

Міністерство освіти і науки України

Запорізький національний університет  
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні

Кафедра обробки металів тиском

## Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

рівень вищої освіти \_\_\_\_\_ перший (бакалаврський) рівень \_\_\_\_\_  
(перший (бакалаврський) рівень)

на тему «Розробка технології волочіння дроту діаметром 3,0 мм зі сталі  
У8А» \_\_\_\_\_

Виконав: студент 5 курсу, групи МЕТ-17-3бз

Плющ Ігор Анатолійович \_\_\_\_\_  
(ПІБ) (підпис)

спеціальності (напряму підготовки)

136 Металургія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

спеціалізація

\_\_\_\_\_ (шифр і назва)

освітньо-професійна програма

металургія \_\_\_\_\_  
(шифр і назва)

Керівник \_\_\_\_\_ Ю. О. Белоконь \_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали) (підпис)



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

Презентація до 15 слайдів (Мета та завдання роботи, Схема технології виробництва дроту в цеху, Схема волочильного стану, Заходи щодо реконструкції, Деформаційні та енергосилові параметри волочіння, Механічна частина, Охорона праці та техногенна безпека, Висновки).

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
		завдання прийняв
1	Белоконь Ю.О., доцент, д.т.н.	
2	Белоконь Ю.О., доцент, д.т.н.	
3	Белоконь Ю.О., доцент, д.т.н.	
4	Белоконь Ю.О., доцент, д.т.н.	

7. Дата видачі завдання 27 січня 2022 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Загальна частина		
2	Технологічна частина		
3	Механічна частина		
4	Охорона праці та техногенна безпека		
5	Реферат, Вступ, Висновки		
6	Оформлення пояснювальної записки		
7	Підготовка презентаційного матеріалу		

Студент

І.А. Плющ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

Ю.О. Белоконь  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи: 4 частин, 70 с, 7 таблиць, 6 рисунків, 23 літературних джерел.

Мета роботи – розробка технології волочіння дроту діаметром 3,0 мм зі сталі У8А підвищення експлуатаційної стійкості волок і продуктивності волочильних верстатів.

У загальній частині проекту описані: технологічний процес, технологічне устаткування цеху, розрахована продуктивність стану і пропускна спроможність технологічних агрегатів. Виконаний аналіз "вузьких місць" і розроблені заходи щодо реконструкції.

У технологічній частині виконаний розрахунок раціональних режимів деформації і енергосилових параметрів калібрування.

У механічній частині описана конструкція приводу волочильного стану, вироблений розрахунок приводу волочильного стану на міцність.

У частині "Охорона праці та техногенна безпека" описані основні заходи для безпечних умов праці на стані.

**ВОЛОЧІННЯ, СТАН, БЛОК, ВОЛОКА, БУНТ, ПОПЕРЕЧНИЙ ПЕРЕРІЗ, РЕГУЛЮВАННЯ, ЕНЕРГОСИЛОВІ ПАРАМЕТРИ.**

## ЗМІСТ

Вступ.....	7
1. Загальна частина.....	8
1.1. Опис існуючого технологічного процесу до реконструкції.....	8
1.1.1. Підготовка стана до волочіння.....	8
1.1.2. Технологія волочіння.....	10
1.1.3. Обробка бунтової сталі, що калібрується.....	12
1.2. Опис конструкції і роботи основного устаткування.....	13
1.2.1. Опис конструкції і роботи волочильних станів і основного обладнання.....	13
1.2.2. Волочильний інструмент.....	21
1.3. Аналіз "вузьких місць" і заходи щодо реконструкції.....	25
2. Технологічна частина.....	27
2.1. Основні розрахункові формули.....	27
2.2. Розрахунок режиму деформації і енергосилових параметрів при калібруванні круга діаметром 3,0 мм.....	31
3. Механічна частина.....	38
3.1. ККД та навантаження на валах.....	38
3.2. Розрахунок основних розмірів зубчастої передачі.....	39
3.3. Сили в зачепленні.....	45
3.4. Розрахунок на контактну витривалість поверхонь зубів.....	46
3.5. Розрахунок зубів на витривалість при вигині.....	48
4. Охорона праці та техногенна безпека.....	52
4.1. Розрахунок рівня механізації праці учасника калібрувального цеху (КЦ).....	52
4.2. Аналіз потенційних небезпек і шкідливих чинників виробничого середовища.....	53

4.3. Технічні рішення по виробничій санітарії.....	55
4.3.1. Опалювання і вентиляція.....	55
4.3.2. Природне і штучне освітлення.....	59
4.3.3. Санітарно - побутові приміщення.....	60
4.3.4. Виробничий шум, виробнича вібрація.....	61
4.4. Заходи пожежної та техногенної безпеки.....	62
4.5. Електробезпека.....	63
4.6. Захист навколишнього середовища.....	66
Загальні висновки.....	68
Список використовуваної літератури.....	69

## ВСТУП

Розвиток машинобудування, засобів автоматизації і комплексної механізації виробничих процесів вимагають значного збільшення, виробництва і розширення сортаменту сортової сталі, що калібрується (холоднотягнутою), характеризується точними допусками по розмірах, підвищеною мірою обробки поверхні і для ряду сталі заданими фізико-механічними властивостями.

Ці властивості сталі, що калібрується, дозволяють широко застосовувати її в різних металоспоживаючих галузях промисловості для випуску продукції масового виробництва на високо виробничих автоматах і підлозі автоматах, що забезпечують високу продуктивність праці.

Застосування сталі, що калібрується, для виготовлення широкого сортаменту виробів, у тому числі валів, осей, роликів і кріпильних деталей, що не піддаються додатковій механічній обробці на верстатах, дозволяє раціонально і рентабельно організувати виробництво цих виробів, значно скорочує завантаження верстатного устаткування і скоротити витрату металу.

Практика роботи валових станів показує, що продуктивність праці і продукції, що начисто випускається, багато в чому визначається експлуатаційною стійкістю волочильного інструменту.

У даній кваліфікаційній роботі пропонується використання для калібрування, профілів, волочильного інструменту нової конструкції, що забезпечує збільшення продуктивності волочильних станів і зносостійкості інструменту.

## 1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

### 1.1. Опис існуючого технологічного процесу до реконструкції

#### 1.1.1. Підготовка стана до волочіння

Матеріали для виробництва сталеві проволоки являється катанка, що отримується гарячим плющенням на дротяних станах.

Катанка повинна мати постійний хімічний склад і однорідну структуру за усім обсягом (довжині). Поперечний переріз має бути точним за формою і розмірам. Крім того, на поверхні катанка не допускається дефекти - волосовина, тріщини або риси більш 10мм. При виявленні дефектів підкат підвергають обдиранню на лініях 2КЛ41А(Б).

Структурний відпал металу виробляється в газових калнакових печах (ГПК). ГПК призначених для світлого відпалу металу в бунтах діаметром до 14мм в захисному середовищі типу МС- 09(  $H_2 \leq 2\%$ ;  $C \leq 3\%$ ;  $CO_2 \leq 0,1\%$ ;  $O_2 \leq 0,005\%$ ;  $N \geq 95\%$ ). Номінальна температура печі 800°C.

При отриманні незадовільних результатів контролю поверхні і мікроструктури підкату після відпалу він призначається на повторний виправний відпал. При задовільній твердості і незадовільній мікроструктурі, старшому майстрові дозволяється направляти метал на калібрування з наступним виправним відпалом.

Поверхня катанки перед волочіння піддають ретельній підготовці: видаляють окалину, утворених при термообробці або гарячому плющенні, наносять спеціальний шар, який закріплює і вживане при волочінні мастило м ізолює метал від волочительному інструменті.



Існують наступні способи видалення окалини : механічний, хімічний, електрохімічний. На заводі ПрАТ "Дніпроспецсталь" застосовують хімічний спосіб видалення окалини.

Після структурного відпалу, підкат піддається хімічній обробці поверхні в спеціальних ваннах. Концентрація свіжого сірчанокислого травильного розчину повинна складати 15-18%  $H_2SO_4$ , щільність 1,12 г/см<sup>3</sup> при  $t = 20^\circ C$ . Для поліпшення якості правління металу до розчину рекомендується додавати до 3% (по масі) куховарської солі (NaCl). Бунти для обробки навішуються на спеціальну "сережку" з кислотності стали.

Те, що труїть в розчині виробляється при  $t = 70-90^\circ C$ . З метою запобігання перегріванню і поліпшенню умов праці, стали усіх марок піддаються тому, що труїть в розчині, що включає присадку "4 М", що складається з регулювальника "Р" ( 1 кг на 1м<sup>3</sup> розчину) і неутворених "П" (1кг на 1м<sup>3</sup> дзеркала ванни).

Для правління металу з неосвітленою поверхнею в розчин додатково додається інгібітор с- 5 з розрахунку 2,0-2,5 кг/м<sup>3</sup> розчину. Якість поверхні металу після того, що труїть здійснюється оглядом поверхні [1]

Промивання підкату виробляється безпосередньо за тим, що труїть, щоб видалити з поверхні металу вікатки, а також солі і грези. Протравлений метал промивається у ванні холодного промивання, обладнаного душируючим пристроєм. При цьому проволоку промивають до тих пір, поки з неї не почне стікати прозора вода. Після промивки метал повинен мати металевий колір.

Подамазочий шар наносять на поверхню металу після видалення окалини і промивання. Для цього проводять жовтіння. Жовтіння (ржавити), зване іноді псаилением, здійснюють шляхом обприскування металу водою в спеціальному баку, забезпеченому розпилювачем. При цьому на поверхні металу під впливом вологи і кисню утворюється спочатку зеленуватий, а потім що переходити в жовто-коричневий гідрат оксиду заліза Fe#013,

тривалість процесу 30-60 хвилин. Поверхню такого металу після волочіння придбаває природний колір, властивий неокисленій сталі [1,2]

Вапнування здійснюють шляхом занурення металу в розчин і витримують йому в течії 1-1,5 хвилин. Для вапнування застосовується чисте від домішок обпалене вапно, що містить не менш 95% СаО не більше 1% оксиду магнію. Температура розчину 100°C. Отримуваний на поверхні металу куля винищити є наповнювачем в мастилi і покращує волочіння. При известованні нейтралізується та, що залишилася на металі після того, що труїть і наступних операцій кислота, чим усувається на деякий годину того, щ ржавити металу при зберіганні. Після вапнуванні поверхню металу висушують. Це завершальна операція при підготовці підкату до волочіння. У процесі сушки з поверхні підкату віддаляється волога (це оберігає від того, що ржавити) і якщо при тому, що труїть сталося наводороживание металу. Усувається травильна крихкість.

### *1.1.2. Технологія волочіння*

Бунтовой метал з підготовленою поверхнею передається на волочіння зв'язками, що включають бунти одного відпалу, одній плавці, однакового розміру. На бунтотримач бунти укладаються за допомогою цехових транспортних засобів. Маса бунтів до 1500 кг. З одного бунтотримачу бунт укладається на одну з фігурок і нижній кінець заготівлі підтягується до острильному верстата для острення.

Результати хронометражних досліджень на волочильному стані приведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. - Хронометражні дослідження

№	Найменування операцій	Обозн.	Одиниця виміру	Величина
1	2	3	4	5
1	Одягання бунту на стрілу	T1	хв	0,85
2	Розв'язування бунту	T2	хв	0,58
3	Вирівнювання кінця дроту	T3	хв	1,16
4	Острение	T4	хв	0,95
5	Поворот стріли	T5	хв	0,33
6	Скидання бунту на верхівку	T6	хв	0,39
7	Розворот стріли назад	T7	хв	0,15
8	Завдання кінця дроту в травильну машину і у волоку	T8	хв	1,27
9	Захоплення кінця волоки кліщами	T9	хв	0,4
10	Вимір діаметру	T10	хв	0,15
11	Зняття кліщів, вставка кінця дроту в отвір грейфера	T11	хв	0,65
12	Зняття кінця дроту з отвору і його заплітання, зняття бунту на фігурку	T12	хв	1,87
13	Повернення грейфера	T13	хв	1,87
14	Вирубівання дроту	T14	хв	0,71
15	Зв'язування бунту і скидання його з фігурки	T15	хв	1,45
	Разом:	Тесп		11,18

Загострення заправного кінця зазвичай виробляють на загострювальних верстатах, що мають два обертальні валки, які змонтовані на станині. Валяння забезпечені каналами (калібрами) із спеціальним профілем. Загострення проводиться з метою забезпечення вільної подачі кінця гуртка через волоку для захоплення кліщами.

Загострений кінець заготівлі протягується через петлевий вимикач, направляючі ролики, волокотримач, захоплюється заправними кліщами, крюк яких введений в один з пазів на барабані. Після набору на барабані. Після набору на барабані 5-6 витків дроту стан необхідно зупинити. Заправні кліщі знімаються, а кінець дроту надійно закріплюється за одну з лап грейфера. Потім стан включають на задану за технологією за

технологією швидкість і працюють до заповнення барабана. Після заповнення барабана стан зупиняють, дають барабану реверс на 2-3 обороти і моток знімається грейфером за допомогою поворотного крану. Готовий моток скидається на стелаж для тієї, що обважнює і перекидання бунтів. Грейфер встановлюється назад в пази барабана. Можлива ув'язка бунту при працюючому стані. Періодично перевіряється якість поверхні металу і розмір.

Як волочильний інструмент на станах використовують волоки із сплаву ВК6, ВК8, запресовані в сталеві обойми. [1,2].

Як технологічне мастило при холодному волочінні усіх марок бунтової сталі застосовується мильна стружка з добавкою порошку граніту (до 10%).

Розмір волоки (робочий діаметр) підбирається з припуском на знос з урахуванням відхилень, що допускаються, по розмірах дроту, що простягається, при волочінні на проміжний розмір або заготівлю під сріблянку.

### *1.1.3. Обробка бунтової сталі, що калібрується*

Метал, прокалібрований на остаточний розмір разом з паспортом або маршрутною картою передається на пічну ділянку або на ділянку обробки і здачі.

Після волочіння, прокалібрований метал піддається відпалу рекристалізації. Як захисне середовище в печах використовується бідна екзотермічна атмосфера ( $N_x$  - газ), зразковий склад якої наступний :  $H_2 = 2\%$ ;  $C = 3\%$ ;  $CO_2 = 0,1\%$ ;  $O_2 = 0,005\%$ ;  $N_2 = 95\%$ . Вміст вологи відповідає точці роси не вище -  $40^\circ C$ .

Для термообробки в газових ковпакових печах бунти, що калібруються, пакуються на завантажувальне пристосування за допомогою електромостового крану.

Після закінчення термообробки від кожної зв'язки бунтового металу відбирається по 3 проби: 2 від крайніх бунтів зв'язку, 1 - від середнього. Проби відбираються після видалення 1,5 - 2 витків від кінця бунту.

На здавальному контролі контролер ОТК перевіряє відповідність маркіровки на бирках і на металі, правильність відбору проб, перевіряє розмір, якість поверхні, злам - глибина знеуглецьованого шару не повинна перевищати 1% від діаметру. Робить відповідну відмітку в паспорті партії.

Бунтову сталь, що калібрується, на якій виявлені поверхневі дефекти, що перевищують норму, направляють на шліфовку, а бунти в яких глибина знеуглецювання перевищує допустимі норми, відбирає на виправлення (шліфовку або на науглерований відпал).

Придатні бунти сталі, що калібрується, поверхня і глибина яких задовольняє вимогам ГОСТ 801 - 78 і технічним умовам направляють на промаслювання і упаковку.

Бунтову сталь, що калібрується, змащують веретенним або машинним маслом, для чого бунти занурюють на декілька хвилин у ванну з підігрітим до 60-70 °С маслом.

## **1.2. Опис конструкції і роботи основного устаткування**

### *1.2.1. Опис конструкції і роботи волочильних станів і основного устаткування*

Термообробка металу виробляється в газових ковпакових печах (ГКП), які призначені для світлого відпалу металу в бунтах діаметром до 13,0 мм в захисному середовищі (N<sub>x</sub> - газ). Діаметр бунту 900 - 1200 мм, маса 70 - 140 кг; маса садіння 8-11т. Печі мають габаритні розміри 9000\*3500\*3800мм. Пекти опалюють коксодоменим газом (теплопровідність 6300-6700 кДж/м<sup>3</sup>)

Система опалювання складається з 28 інжекулонних пальників (нижніх бічних). Для напряму полум'я вгору і захисту муфеля від прямого попадання полум'я, пальники забезпечені камерами згорання з жаростійкої сталі. Номінальна температура печі 800°C. Продуктивність печі залежить від режиму відпалу і складає 2,7 - 5 т/ч.

Пекти складається з 4-х основних вузлів:

- стенд
- муфель,
- завантажувальне пристосування
- ковпак.

Стенд складається з каркаса, футерування, системи опалювання, системи підведення захисного газу і циркуляції підмуфельної атмосфери.

Муфель застосовується для ізолювання садіння металу від робочого простору печі і забезпечення заданої атмосфери під ним протягом усього циклу термообробки.

Завантажувальне пристосування складається з 4-х бугелів і 3-х грат. Балка і 4 стійки, зібрані разом, є бугелем. Бугеля і рішення відливаються з жароміцної сталі.

Габарити завантажувального пристосування : довжина 6100 мм, ширина 980мм, висота 1200 мм.

Ковпак складається з металевого каркаса і футерування. Розміри ковпака 9000\*3500\*3800 мм.

Хімічна обробка поверхні металу здійснюється в спеціальних ваннах. Каркас кожної ванни зварений з листової сталі і фланцевих профілів. Усередині ванна викладена кислупірним цеглиною. Нагрів у ваннах виробляється гарячою парою. Перемішування вмісту здійснюється стислим повітрям. Кожна ванна обладнана витяжною вентиляцією для видалення агресивної пари і відвідним трубопроводом для зливу відпрацьованих розчинів.

Розміри ванн для хімічної обробки поверхні бунтового металу представлені в таблиці. 1.2.

Бунти для обробки навішуються на спеціальну "сережку" з кислотійкої сталі.

Таблиця 1.2. - Ванни для хімічної обробки поверхні бунтового металу

Номер ванни	1	2	3	4	5	6	7
Призначення	Вибілювання	Труїння	Труїння	Труїння	Холодне промивання	Труїння	Жовтіння
Розмір робітника простран. (мм)							
Довжина	2700	2700	2700	2250	2700	2250	5936
Ширина	1500	2150	2150	1400	1400	1400	2600
Глибина	2326	2200	2200	2000	2560	2000	2315
Об'єм розчину, м <sup>3</sup>	8	12	12	6	9	6	—
Площа дзеркала, м <sup>2</sup>	4	5,8	5,8	3	—	3	-

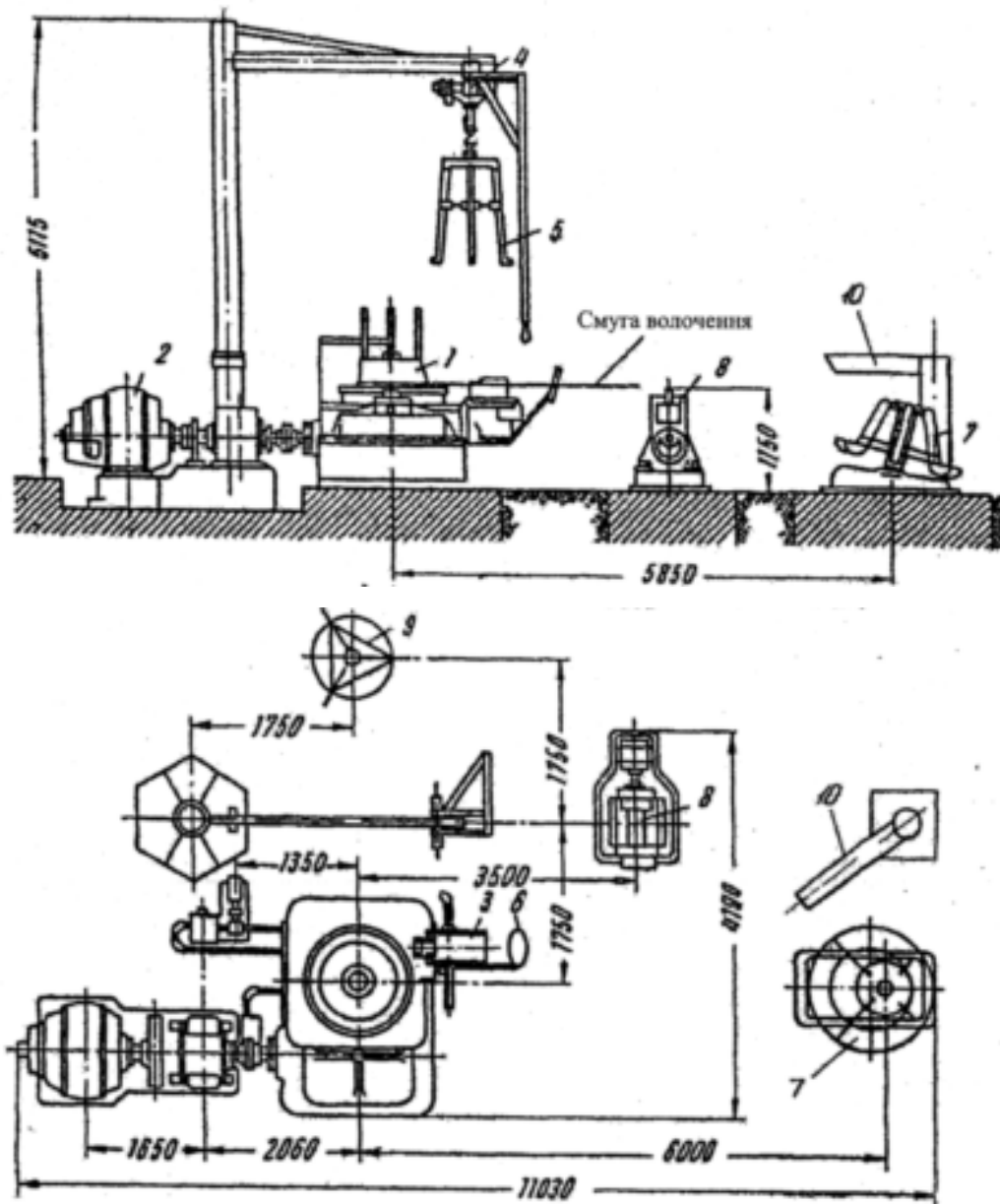
Волочильний стан /750 є однобарабанний блок з вертикально розташованим барабаном Ø 750мм.

Стан призначений для холодного волочіння без ковзання сталевих дроту з катанки максимально початкового діаметру Ø20мм до 10,4 мм. Технічна характеристика стану представлена в таблиці 1.3.

Станами одноразового волочіння називають машини, на яких процес волочіння в кожен момент часу може йти тільки через одну волоку; дріт за одну операцію змінює переріз лише один раз. При роботі на одноразовому стані бунт дроту, розташованого на розмотувальному пристрої (найчастіше

ним є фігура, що вільно обертає), простягається через волокни і намотується на барабан, що приводиться в обертання електродвигуном.

Принцип роботи одноразового волоочильного стану показаний на рис. 1.1.



1 – барабан; 2 – електродвигун; 3 – волокотримач; 4 – підйомник; 5 – грейфер; 6 – запобіжне кільце; 7 – фігура; 8 – загострювальна машина; 9 – стелаж; 10 – бунтотримач

Рисунок 1.1. – Схема волочильного стану



## 1.3. Технічна характеристика волочильного стану 1/750

№	Найменування	Величина
1	Діаметр барабана в мм	750
2	Кількість барабанів, шт	1
3	Діаметр початкового дроту	20/12
4	Діаметр готового дроту	17,3/10,4
5	Матеріал дроту	Сталь
6	Межа міцності початкової заготівлі, КГС/мм <sup>2</sup>	60/110
7	Вес бунту дроту, кг	550/600
8	Кількість швидкостей	3
9	Частота струму (періодів в сек.)	50
10	Електродвигун стану АКЛ-72 - 4 N =100 кВт, про/хв	1450
11	Швидкість волочіння, м/хв	40; 60; 120
12	Посилення волочіння (max), кг	8000
13	Маса стану з ел. устаткуванням, кг	14730
14	Габарити стану з допоміжним устаткуванням:	
	довжина, м	6,1
	ширина, м	4,48
	висота, м	5,6
	площа, м <sup>2</sup>	27,3
15	Витрата води, л/хв	200
16	Споживана потужність з мережі, кВт	120

Бунт дроту, що підлягає волочінню, надівають на розмотувальний пристрій. Кінець дроту після загострення протягують через отвір волоки витяжними кліщами, які пов'язані з барабаном, що обертається.

Після намотування декількох витків дроту зупиняють барабан, знімають кліщі, закріплюють кінець дроту за спицю барабана і включають робочу швидкість волочіння. При накопиченні певної кількості проволікай барабан зупиняють і бунт, що вийшов, знімають.

На рисунку 1.1. показаний загальний вигляд стану одноразового волочіння АЗТМ 1/750 з вертикальним барабаном 1, електродвигуном 2 і

допоміжним устаткуванням: розмотувачем 7, острильною машиною 8, стелажем для укладання і зав'язування протягнутих бунтів 9 і підйомником 4.

Волочильний стан складається з деталей, вузлів і механізмів, пов'язаних між собою певним чином.

Барабан і шків, залежно від конструкції стану служить для передачі зусилля волочіння за допомогою сил тертя між дротом і поверхнею барабана. Барабан забезпечує умови для охолодження дроту.

Особливістю конструкцій барабанів і інших намотувальних пристроїв є постійність швидкості намотування. Воно досягається у барабанів намотуванням дроту, що поступає, на одну і ту ж ділянку барабана, з якої намотані витки негайно відтісняються такими, що вгору знову поступають. Цю ділянку називають галтелью.

Висота галтелі зазвичай рівна 10-40 діаметром дроту, а ухил її складає від 1/15 до 1/30. вище галтелі ватки намотуваного дроту стають вільними. Висота і ухил галтелі обумовлюються також коефіцієнтом тертя між дроту, що простягається, і поверхнею барабана.

Коефіцієнт тертя залежить від стану поверхні дроту і її діаметру, якості мастила і сили волочіння.

Велике значення має правильно вибраний діаметр барабана, що обумовлюється сумарною напругою, що виникає в дроту в результаті, пластичних деформацій при волочінні і вигині її при намотуванні на барабан.

Щоб дріт після намотування зберігав правильну форму, ця напруга повинна перевищувати межу пружності, але в той же час не повинні перевищувати межі плинності за волоокою щоб уникнути зміни перерізу дроту.

Охолодження барабана зсередини здійснюється проточною водою від цехової магістралі.

Конструктивне використання системи охолодження волочильного стану полягає в наступному: вода, що охолоджує, від загальної системи по трубопроводах, вмонтованих в корпус машин, де під тиском поступає на внутрішню поверхню барабана, навколо якого під час обертання утворюється водяна сорочка сприяюча інтенсивному відбору тепла. Відпрацьована вода зливається по трубопроводу зливу в загальноцехову систему.

Прийом в бунти здійснюється барабаном, що тягне, на стані одноразового волочіння.

Бунти знімають з барабана грейфером, який підвішується на поворотному крані. У барабані зроблені прорізи, в які входять розсувні плоскі ребра грейфера із загинами на кінцях.

Знімання готового бунту з грейфера виробляється на стелаж, що перевертається. Бунт, пов'язаний на стелажі, скидається на консоль для прийому бунтів, з якою готові бунти забираються цеховим мостовим краном. Стелаж, що перевертається, і консоль встановлені з правого боку стану.

Волокотримач повинен забезпечувати міцне закріплення волок; правильну установку осі волочіння; можливість пересування, регулювання температури і швидкої зміни волочильного інструменту, зручної установки апаратури для визначення сили і температури волочіння. Волокотримач є порожнистим корпусом, усередині якого циркулює вода, що охолоджує. Він має бути вогонепроникливим, оскільки вода може потрапити в мильницю і підмочити мильний порошок. Волокодержатель зазвичай сполучають гумовими шлангами з водопроводом.

Мильниця є литою коробкою, яка вміщує в себе необхідну кількість мила для мастила і має достатню міцність, чим протистоять навантаженням, що виникають під дією сили волочіння. У корпусі мильниці кріплять волокотримач, що утримує в собі волочу.

Привід до барабана здійснюється від електродвигуна з фазовим ротором через конічну пару, трьохшвидкісну коробку швидкостей і дві циліндричні пари, змонтовані в одному корпусі. Електродвигун монтується на окремій зварній плиті. Механізм перемикання швидкостей виробляється крутнем при відтягнутому фіксаторі.

Управління станом виробляється педальний на заправній швидкості і з пульта управління кнопками : "Заправна швидкість", "Пуск", "Стоп", "Стоп загальний", "Пуск", "Стоп масло насосу".

Наявність тиску в системі мастила, яка контролюється реледавленням дозволяє включити стан.

Тумблер контролює завантаження електродвигуна по моменту і відключає стан під час обриву дроту між мильницею і барабаном.

Кнопки "Притиск" і "Віджимання" ролика притиску кінця. З робочого боку на верхній плиті встановлюється скупуватий ролик для притиску вихідного кінця з фільери.

З лівого боку до корпусу кріпиться кронштейн, на якій встановлюється волокодтримач, направляючі ролики і поворотна консоль з гідроножницями.

Кнопка для управління гідроножницями встановлена на корпусі гідроножниць.

Захоплення і простягання загостреного кінця через волоку можуть бути вироблені кліщами. Загострені кінці дроту, пропущені через волоки, захоплюють ланцюговими кліщами і простягають відповідними волочильними барабанами.

Витяжні кліщі конструкції що отримала широке застосування мають корпус, усередині якого в похилих пазах пересуваються губки з начесиками, що притискаються пружиною. Ці кліщі зручні тим, що захоплення в процесі витягування з волок зростають сили, що стискають

проволікатиму в губках, тобто відбувається самозажимання. Кліщі з'єднуються ланцюгом, який приєднаний до барабана.

Бунтотримач складається з литої стійки і зварної стріли, що обертається на вертикальному, встановленому в стійці валу. Стоука бунтотримачу кріпиться до фундаменту.

Фігурка має 2 змінні корпуси зварної конструкції форм, відповідно до формули розмотуваних бунтів. Корпус фігурки при розмотуванні дроту обертається на похилій осі. Вісь кріпиться шарнірно до зварної плити, що служить підставою фігурки. Для виключення вибігання фігурки при зупинці стану передбачений гальмівний пристрій.

Гострильний верстат складається з гострилки і приводу. Привід до гострильним валянь здійснюється від синхронного електродвигуна через три циліндричні пари. Для загострення проволікай загострений кінець вводиться у відповідний калібр.

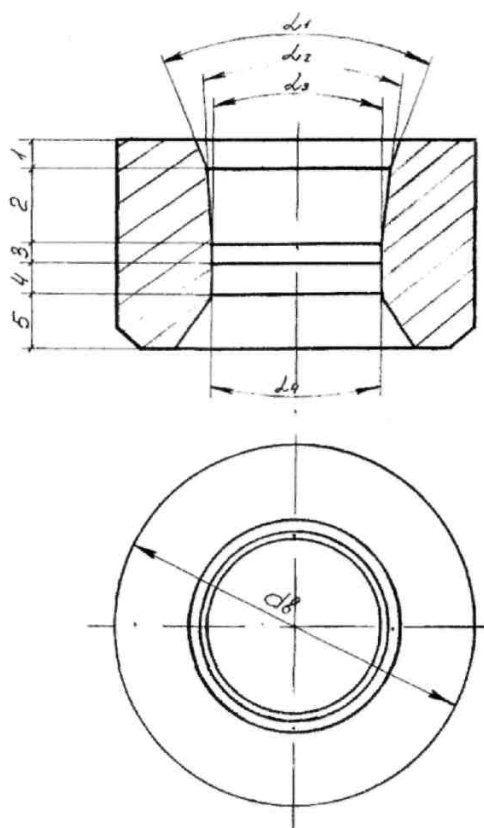
### *1.2.2. Волочильний інструмент*

При виробництві сталі, що калібрується, як основний технологічний інструмент приміняють волони, що представляють свій інструмент з воронкоподібним каналом певної форми, через який простягається метал з метою отримання закругленого розміру із заданою точністю і якість поверхні.

Для виготовлення волочильного інструменту використовується волоно-заготовка круглого профілю (рис 1.2).

Внутрішня поверхня волоки складається з чотирьох зон: вхідної, робочої, циліндричної, вихідний. Зовнішня поверхня волоки-заготівлі циліндрична. Волоки-заготовки виготовляються з твердого сплаву ( корби вольфраму і кавальта) ВК3, ВК6, ВК8, ВК10.

Перед запресовкою волоки-заготовки в обойму, зовнішня її сторона шліфується.



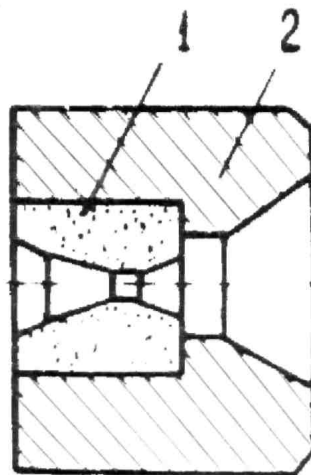
1 - вхідна зона; 2 - робоча зона; 3 - прямий конус; 4 - калібруюча зона; 5 - вихідна зона

$$\alpha = 30^\circ - 40^\circ; \alpha = 14^\circ - 18^\circ; \alpha = 20' - 2^\circ; \alpha = 20' - 2^\circ.$$

Рисунок 1.2 - Волока-заготівля

Виготовлення обійми виробляється методом гарячого штампування. Матеріалом для обійми служить так ШХ 15 або 30ХГСА. Після штампування в обіймі розточуються отвір під гарячу запресовку. Волока запресовується в нагріту до температури  $(720 \pm 10^\circ\text{C})$  обійму. Після цього волока замочуються у ванні з солоною водою. Після запресовки волока обробляється на токарному стані. Проводиться підрізування торців і центрування (збіги осей волоки і обійми). Проводиться шліфівка каналу волони карбідом бору. Після шліфівки промивання в лужному розчині до повного видалення образивів, поліровка і доведення.

Готовий серійний волочильний інструмент наданий на рис. 1.3. Основним недоліком серійного волочительного інструменту є те, що при його використанні проволока, що простягається, проходить через деякий вб'ємо мастила, що знаходиться під атмосферним тиском і розташованою біля входу у волочильний канал.



1 - робоча волока; 2 - сталева обойма

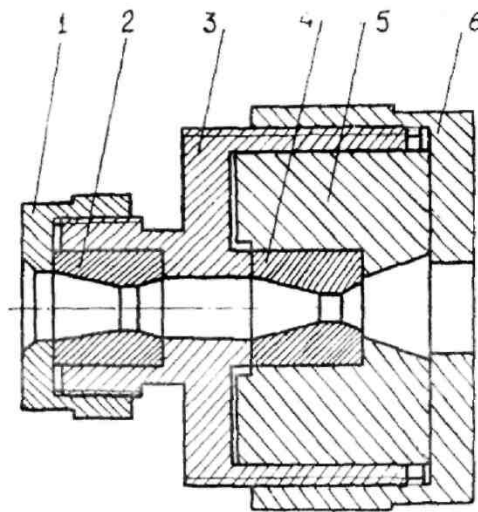
Рисунок 1.3 - Серійний волочильний інструмент

Мастило вводиться в деформовану зону без додаткової зовнішньої дії (вільно) з металом, що простягається. При цьому, одночасно значна частина мастила відгоняється, мастильна пінка різко стоншується, в багатьох місцях руйнується і тертя стає на деяких ділянках граничним і навіть сухим. Крім того, механічна енергія, що витрачається на волочіння перетворюється в тепло, що підвищує температуру металу, що деформується, і волони. Це також підвищує міцність мастильної пінки і її товщину на металі, що простягається. Зменшення товщини шару мастила на металі, що простягається, призводить до збільшення сил тертя і зусиль волочіння і зниження експлуатаційної стійкості волок і продуктивності станів [4,5]

Одним із способів підвищення товщини шару мастила при волочінні - гідродинамічна подачі мастила у вогнище деформації, забезпечуюча

отримання рідинного тертя, при якому товщина шару мастила може перевищувати сумарну висоту шорсткостей тіла, що деформується, і інструменту.

Гідродинамічна подача мастила регулюється шляхом застосування нагнітанням (напірних волок), встановлених перед робочою волою. Деякі волони забезпечують самонагнетення мастила в робочу волою рухомою проволоки [6,7]. Новий волочильний інструмент для використання в умовах калібрувального цеху ПрАТ "Днепрспецсталь", в якому реалізовано перевага Гідродинамічної подачі мастила представлений на малюнку 1.4. Волочильний інструмент (рис 1.4) складається з напірного твердосплавного вкладиша і робочої волоки, встановлених в одному корпусі.



1 - затискна гайка; 2 - напірна волока; 3 - корпус; 4 - робоча волока;  
5 - сталевая обойма; 6 - кришка.

Рисунок 1.4 - Волочильний інструменті підвищеним тиском мастила в осередку деформації

Робочий вкладиш запресований в сталеву обійму, а напірний вкладиш встановлюється безпосередньо в корпус. Додаткова напірна втулка



виконана безпосередньо в корпусі перед робочої волоки. Застосування додатковій сталевій втулці дозволяє створити зону підвищеного тиску мастила перед робочою волокою: у осередку деформації і збільшить на тим самим товщину кулі мастила на металі, що простягається, що забезпечує: зменшення енергосилових параметрів процесу волочіння; збільшення експлуатаційної стійкості волочильного інструменту.

### **1.3. Аналіз "вузьких місць" і заходи щодо реконструкції**

При експлуатації серійного волочильного інструменту і аналізу його роботи, видно, що дріт, що простягається, проходить через деякий об'єм мастила, що знаходяться під атмосферним тиском і розташованою біля входу у волочильний канал. Мастило вводиться в деформаційну зону без додаткової зовнішньої дії (вільно) тільки за рахунок зчеплення (адгезії) з металом, що простягається. При цьому, одночасно, значна частина мастила відгоняється, мастильна плівка різко стонщується, в багатьох місцях руйнується і тертя стає на деяких ділянках граничним і навіть сухим.

Механічна енергія, що витрачається на волочіння, перетвориться в теплоту зовнішнього тертя, теплоту пластичної деформації і в потенційну енергію металу, що простягається.

Таким чином, в деформаційній зоні при волочінні виділяється тепло, що підвищує температуру деформаційного металу і волокон. Підвищення температури до 600°C, також негативно впливає на міцність мастильної плівки і знижує міцність.

Зменшення товщини шару мастила на металі, що простягається, призводить до збільшення енергосилових параметрів процесу волочіння, обривності дроту, витрати інструменту і зниження стійкості волокон до зносу і продуктивності волочильних верстатів.

Як видно з аналізу роботи волочильного інструменту, проблема його експлуатаційної стійкості до зносу є актуальною. Заміна серійного інструменту на нові збірні волоки, в яких використовується перевага гідродинамічної подачі мастила є необхідною.

Виходячи з аналізу стан питання, я пропоную, з метою збільшення експлуатаційної стійкості інструменту існуючі волоки встановлювати в збірний інструмент конструкції.

Застосування напірної волоки і додаткової напірної втулки в новому інструменті дозволяє створити зону підвищеного тиску мастила робочій волоккій у вогнищі деформації і збільшити тим самим товщину шару мастила на металі, що простягається, що забезпечить зниження енергосилових параметрів процесу волочіння і обривності дроту, збільшення стійкості волочильного інструменту і продуктивності станів.

Технологічний процес калібрування металу після реконструкції, при використанні нового волочильного інструменту протікатиме таким чином.

Операції по підготовці поверхні катанки до волочіння (труїть, промивання, жовтіння, вапнування, сушка) не змінюються і виконуються за серійною заводською технологією.

Технологічні операції на станах також не змінюються, оскільки новий волочильний інструмент має такі ж габаритні розміри по діаметру як і серійні волоки довжина нового інструменту збільшується на 60-70 мм. Але мильниці мають набагато більше посадочне місце під волоки, чим вимагається, тому новий інструмент встановлюється без переробок волокотримачів.

Шліфівка, доведення і поліровка волочильного інструменту також виробляється на існуючому устаткуванні без зміни технології. Установка (зборка) серійного волочильного інструменту в збірні волоки нової конструкції виробляється у відділенні фільєра на існуючому устаткуванні.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Основні розрахункові формули

Процес волочіння складається з примусового простягання за рахунок зусилля, що тягне, крізь робочий канал волоки, попереднього загостреною металевою, заготівлі яка має діаметр  $D$ , на кінцевий діаметр  $d$  (діаметр протягнутого виробу). При цьому, за рахунок зменшення площі поперечного перерізу протяжного профілю збільшується його довжина, що характеризується коефіцієнтом витяжки за період  $\mu$ .

$$\mu = (D/d)^2 = F_0/F_1 \quad (2.1)$$

Степ холодної пластичний деформації металу під час волочіння також характеризують відносним обтиском за перехід  $E$ , який розраховують через формулу:

$$E = 1 - d^2/D^2 = 1 - \frac{1}{\mu} \quad (2.2)$$

Напруга  $G_i - 1$ ,  $G_i$  визначимо по формулі Третьякова [8].

$$G_i - 1 = G_{то} + G \times \dot{\epsilon}_m \quad (2.3)$$

$$G_i = G_{то} + G \times \dot{\epsilon}_m \quad (2.4)$$

де  $G_{то}$  - опір деформації недеформованного металу;

$G, m$  - параметри реологій.

$E, E$  - сумарна міра відносної деформації металу на вході і на виході з волоки:

$$E = (-d^2/D^2) \times 100\%;$$

$$E = (-d^2/D^2) \times 100\%;$$

Д - початковий діаметр несформований заготівлі.

Середнє значення межі плинності в зоні деформації по рівняннях:

$$G_T = G_{T0} = 0,67 \times (G_1 - G_{i-1}) \quad (2.6)$$

$$G_T = 0,5 \times (G_1 - G_{i-1}) \quad (2.7)$$

$G_1, G_{i-1}$  - межі плинності металу до і після волоки.

Формула (2.6) частіше використовується при розрахунках (1,2,3) переходів, формула (2,7) - при розрахунках подальших переходів.

Напруга волочіння  $G^{\circ}$ вл. Через волоку, яка не має калібруючої зони, розраховується по формулі Ю. С. Зикова [9,10].

$$G^{\circ}_{\text{вол.}} = G_T \times \left[ \left(1 - \frac{1}{G}\right) (1 - \mu^{-G}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1 + \mu^{-G}) \right] + G^{\circ} \times \mu^{-G} \quad (2.8)$$

де:  $G_T, G^{\circ}$  - середнє значення опору деформації металу зоні волоки і напруги протилежне металу перед волокою

$G_0 = HQ \sqrt{Pd^2}$ ;  $G = fctgl$  - параметр;

$f$  - коефіцієнт тертя пружка у волоне;

$l$  - кут волочіння;

$\mu$  - витяг за перехід.

З розрахунком дії каліброваної зони волоки формула (2.8) набирає вигляду [9,10].

$$G_{\text{вол.}} = \frac{G^{\circ}_{\text{вол.}} + \Psi \times G_1}{1 + \Psi}, \quad (2.9)$$

$$\Psi = 4f \frac{1}{d} - \text{параметр} \quad (2.10)$$

Волочіння виробляють з деяким запасом міцності протягнутого металу, величина якого характеризується коефіцієнтом запасу міцності

$$\gamma = G_1 / G_{\text{вол}};$$

Сила волочіння  $P$  може бути позначена експериментально або розрахована по теоретичній формулі:

$$P = G_{\text{вол}} \times F_1 ; \quad (2.12)$$

$$P = G_{\text{вол}} \times \Pi \times d^2 \times 10^{-3} / 4, \quad (2.13)$$

Потужність волочіння  $N$  розраховують по формулі:

$$N = P \times V \quad (2.14)$$

$V$  - швидкість волочіння.

У загальному вигляді потужність приводу волочильного стану витрачається на такі процеси:

1. Волочіння.
2. Витрати на тертя, що виникають між ватками і поверхнями волочильних барабанів (шайб).
3. Згинання проволочки навколо волочильних барабанів, при намотуванні проволочки на барабани і розмотування з них
4. Витрати на тертя в механізмах машини.
5. Холостий хід машини.

У загальному вигляді необхідна потужність на валу  $N_{\text{дв}}$  волочильної машини визначається формулою:

$$N_{\text{дв}} = (N + N_{\text{тр}} + N_{\text{изг}}) + N_{\text{хх}} = \frac{1}{\eta} \left[ \sum_{i=1}^{i=K-1} P_i (1 - e^{-2\Pi m f_{\text{ш}}}) \right] \times V_{\text{ш}} \quad (2.15)$$

де:  $N$ ,  $N_{\text{тр}}$ ,  $N_{\text{изг}}$  - потужності, які закриваються на пластичну деформацію при волочіння, витрати на тертя між витками проволочки і поверхні

волоочильних шайб, на вигинання проволочки при намотуванні на шайби і розмотування з них;

$N_{xx}$  - потужності холостого ходу;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії (ККД)

$i$ , до - номер волоки, номер кінцевої волоки;

$m$ ,  $f_{ш}$  - число витків на шайбі, коефіцієнт тертя між поверхнями шайб і проволочки ( $f_{ш} = 0,075, 0,10$ );

$V_i$ ,  $V_{ш}$  - швидкість волочіння і окружна швидкість;

$P_k$ ,  $V_k$  - сила волочіння і швидкість волочіння на кінцевій шайбі;

$G_i$ ,  $G_k$  - опір деформації металу в  $i$  - тому і кінцевому проходах;

$W$ ,  $W_k$  - пластичний момент опору дроту для проміжного переходів ( $W = 0,17 d^3$ )

$r$ ,  $r_k$  - радіуси для проміжного і кінцевого барабанів.

На розрахунку потужності через формулу (2.15) на валу електродвигуну волоочильної машини без ковзання параметр  $\exp(-2\Pi m f_{ш})$  необхідно приймати рівним нулю, тому що при великій кількості витків це допущення прийнятне. В цій формулі швидкість  $V_i^{III}$  приймає значення середньої швидкості кожної шайби.

Для визначення потужності на валу двигуна одноразової машини з круговим рухом металу ( $i = I = k$ ) формула (2.15) виглядатиме так:

$$N_{дв} = \frac{1}{\eta} \left( PV + \frac{G_1 \times 0.17 d_1^3}{r_k} \right) + N_{xx}, \quad (2.16)$$

Для визначення потужності на валу двигуна цінного стану  $r_k = \infty$ .

$$N_{дв} = \frac{PV}{\eta} + N_{xx} \quad (2.17)$$

Розраховані значення потужності порівнюють з потужністю електродвигуна, встановленого на стані.

## 2.2. Розрахунок режимів деформації і енергосилових параметрів при калібруванні круга діаметром 3,0мм

Визначуваний коефіцієнт витягу по формулі:

$$\mu = \left(\frac{D}{d}\right)^2,$$

$$\mu_1 = \left(\frac{7}{5,3}\right)^2 = 1,744,$$

$$\mu_2 = \left(\frac{5,3}{4,3}\right)^2 = 1,159,$$

$$\mu_3 = \left(\frac{4,3}{3,5}\right)^2 = 1,509,$$

$$\mu_4 = \left[\frac{3,5}{(3,0-0,06)}\right]^2 = 1,417.$$

де: 0,06 - мінусовий запуск на діаметр виготовленої проволочи.

Сумарне відносне обтискання визначаємо по формулі:

$$E = \left(1 - \frac{d^2}{D^2}\right) \times 100\%; \quad E_1 = \left(1 - \frac{5,3^2}{7,0^2}\right) \times 100\% = 42,67\%$$

$$E_2 = \left(1 - \frac{4,3^2}{7,0^2}\right) \times 100\% = 62,26\%; \quad E_3 = \left(1 - \frac{3,5^2}{7,0^2}\right) \times 100\% = 75\%$$

$$E_4 = \left[1 - \frac{(3,0-0,06)^2}{7,0^2}\right] \times 100\% = 83,36\%.$$

Межі плинності металу  $G_i$  розраховують по формулі:

$$G_i = G_{то} + G \times E^M,$$

де  $G_{то}$  - опір деформації металу, що не деформується;

$G_m$  - параметри реології;

$E, \epsilon$  - сумарна міра відносної деформації металу на вході і виході з волоки.

$$G_{T0} = 250 \text{ Н/мм}^2; G = 56,2 \text{ Н/мм}^2.$$

$m = 0,46$  – для сталі

$$G_1 = 250 + 56,2 \times 42,67^{0,46} = 566 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_2 = 250 + 56,2 \times 62,26^{0,46} = 626 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_3 = 250 + 56,2 \times 75^{0,46} = 660 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_4 = 250 + 56,2 \times 82,36^{0,46} = 678 \text{ Н/мм}^2.$$

Середні значення меж плинності металу  $G_T$  визначаємо по формулі:

$$G_T = G_{T0} + 0,67 \times (G_i - G_{i-1})$$

$$G_{T1} = 250 + 0,67 \times (566 - 250) = 461,7 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_{T2} = 566 + 0,67 (626 - 566) = 606,2 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_{T3} = 626 + 0,67 (660 - 626) = 648,8 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_{T4} = 660 + 0,67 (678 - 660) = 672 \text{ Н/мм}^2.$$

Для розрахунку напруги волочіння згідно з табличними даними для ст. Про набуваємо значень кута  $\alpha$  і стосунки  $e/d$ .

Значення коефіцієнта тертя  $f$ , беремо виходячи з результатів експериментальних даних:

$$\alpha = 7^\circ \text{ (суха змазка)}$$

$$e/d = 0,75$$

$$f_1 = 0,08.$$

Розраховуємо значення коефіцієнта  $\delta$  і  $\Psi$ :

$$\delta = \frac{f_1}{\text{tg} \alpha}, \quad \delta = \frac{0,08}{\text{tg} 7^\circ} = \frac{0,08}{0,001228} = 0,6515$$

$$\delta_2 = \frac{0,07}{\text{tg} 7^\circ} = 0,57;$$



$$\delta_3 = \frac{0,06}{\operatorname{tg} 7^\circ} = 0,4887;$$

$$\delta_3 = \frac{0,05}{\operatorname{tg} 7^\circ} = 0,4072;$$

$$\Pi = 4 \times f_1 \times \frac{l}{d},$$

$$\Pi_1 = 4 \times 0,08 \times 0,75 = 0,24$$

$$\Pi_2 = 4 \times 0,07 \times 0,75 = 0,21$$

$$\Pi_3 = 4 \times 0,06 \times 0,75 = 0,18$$

$$\Pi_4 = 4 \times 0,05 \times 0,75 = 0,15.$$

Напруга волочіння розраховується по формулі (при  $G_0 = 0$ ) :

$$G^\circ_{\text{вол}} = G_T \left[ \left( 1 + \frac{1}{G} \right) \times (1 - \mu^{-\delta}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1 + \mu^{-\delta}) \times \operatorname{tg} 7^\circ \right]$$

$$G^\circ_{\text{вол} 1} = 461,7 \left[ \left( 1 + \frac{1}{0,6515} \right) \times (1 - 1,744^{-0,6515}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1 + 1,744^{-0,6515}) \times 0,1228 \right] = 393 \text{ Н/мм}^2;$$

$$G^\circ_{\text{вол} 2} = 606,2 \left[ \left( 1 + \frac{1}{0,57} \right) \times (1 - 1,519^{-0,57}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1 + 1,519^{-0,57}) \times 0,1228 \right] = 405 \text{ Н/мм}^2;$$

$$G^\circ_{\text{вол} 3} = 648,8 \left[ \left( 1 + \frac{1}{0,4887} \right) \times (1 - 1,509^{-0,4887}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1 + 1,509^{-0,4887}) \times 0,1228 \right] = 415 \text{ Н/мм}^2;$$

$$G^\circ_{\text{вол} 4} = 672 \left[ \left( 1 + \frac{1}{0,4072} \right) \times (1 - 1,417^{-0,4072}) + \frac{2}{3\sqrt{3}} (1 + 1,417^{-0,4072}) \times 0,1228 \right] = 367 \text{ Н/мм}^2.$$

Напругу волочіння з урахуванням впливу зони, що калібрується, визначаємо по формулі:

$$G_{\text{вол}} = \frac{(G^\circ_{\text{вол}} + \Pi \times G_i)}{1 + \Pi},$$

$$G_{\text{вол1}} = \frac{(393 + 0,24 \times 566)}{(1 + \text{Ц})} = 426,5 \text{ Н/мм}^2$$

$$G_{\text{вол2}} = \frac{(405 + 0,21 \times 626)}{(1 + 0,21)} = 443,4 \text{ Н/мм}^2,$$

$$G_{\text{вол3}} = \frac{(415 + 0,18 \times 660)}{(1 + 0,18)} = 452,4 \text{ Н/мм}^2,$$

$$G_{\text{вол4}} = \frac{(362 + 0,15 \times 678)}{(1 + 0,154)} = 407,6 \text{ Н/мм}^2.$$

Силу волочіння визначаємо по формулі:

$$P = G_{\text{вол}} \times F_1,$$

$$P = G_{\text{вол}} \times \frac{\pi \times d^2 \times 10^{-3}}{4},$$

$$P_1 = \frac{426,5 \times 3,14 \times 5,3^2 \times 10^{-3}}{4} = 9,4 \text{ кН},$$

$$P_2 = \frac{443,4 \times 3,14 \times 4,3^2 \times 10^{-3}}{4} = 6,4 \text{ кН},$$

$$P_3 = \frac{452,4 \times 3,14 \times 3,5^2 \times 10^{-3}}{4} = 4,35 \text{ кН},$$

$$P_4 = \frac{407,6 \times 3,14 \times 3,0^2 \times 10^{-3}}{4} = 2,88 \text{ кН}.$$

Швидкість волочіння на стані 1/550 дорівнює 1,68 м/с. Потужність волочіння знаходимо по формулі:

$$N = P \times V,$$

$$N_1 = 9,4 \times 1,68 = 15,8 \text{ кВт},$$

$$N_2 = 6,4 \times 2,55 = 16,3 \text{ кВт},$$

$$N_3 = 4,35 \times 3,86 = 16,8 \text{ кВт},$$

$$N_4 = 2,88 \times 5 = 14,4 \text{ кВт}.$$

Приймаючи коефіцієнт корисної дії  $\eta = 0,95$ , а також витрата потужності на холостий хід у розмірі 6%, потужність волочильного блоку розраховується по формулі:

$$N_{дв} = \frac{1,06 \times N1}{\eta},$$

$$N_{дв1} = \frac{1,06 \times 15,8}{0,95} = 17,6 \text{ кВт},$$

$$N_{дв2} = \frac{1,06 \times 16,3}{0,95} = 18,2 \text{ кВт},$$

$$N_{дв3} = \frac{1,06 \times 16,8}{0,95} = 18,7 \text{ кВт},$$

$$N_{дв4} = \frac{1,06 \times 14,4}{0,95} = 16,1 \text{ кВт}.$$

Волочий стан 1/550 приводиться електродвигуном потужністю 55кВт, тому при волочінні перевантаження електродвигуна не буде.

Розрахунок коефіцієнта запасу міцності проволоки вироблюваний по формулі:

$$\gamma = \frac{G1}{G_{вол}},$$

де значення  $G1$  і  $G_{вол}$  візьмемо з попередніх розрахунків:

$$\gamma_1 = \frac{566}{426,5} = 1,327;$$

$$\gamma_2 = \frac{626}{443,4} = 1,412;$$

$$\gamma_3 = \frac{660}{452,4} = 1,459;$$

$$\gamma_4 = \frac{618}{407,6} = 1,663.$$

Розраховані дані більше допустимих, тому волочіння буде проходить без обривів проволоки, що простягається.

Усі розрахункові дані процесу волочіння металу зводимо в таблицю 2.1

Таблиця 2.1 - Початкові і розрахункові дані процесу волочіння діаметром 3,0 мм із сталі У8А на волочильному стані 1/550.

№ Пр.	d, мм	$\mu$	E, %	$G_i$ , Н/мм <sup>2</sup>	$G_T$ , Н/мм <sup>2</sup>	$G_{\text{вол}}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$\gamma$	P, кН	V, м/с	N, кВт	$N_{\text{дв}}$ , кВт
0	7	-	-	250	250	-	-	-	-	-	-
1	5,3	1,744	42,67	566	461,7	426,5	1,327	9,4	1,68	15,8	17,6
2	4,3	1,519	62,26	626	606,2	443,4	1,412	6,4	2,55	16,3	18,2
3	3,5	1,509	75	660	648,8	452,4	1,459	4,35	3,86	16,8	18,7
4	3,0	1,417	82,36	678	672	407,6	1,663	2,88	5,0	14,4	16,1

Результати розрахунку параметрів деформації та енергосилових показників волочіння дроту діаметром 3,0 мм представлені на рис. 2.1 та 2.2. в порівнянні з параметрами волочіння дроту 7,0 мм і 10,0 мм.

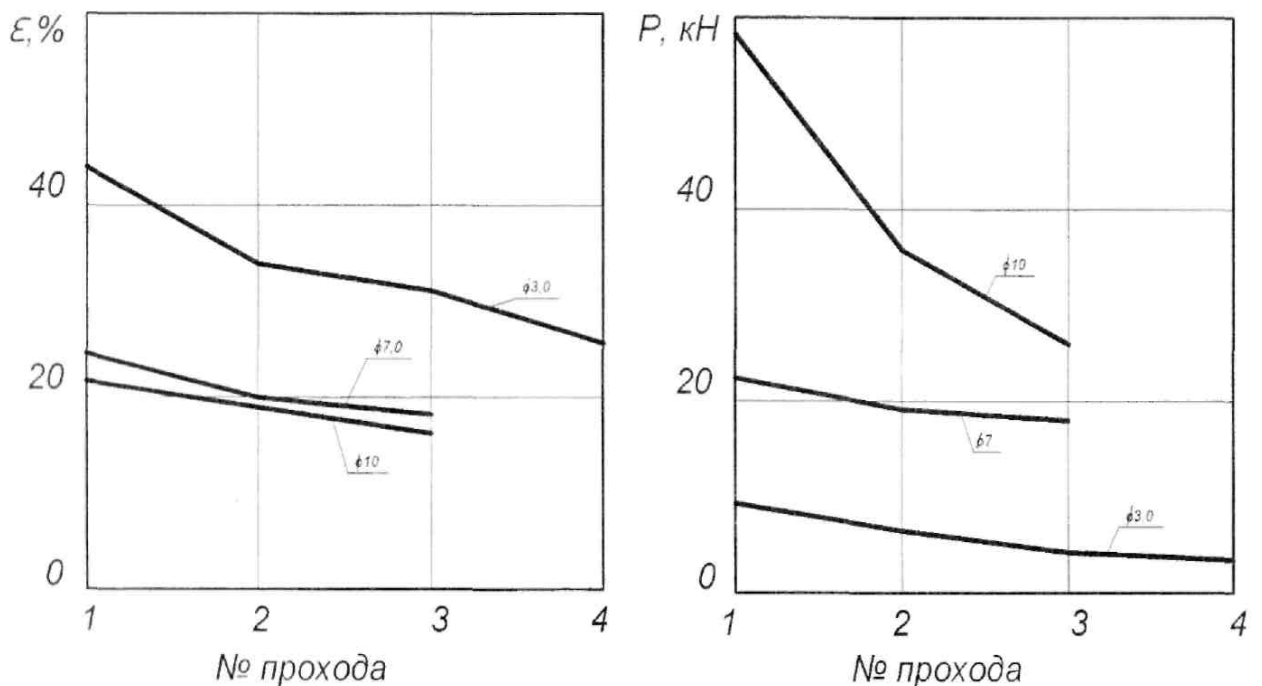


Рисунок 2.1 - Розподіл відносного обтиску і сили волочіння за проходами волочіння дроту діаметром 3,0 мм в порівнянні з діаметрами 7,0 та 10,0 мм.

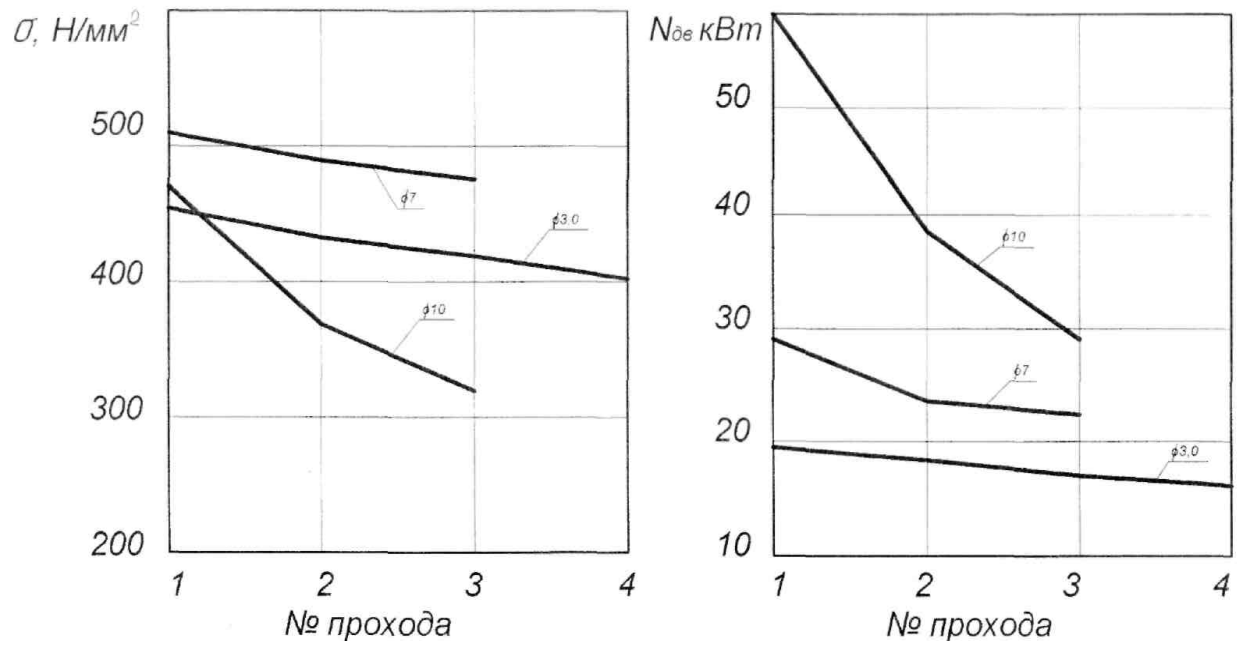


Рисунок 2.2 - Розподіл напруги волочіння і потужності двигунів за проходами при волочінні дроту діаметром 3,0 мм.

### 3 МЕХАНІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1. ККД та навантаження на валах

Привід волочильного барабана здійснюється від двигуна трифазного струму через клиноремінну передачу, передачу на вал барабана. Різним швидкостям барабана відповідає різна потужність двигуна. Завдяки наявності індукційних муфт можливе точне регулювання зусилля намотування дроту на волочильний барабан і разом з чотириступінчастою коробкою передач, узгодження числа оборотів барабана із швидкістю руху дроту. Двигун прикріплений до балансира, так, що комплект клинових ременів легко простягати. Доступ по усьому приводному агрегату можливий після зняття кришки.

Коефіцієнт корисної дії муфти приймаємо  $\eta_m = 0,99$

Потужність на вхідному валу 1:

$$P_1 = P_{дв} * \eta_m,$$

де  $P_{дв}$  - потужність двигуна, кВт

момент, що крутить, на вхідному валу 1:

$$T_1 = 9550 \times \frac{P_1}{n_1}$$

де  $n_1$  - число оборотів двигуна, про/хв.

$$T_1 = 9550 \times \frac{14,85_1}{1450} = 97,8 \text{ Н.м.}$$

Коефіцієнт корисної дії редуктора приймаємо  $\eta_1 = 0,97$   
тоді потужність на вихідному валу:

$$P_2 = P_1 \times \eta_1 = 14,85 \times 0,97 = 14,4 \text{ кВт.}$$

Число оборотів веденого валу рівне:

$$\text{при } i_1 = \frac{56}{30} = 1,86$$

$$\text{при } i_2 = \frac{42}{44} = 0,95$$

$$n_2^1 = \frac{n_1}{i_1} = \frac{1450}{1,86} = 779,6 \text{ об/мин.}; \quad n_2^2 = \frac{1450}{0,95} = 1526,3 \text{ об/мин.}$$

$$n_3^1 = \frac{779,6}{2,875} = 271,1 \text{ об/мин.}; \quad n_3^2 = \frac{1526,3}{2,875} = 530 \text{ об/мин.}$$

$$n_4^1 = \frac{271,1}{3,36} = 80,7 \text{ об/мин.}; \quad n_4^2 = \frac{530}{3,36} = 158 \text{ об/мин.};$$

Момент, що крутить, на вихідному валу 4⊖

$$T_2^1 = 9550 \times \frac{14,4}{779,6} = 176,3 \text{ Н*м};$$

$$T_3^1 = 9550 \times \frac{14,4}{271,1} = 507,3 \text{ Н*м};$$

$$T_4^1 = 9550 \times \frac{14,4}{80,7} = 1704,1 \text{ Н*м};$$

$$T_2^2 = 90,1 \text{ Н*м}$$

$$T_3^2 = 259,5 \text{ Н*м}$$

$$T_4^2 = 870,4 \text{ Н*м}$$

$$T_2^4 = 125,2 \text{ Н*м}$$

$$T_3^4 = 359,9 \text{ Н*м}$$

$$T_4^4 = 1209,5 \text{ Н*м}$$

### 3.2. Розрахунок основних розмірів зубчастої передачі

Основним розміром зубчастої передачі є міжосьова відстань яке визначається, виходячи з контактної витривалості поверхонь зубів по формулі:

$$a_w = K \times (I + 1) \times \sqrt[3]{\frac{T_2 \times K_{H\beta}}{H^2 \times \psi_{ва} \times [\delta_H]^2}},$$

де  $K_a$  - коефіцієнт для сталевих позозубих коліс

$$K_a = 430 \text{ МПа}$$

Для виготовлення колес обираємо наступні матеріали: для шестерні  $Z_{1,3,5}$  - сталь покращену, для колеса  $Z_{2,4,6}$  - сталь 45 нормалізовану, для шестерні  $Z_7$  - сталь 40ХН покращену, для колеса  $Z_8$  - сталь 40ХН нормалізовану.

Дані про властивості матеріалів заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1. - Властивості матеріалів зубчастої передачі.

Деталь	Марка стали		Межа		Твердість НВ
			Міцності $\delta_y$ МПа	Плинність $\delta_a$ МПа	
Шестерня	45	Поліпшення	680-780	390	250
	40ХН	Поліпшення	830-930	590	295
Колесо	45	Нормалізація	550	280	217
	40ХН	Нормалізація	640	590	250

Межа контактної витривалості поверхонь зубів з нормалізованих або поліпшених сталей при  $\text{НВ} \leq 350$ .

Коефіцієнт запасу, що допускається, для коліс з однорідною стружкою матеріалу  $S_n = 1,1$ . коефіцієнт довговічності при діаметром при тривалому режимі експлуатації, тобто при числі циклів більше базового, рівний 1.

Тоді:

$$[\delta_{H1}] = \frac{(2H_{\text{в}61} + 70)K_{Hl}}{S_h} = \frac{(2 \cdot 250 + 70)1}{1.1} = 518,2 \text{ МПа};$$

$$[\delta_{H2}] = \frac{(2H_{\text{в}62} + 70)K_{Hl}}{S_h} = \frac{(2 \cdot 217 + 70)1}{1.1} = 458,2 \text{ МПа};$$



$$[\delta_{H1}] = \frac{(2 \cdot 250 + 70)l}{1.1} = 518 \text{ МПа};$$

$$[\delta_{H1}] = \frac{(2 \cdot 295 + 70)l}{1.1} = 600 \text{ МПа};$$

Для непрямозубних коліс розрахункову контактну напругу, що допускається, визначаємо по формулі:

$$[\delta_H] = 0,45([\delta_{H1}] + [\delta_{H2}]),$$

$$[\delta_H]_1 = 0,45(518,2 + 458) = 440 \text{ МПа};$$

$$[\delta_H]_2 = 0,45(600 + 518) = 503 \text{ МПа};$$

Перевіряємо виконання умови :

$$[\delta_H] \leq 1,23[\delta_{H\min}] \leq 1,23 \cdot 391 = 481 \text{ МПа}.$$

Вибираємо відношення розрахункової ширини шестерень до міжосьової відстані  $\psi_{ba} = 0,315$ , тоді

$$\Psi_{bd1} = 0,5 (U+1) \psi_{ba} = 0,5 \cdot 0,315 (12,8 + 1) = 2,17;$$

$$\Psi_{bd2} = 1,197; \quad \Psi_{bd3} = 1,61; \quad \Psi_{bd4} = 2,99.$$

Коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження по ширині вінця з урахуванням  $H_{нв} < 350H_v$ , симетричного розташування шестерні на валах редуктора і  $\Psi_{nd} = 0,764$  приймаємо  $K_{нв1} = 1,3$ ;  $K_{нв2} = 1,15$ ;  $K_{нв3} = 1,22$ ,  $K_{нв4} = 1,3$

Визначаємо розрахункову міжосьову відстань:

$$a_{w-2_1} = 430(1,86 + 1) \sqrt[3]{\frac{176,3 \cdot 1,3}{1,86^2 \cdot 0,315 \cdot 376^2}} = 140,7 \text{ мм}$$

$$a_{w-2_2} = 430(0.95 + 1) \sqrt[3]{\frac{90.1 \cdot 1.3}{0.95 \cdot 0.315 \cdot 376^2}} = 64,2 \text{ мм}$$

$$a_{w-2_3} = 430(0,69 + 1) \sqrt[3]{\frac{65,5 \cdot 1,3}{0,69 \cdot 0,315 \cdot 376^2}} = 115,7 \text{ мм}$$

$$a_{w-2_4} = 430(1.32 + 1) \sqrt[3]{\frac{152,2 \cdot 1,3}{1,32 \cdot 0,315 \cdot 376^2}} = 127,9 \text{ мм}$$

$$a_{w_{2-3}} = 430(2,875 + 1) \sqrt[3]{\frac{507,3 \cdot 1,3}{2,875^2 \cdot 0,315 \cdot 376^2}} = 202,8 \text{ мм}$$

Приймаємо  $a_{w1-2} = 100$  ;  $a_{w1-2} = 160$  мм

Торцевий модуль передачі :

$$m_{t1} = \frac{2 \cdot a_w}{z_c} = \frac{2 \cdot 100}{86} = 2.3256 \text{ мм}$$

$$m_{t2} = \frac{2 \cdot 160}{93} = 3,4408 \text{ мм} .$$

По СТСЕВ 310-76 приймається нормальний модуль передачі  
 $m_{n1} = 2.25$  мм,  $m_{n2} = 3.5$  мм

Тоді кут нахилу зубів :

$$\cos \beta_1 = m_{n2} / m_{t2} = 2.25 / 2.3256 = 0.967 \quad \beta_1 = 14.6^\circ$$

$$\cos \beta_2 = m_{n2} / m_{t2} = 0.983 \quad \beta_2 = 10.5^\circ$$

Основні розміри зубчастих коліс :

- - діаметри ділительних кіл :

$$d_9 = d_{w1} = m_t \cdot z = 24 \cdot 3.44 = 82.579 \text{ мм};$$

$$d_{10} = d_{w10} = 69 \cdot 3.4408 = 237.41 \text{ мм};$$

$$d_1 = d_{w1} = 2.3 \cdot 37 = 85.1 \text{ мм}$$

$$d_2 = d_{w2} = 2.3 \cdot 49 = 112,7 \text{ мм}$$

$$d_3 = d_{w3} = 2.3 \cdot 51 = 117,3 \text{ мм}$$

$$d_4 = d_{w4} = 2.3 * 35 = 80,5 \text{ мм}$$

$$d_5 = d_{w5} = 2.3 * 44 = 101,2 \text{ мм}$$

$$d_6 = d_{w6} = 2.3 * 42 = 96,6 \text{ мм}$$

$$d_7 = d_{w7} = 2.3 * 30 = 69 \text{ мм}$$

$$d_8 = d_{w8} = 2.3 * 56 = 128,8 \text{ мм.}$$

Перевіряємо міжосьову відстань:

$$a_{w1-2} = 0.5 (85.1+112.7) = 98.9 \text{ мм}$$

$$a_{w3-4} = 0.5 (117,3+80,5) = 98.9 \text{ мм}$$

$$a_{w5-6} = 0.5 (101,2+96,6) = 98.9 \text{ мм}$$

$$a_{w7-8} = 0.5 (69+128,8) = 98.9 \text{ мм}$$

$$a_{w9-10} = 0.5 (82,579+237,415) = 159,99 \text{ мм.}$$

Діаметри кіл виступів :

$$d_{a1}=d_1 = 2m_n = 85.1+2*2.25 = 90.1 \text{ мм}$$

$$d_{a2} = 117,7 \text{ мм}; \quad d_{a3} = 122,3 \text{ мм}; \quad d_{a4} = 85,5 \text{ мм};$$

$$d_{a5} = 106,2 \text{ мм}; \quad d_{a6} = 101,6 \text{ мм}; \quad d_{a7} = 74 \text{ мм};$$

$$d_{a8} = 133,8 \text{ мм}; \quad d_{a9} = 82,579 \text{ мм}; \quad 3,5 = 89,579 \text{ мм}$$

$$d_{a10} = 244.415 \text{ мм.}$$

Діаметри кіл западин :

$$d_{f1} = d_1 - 2.5 * m_n = 85.1 - 2.5 * 2.25 = 79.475 \text{ мм};$$

$$d_{f2} = 112,7 - 5,625 = 107,07 \text{ мм}; \quad d_{f3} = 111,675 \text{ мм};$$

$$d_{f4} = 74,875 \text{ мм}; \quad d_{f5} = 95,575 \text{ мм}; \quad d_{f6} = 90,975 \text{ мм};$$

$$d_{f7} = 63,375 \text{ мм}; \quad d_{f8} = 123,175 \text{ мм};$$

$$d_{f9} = 82,579 - 2,5 * 3,5 = 73,829 \text{ мм}; \quad d_{f10} = 233,165 \text{ мм};$$

Ширина колесу :

$$B_2 = B_w = \psi_{Ba} * a_w = 0.315 = 31.5 \text{ мм}$$

$$B'_2 = B_w = 0.315 * 160 = 50.4 \text{ мм.}$$

Ширина шестерні :

$$B_1 = B_2 + (5/10) \text{ мм} = 40 \text{ мм}$$

$$B'_1 = 55,4 \text{ мм.}$$

Відповідно до ГОСТ 6636 - 69 приймаємо:

$$B_{2,4,6,8} = 32 \text{ мм}, \quad B_{10} = 55 \text{ мм}, \quad B_{1,3,5,7} = 40 \text{ мм}, \quad B_9 = 50 \text{ мм.}$$

Окружна швидкість в зачепленні:

$$U = \frac{\pi * d * n}{1000 * 60}$$

$$V_1 = 3,14 * 85,1 * 1450/100 * 60 = 6,5 \text{ м/с}$$

$$V_9 = 3,14 * 82,579 * 799,6/1000 * 60 = 3,37 \text{ м/с}$$

$$V_3 = 3,14 * 117,3 * 1450/100 * 60 = 8,9 \text{ м/с}$$

$$V_5 = 3,14 * 101,2 * 1450/1000 * 60 = 7,7 \text{ м/с}$$

$$V_7 = 3,14 * 69 * 1450/1000 * 60 = 5,2 \text{ м/с.}$$

Міра точності косозубих зачеплень - восьма, шорсткість поверхні зубів :

$$R_z = 10 \dots 6,3$$

Еквівалентні числа зубів :

$$Z_{\nu 1} \frac{Z_1}{\cos 3\beta} = \frac{37}{0,967} = 40,9$$

$$Z_{v2} = 49/0.967^3 = 54.2$$

$$Z_{v3} = 51/0.967^3 = 56.4$$

$$Z_{v3} = 435/0.967^3 = 38.7$$

$$Z_{v5} = 44/0.967^3 = 48.6$$

$$Z_{v6} = 42/0.967^3 = 46.4$$

$$Z_{v7} = 30/0.967^3 = 33.2$$

$$Z_{v8} = 56/0.967^3 = 61.9$$

$$Z_{v9} = 24/0.983^3 = 25.3$$

$$Z_{v10} = 69/0.983^3 = 72,6.$$

Коефіцієнт торцевого перекриття :

$$E_{a1} = [(1,88 - 3,2(1/37 + 1/49))] * 0,967 = 1,67;$$

$$E_{a2} = [(1,88 - 3,2(1/51 + 1/35))] * 0,967 = 1,67;$$

$$E_{a3} = 1,67; \quad E_{a4} = 1,66;$$

$$E_{a5} = [(1,88 - 3,2(1/24 + 1/69))] * 0,983 = 1,67.$$

### 3.3. Сили в зачепленні

Діючі в зачепленні сили мають наступні значення:

окружна

$$F_{t1} = \frac{2*T_1}{d_{w1}} = \frac{2*97800}{85.1} = 2298.5H$$

$$F_{t3} = \frac{2*97800}{117.3} = 1167.5H$$

$$F_{t7} = \frac{2*97800}{69} = 2834,8H$$

$$F_{t5} = \frac{2*97800}{101,2} = 1932,8H$$

$$F_{t9} = \frac{2*176300}{82,579} = 4269,8H .$$

Радіальна:

$$F_{\tau_1} = F * \tan\alpha / \cos\beta = 2298.5 * 0.3639 / 0.967 = 864.9 \text{ Н};$$

$$F_{\tau_3} = 1667,5 * 0.3639 / 0.967 = 627,5 \text{ Н};$$

$$F_{\tau_5} = 1935,8 * 0.3639 / 0.967 = 727,4 \text{ Н};$$

$$F_{\tau_7} = 2834,8 * 0.3639 / 0.967 = 1066,8 \text{ Н};$$

$$F_{\tau_9} = 4269,8 * 0.3639 / 0.983 = 1580,9 \text{ Н}.$$

Осьова:

$$F_{a1} = F_t * \tan\beta = 2298.5 * \tan 14.6^\circ = 598,7 \text{ Н}$$

$$F_{a3} = 434,3 \text{ Н};$$

$$F_{a5} = 503,5 \text{ Н};$$

$$F_{a7} = 738,4 \text{ Н}; \quad F_{a9} = 4269,8 * \tan 10,5^\circ = 791,4 \text{ Н}.$$

### 3.4. Розрахунок на контактну витривалість поверхонь зубів

Відповідно до ГОСТ 21354 - 75 фактичної контактної напруги в зубах передачі перевіряються по формулі:

$$\delta_H = Z_H \times Z_M \times Z_e \sqrt{\frac{\omega_H}{a_{w1}} \times \frac{u_{\phi} + 1}{\cup\phi}} \leq [\delta_H],$$

де  $Z_H$  - коефіцієнт, що враховує формулу зв'язаних поверхонь зубів.

$$Z_{H1} = 1,77 * \cos\beta = 1,77 * 0.967 = 1.71;$$

$$Z_{H2} = 1,77 * 0,983 = 1,74.$$

$Z_M$  - коефіцієнт, що враховує механічні властивості матеріалів коліс;

$$Z_M = 275 \text{ Мпа};$$

$Z_E$  = коефіцієнт, що враховує сумарну довжину контактних ліній

$$Z_E = \sqrt{1/E_a} = \sqrt{1/1,67} = 0,77;$$

$$Z_E = \sqrt{1/1,66} = 0,77; \quad W_{ht} - \text{питома розрахункова окружна сила}$$

$$\omega_{ht} = \frac{F_1}{b\omega} \times K_{на} \times K_{н\beta} \times K_{н\nu},$$

де  $K_{на}$  - коефіцієнт, що враховує розподіл навантаження між зубами;

$$K_{на} = 1,13$$

$K_{н\nu}$  - коефіцієнт динамічного навантаження;

$$K_{н\nu} = 1,01$$

$$\omega_{ht1} = \frac{2298,5}{32} \times 1,13 \times 1,03 \times 1,01 = 84 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{ht3} = \frac{1167,5}{32} \times 1,13 \times 1,03 \times 1,01 = 61,3 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{ht5} = \frac{1932,85}{32} \times 1,13 \times 1,03 \times 1,01 = 71 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{ht7} = \frac{2834,8}{32} \times 1,13 \times 1,03 \times 1,01 = 104,1 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{ht9} = \frac{4269,8}{50} \times 1,16 \times 1,0 \times 1,03 = 102,3 \text{ Н/мм};$$

Фактично розрахункова контактна напруга:

$$\delta_{н1} = 1,71 \times 275 \times 0,77 \sqrt{\frac{84}{85,1} \times \frac{1,32+1}{1,32}} = 213,5 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_n] = 440 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{н3} = 1,71 \times 275 \times 0,77 \sqrt{\frac{61,3}{117,3} \times \frac{1,69}{0,69}} = 409,6 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_n] = 440 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{н5} = 1,71 \times 275 \times 0,77 \sqrt{\frac{71}{101,2} \times \frac{1,95}{0,95}} = 434,5 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_n] = 440 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{н7} = 1,71 \times 275 \times 0,77 \sqrt{\frac{104,1}{69} \times \frac{2,86}{1,86}} = 501 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_n] = 503 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{н9} = 1,74 \times 275 \times 0,77 \sqrt{\frac{102,03}{82,259} \times \frac{3,875}{2,875}} = 435 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_n] = 440 \text{ Мпа}$$

### 3.5. Розрахунок зубів на витривалість при вигині

Перевіряти по напрузі вигину прийнято ту з пари шестерень, у якої відношення  $[\delta_f]$  і коефіцієнт форми  $Y_f$ .

Напругу вигину, що допускається, визначаємо по формулі:

$$[\delta_f] = \frac{\delta^* F_{limb}}{S_f},$$

де  $\delta^* F_{limb}$  - значення межі витривалості при отнулевому циклі:

для шестерні (колеса)	$\delta^* F_{limb} = 1.8 * 250 = 450 \text{ Мпа};$
для колеса	$\delta^* F_{limb} = 1,8 * 217 = 391 \text{ Мпа};$
для шестерні	$\delta^* F_{limb} = 1,8 * 295 = 531 \text{ Мпа};$

Коефіцієнт запасу міцності :

$$S_f = S'_f \times S''_f,$$

де  $S'_f = 1,75$ ;  $S''_{шес} = 1,0$ ;  $S''_{кол} = 1,3$

$$[\delta_{f1/2}] = \frac{\delta^* f_{limb}}{S'_f \times S''_f} = \frac{450}{1,75 \times 1} = 257 \text{ Мпа};$$

Колесо  $[\delta_{f2}] = \frac{391}{1,75 \times 1,3} = 172 \text{ Мпа};$

Шестерня  $[\delta_{f1}] = \frac{531}{1,75 \times 1} = 303 \text{ Мпа};$

$$Y_{f1} = 3.9$$

$$Y_{f2} = 3.6$$



Для шестерні  $[\delta F_1]/Y_{f1} = \frac{257}{3.9} = 65.9$

$$[\delta F_1]/Y_{f1} = \frac{303}{3.9} = 71.8$$

Для колеса  $[\delta F_2]/Y_{f2} = \frac{172}{3.6} = 47.6$

$$[\delta F_2]/Y_{f2} = \frac{257}{3.6} = 71.4$$

$Y_e$  - коефіцієнт, що враховує перекриття зубів;

$$Y_e = 1$$

$Y_\beta$  - коефіцієнт, що враховує нахил зубів;

$$Y_\beta = 1 - \frac{\beta^\circ}{140^\circ} = 1 - \frac{10.5}{140} = 0.925;$$

$$Y_\beta = 1 - \frac{14.6}{140} = 0.896;$$

$$\omega_u = \frac{F_1}{6\omega} \times K_{fa} \times F_{f\beta} \times K_{fv},$$

де  $K_{fa}$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між зубами:

$$K_{fa} = \frac{4+(E_a-1)(n-5)}{4 \times E_a} = \frac{4+(1.67-1)(9-5)}{4 \times 1.67} = 1.0;$$

$$K_{fa} = \frac{4+(1.67-1)(8-5)}{4 \times 1.67} = 0.89;$$

$K_{f\beta}$  - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження по довжині зуба;

$$K_{f\beta} = 1.05; 1.07; 1.1$$

$K_{fv}$  - коефіцієнт динамічності навантаження;

$$K_{fv} = 1,3$$

$$K_{fv} = 1,25$$

Питома оточення сила:

$$\omega_{Ft9} = \frac{4269,8}{50} \times 1 \times 1,05 = 112,1 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{Ft1} = \frac{2298,5}{32} \times 0,89 \times 1,07 \times 1,3 = 88,9 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{Ft3} = \frac{1167,5}{32} \times 0,89 \times 1,07 \times 1,3 = 81,41 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{Ft5} = \frac{1932,8}{32} \times 0,89 \times 1,07 \times 1,3 = 74,77 \text{ Н/мм};$$

$$\omega_{Ft7} = \frac{2834,8}{32} \times 0,89 \times 1,1 \times 1,3 = 112,7 \text{ Н/мм};$$

Діюча напруга вигину в зубах колеса :

$$\delta_{f1} = 3,6 \times 1,0 \times 0,896 \times \frac{88,9}{2,25} = 127,5 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_f] = 172 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{f3} = 3,6 \times 1,0 \times 0,896 \times \frac{81,4}{2,25} = 116,7 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_f] = 172 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{f5} = 3,6 \times 1,0 \times 0,896 \times \frac{74,77}{2,25} = 107,2 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_f] = 172 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{f7} = 3,6 \times 1,0 \times 0,896 \times \frac{112,7}{2,25} = 161,6 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_f] = 172 \text{ Мпа}$$

$$\delta_{f9} = 3,6 \times 1,0 \times 0,925 \times \frac{112,1}{3,5} = 106,6 \text{ Мпа}; \quad \prec [\delta_f] = 172 \text{ Мпа} .$$

Розрахунки на контактну витривалість поверхонь зубів і витривалість при вигині показали, що матеріали і розміри зубчастих коліс вибрані правильно, відповідають заданим навантаженням, сприяють довговічній роботі.

Волочіння обривів метала не повинно бути.

Визначаємо силу волочіння по переходах по формулі:

$$P = \sigma_{\text{вох}} \times F_1, \quad P = \delta_{\text{вох}} \times \frac{\pi \times d^2 \times 10^{-3}}{4},$$

$$P_1 = 465,2 \times 3,14 \times 12,5^2 \times 10^{-3} / 4 = 57,1 \text{ кН},$$

$$P_2 = 267,9 \times 3,14 \times 11^2 \times 10^{-3} / 4 = 35,4 \text{ кН},$$

$$P_3 = 317,4 \times 3,14 \times 9,9^2 \times 10^{-3} / 4 = 24,4 \text{ кН},$$

Потужність волочіння знаходимо по формулі:

$$N = P \times V, \quad N_1 = 57,1 \times 1 = 57,1 \text{ кВт},$$

$$N_2 = 35,4 \times 1 = 35,4 \text{ кВт}, \quad N_3 = 24,4 \times 1 = 24,4 \text{ кВт}.$$

Приймаючи коефіцієнт корисної дії  $\eta = 0,95$ , знаходимо потужність на валу електродвигуна одноразового волочильного стану по формулі:

$$N_{\text{дв}} = \frac{1}{\eta} \left( PV + \frac{\delta \times 0,17 d^3}{r_k} \times V \right)$$

$$N_{\text{дв1}} = \frac{1,06}{0,95} \left( 57,1 + \frac{876,8 \times 2 \times 0,17 \times 12,5^3}{750 \times 10^3} \times 1 \right) = 64,7 \text{ кВт},$$

$$N_{\text{дв2}} = \frac{1,06}{0,95} \left( 25,4 + \frac{837,8 \times 2 \times 0,17 \times 11^3}{750 \times 10^3} \times 1 \right) = 39,1 \text{ кВт},$$

$$N_{\text{дв3}} = \frac{1,06}{0,95} \left( 24,4 + \frac{1109,7 \times 2 \times 0,17 \times 10^3}{750 \times 10^3} \times 1 \right) = 27,8 \text{ кВт}.$$

де 1,06 - коефіцієнт, який враховує витрати на холостий хід стану.

Встановлена потужність електродвигуна на стані 1/750 рівна 100кВт. Тому при волочінні перевантаження електродвигуна не буде.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

### 4.1. Розрахунок рівня механізації праці ділянки калібрувального цеху (КЦ)

Досить повне уявлення про рівень механізації можна отримати шляхом визначення витрат механічної і ручної праці, розрахувавши по формулі:

$$B = \frac{M}{M + R} \cdot 100\% ,$$

де В - рівень механізації праці;

М - сума людино-годин механізованої праці;

Р - сума людино-годин ручної праці;

Розрахунок рівня механізації для електрогазозварника:

$$B = \frac{1}{1 + 7} \cdot 100\% = 12,5\% .$$

Початкові дані і отримані результати зведені в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 - Розрахунок рівня механізації праці

№ п/п	Професія робітників	Штат робітників	Кількість відпрацьованих людино-годин в добу			% механі- го праці
			Вручну	При пом. машини	Всього	
1	Електрогазозварник	1	7x2=14	1x2=2	16	12,5
2	Слюсар ремонтник	8	6x8=32	1,2x4=4,8	36,8	41,6
3	Волочильник пров.	2	6x2=12	1,2x2=2,4	8,4	22,2
4	Токар	1	6x1=6	1,2x1=1,2	7,2	12,5

#### 4.2. Аналіз потенційних небезпек і шкідливих чинників виробничого середовища

Розглянемо карту умов праці слюсаря-ремонтника КЦ (таблиця. 4.2)

Таблиця 4.2 - Технологічна карта умов праці для чергового і ремонтного слюсаря

Чинники	Нормати вне знач. ГДК, ПДУ	Фак тич. Значе ння	III клас шкідливих і небезпечних умов і характеристик праці			Час дії чинника % в зміну
			1 степ.	2 степ.	3 степ.	
I Шкідливі хімічні речовини, міліграм/м <sup>3</sup>						
1 клас небезпеки						
2 клас небезпеки						
Луг їдкий	0,5	1,27	2,5 р			94
3-4 клас небезпеки						
Пил	4,0	4,4	1,1 р			94
II Пил переважно фіброгеної дії міліграма/м <sup>3</sup>						
III Шум, Дб	80	99			19	94
IV Мікроклімат в приміщенні						
- температура повітря, °C	28	35		7		97
- швидкість руху повітря, м/сік	0,3	0,24	>1,2р			97

- - відносна вологість повітря, %	75	73	-	-	-	97
V Робоча поза						
Нахил корпусу в просторі обумовлений технологічним процесом, град.	Перебування в похилому полож. зверху					
		30				
Кількість чинників			4		1	

\* \* Категорія тяжкості середня II б(а).

Гігієнічна оцінка умов праці : умови і характер праці відносяться до III класу 3 міри.

Атестація робочого місця : робочі місця мають в наявності: 1 чинника 3 міри, 4 чинників 1 міри, 1 чинників 2 міри. За показниками робоче місце слід рахувати з шкідливими і важкими умовами праці, що відповідає показникам списку №2, пункт 6.

Згідно із списком №2: пенсійний вік за пільговими умовами для чоловіків складає 50 років, для жінок 45 років, дається додаткова відпустка 4 дні, дається молоко.

У таблиці 4.3 приведені чинники виробничого середовища трудового процесу і заходи щодо їх усунення, які мають місце на участь стану.

Таблиця 4.3 - Технічних заходів захисту від впливу шкідливих чинників виробничого середовища

№ п/п	Небезпечний або шкідливий чинник виробничого середовища	Захисний пристрій	Тип пристрою	Параметри пристрою	Місце установки
1	Запилена	Витяжна вентиляція	-	-	-
2	Запилена	Респіратор СИЗОД	"пелюстка" "	-	Індивідуально
3	Шум	Навушники противошум.	-	Придатний до 110 Дб	Індивідуально
4	Температура	Куртка, що утеплює, ватні брюки	-	-	Індивідуально
5	Шкідливі хим. речовини	Теж, що і при запылений. +костюм х/би, рукав.			Індивідуально

### 4.3. Технічні рішення по виробничій санітарії

#### 4.3.1. Опалювання і вентиляція

Під вентиляцією розуміють систему заходів і пристроїв, призначених для забезпечення на робочих місцях, в робітниках і обслуговуючих зонах приміщень метеорологічних умов і чистоти повітряного середовища. Залежно від способу переміщення повітря розрізняють природну і механічну вентиляцію. Для усунення пилу в приміщенні, зменшуючи її

кількість в повітрі, усе устаткування закрито парасольками (витяжна вентиляція), сполученими за допомогою воздухов з пристроями для очищення повітря, що видаляється.

У волоочильному виробництві має місце випар технологічного мастила. Для видалення цієї пари за станом встановлюють витяжні парасольки.

Також в прольоті ділянки використовують природну вентиляцію повітря. У такому вигляді вентиляції повітря поступає і віддається через щілини, вікна, двері, ворота, ліхтарі.

Розрахунок аерації, тобто визначення площі аераційних отворів для КЦ в теплий період часу здійснюється для наступних даних.

- Кількість повітря, яка повинна поступати в приміщення

$$G_{пост} = 30000 \text{ кг/час}$$

- Кількість повітря, яка повинна віддаватися з приміщення

$$G_{уд} = 26000 \text{ кг/час}$$

- Відстань між осями отворів
- Температура зовнішнього повітря
- Температура внутрішнього повітря

Конструкція стулки віконного отвору - одинарна верхньоподвісна з кутом відкриття отвору . Ліхтар П-образний з фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які знаходяться на відносній відстані з кутом відкриття .

Температура повітря, яке віддається з верхньої зони приміщення, визначаємо по формулі:

$$t_{уд} = t_{внеш} + \frac{t_{внутр} - t_{прз}}{m}, \text{ } ^\circ C$$



Де  $t_{y0}$  - температура повітря, яка поступила в робочу зону (у теплий період часу);

$m = 0,41$  - коефіцієнт для виробничих приміщень за умови подачі повітря в робочу зону і видалення його з верхніх зон.

$$t_{y0} = 19 + \frac{28 - 19}{0,41} = 40,95 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Температура повітря, яке віддаляється з верхньої зони приміщення можна визначити по наступній формулі, використовуючи графік, приведений в роботі [23].

$$t_{y0} = \frac{3,14 W_0^{\frac{2}{9}} \cdot \Delta t_{p.z}^{\frac{2}{3}} \cdot h_{p.z}^{\frac{2}{3}}}{H^{\frac{1}{9}}} + t_n, \text{ } ^\circ \text{C}$$

Де  $W_0$  - кількість питомих надлишкових тепловиділень, Ккал/м<sup>3</sup>час

$\Delta t_{p.z}$  - надлишкова температура повітря в робочій зоні (приймається на 3-5<sup>o</sup>C вище зовнішньою в літній час)

$H$  - відстань між центрами припливних і витяжних отворів в м;

$t_n$  - температура зовнішнього припливного повітря, <sup>o</sup>C.

Питома вага повітря визначається по формулі:

$$\gamma = \frac{353}{t + 273} \text{ кг/м}^3$$

$$\gamma_{внеш} = \frac{353}{19 + 273} = 1,208$$

$$\gamma_{y0} = \frac{353}{40,95 + 273} = 1,124.$$

Розподілений тиск визначаємо з вираження:

$$\Delta P_{1,2} = h(\gamma_{\text{внеш}} - \gamma_{\text{вд}}) \quad \text{кг/м}^2$$

$$\Delta P_{1,2} = 10(1,208 - 1,124) = 0,84.$$

Втрати тиску на проходженні повітря через припливні отвори можна визначати по формулі:

$$\Delta P_1 = \beta \cdot \Delta P_{1,2} \quad \text{кг/м}^2.$$

Де - частина різниці опорів, яка витрачається на прихід повітря через припливні отвори

$$\Delta P = 0,2 \cdot 0,84 = 0,168.$$

Втрати тиску на проходження повітря через ліхтар визначається по формулі:

$$\Delta P_2 = \Delta P_{1,2} - \Delta P_1 \quad \text{кг/м}^2$$

$$\Delta P_2 = 0,84 - 0,168 = 0,672.$$

Визначаємо площу отворів в стіні і площу отворів ліхтарів:

$$F_{\text{приг}} = \frac{G_{\text{пост}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot \rho \cdot \gamma_{\text{внеш}}}{\xi_1} \cdot \Delta P_1}} \quad \text{м}^2$$

$$F_{\text{фон}} = \frac{G_{\text{уд}}}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot q \cdot \gamma_{\text{уд}}}{\xi} \cdot \Delta P_2}} \quad \text{м}^2.$$

Де - прискорення вільного падіння

$\xi_1, \xi_2$  - коефіцієнти місцевого опору припливних отворів і ліхтаря, відповідно.

Підставивши значення у формули, отримаємо:

$$F_{\text{прит}} = \frac{30000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,208}{4,7} \cdot 0,168}} = 10$$

$$F_{\text{фон}} = \frac{26000}{3600 \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1,124}{5,1} \cdot 0,672}} = 4,24.$$

Опалювання побутових приміщень здійснюється за допомогою панелей (батарей) в яких як теплоносії використовують пару. Опалювання побутових приміщень здійснюється від цеху тепловодоснабження.

#### 4.3.2. Природне і штучне освітлення

Для створення сприятливих умов праці важливе значення має раціональне освітлення. Незадовільне освітлення утрудняє проведення робіт, веде до зниження продуктивності праці працездатності очей і може бути причиною їх захворювань і нещасних випадків (19,20,21).

На промислових підприємствах штучне освітлення підрозділяється на робоче (для проведення робіт в темний час доби або в місцях без достатнього, природного освітлення), аварійне (для проведення роботи при аварійному відключенні робочого освітлення), евакуаційне (аварійне освітлення для евакуації людей з приміщення при аварійному відключенні

робочого освітлення) і охоронне. При необхідності частина світильників того або іншого виду освітлення може використовуватися для чергового освітлення. Застосовуються дугові ртутні лампи (ДРЛ).

Штучне освітлення проектується двох систем: загальні (рівномірне або локалізоване з урахуванням розташування робочих місць) і комбіноване, коли до загального освітлення додається місцеве. Застосування одного місцевого освітлення не допускається, оскільки різкий контраст між яскраво освітленим і неосвітленими місцями стомлює очі уповільнює швидкість роботи і нерідко є причиною нещасних випадків. Розряд зорової роботи - 3, що відповідає 150 ЛК, застосовуються лампи ДРЛ- 400.ДРЛ- 700, лампи розжарювання 500.700Вт, тип світильників "Айстра".

#### *4.3.3 Санітарно-побутові приміщення*

Санітарні вимоги до виробничих приміщень залежать від їх призначення.

Об'єм виробничого приміщення на одного робітника на ділянці складає 16,5 м<sup>3</sup>, по нормах площа на одного робітника доводиться 4,8 м<sup>3</sup>, що відповідає фактичним значенням.

Виробниче приміщення розташоване з урахуванням послідовності виробничих операцій, що виключає перетин технологічних потоків. Виробничий процес на ділянці практично автоматизований на 70%. Ділянка має примусове відведення тепла, газів і вологи через витяжні парасольки.

Конструкція стін, вікон, стель і тому подібне у виробничому приміщенні відповідає нормам санітарії і забезпечує сприятливі умови праці робочому персоналу.

До побутових належать приміщення для задоволення, санітарних і побутових потреб трудящих під час перебування їх на роботі : приміщення для їди, гардеробні, душові, убірні, умивальні, курильні, обігріву трудящих

і питного водопостачання. Оскільки ділянка має велику кількість людей, побутові приміщення розташовуються в безпосередній близькості з виробничою будівлею (21,22).

Склад устаткування і пристрій побутових приміщень залежить від санітарної характеристики виробничих процесів. Ділянка відноситься до 3 групи, в якій виробничі процеси відбуваються за несприятливих умов. У цеху є буфет з цілодобовим режимом роботи на 40 посадочних місць, в якому робітники можуть придбати гарячу їжу. Окрім цього, на ділянці є кімната їди, забезпечення: електрокипятильками, сатураторами газ води, холодильниками.

У цеху є здоровпункт, на ділянках обладнані санітарні пости, укомплектовані аптечками і іншими медичними препаратами.

#### *4.3.4. Виробничий шум, виробнича вібрація*

За походженням шум буває механічний, виникаючий в результаті тертя вузлів і деталей механізмів на неодруженому і робочому ході; аерогідродинамічний, виникаючий при великих швидкостях руху потоків повітря, газів, рідин; імпульсивний, виникаючий в результаті зіткнення твердих тіл; термічний, генерований при згоранні газоподібного палива в пристроях пальників і форсунок. Джерелами шуму на ділянці плющення дроту є: приводи ножиць, робочій кліті; також шум виникає при ударах дроту об робочі валяння, упор ножиць.

Шум різної інтенсивності і частоти, тривало впливаючи на тих, що працюють, призводить до пониження гостроти слуху, а надалі до розвитку професійної глухоти. Шум також впливає на фізіологічні функції організму людини. Будучи зовнішнім подразником, який сприймається і аналізується корою головного мозку, шум призводить до перенапруження центральної нервової системи і розладу функцій внутрішніх органів і систем людини.

Для зменшення шуму в джерелі його освіти замінюють ударні взаємодії деталей ненаголошеними, зворотно-поступальні рухи - обертальними; демпфують коливання соударяючихся деталей і окремих вузлів агрегату шляхом зчленування їх з матеріалами, що мають велике внутрішнє тертя, : гумою, пробкою, бітумними картонами, повстю, азбестом та ін.

#### **4.4. Заходи пожежної та техногенної безпеки**

Будівля КЦ категорії. Займисті і важко займисті рідини, тверді займисті і важко займисті речовини і матеріали, здатні при взаємодії з водою, киснем, повітрям або один з одним горіти тільки за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться або використовуються не відносяться до категорії А і Б.

Будівлі КЦ відносяться до I міри вогнебезпечності і до IV класу по мірі вогнебезпечності (будівлі з конструкціями, що несуть і захищають, з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових і плиткових негорючих матеріалів).

До первинних засобів пожежогасінні в цеху відносять: вогнегасники ПС- 1 (10 шт.), ПС- 2 (14 шт.) ПО-1Д (18 шт.), пожежний інвентар (покривало з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати); пожежний інвентар (багри, ломи, сокири та ін.).

Цех має внутрішній протипожежний водопровід з пожежними кранами і рукавами.

На території КЦ забороняється:

- Палити в недозволених місцях, а тільки в спеціально відведених місцях;

- Закривати і захаращувати фраги, проїзди, підїзди і проходи до будівель, водопроводів і пожежних гідрантів;
- Вимикати окремі ділянки водопровідної мережі, внутрішні пожежні крани, знижувати тиск в мережах;
- Допускати до вогняних робіт осіб, що не пройшли інструктаж пожежного технімуму;
- Користуватися водою з пожежних водоймищ і засобами пожежогасінні не по прямому призначенню;
- Застосовувати відкритий вогонь при огляді устаткування.

#### **4.5. Електробезпека**

Широке використання електричного струму для найрізноманітніших цілей надає питанням захисту від його дії на людський організм важливе значення.

Електробезпека - це комплекс заходів, спрямованих на запобігання поразці людини електричним струмом.

Дія електричного струму на організм може викликати небезпечні для здоров'я наслідки і навіть привести до смерті. Небезпека посилюється тим, що наявність електричної напруги не може бути безпечно виявлена за допомогою наших органів чуття. Вірогідність смертельного результату при поразки електричним струмом велика. Великий вплив відмовляє зовнішнє середовище.

Небезпека поразки електричним струмом виникає при експлуатації несправних електроустановок, порушення ізоляції на силових і контрольних кабелях, електродвигунах, командоапаратах, кінцевих вимикачах.

Фактичне значення струму на ділянці I - 5,9 А, напруга., відповідно.  
 $U = 220-380 \text{ В.}$

Однією з основних причин поразки електричним струмом є пробій ізоляції.

При ушкодженні ізоляції електроустаткування напруги може випадково з'явитися на металевих частинах (на корпусі, кожусі, станині: на броні кабелю і так далі), які в нормальному положенні не знаходять. При сполученні з металевими конструкціями, що опиняються під напругою, виникає небезпека поразки електричним струмом.

Нещасні випадки можливі також при дією електричного струму через дугу; безпосередньому зіткненні з відкритими токоведущими частинами і дротами: випадковим, не викликаним виробничою необхідністю, або дія при помилкової подачі напруги під час ремонтів і оглядів; при дотику до металевих частин устаткування, що випадково виявилися під напругою; при торканні токоведущих частин за допомогою предметів з низьким опором ізоляції; при зіткненні з будівельними деталями конструкцій, що випадково виявилися під напругою; при дії крокової напруги та ін.

Небезпека електричних поразок створює різноманітне устаткування: електричний привід (включаючи пускорегулюючу апаратуру), електроустаткування підйомно-транспортних пристроїв, електрифікований внутрішньозаводський транспорт, зварювальні апарати, високочастотні і освітлювальні установки, персональний інструмент і так далі

Заходи захисту від поразки електричним струмом.

У цехах з підвищеною температурою повітря використовують наступні заходи захисту від поразки електричним струмом :

- Захист від дотику до токоведучих частин;
- Захист від дотику до устаткування, що випадково виявилось під напругою;
- Захист від струмів надмірної сили (короткого замикання).



У першому випадку застосовують обгороджування і ізоляцію токоведучих частин; розміщення їх на недоступній висоті, використання зниженої напруги.

У другому випадку, найбільш поширеному, конструктивно простий і дуже ефективною мірою захисту є заземлення. Захисні функції заземляючого пристрою полягають в зниженні до безпечної величини напруги відносно землі на металевих частинах, що виявилися випадково під напругою, що дозволяє усунути небезпеку поразки людини, що доторкнулася до них.

Приєднання корпусів і інших конструктивних металевих частин електроустаткування до заземляючого нульового дроту показується захисним зануленням. Мета захисного занулення - перетворити пробій на корпус в коротке замикання між фазним і нульовим дротом, викликати тим самим протікання великого току через захист і швидко відключити пошкоджене устаткування від мережі.

Пристрій що автоматично відключають електроустановку за час, не більше 0,2 с, при виникненні в ній струмів більшої сили, у тому числі при появі напруги на корпусі і інших металевих частинах, називається захисним відключенням.

При обслуговуванні електроустановок застосовують основні і додаткові захисні засоби. До основних відносяться захисні засоби, ізоляція яких надійно витримує робочу напругу установки і при користуванні яким допускається безпосередній дотик до токоведучих частин, що знаходяться під напругою. До додаткових відносяться засоби захисту, що посилюють дію основних засобів і що забезпечують безпеку при напрузі дотику і кроковою напругою. До засобів індивідуального захисту відносяться: ізолююча штанга, ізолюючі кліщі, діелектричні боти, діелектричні рукавички, що ізолюють підставки та ін.

#### 4.6. Захист навколишнього середовища

В результаті виробничого процесу в КЦ про результат велика кількість промислових викидів - стічних вод, очищення яких представляє важливу проблему.

Стічні води, завдяки своїй великій кількості і якісному складу викликають збільшення окислюваності і погіршення кисневого режиму водоймищ, зменшення прозорості води і появи її забарвлення, забруднення токсичними речовинами.

Розрізняють умовно чисті води, що піддалися при їх використанні тільки нагріву і забруднені стічні води, які при їх використанні були забруднені різними домішками, : механічними, хімічними, мікроорганізмами.

До умовно чистих вод відносять відпрацьовані води нагрівальних печей.

Стічні води з рідкими забрудненнями містять жири, масла, мастила, що утримуються на воді у вигляді плаваючої плівки, яка легко віддаляється.

Води від травильних ліній містять зважені розчинені суміші, очищення цих вод складніше.

Відпрацьовані умовно чисті води використовуються як середовища, що охолоджують.

Стічні води із зваженими забруднюючими речовинами звільняються від домішок у відстійниках.

Забруднюючі стічні води речовини представляють цінні відходи, які мають бути уловлені.

Залежно від складу забруднень для очищення стічних вод використовують методи:

- Фізико-хімічні (кристалізація, випарювання);
- Хімічні (нейтралізація);

– Біохімічні.

У КЦ стічні води проходять очищення методами нейтралізації.

Для ефективного знешкодження стічних вод необхідно постійно контролювати їх склад з метою правильного розрахунку кількості знешкоджуючих речовин.

Використання води повинне організовуватися так, щоб оборотна вода мала, можливо, велику частку в загальній витраті її.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Виконаний аналіз експлуатаційної стійкості серійного волочильного інструменту, який показав, що існуючий інструмент має високу стійкість до руйнування твердого сплаву завдяки способу кріплення сплаву шляхом запресовки в сталеві обойми і низьку стійкість по зносу робочого каналу, оскільки мастило вводиться в деформуючу зону без додаткової дії на (вільно) тільки за рахунок зчеплення (адгезії) з металом, що простягається. Це призводить до збільшення витрати твердого сплаву, погіршення якості дроту, що простягається, і зниження продуктивності волочильних станів.

Запропонований для використання при калібруванні круглих профілів волочильний інструмент нової конструкції з питомою зоною гідродинамічного натиску мастила, який забезпечить збільшення тиску мастила у вогнищі деформації, і тим самим товщина шару мастила, на металі, що простягається, що дозволить понизити енергосилові параметри процесу волочіння і збільшити експлуатаційну стійкість волочильного інструменту.

Розрахунок деформаційних та енергосилових показників волочіння дроту діаметром 3,0 мм зі сталі У8А при впровадженні нового волочильного інструменту у виробництво показує доцільність їх використання при калібруванні круглих профілів в умовах калібрувального цеху.

## СПИСОК ВИКОРИСТОВУВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Збірка технологічних інструкцій по калібрувальному цеху. Запоріжжя, 1988. 278 с.
2. Шефжель Н.И. Производство калиброванных прутков. Москва : Металлургия. 1970. 432 с.
3. Методичні вказівки по проектуванню прокатних цехів по дисципліні "Обладнання і технологія обробки металів тиском" для студентів спеціальності 7.090218 (склад. М. Г. Прищип - Запоріжжя, ЗГІА - 1999г.).
4. Перлин И.Л., Ерманок М. С. Теория волочения. Москва : Металлургия, 1971. 474 с.
5. Колгоморов Г.Л. Гидродинамическая смазка при обработке металлов давлением. Москва : Металлургия, 1986. 168 с.
6. Колгоморов В. Л., Орлов С. И., Семицев К.П. Волочение в режиме жидкостного трения. Москва : Металлургия, 1967. 156 с.
7. Орлів С. И. Сталь 1967 - №7, 663с.
8. Третьяків А.В. Зюзин В. И. Механічні властивості металів і сплавів при обробці тиском. М.: Металургія, 1973 - 224с.
9. Методичні вказівки до розрахунку параметрів процесу волочіння круглих профілів по дисципліні "Теорія обробки металів тиском" для студентів спеціальностей 7.090407 і 7.090218. Склад.: Ю.С. Зикань – Запоріжжя : ЗДІА, 1997. 46с.
10. Зикань Ю.С. Теорія волочіння суцільних профілів : навчальний посібник. Київ : УМК В Україні, 1991. 166с.
11. Серода Б.П. Обробка металів тиском : навч. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 250 с.
12. Серода Б.П. Термічна обробка. Запоріжжя : ЗДІА, 2003. 270 с.

13. Серода Б.П. Металознавство і термічна обробка чорних і кольорових металів. Запоріжжя : ЗДІА, 2002. 264 с.
14. Серода Б.П. Металографія кольорових металів і сплавів : навч. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 1998. 215 с.
15. Фотиев М.М. Электропривод и электрооборудование металлургических цехов. Москва : Металлургия, 1990. 352 с.
16. Васин В.М. Электрический повод. Москва : Высшая школа, 1984. 231 с.
17. Метс А.Ф. Организация и планировка черной металлургии. Москва : Металлургия, 1986. 154 с.
18. Чепчунов Ю.П. Себестоимость проката и тупые ее снижение. Москва : Металлургия, 1985. 57с.
19. Панасейко С. С., Тараса В. К. Методичні вказівки до виконання розділу "Охорона праці" в дипломних проектах для студентів усіх спеціальностей. Запоріжжя. ЗГИА, 1997. 31с.
20. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Загальні вимоги безпеки. - М. 1984.
21. Бринза В.И., Зиньковский М. М. Охрана труда в черной металлургии. Москва : Металлургия, 1982. 333 с.
22. Кобевник В. Ф. Охорона праці. Київ : Вища школа, 1990. 354 с.
23. Охрана труда в металлургии. 2-е издание. Под. ред. Злобинский Б.М. Москва : Металлургия, 1975. 536 с.