)] + [(A / A) A - E] / (1 / O + A) + A \} + [(A / A) E - E] / (1 / O + A) - O \} A$$

O,O – ціна базової та нової гідротурбіни;

A,A – річна продуктивність (виробіток) базової та нової гідротурбіни;

O,O – термін служби базової та нової гідротурбіни;

О,Е – питомі експлуатаційні вироби на одну турбіну у базовому і розрахунковому періодах;

Е,Е – питомі супутні капвкладення у базовому і розрахунковому періодах;

А – кількість нових турбін.

Підставляємо значення цих показників у вищенаведену формулу, отримуємо величину приросту річного прибутку:

$$\text{Пр} = \{ 172 (25/20) [(1/20 + 0,15) / (1/25 + 0,15)] + [(25/20) 80-90] / (1/20 + 0,15) + 0,15 [925/20) 36-48] / (1/20 + 0,15) - 190 \} 1 = 72,75 \text{ млн.грн.}$$

Висновок:

Отже розрахувавши економічну частину дипломної роботи, я отримав данні по доходам та затратам на підприємстві по виготовленню гідротурбін. У розрахунок були включені багато аспектів які мають вплив на спроможність підприємства виготовляти дану продукцію, такі як робочий день працівника, кількість продукції, кількість змін, заробітна плата працівника, а також засоби заохочення працівників.

					131. 2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						95
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки

У гідротурбіни енергія водного потоку перетворюється в механічну енергію обертання вала, від якого приводиться в обертання ротор гідрогенератора, де механічна енергія перетворюється в електричну. Тип гідротурбін вибирається, виходячи з умов їх роботи, обумовлених напором, енергетичними й кавітаційними показниками, забезпеченням високих значень ККД у заданому діапазоні напорів і навантажень. Різноманіття природних умов приводить до того, що напори на ГЕС змінюються в широкому діапазоні від декількох метрів до 1000 м і більше, одинична потужність гідроагрегатів досягає 700 МВт і вище. За принципом дії гідротурбіни поділяються на реактивні й активні. Основним робочим органом турбіни, в якому відбувається перетворення енергії, є робоче колесо. Вода до робочого колеса в реактивних турбінах підводиться через напрямний апарат, а в активних – через сопла. У реактивній турбіні тиск води перед робочим колесом більше атмосферного, а за ним може бути як більше, так і менше атмосферного тиску. В активній турбіні вода перед робочим колесом і за ним має тиск, рівний атмосферному. Основним розміром турбіни, що визначає параметри її проточного тракту, є діаметр робочого колеса D_1 , для великих турбін сягаючий більше 10 м. існує велика кількість різних видів турбін, однак у практиці гідроенергетичного будівництва широко використовуються чотири види: осьові, діагональні, радіально-осьові, які відносяться до реактивних, і в ковшові активні турбіни. Області застосування турбін різних видів залежно від напору показані на мал.1.1. області застосування турбін деяких видів можуть перекриватися. Так, при напорах 50-70 м можуть застосовуватися й осьові, і діагональні, й радіально-осьові турбіни. Оптимальний тип турбін вибирається на підставі техніко-економічних зіставлень різних варіантів. Осьові турбіни бувають горизонтальні капсульні при напорах в основному до 25 м ; поворотно-лопатевої вертикальні (турбіни Каплана) при напорах до 60 м ; пропелерні при напорах до 60 м. робоче колесо осьової турбіни складається з лопатей,

укріплених у корпусі з обтічником, і з'єднане з валом. Кількість лопатей звичайно становить від 4 до 8, і збільшується з підвищенням напору.

Список використаної літератури:

1. Технология сборочно-сварочных процессов в судостроении: Учебное пособие / В. Ф. Квасницкий, Г. В. Ермолаев, С. В. Драган и др.; под ред. В. Ф. Квасницкого. – Николаев: НКИ, 1990. -97с.
2. Расчеты в дипломных проектах по технологии и оборудованию сварочного производства: Учебное пособие / под ред. В. Ф. Квасницкого. – Николаев: НКИ, 1991. – 89с.
3. Бугаєнко Б. В. , Сагань В. Я. Технологічні процеси зварювального виробництва: методичні вказівки до виконання курсового проекту. – Миколаїв: НУК, 2010. – 52с.
4. Варнелло В. В. Измерение твердости металлов. М.: Издательство государственного комитета стандартов, мер и измерительных приборов СССР, 1965. – 196с.
5. ГОСТ 1497 – 84 (ИСО 6892 – 84) Металлы. Методы испытаний на растяжение.
6. Грызунов В. И., Кожанова Н. В., Кириленко С.В. и др. Физика металлов: лабораторный практикум. – Орск.: Издательство ОГТИ, 2005. – 91с.
7. Золотаревский В.С. Механические свойства металлов. – М.: Металлургия, 1983. – 352с.
8. Исследование и разработка термоупрочнённой стали категории прочности К60 для производства труб диаметром 530-820мм северного исполнения АО «ВМЗ» / отчет ЦНИИЧМ и ОХМК, 1995. – 96с.
9. Лахтин Ю. М. Металловедение и термическая обработка. – М.: Металлургия, 1964. – 471с.
10. Металлография железа. Том 1. «Основы металлографии» (с атласом микрофотографий). Пер. с англ. Изд-во «Металлургия», 1972. – 240с.
11. Металлография железа. Том 2. «Структура сталей» (с атласом микрофотографий). Пер. с англ. Изд-во «Металлургия», 1972. – 284с.

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
						96
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Пумпянский Д. А., Пышминцев И. Ю., Фарбер В. М. Методы упрочнения трубных сталей / Сталь - №7, 2005. – 74с.
13. http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/10XSHD
14. ДСТУ 2456 – 94. Зварювання дугове і електрошлакове. Вимоги безпеки.
15. ДСТУ 2489 – 94. Контактне зварювання. Вимоги безпеки.
16. Левченко О. Г. Гігієна праці та виробнича санітарія у зварювальному виробництві.: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2004. – 98с.
17. Левченко О. Г. Охорона праці у зварювальному виробництві.: Навчальний посібник. – К.: Основа, 2010. – 240с.
18. Сварные строительные конструкции: Справ. Изд. ВЗ-х т. / Под ред. Л. М. Лобанова. – Т. 3: Арматура и закладные детали. Конструкции из пластмасс. Реконструкция и оптимизация. Контроль качества. Охрана труда. – К.: ИЭС им. Е. О. Патона, 2003. – 378с. – Глава 6: Охрана труда при сварке/ О. Г. Левченко, В. А. Метлицкий. – с 293-319с. Левченко О. Г., Метлицкий В. А. Современные средства защиты сварщиков. – Киев: Экотехнология, 2001. – 84с.
19. ДСТУ 2309- 93. Пристрої аспіраційні до зварювальних пальників при напівавтоматичному зварюванні. Основні параметри та загальні технічні вимоги.
20. ДСТУ 2490 – 94. Спонукачі тяги однопостові переносні для аспіраційних пристроїв до зварювальних пальників під час напівавтоматичного зварювання. Загальні технічні вимоги та параметри.
21. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
22. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
23. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.
24. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

					131.2127ст. 07. 05. 05. ДП	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

25. ДСН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів.
26. ДСН 3.3.6.042-99. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
27. ОСТ 21-6-87. Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве. Технические условия.
28. ДСТУ EN 169-2001. Засоби індивідуального захисту очей. Фільтри під час виконання зварювання та споріднених процесів. Вимоги до пропускання та рекомендації щодо використання.
29. Методичні вказівки до підготовки розділу «Охорона праці та навколишнього середовища» у дипломних проектах і роботах. – К.:КПІ, 1993. – 56с.
30. Основи охорони праці / К.Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін.// За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа, 2006. – 448с.

					131.2127ст. 07.05.05. ДП	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

[illegible]

					Додаток	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99