БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БР.ПМ-62.00.000 ПЗ
Група ПМ-20-1

СОЛОНЕНКО Давид

Миколайович

2024

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Інститут інженерної механіки

Кафедра Комп'ютеризованого машинобудування

Солоненко Давид Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.9
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

«Розроблення технологічного процесу зміцнення штока бурового насоса УНБ-600 напиленням покриття»
(назва роботи)

ОПП «Прикладна механіка»
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Д. М. Солоненко
_____
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.
(підпис, прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту
Завідувач кафедри КМВ
професор_____ В. Г. Панчук
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

_____
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають право посилання на відповідне джерело.

м. Івано-Франківськ – 2024 рік

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної бакалаврської роботи на тему:

«Розроблення технологічного процесу зміцнення штока бурового насоса УНБ-600 напиленням покриття»

Розрахунково-пояснювальна записка: __ сторінок, __ рисунків, __ таблиць, __ посилань, ___ аркушів формату А4 додатків.

Графічна частина: 6 аркушів формату А1,

Об’єкт дослідження : шток бурового насосу УНБ-600.

Предмет дослідження – розробка технологічного процесу зміцнення

Мета цієї роботи – розробити технологічний процес зміцнення штока бурового насосу, із використанням технології напилення зносотривким матеріалом.

Проведений аналіз зношених штоків, та можливих методів їх зміцнення, показує, що найбільш доцільним є зміцнення штока є метод газополуменевого напилення. Вказаний метод дозволяє забезпечити одночасну високу абразивну та корозійну стійкість. При цьому теплова дія на матеріал є незначною (150-350 °С). Процес проводиться автоматичним методом з використанням спеціальних пристроїв при високій продуктивності.

Для вибраного методу напилення здійснено підбір матеріалу для напилення дріт Нп-50Х5, що дозволяє отримати твердість напиленого шару 170-230 НВ, високу корозійну стійкість і відповідно високу зносостійкість.

Для реалізації технологічного процесу здійснено вибір обладнання, пристроїв для забезпечення автоматизації процесу напилення та спроектовану дільницю для його розташування.

Результати роботи можуть бути використані на машинобудівних та на ремонтних підприємствах.

Ключові слова: газополуменеве напилення, буровий насос, зносостійкість, корозійна стійкість, адгезія, металізація, шток.

.

Студент Солоненко Д.М.

.

ABSTRACT

qualifying bachelor thesis on the topic:

" "Development of a Technological Process for Reinforcing the Rod of the UNB-600 Drilling Pump by Coating Spraying"

Explanatory note: __ pages, __ figures, __ tables, __ references, ___ A4 format appendices.Graphic Part: 3 A1-format sheets, 1 A2-format sheet, 2.
Object of Study Rod of the UNB-600 drilling pump.
Subject of Study Development of the technological reinforcement process

The purpose of this work is to develop a technological process for reinforcing the rod of the drilling pump using a wear-resistant coating spraying technology.

The analysis of worn rods and possible methods of their reinforcement shows that the most appropriate method is gas-flame spraying. This method provides high abrasion and corrosion resistance simultaneously, while the thermal effect on the material is minimal (150-350 °C). The process is conducted automatically using special devices with high productivity.

For the chosen spraying method, the material selection was made: NP-50X5 wire, which allows achieving a sprayed layer hardness of 170-230 HB, high corrosion resistance, and, consequently, high wear resistance.

To implement the technological process, the equipment and devices were selected to ensure the automation of the spraying process, and a section for its placement was designed.The results of this work can be applied in the machine-building industry and at repair enterprises.

Keywords: gas-flame spraying, drilling pump, wear resistance, corrosion resistance, adhesion, metallization, rod.

Student D.M. Solonenko

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень – бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ В. Г. Панчук

"___" _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ

Солоненко Давид Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Розроблення технологічного процесу зміцнення штока бурового насоса УНБ-600 напиленням покриття»

Керівник роботи Роп'як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від "___ " червня 2024 року № ____

2. Термін подання студентом роботи 20.06.2024р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Креслення деталі. Тип виробництва – середьосерійний.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

1) Конструкторсько–технологічний аналіз.

2) Розроблення технології виготовлення та зміцнення деталі.

3) Проектування технологічного оснащення для зміцнення та механічної обробки.

4) Розрахунок зносотійкості.

5. Перелік графічного матеріалу:

5.1. Креслення бурового насосу УНБ-600 (формат А1, 1 лист) та креслення штока (формат А1, 1 лист).

5.2. Схема вузлів тертя штока (формат А1, 1 лист).

5.3. Установка для напилення (формат А1, 1 лист), Камера дробоструменева (формат А1, 1 лист).

5.4. Графічні залежності з вибору режимів напилення (формат А1, 1 лист).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Роп’як Любомир Ярославович, д.т.н., проф.		

7. Дата видачі завдання _____ 202___ р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Конструкторсько-технологічний аналіз	24.05.2024	
2	Проектування технології зміцнення деталі	27.05.2024	
3	Проектування технологічного оснащення	07.06.2024	
4	Проектування установки для зміцнення	06.06.2024	
5	Пояснювальна записка	15.06.2024	
6	Графічна частина	17.06.2024	

Студент _____ Солоненко Д.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Роп’як Л. Я.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

Вступ……
1 Конструкторсько-технологічний аналіз……..……..
1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі…….……..
1.2. Аналіз технологічності деталі……
1.3. Визначення організаційних умов виробництва ……...
1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі……..
2 Проектування технології зміцнення та виготовлення деталі……....
2.1. Вибір і обґрунтування методу зміцнення штока……..
2.2 Вибір матеріалу для зміцнення штока та його характеристика……....
2.3. Техніко економічне обґрунтування зміцнення штока бурового насосу..
2.4. Вибір маршруту і операцій обробки деталі……..…..……
2.5. Вибір засобів технологічного оснащення …….
2.6. Розробка технологічного процесу зміцнення штока ……
3 Проектування технологічної оснастки……..……
3.1. Обладнання для напилення покриття. …….
4 Науково-дослідна частина…….
Висновок……..
Перелік літературних джерел……..……

					БР-62.00.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Солоненко Д.М			ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА	Літ.	Аркуш 4 / Акрушів
Перевір.		Роп’як Л.Я.					
Реценз.						ІФНТУНГ гр. ПМ-20-1	
Н. Контр.		Роп’як Л.Я.					
Затверд.		Панчук В.Г.					

ВСТУП

В даний час з метою економії енергоресурсів постає необхідність у підвищенні довговічності та надійності для перекачуючих агрегатів в нафтовій промисловості. Таким джерелами живлення є зокрема бурові насоси, які є одними з основних споживачів електроенергії при бурових роботах.

Виходячи із цього для зміцнення робочих поверхонь деталей , зокрема штока бурового насосу необхідно знаходити методи зміцнення, які б дозволяли провести ремонт на базі будь-якого підприємства в ремонтно-механічному цеху. Такими методами є зокрема напилення і наплавлення, які широко застосовуються для зміцнення працездатності деталей класу валів, осей, і.т.д., і мають можливість до автоматизації поєднують в собі легкість в реалізації з високою продуктивністю. Для штока бурового насосу, оскільки його зношування знаходиться в межах до 0.6 мм, найбільш доцільно використовувати методи напилення.

Напилений шар матеріалу повинен володіти такими основними характеристиками як твердість, міцність щеплення покриття з основою, корозійна стійкість, стійкість до абразивного зношування. Вказані характеристики необхідно забезпечити вдалим вибором методу зміцнення так і вибором матеріалу для напилення.

Таким чином метою даної роботи є розробка технології зміцнення штока бурового насосу, яка поєднує в собі легкість в реалізації, можливість автоматизації поряд з високою якістю напиленого шару.

Виходячи з умов експлуатації до якості робочих поверхонь, точності виготовлення деталей і їх фізико-механічних властивостей ставляться різні вимоги, спрацювання проходить в результаті взаємодії тіл, що труться, характер, умови взаємодії яких обумовлюють особливістю процесу спрацювання.

Довговічність бурового і нафтопромислового обладнання залежить перш за все від довговічності найбільш відповідальних деталей.

1. Конструкторсько-технологічний аналіз.

1.1. Аналіз призначення і конструкції деталі.

1.1.1 Конструкція та призначення бурового насосу УНБ-600

Буровий насос УНБ-600 відноситься до насосно–циркуляційного комплексу він виконує наступні функції :

– нагнітання бурового розчину в бурильну колону, для циркуляції в свердловині в процесі буріння , промивки забою і долота від вибуреної породи і отримання швидкості підйому розчину в затрубному просторі , достатньої для виносу цієї породи на поверхню ;

– підвід до долота гідравлічної потужності, що забезпечує високу швидкість протікання до (180 м/с) розчину з його насадок для часткового руйнування породи і очистки вибою від вибурених частинок;

Бурові насоси є основними споживачами енергії на буровій (70-80 %). Для кожного класу бурової установки насос повинен мати певну потужність, подачу, тиск. Насоси встановлюють на віддалі близько 100 м від гирла свердловини, вони можуть працювати в діапазоні температур –50 + 50 °С. Час роботи насосу коливається від 30 хв до 200 год і більше в залежності від тривалості роботи долота. Тривалість періодичних технологічних зупинок може становити 3 – 15 хв для нарощування бурильної колони та 10 год і більше для спуску і підйому долота з значних глибин чи спуску обсадних колон .

Насос повинен бути простим в експлуатації, допускати швидку заміну швидкозношуваних деталей-поршнів, штоків, клапанів, циліндрових втулок. Довговічність насосу повинна становити 10000 год без капітального ремонту.

Буровий насос УНБ-600 відноситься до числа двопоршневих насосів двосторонньої дії.

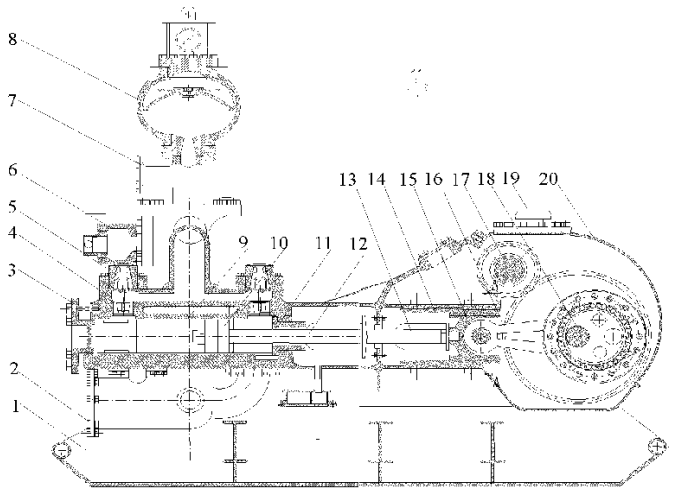


Рис 1. Двопоршневий насос двосторонньої дії У8-6МА2 (УНБ-600).

1 - рама
2 - вхідний коллектор
3 - циліндрична кришка
4 - гідрокоробка
5 - клапан
6 - запобіжний клапан
7 - нагнітальний коллектор
8 - пневмокомпенсатор
9 - циліндрова втулка
10 - поршень
11 - ущільнення штока
12 - шток
13 - шток повзуна
14 - направляюча повзуна
15 - повзун
16 - шатун
17 - трансмісійний вал
18 - корінний вал
19 - сапун
20 - кришка

Рис. 1.1 – Двопоршневий насос двосторонньої дії УНБ-600

Таблиця 1.1 – Число швидкозношуваних деталей гідравлічної частини насосу .

Деталі	Двосторонньої дії
	Кількість поршнів
	2
Втулки циліндрів	2
Манжети поршня	4
Клапани	8
Штоки	2
Сальники штоків	2

В двопоршневих насосах двосторонньої дії клапани розміщують з зовнішньої сторони циліндрів, що дозволяє зближувати осі циліндрів і зменшити ширину насосу в цьому випадку ширину станини насосу визначає не гідравлічна, а трансмісійна частина.

Основні параметри поршневих бурових насосів визначаються згідно СТ-СЭВ 2448.

Таблиця 1.2 - Основні параметри насосу УНБ-600

Потужність, кВт		Тиск нагнітання, МПа		Частота Обертання трансмісійного валу, об/хв	Діаметр штока, мм	Діаметр клапана, мм	Подача насосу л/с	
корисна	привідна	мініма льний	максим альний				мін	макс
500	585	10.0	25.0	327	70	145	1.6	19.7

1.1.2 Види спрацювання штока бурової помпи УНБ-600

Шток бурового насосу працює в середовищі бурового розчину, що містить абразив, наприклад, кварц, твердість якого досягає порядку 12.5 ГПа. Всі породоруйнуючі мінерали і гірські породи при різних видах деформації в процесі випробовувань є пружно-крихкими тілами, у яких за навантажень не виникають пластичні деформації: їх руйнування настає коли напруження досягає границі пропорційності.

Властивості абразивної маси впливають на інтенсивність зношування та враховуються додатковим коефіцієнтами за абразивній здатності елементарної абразивної частинки. Тому доцільно виділити абразивну здатність елементарної абразивної частинки та абразивну здатність породи грунтів. Під абразивною здатністю елементарної частинки розуміють багатофакторну функціональну залежність, що відображає вплив не тільки природних фізико-механічних властивостей притаманній даній конкретній частинці. До факторів, які впливають на абразивну здатність частинок слід віднести: розмір, мікротвердість, опір

руйнуванню.

Серед найбільш поширених мінералів, що входять до складу твердих порід є: тальк, гіпс, кальцит, флюорит, апатит, польовий шпат, кварц, корунд. Їх числа твердості по Моосу становлять, відповідно:1;2;3;4;5;6;7;8;9.

При цьому вміст абразиву в буровому розчині досягає близько 1 – 5 %. Таким чином, зношування проходить в основному за рахунок впровадження абразивних частинок шляхом мікрорізання або багатократного передеформування. Слід відзначити, що вирішальну роль в процесі зношування має зношування металічної поверхні, а не зношування ущільнення.

Процес зносу штока протікає в три стадії :

1. Припрацювання деталей;
2. Нормальне зношування;
3. Катастрофічне зношування.

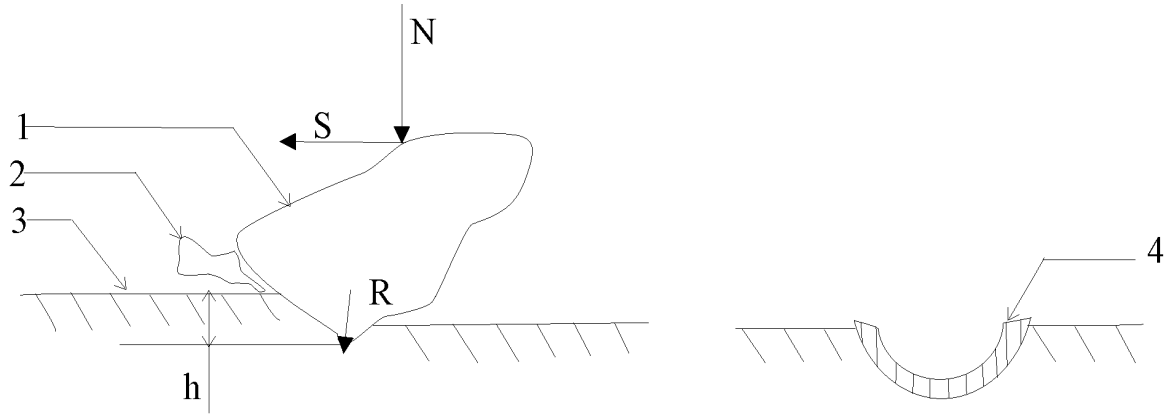
В процесі припрацювання зникають сліди механічної обробки у вигляді мікронерівностей та з‘являються нові поверхні утворені у місцях контакту. У процесі нормального зношування зношуються направляючі поверхні штока, що проявляється у вигляді промивів, які призводять до заключної стадії. Під час катастрофічного зношування з‘являється нещільність, яка перевищує допустиму межу, тим самим, призводить до високих тисків, на яких повинен працювати насос, щоб забезпечити потреби свердловини у промиванні.

Штоки у значній мірі визначають гідравлічну характеристику та працездатність бурового насосу, яка суттєво впливає на ефективність роботи бурового комплексу в цілому. Це зумовлено тим, що вони є, фактично, основними споживачами електричної енергії при бурінні.

Вплив абразивного матеріалу на металеву поверхню зумовлений тим, що тверді абразивні зерна діють на металеву поверхню, як сукупність мікрорізальних елементів. Вплив абразивних часток на поверхню відбувається у два етапи: на першому етапі тверді частинки абразиву втискаються у поверхню металу, а на другому – при їх відносному переміщенні, має місце зняття металу з поверхні у вигляді частинок зносу, внаслідок складної комплексної дії частинок на матеріал.

Основною характерною ознакою зношування металевої поверхні під дією абразиву є наявність на ній рисок у вигляді дрібних подряпин та заглиблень різної довжини, орієнтованих у напрямку руху абразиву відносно робочої поверхні. Утворення на поверхні борозн шляхом мікродеформування свідчить про те, що таку роботу по руйнуванню металу могли виконати частинки абразиву, твердість та міцність яких перевищують твердість та міцність сталевої поверхні.

Риски на поверхні мають різне походження: вони утворюються у результаті зрізання металу у вигляді мікростружки, якщо метал достатньо твердий і мало пластичний, або як слід абразивної частинки, утворений відтисканням металу на периферію рисок, коли різання не відбувається через значну пластичність. Відтискання металу є першим етапом руйнування пластичних матеріалів абразивними частинками. (рисунок 1.2, *а*). У процесі руху абразивних частинок поблизу раніше утворених борозн на їх бокових поверхнях, відбувається повторне передеформування металу у бік риски, або його кінцеве відділення від поверхні (рисунок 1.2, б).



а) мікрорізання б) передеформування

Рис.1.2 – Різновиди абразивного спрацювання

Зносотривкість поверхонь тертя за наявності в контакті абразивних частинок визначається не лише здатністю даних матеріалів чинити опір руйнуванню під дією абразиву, але й також поведінкою останнього за умов взаємодії із контактуючими поверхнями. Під час попадання абразивної частинки між поверхнями тертя, відбувається її стискання.

Якщо абразивна частинка є стиснута поверхнями вона руйнується раніше, ніж вона повністю заглибиться в поверхневий шар деталі. Це спостерігається при терті термообробленої сталі по сталі, білого чавуну та інших матеріалах. Внаслідок її руйнування збільшується її різальна дія та площа дефектної, деформованої зони. Якщо зусилля необхідне для руйнування частинки є більшим за зусилля для її повного проникнення у поверхневий шар деталі, то руйнування абразивного зерна не відбудеться. Такі умови тертя є характерними для роботи штоків, коли м'яка сальникова набивка треться по поверхні загартованої сталі. Зносостійкість штока у цьому випадку визначається умовами шаржування твердим абразивом, закріпленим у відносно м'якій сальниковій набивці. При цьому зносотривкість поверхні штока буде суттєво залежати від твердості абразиву.

Дослідження абразивного зношування показали вплив співвідношення твердості абразивних зерен та твердості матеріалу та зносотривкості (рисунок 1.3).

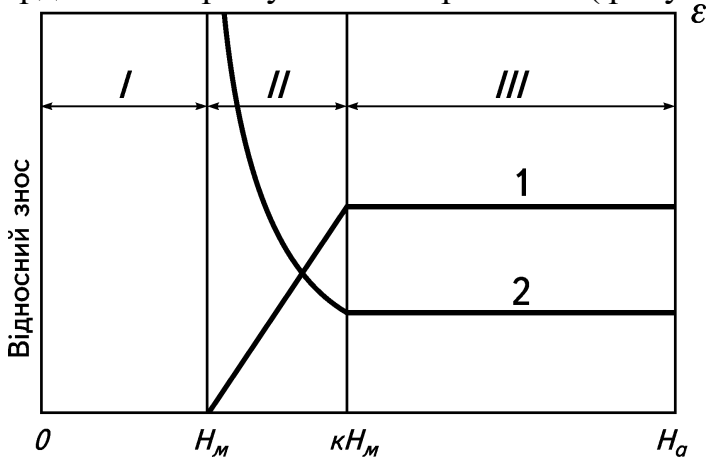


Рис.1.3 – Залежність відносних зносу (1) та зносотривкості матеріалу (2) з твердістю $H_м$ від твердості абразиву $H_а$

Абразивного зношування практично немає, якщо твердість абразиву менша за твердість матеріалу, тобто виконується умова $H_a < H_м$ (зона I). В інтервалі твердості абразиву від $H_м$ до $k H_м$ (зона II) значення зносу досягають максимальної величини, що залишається постійною за $H_a > k H_м$ (зона III). Отже, відносна зносостійкість ε змінюється від кінцевого значення до нескінченності, в інтервалі твердості абразиву між $H_a = k H_м$ і $H_a = H_м$. Значення коефіцієнта k для сталей становить 1.4 – 1.6. Отже, для аналогічних умов експлуатації насосу, за яких буровий розчин, що перекачується, забрудненні однаковими абразивними частинками. Підвищення зносотривкості захисних гільз штоків насосів можна досягти за рахунок підвищення поверхневої твердості матеріалу: тобто збільшення $H_м$ за постійного значення H_a. Якщо допустити, що основним абразивним матеріалом є кварцевий пісок (SiO_2) з твердістю приблизно 10 ГПа, то очевидно, такі методи поверхневого зміцнення, як цементація, чи навіть азотування не зможуть забезпечити необхідної твердості та, відповідно, зносотривкості поверхні. Тому, раціональними методами підвищення зносотривкості деталей для умов абразивного зношування є такі, що надають поверхні сталі твердості не менше 14 ГПа, до яких можна віднести дифузійне борування, хромування, напилення, також наплавлення.

1.1.3. Аналіз призначення і конструкції деталі

Таблиця 1.3 – Характеристики поверхонь деталі

№ поверхні	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Точність форми і розміщення	Шорсткість, мкм
1	2	3	4	5	6
1-2	Плоскі бічні поверхні шліців.	Допоміжна база.	$Ø14^{+0,032}_{-0,039}$ $Ø20^{-0,046}_{-0,073}$	-	Ra6.3
3-4	Поверхні торців розділені зовнішніми циліндричними та шліцевими поверхнями.	Вільні поверхні.	926h14-2,3	-	Ra6.3
5-6	Зовнішня різьбова поверхня.	Вільна поверхня. Призначена для встановлення кільця.	M105x2-6g	-	Ra3.2
7-8	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення вала на підшипник.	Ø120k6 +0,045 +0,023	0,03	Ra0.8

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
9	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	273±0.435	-	Ra6.3
10	Фаска між плоск. поверхнею 9 та зовнішньою циліндричною поверхнею 11.	Вільні поверхні.	1.5×45º	-	Ra6.3
11	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	Ø60p6 $^{+0,051}_{+0,032}$	-	Ra6.3
12-13	Галтель між зовнішньою циліндричною 11 і плоскою 13 поверхнями.	Вільна поверхня.	R1	-	Ra6.3
14	Торець.	Вільна поверхня.	380h14	-	Ra6,3
15	Зовнішня циліндрична поверхня.	Основна база. Призначена для встановлення вала на підшипник.	Ø120k6 $^{+0,045}_{+0,023}$	0,03	RA0,8
16	Зовнішня різьбова поверхня.	Допоміжна база. Призначена для встановлення кільця.	M105x2-6g	-	RA3,2
17	Плоскі поверхня, дно паза.	Допоміжна база. Призначена для фіксації стопорного кільця.	12h14-$_{0,62}$	-	Ra6,3
18	Плоска поверхня, обмежена зовнішніми циліндричними поверхнями.	Вільна поверхня.	273±0,435	-	RA6,3
19-20	Тореці	Вільна поверхня.	380h14-$_{0,87}$	-	Ra6,3
21	Фаска між торцем 3 і зовнішньою циліндричною поверхнею 19.	Вільна поверхня.	1,5×45º	-	Ra6,3
22	Фаски між зовнішніми циліндричними поверхнями 4 і 20.	Вільні поверхня	1,5×45º	-	Ra6,3
23	Проточка на зовнішній целендрічній поверхні	Вільна поверхня. Під манжету	3		Ra6,3

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4	5	6
24	Проточка на зовнішній целендрічній поверхні	Вільна поверхня. Під манжету.	3		Ra6,3
25	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	$Ø106^{+0,035}_{+0,012}$	0,03	RA6,3
26	Зовнішня циліндрична поверхня.	Вільна поверхня.	$Ø106^{+0,035}_{+0,012}$	0,03	RA6,3
27-28	Проточка між зовнішньою циліндричною поверхнею 7-8 і фаскою 19-20.	Вільна поверхня.	R2	-	Ra6,3
29-30	Сектор зовнішньої циліндричної поверхні.	Стінки шліцевих пазів. Допоміжні бази.	R3	-	Ra6,3

Основні і найточніші поверхні деталі: поверхні Ø $106n6^{+0,035}_{+0,012}$ Ra 0.8; Ø $120n6^{+0,045}_{+0,023}$, Ra 0.8 по яких вал встановлюється в підшипники.

Під час експлуатації шток сприймає навантаження, що виникають від моментів обертання, радіальних сил. Lля цієї деталі обрано вуглецеву конструкційну Сталь 40ХН3А ГОСТ4543-71 - відповідає вимогам щодо механічних властивостей. Механічні властивості та хімічний склад для Сталі 40ХН3А ГОСТ4543-71 наведені в таблицях 1.4 і 1.5.

Таблиця 1.4 – Механічні властивості 40ХН3А ГОСТ4543-71

$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σв(МПа)	δ5 (%)	ψ %	KCU (кДж / м2)
780	980	10	45	59

Таблиця 1.5 – Хімічний склад Сталі 40ХН3А ГОСТ4543-71, %

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	Fe
			не більше					
0.36-0.44	0.17-0.37	0.5-0.8	0.8-1.1	0.035	0.034	0.3	0.3	97

Твердість матеріалу: 217 НВ; температура критичних точок: A_{c1} = 743 , $A_{c3}(A_{cm})$ = 815, $A_{r3}(A_{rcm})$ = 730, A_{r1}= 693, флокеночутливість: чутлива; зварюваність: задовільна, методи зварювання: РДЗ, ЕШЗ, потребує підігрівання і подальшої термічної обробки. Обробляється різанням у гарячому стані за НВ 163-168 і σв=610 МПа,

1.1.4. Розрахунок штока на статичну міцність із врахуванням величини спрацювання

Проектування штока починають із визначення вихідного кінця штока із розрахунку на чисте кручення по пониженому допустимому напруженню без врахуванням впливу згину.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot T}{\pi [\tau_k]}}, \quad (1.1)$$

де T – крутний момент, Н·мм; $[\tau_k]$ – допустиме напруження на кручення.

Оскільки матеріал штока сталь 40ХН3А, приймаємо $[\tau_k] = 15...20$ МПа. Діаметр штока – 70 мм.

Знаходимо крутний момент T.

$$T \geq \frac{d^3 \pi [\tau_k]}{16}, \text{ отже } T = \frac{0{,}07^3 \cdot 3{,}14 \cdot 20 \cdot 10^6}{16} = 3{,}36 \text{ кН·м}.$$

Довжина штока 1320 мм.

Виконуємо уточнений перевірочний розрахунок, який полягає у визначення коефіцієнтів запасу міцності s в небезпечних перерізах

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}}, \quad (1.2)$$

$$s = \frac{0.23 \cdot 0.76}{\sqrt{0.23^2 + 0.76^2}} = 2.45,$$

де s_σ – коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях.

Розрахункове значення s не повинно бути нижче допустимого $[s] = 2.5$.

За умови виконання спеціального розрахунку штока на жорсткість допускається зниження коефіцієнту запасу міцності $[s]$ до 1.7.

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma \cdot \beta} \cdot \sigma + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}, \quad (1.3)$$

$$s_\sigma = \frac{350}{\frac{2.05}{0.59 \cdot 0.9} \cdot 380 + 0.2 \cdot 285} = 0.23,$$

де: σ_{-1} – границя витривалості сталі при симетричному циклі згинання, k_σ – ефективний коефіцієнт нормальних напружень, ε_σ – масштабний фактор для нормальних напружень; $\sigma_в = 800$ МПа; $\beta = 0.90...0.97$, σ_v – амплітуда циклу нормальних напружень, дорівнює найбільшому напруженню згину σ_n в перерізі, що розглядається, σ_m – середнє напруження циклу нормальних напружень.

Якщо осьове напруження F_a на шток відсутнє або наскільки мале, що ним можна знехтувати, то приймають $\sigma_m = 0$, в інших випадках

$$\sigma_m = \frac{F_a}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}, \quad (1.4)$$

$$\sigma_m = \frac{200 \cdot 10^3}{\frac{3{,}14 \cdot 0{,}095^2}{4}} = 285 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт

$$\psi_\sigma = \frac{2 \cdot \sigma_{-1} - \sigma_0}{\sigma_0}, \quad (1.5)$$

$$\psi_\sigma = \frac{2 \cdot 350 - 550}{550} = 0.27$$

для вуглецевих низьколегованих сталей, в яких $\sigma_в = 650…750$ МПа приймають $\psi_\sigma = 0.2$; для легованих $\psi_\sigma = 0.25…0.3$; s_τ - коефіцієнт запасу міцності за дотичними напруженнями

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau \cdot \chi} \cdot \tau_v + \psi_{\tau \cdot \tau_m}}, \quad (1.6)$$

оскільки $\tau_{-1} = 0.58 \cdot \sigma_{-1}$, то $\tau_{-1} = 0.58 \cdot 350 = 205$

$$s_\tau = \frac{205}{\frac{1.7}{3.7 \cdot 0.9} 48 + 0.05 \cdot 48} = 0.76,$$

де τ_{-1} – границя витривалості сталі при симетричному циклі кручення. Для конструкційних сталей приймають $\tau_{-1} = 0{,}58 \cdot \sigma_{-1}$.

Матеріал штока сталь 40ХН3А. Границя витривалості для такої сталі

$$\tau_v = \tau_m 0{,}5 \cdot \tau \frac{0{,}5 \cdot T}{W_k}_{max}, \quad (1.7)$$

$$\tau_v = \tau_m = 0.5 \cdot \tau \frac{0.5 \cdot 3.36 \cdot 10^3}{17.5}_{max} \text{ МПа},$$

де W_k – момент опору кручення, T – крутний момент.

Розрахувавши всі необхідні параметри штока можна зробити висновок, що особливих відхилень від допустимих значень не має.

1.2 Аналіз технологічності деталі.

Послідовність обробки поверхонь деталі вказано у таблиці 1.4.

Таблиця 1.6 – Плани механічної обробки поверхонь.

№ пове-рхні	Послідовність оброблення (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстату; пристрою
1	2	3	5
1-5	Точіння; різець токарний прохідний відігнутий.	h14, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний трикулачковий патрон.
1, 9	Свердління; свердло спіральне.	H14, Ra6,3	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон.
2-5	1) Чорнове точіння; різець токарний підрізний. 2) Чистове точіння; різець токарний підрізний. 3) Чорнове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. 4) Чистове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий.	h14, Ra12,5 h11, Ra6,3 h8, Ra2,5 k6, Ra1,25	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний трикулачковий патрон. Центр обертовий. Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон.

Продовження таблиці 1.6

1	2	3	5
6-8	Точіння; різець токарний підрізний. 1) Чорнове точіння; різець токарний підрізний. 2) Чистове точіння; різець токарний підрізний. 3) Чорнове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий. 4) Чистове шліфування; круг шліфувальний плоский прямий.	h14, Ra6,3 h14, Ra12,5 h11, Ra6,3 h8, Ra2,5 k7, Ra2,5	Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Токарно-гвинторізний верстат. Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон. Центр обертовий. Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон.
2, 8	Фрезерування; фреза дискова.	P9, Ra6,3	Горизонтально-фрезерний верстат. Ділильна головка, , оправка.
3, 5	Шліфування; круг шліфувальний плоский прямий.	h8, Ra2,5 k6, Ra1,25	Круглошліфувальний верстат. Центри. Поводковий патрон.

Матеріал деталі – сталь 40 ГОСТ4543-71.

В базовому техпроцесі заготовка для деталі отримують з круглого прокату ГОСТ 2590-88. Крім прокату заготовку можна зробити куванням, гарячим об'ємним штампуванням.

По обробці тиском цей матеріал належить до групи М1- вміст вуглецю 0.35….0.61 % і легувальнихчих елементів до 2 %, який серед трьох груп найкраще обробляється тиском.

Оброблюваність різанням оцінюється за допомогою коефіцієнту оброблюваності, різцями відносно еталонного матеріалу (сталь 40 з Gb= 640мПа; 195 НВ) згідно [2], с.12:

$$K_v=V_{60}/V_{e60}, \quad (1.8)$$

де V_{60}-швидкість різання при 60 хвилинній стійкості інструменту, V_{e60}-швидкість різання еталонного матеріалу за 60 хв-ної стійкості інструменту;

Згідно з [10] с.29-33 V_{60}=124м/хв, V_{e60}=125м/хв; K_v=124/125=1;
отримане значення свідчить про добру оброблюваність різанням.

Аналіз технологічності деталі проводимо згідно методики наведеної у [1], с.13:
1) на прохід можливо обробляти поверхні.
2) діаметральні розміри шийок зменшуються до кінців штока.
3) в конструкції валу відсутні великі бурти.

4) в конструкції присутні відкриті пази.
5) ступінчастий вал не можливо замінити гладким;
6) канавки штока мають форму і розміри, що придатні для обробки на верстатах з ЧПК;
7) жорсткість штока допускає отримання високої точності обробки (L/d=926/130=7.1<10);
8) з однієї установки обробити шток не можливо.
9) при обробці поверхонь виконується принцип постійності баз.

1.2.1. Порівняльний аналіз можливих методів зміцнення штока

Для зміцнення деталей характерного типу, тобто штоків, осей трансмісій, валів карданів і т. п. існує багато методів зміцнення, зокрема це методи наплавлення, напилення та ін. Розглянувши форму і розміри, види зношування, а також геометрію штока бурового насосу УНБ-600, можна зробити висновок, що найбільш доцільними методами для його зміцнення будуть або плазмове, або газополуменеве напилення.

Плазмове напилення. Плазмовий метод нанесення покриттів полягає в формуванні на поверхні деталі покриття з нагрітих та прискорених високотемпературним плазмовим струменем часток матеріалу, при зіткненні яких з поверхнею основи, або напиленим матеріалом відбувається їх адгезійне з'єднання.

До основних переваг плазмово – дугового напилення покриттів належать:

- можливість отримання покриттів із більшості матеріалів, що плавляться без розкладання за температур плазмового струменя;
- відносно низька теплова дія на поверхню основи (звичайне нагрівання її в межах від 50 до 150 °С), яка дозволяє наносити покриття на широке коло матеріалів, включаючи пластмаси, деревину, полімери тощо.
- товщина покриття може змінюватися в межах від 15 – 10^{-6} до 1.5 – 10^{-3} м, в окремих випадках від 50 – 10^{-6} до 6 10^{-3} м, з різнотовщинністю ±10 %;
- можливість використання для формування струменя плазми газів різного роду: інертних (аргон, гелій), відновлюваних (водню), окислювальних (повітря, азот), що у поєднанні з використанням камер із захисним середовищем або вакуумом або за використання захисних насадок дає можливість регулювати властивості середовища, у якому нагріваються та переміщуються частинки напилюваного матеріалу;
- можливість гнучкого регулювання електричного та газового режиму роботи плазмотрона, в тому числі протягом самого процесу напилення дозволяє керувати енергетичними характеристиками напилюваних частинок;
- досить висока продуктивність процесу напилення, яка для плазмотронів потужністю 25 – 40 кВт становить від 0.81 до 1.08 г/с;
- можливість нанесення покриттів на відкриті поверхні практично без обмеження розмірів при умові наявності необхідних приспосіблень для механізації процесів та забезпечення техніки безпеки.

До недоліків плазмового способу напилення належать:

- не у всіх випадках напиленням забезпечується достатній рівень міцності зчеплення покриття з поверхнею основи. Звичайна міцність на нормальний відрив становить 15 – 50 МПа;

- наявність пористості (2 – 15 %), що заважає використанню багатьох плазмових покриттів у корозивних середовищах без додаткового оброблення;

- невеликий коефіцієнт корисного використання енергії плазмового струменя на нагрівання порошку 2 – 8 %;

- висока вартість, порівняно із іншими методами зміцнення.

Газополуменеве напилення. Газополуменевий спосіб напилення покриттів складається із формування на поверхні виробу шару із частинок напилюваного матеріалу, що мають достатній запас теплової та кінетичної енергії, внаслідок взаємодії із струменем газового полум'я. Його рекомендують для напилення покриттів з дроту металів і сплавів та порошків металів, сплавів та композицій, оксидів тощо.

Основні переваги газополуменевого напилення:

- можливість отримання покриттів з матеріалів, які плавляться за температури до 2800 °С без розпаду;

- відносно низька теплова дія на основу (150 – 350 °С), яка дозволяє наносити покриття на поверхні значного асортименту матеріалів, включно із пластмасами, полімерами тощо;

- товщина покриття може бути від $50 \cdot 10^{-6}$ до $10 \cdot 10^{-3}$ м;

- можливість регулювання складу пальної суміші, яка подається у пальник, дозволяє керувати хімічним складом продуктів спалення (нормальне, окислювальне, вуглецеве полум'я), а також енергетичними характеристиками струменя та напилюваних частинок;

- висока продуктивність процесу (до 2.77 г/с);

- можливість нанесення покриттів на вироби практично без обмежень їх розмірів за наявністю необхідного пристосування для механізації робіт, та виконання правил техніки безпеки;

- відносно низький рівень шуму та випромінювання;

- можливість у більшості випадків нанесення покриттів в усіх просторових положеннях апарату;

- гнучкість технології і мобільність обладнання, яке дозволяє використовувати напилення на місці без демонтажу виробів.

Основними недоліками газополуменевого способу нанесення покриттів є:

- не у всіх випадках забезпечується достатня міцність зчеплення покриттів з основою (5 – 45МПа) при випробуванні на нормальне відривання;

- наявність пористості (частіше за все від 5 до 25 %), що є перешкодою у використання покриттів без додаткової обробки;

- невисокий коефіцієнт використання теплової енергії газополуменевого нагріву порошку (від 2 до 2.5%);

- неможливість нанесення покриттів із тугоплавких матеріалів з температурою плавлення більше 2000 °С.

1.3. Визначення організаційних умов виробництва.

1.3.1. Організаційні умови.

Тип виробництва: дрібносерійний.

Режим роботи підприємства: 2 зміни за добу.
Дійсний річний фонд робочого часу обладнання [2 с.22; Табл..2.1.]:
$F_д$=4144 год.
Число робочих днів у році: F=259 дні.
Дійсний фонд роб. часу обладнання за зміну: $F_о$=480 хв.
Норм. коефіцієнт завантаження верстатів: 0.8.
Коефіцієнт серійності для середньо серійного типу виробництва: Кс=20.
Маса деталі 68.9 кг;

Таблиця 1.7 – Трудомісткість операцій обробки штоку

№ опер.	Назва операції			$T_о$. хв	Ф$\varphi_к$	$T_{ш\text{-}к}$ ($T_{шт}$). хв
№№ переходів	Розрах. основного часу	i	$t_о$. хв			
1	2	3	4	5	6	7
005.	Фрезерно-відрізна			0.18	1.95	0.32
1	$T_{о005}=0.19D^2=0.19\cdot135^2$	1	0.8			
025.	Токарно-гвинторізна			0.26	1.5	0.41
1	$0.037(D^2-d^2)=0.037\cdot30^2$	1	0.030			
2	$0.037(D^2-d^2)=0.037\cdot15^2$	1	0.030			
3	0.52dl=0.52·30·100	1	0.195			
4	0.52dl=0.52·15·68	1	0.195			
030.	Токарно-гвинторізна			5.7	1.7	10.4
1	0.17dl=0.17·30·273	3	0.50			
2	0.17dl=0.17·30·9.5·2	2	0.85			
3	0.17dl=0.17·30·5	1	0.05			
4	0.1dl=0.1·15.5·31	1	0.05			
5	$0.037(D^2-d^2)=0.037(60^2-30^2)$	1	1.68			
6	$0.037(D^2-d^2)=0.037(120^2-106^2)$	1	1.56			
7	$0.037(D^2-d^2)=0.037(130^2-100^2)$	1	1.35			
035.	Горизонтально-фрезерна			0.07	1.8	0.12
1	7l=7·8	3	0.1			
065	Токарно-гвинторізна			0.26	1.5	0.41
1	0.037(D2-d2)= 0.037*302	1	0.030			
2	0.037(D2-d2)= 0.037*152	1	0.030			
3	0.52dl=0.52□30*100	1	0.195			
4	0.52dl=0.52□15*68	1	0.195			
070	Токарно-гвинторізна			5.7	1.7	10.4
1	0.17dl=0.17□30*273	3	0.50			
2	0.17dl=0.17□30□9.5□2	2	0.85			
3	0.17dl=0.17□30□5	1	0.05			
4	0.1dl=0.1□15.5□31	1	0.05			
5	0.037(D2-d2)=0.037(602-302)	1	1.68			
6	0.037(D2-d2)=0.037(1202-1062)	1	1.56			

Продовження таблиці 1.7

1	2	3	4	5	6	7
090	Токарно-гвинторізна			5.7	1.7	10.4
1	0.17dl=0.17□30□273	3	0.50			
2	0.17dl=0.17□30□9.5□2	2	0.85			
3	0.17dl=0.17□30□5	1	0.05			
4	0.1dl=0.1□15.5□31	1	0.05			
5	0.037(D2-d2)=0.037(602-302)	1	1.68			
6	0.037(D2-d2)=0.037(1202-1062)	1	1.56			
095	Токарно-гвинторізна			5.7	1.7	10.4
1	0.17dl=0.17□30□273	3	0.50			
2	0.17dl=0.17□30□9.5□2	2	0.85			
3	0.17dl=0.17□30□5	1	0.05			
4	0.1dl=0.1□15.5□31	1	0.05			
5	0.037(D2-d2)=0.037(602-302)	1	1.68			
6	0.037(D2-d2)=0.037(1202-1062)	1	1.56			
100	Вертикально-фреезерна			0.1	1.9	0.18
1	0.52dl=0.52*9*20	1	0.07			
105.	Кругло-шліфувальна			0.8	1.6	1.45
1	0.1dl=0.1·120·27	1	0.59			
2	0.1dl=0.1·106·16.5	1	0.29			
3	0.1dl=0.1·120·16	1	0.59			
1	0.15l=0.15·106·13	1	0.29			

Штучний час: $\sum T_{шт}$ =37.43 хв;

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_к, \quad (1.9)$$

Тут T_o – основн. технологічний час, хв, $\varphi_к$ – коеф., який залежить від типу виробництва і виду верстату.

Основні технологічні часи T_o і $\varphi_к$ згідно [2],

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.}/n, \text{ хв} \quad (1.20)$$

n – кількість операцій (n=14), $\sum T_{шт.}$ – сумарний штучний час, хв;

$$T_{шт.к.} = T_o \cdot \varphi_к, \quad (1.21)$$

де T_o – основний технологічний час (хв), $\varphi_к$ – коефіцієнт від типу виробництва і типу верстату.

Основні технологічні часи T_o і $\varphi_к$ згідно з [2], додаток 1.

1.3.2. Розрахунок програми випуску і партії деталей:

Число операцій: n=14.

Сумарний штучний час: $\sum T_{шт}$ =37.43 хв.

Середній штучний час:

$$T_{шт.сер.} = \sum T_{шт.}/n = 37.43/14 = 2.67 \text{ хв}; \quad (1.22)$$

Такт випуску деталей:

$$t_в = K_з \cdot T_{шт.сер.} = 15 \cdot 2{,}67 = 40{,}10 \text{ хв}; \quad (1.23)$$

Річна програма випуску:

– розрахункова:

$$N=F_д \cdot 60 / t_в=4144 \cdot 60 / 40.10=6200.49 \text{ шт;} \quad (1.24)$$

– прийнята N=6200 шт;

Розрахункова кількість деталей в партії:

$$n_д=N \cdot a / F=6200 \cdot 12 / 253=294 \text{ шт;} \quad (1.25)$$

Розрахункова кількість змін на обробку партії деталей:

$$C=T_{шт.сер.} \cdot n_д / 480 \cdot 0.8=2.67 \cdot 294 / 480 \cdot 0.8=2.04; \quad (1.26)$$

Прийнята кількість змін $C_{пр.}=2$ зміни;

Прийнятий обсяг партії деталей:

$n_{пр}=C_{пр.} \cdot 480 \cdot 0,8 / T_{шт.сер.}=2 \cdot 480 \cdot 0.8 / 2.67=287$ шт; (10)

1.4. Аналіз базового технологічного процесу виготовлення деталі.

В умовах базового підприємства АТ “ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ ЛОКОМОТИВОРЕМОНТНИЙ ЗАВОД” деталь «шток ДП 47.81.15.25» виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва.

Опис базового технологічного процесу та його аналіз наведено в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Опис базового технологічного процесу виготовлення штоку ДП 47.81.15.25

№ операції	Назва операції		Верстат (потужність); пристрій, оснастка
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструменти	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Заготівельна		Фрезерно-відрізний мод. 872М
1	Порізати круг ∩135, L=3000 мм на заготовки довжиною L=938$_{-2,3}$ мм.; лещата; пила 710×96		
010	Контрольна ВТК		Стіл контролера
015	Термічна		Піч СШО-10.10/10
1	Провести відпал деталі		
020	Транспортна		Електрокара
025	Токарно-гвинторізна		Токарно-гвинторізний мод. 1К62
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий		
1	Точити торець як чисто; різець токарний		
2	Свердлити центровий отвір F М24 на глибину 60 мм.; патрон свердлильний; перехідна втулка;		

	свердло центровочне		
Б	Переустановити заготовку, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий		
3	Точити другий торець заготовки , витримавши розмір $932_{-1,4}$ мм.; різець токарний		
4	Свердлити центровий отвір А10 на глибину 22,5 мм.; патрон свердлильний; перехідна втулка; свердло центровочне		
030	Токарно-гвинторізна		Токарно-гвинторізний мод. 1К62
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; центр рухомий		
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний		
Б	Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; центр рухомий		
2	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний		
035	Горизонтально-фрезерна		Горизонтально-фрезерний мод. 6Р83Г
А	Встановити і закріпити деталь в ділильній головці, підтиснути заднім центром, відкріпити, зняти; ділильна головка		
1	Фрезерувати шліци згідно КЕ; фреза; оправка		
Б	Переустановити і закріпити деталь в ділильній головці, підтиснути заднім центром, відкріпити, зняти; ділильна головка		
2	Фрезерувати шліци згідно КЕ; фреза; оправка		
040	Слюсарна		Верстак слюсарний
А	Встановити заготовку на підставку, зняти; підставка спеціальна		
1	Виконати фаски на шліцах згідно КЕ; машина шліфувальна; круг		

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4
045	Контрольна ВТК		Стіл контролера
050	Транспортна		Електрокара
055	Хіміко-термічна (цементація)		Піч СШЦМ-6.12/9М1
060	Транспортна		Електрокара
065	Токарно-гвинторізна		Токарно-гвинторізний мод. 1К62
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, вивірити по шліцах з точністю 0,02 мм, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
1	Поправити центровий отвір згідно КЕ; патрон свердлильний; свердло центрувальне; мітчик; втулка перехідна; різець токарний		
Б	Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, вивірити по шліцах з точністю 0,02 мм, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
2	Повторити перехід 1; патрон свердлильний; свердло центрувальне; мітчик; втулка перехідна; різець токарний		
070	Токарно-гвинторізна		Токарно-гвинторізний мод. 1К62
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; центр рухомий		
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний		
Б	Переустановити заготовку в трьохкулачковому патроні з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти;		
2	Повторити перехід 1; різець токарний		

Продовження таблиці 1.8

1	2	3	4
075	Транспортна		Електрокара
080	Термічна (гартування)		Гартувальна електропіч СШО - 10.10/10М
085	Транспортна		Електрокара
090	Токарно-гвинторізна		Токарно-гвинторізний мод. 1К62
А	Загвинтити 2 центра Т01.2594.00.00 в центрові отвори вала		
Б	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, виставити з точністю 0,02 мм відносно поверхні шліців, закріпити, відкріпити, зняти; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
1	Свердлити центровий отвір згідно КЕ; свердло		
В	Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, виставити з точністю 0,02 мм відносно поверхні; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
2	Свердлити центровий отвір згідно КЕ; свердло		
095	Токарно-гвинторізна		Токарно-гвинторізний мод. 1К62
А	Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити, відкріпити, зняти; поводковий патрон; хомут; центр нерухомий; центр рухомий		
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний		
Б	Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити, відкріпити, зняти; поводковий патрон; хомут; центр нерухомий; центр рухомий		
2	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний		
100	Вертикально-фрезерна		Вертикально-

А	Встановити і закріпити деталь, відкріпити, зняти; набір прихватів		фрезерний мод. 6Р12
1	Фрезерувати пази, витримавши розміри згідно КЕ; фреза; втулка перехідна		
105	Круглошліфувальна		Круглошліфу-вальний мод. 3У133
А	Встановити деталь в центрах верстата, закріпити, попередньо витерши посадочні поверхні. Відкріпити, зняти; центри верстатні; поводковий патрон		
1	Шліфувати поверхні, витримавши розміри згідно КЕ; круг шліфувальний		
110	Контрольна ВТК		Стіл контролера
115	Транспортна		Електрокара

2. Проектування технології зміцнення та виготовлення деталі.

2.1 Вибір і обґрунтування методу зміцнення штока

Проаналізувавши можливі методи зміцнення штока, а також переваги та недоліки цих методів, було встановлено, що найбільш оптимальний, для зміцнення штока є метод газополуменевого напилення, якнайбільш економічний і оптимальний, Цей спосіб складається з формування на поверхні виробу шару з часток напилюваного матеріалу, які мають достатній запас теплової та кінетичної енергії внаслідок взаємодії із струменем газового полум'я. Температура струменя ацетилен - кисневого полум'я становить 3200 °С, швидкість струменя від 150 до 160 м/с. швидкість часток напилюваного матеріалу залежить від співвідношення кисню та пального газу в суміші, кількості газу, який взаємодіє із полум'ям, відстані від зрізу сопла до поверхні та ін., та знаходиться у діапазоні від 20 до 80 м/с.

Матеріал, який використовується для газополуменевого напилення не повинен розкладатися та має мати достатню різницю між температурою плавлення і кипіння (більше ніж 150 – 250 °С).

Напилення покриттів проводиться у послідовності, яка визначається обладнанням, оснащенням і ступенем механізації та автоматизації. У деяких випадках для підвищення міцності зчеплення використовують попереднє нагрівання в сушильних шафах до температур 340 – 450 °С. Попереднє підігрівання є обов' язковим за вимушеної перерви операції напилення.

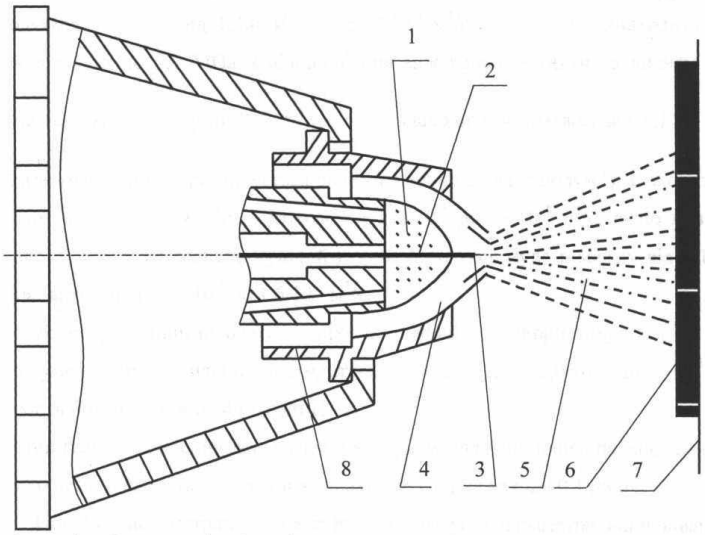
При напиленні покриттів із дуже різними коефіцієнтами термічного розширення під час роботи виробів в умовах змінних температур, необхідно напилення прошарку товщиною від $5 \cdot 10^{-5}$ до $15 \cdot 10^{-5}$ м. Напилення основного шару здійснюється одразу після підготовки поверхні, включаючи попереднє підігрівання та напилення прошарку. Загальна схема газополуменевого напилення дротом приведена на рисунку 2.1.

Найбільш вагомими параметрами режиму газополуменевого напилення є витрати на тиск кисню, пального та транспортуючого газу, співвідношення кисню до пального газу.

Всі технологічні параметри, що наведені в технічній літературі, як правило належать до конкретного устаткування для напилення та матеріалів, що використовуються. В кожному конкретному випадку вони вимагають коректування. Частіше за все для цього використовують математичні методи планування експерименту для оптимізації технологічних процесів.

Для вихідних даних при плануванні експерименту та оптимізації технологічних процесів можна використати такі середні статистичні дані рекомендовані в різних технічних літературних джерелах.

Тиск пального газу $P_г$ рівний від 0.03 до 0.15 МПа. При цьому витрати знаходяться в межах від $1.388 \cdot 10^{-4}$ до $6.94 \cdot 10^{-4}$ $м^3/с$, тиск кисню знаходиться в межах від 0.15 до 0.5 МПа. Співвідношення між пальним газом та киснем для ацетилено – кисневої суміші: знаходиться в межах 1.1 – 1.4. Тиск повітря, що використовується для стиснення газового полум’я знаходиться в межах 0.3 – 0.4 МПа, витрати: $8 \cdot 10^{-4}$ – $13 \cdot 10^{-4}$ $м^3/с$. У випадку, якщо повітря використовується як транспортуючий газ, то його тиск буде в межах 0.1 – 0.2 МПа, а витрати від $8.3 \cdot 10^{-5}$ до $1.6 \cdot 10^{-5}$ м3/с.



1 – дріт ; 2 - полум'я; 3 – кінець дроту, який оплавляється; 4 – повітряний струмінь; 5 – частинки металу; 6 – покриття; 7 – основа; 8 – насадка.

Рисунок 2.1 - Схема газополуменевого напилення

Діаметр присадкового дроту, який використовується при газополуменевому напиленні знаходиться в межах від $1{,}0 \cdot 10^{-3}$ до $5 \cdot 10^{-3}$ м., а швидкість подачі в межах від 1.0 до 15 м/с.

Дистанція напилення залежить від матеріалу для напилення, пальної суміші, яка використовується і обладнання та знаходиться в межах 0.1 – 0.2 м.

При цих параметрах можна отримати наступні параметри напилюваного струменя та потоку напилюваних часток. Максимальна температура біля зрізу сопла становить від 3000 до 3200 °С, швидкість струменя 150 – 300 м/с та довжина високотемпературної частини для ацетиленового та пропан - бутанового полум'я досягає від 0.07 до 0.15 м. Температура напилюваних часток при напиленні дротом може бути 2700 °С, швидкість часток знаходиться в межах 20 – 100 м/с. При цьому, щільність потоку знаходиться в межах від 10^{-6} до 10-8 год/с·м. Після налагодження обладнання вмикають пальник та забезпечують його механічне переміщення та обертання виробу. Газополуменевий струмінь повинен бути стійким, без пульсації. Необхідну товщину покриття отримуємо однократним або багатократним проходженням пальника по напилюваній поверхні. Отже, можна зробити висновок, що даним методом, при відновленні штока, ми одержимо якісне і досить економічне покриття.

2.2 Вибір матеріалу для зміцнення штока та його характеристика

В більшості випадків деталі типу вали, осі насосної техніки виготовляють з конструкційних низьковуглецевих сталей. Заготовкою для виготовлення штока використовують круглий калібрований прокат діаметром $2 \cdot 10^{-2}$ м із полем допуску h11 за ГОСТ 1050-88 із якістю поверхні групи Б по ГОСТ 1051-73. Отже даний прокат буде мати маркування:

$$\text{Круг}\ \frac{20 - \text{h11 ГОСТ 7417 - 75}}{40 - \text{Б ГОСТ 1051-73}}$$

Хімічний склад сталі приведений в таблиці 2.1 згідно ГОСТ 1051-73

Таблиця 2.1 - Хімічний склад сталі 40

Марка сталі	Вміст хімічних елементів					
	Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Сірка	Фосфор
40	0.37-0.45	0.17-0.37	0.50-0.80	Не більше 0.25	Не більше 0.040	Не більше 0.035

Механічні властивості даного матеріалу згідно ГОСТ 1051-73 наведені у таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Механічні властивості Сталі 40

Твердість HRC не менше	Тимчасовий опір розриву $\delta_в$, Мпа	Відносне видовження Δ_s. %	Відносне звуження Ψ, %	Твердість НВ
45	510	14	40	197

Крім того, сталь 40 має широке застосування у машинобудуванні та не потребує виконання складного технологічного процесу і обладнання для її одержання.

Вибравши оптимальний метод зміцнення штока, необхідно підібрати наносимий на поверхню матеріал, який би був близький по хімічному складу до основного, враховувавши зміни, які відбудуться в матеріалі за певних режимів нанесення, а також щоб він забезпечував достатню зносотривкість та відповідав технічним вимогам, після нанесення, при експлуатації штока. Врахувавши ці умови, а також метод зміцнення (газополуменеве напилення дротом), найбільш доцільно та економічно вигідно використати як матеріал для напилення дріт марки Нп-50Х5 ГОСТ 10543-75.

Підвищений вміст хрому призведе до підвищення зносотривкості штоку та не вплине на механічні властивості поверхні тому, що наноситься досить тонкий шар. Однією з найважливіших характеристик цього дроту є його твердість, яка складає від 170 до 230 одиниць НВ. Хімічний склад дроту Нп-50Х5 наведений у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 - Хімічний склад дроту Нп-50Х5 по ГОСТ 10543 – 75

Марка дроту	Вміст хімічних елементів, %						
	Вуглець	Кремній	Марганець	Хром	Нікель	Сірка	Фосфор
Нп-50Х5	0,47-0,55	0,20-0,50	0,40-0,70	4,00-6,00	До 0,040	До 0,040	До 0,040

Даний дріт використовується для різного роду робіт із напилення під час відновленні штоків, осей, валів, шпинделів з низьковуглицевої сталей.

При виготовленні а також при експлуатації дроту Нп-50Х5 до нього ставляться такі вимоги:

- хімічний склад сталі для виготовлення дроту повинен відповідати вказаному в таблиці 2.3;

- дріт діаметром більше 2 – 10^{-3}м повинен витримувати випробовування на згин в холодному стані на 180° навколо циліндричного сердечника діаметром, рівним п'яти діаметрам досліджуваного дроту;
- дріт повинен доставлятись згорнутим в моток, внутрішній діаметр якого повинен складати 0.25 – 0.6 м;
- поверхня дроту повинна бути чистою, гладкою та світлою (без додаткової обробки після деформації, без окалини, іржі, надривів та вусів);
- дріт має бути намотаний на касеті та повинен складатись з одного відрізку та намотаний неперервними рядками та часткового розмотування.

Також необхідно зауважити, що за газополуменевого напилення, в якості робочого газу використовується ацетилен, в даному випадку зріджений. Він представляє собою безколірну рідину, з температурою кипіння при нормальному тиску ТК=-185.71 °С та густиною за цієї температурі кипіння - 1392–103 г/м^3.

2.3 Техніко економічне обґрунтування зміцнення штока бурового насосу

Зміцнення деталей являється складним організаційно - технологічним процесом, при якому на відміну від виробництва нових деталей в якості заготовки використовують зношену деталь. В даному випадку затрати на виконання таких операцій, як лиття, ковка, штамповка і т. п., відсутні. Одночасно при зміцненні зношених деталей появляється ряд додаткових операцій: миюча, розбірна, дефектувальна, комплектація, затрати на які слід враховувати при виборі метода зміцнення.

В нафтогазовій техніці зношення різних груп деталей знаходиться в межах від $0.01\cdot10^{-3}$ до 0.01м., причому 83 % деталей мають знос до $0.6\cdot10^{-3}$м. В даному випадку знос штока на робочій поверхні складає $0.4\cdot10^{-3}$м.

Способи зміцнення деталей умовно поділяють на дві групи:

- деталі із зносом до $0.6\cdot10^{-3}$ м;
- деталі із зносом понад $0.6\cdot10^{-3}$м.

Номенклатура зміцнюваних деталей машин, які працюють в нафтогазовій галузі, досить широка, так що можна говорити про серійний тип виробництва. При даному типі виробництва найбільш вигідно використовувати централізоване зміцнення деталей на спеціалізованих підприємствах з великою програмою, що дозволяє застосовувати механізовані і автоматичні лінії, передову технологію зміцнення.

За значних програмах найбільш раціонально використовувати автоматичне і механізоване обладнання, при цьому підвищується продуктивність та якість зміцнення деталей, зменшується собівартість. У випадку наявності великих програмах характерних для серійного виробництва, економічно доцільно застосовувати способи нанесення покрить, що відрізняються високою продуктивністю і мінімальним припуском на подальшу механічну обробку. В даному випадку найбільш доцільним, для зміцнення штока насосу буде один із методів газотермічного напилення. При даних методах, враховуючи те, що робочі поверхні в працюють та зношуються за абразивного зношування найбільш ефективно і економічно наносити на зношену поверхню металічне покриття з низьковуглецевої сталі, з підвищеним вмістом хрому для підвищення зносотривкості.

Також значним економічним показником вище згаданих методів зміцнення є те, що незначна або взагалі відсутня деформація деталі після нарощування, також відсутня або мала доля основного метала в нанесеному покритті, достатня міцність зчеплення покриття з основним матеріалом.

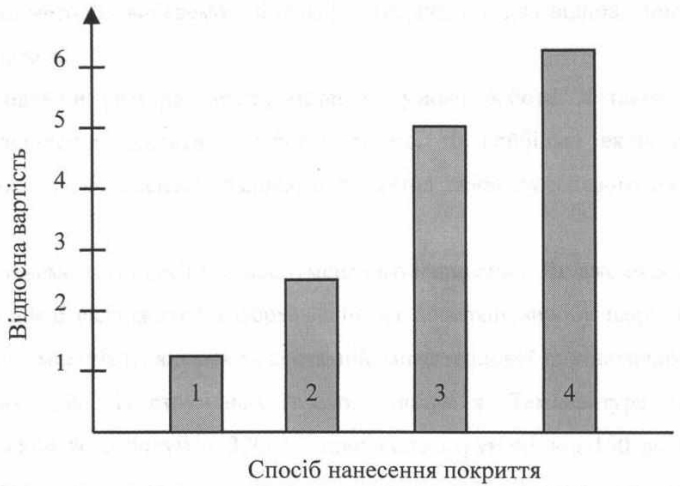
Таким чином, при виборі найоптимальнішої технології зміцнення штока необхідно передбачити рішення ряду питань які відображають реальні умови виробничої діяльності підприємства, враховуючи об'єм партії відновлюваних деталей, а також основні технічні вимоги довговічності. Мінімальний ресурс відновлених деталей повинен бути не нижче міжремонтного ресурсу роботи машини.

Доцільність використання того чи іншого способу нанесення покриттів повинна також визначатись залежно від експлуатаційних вимог до виробу, номенклатури деталей, їх складності, вимог до надійності та ресурсу, економічної ефективності з урахуванням необхідного обладнання, розпилюваних матеріалів, газів, які використовуються та ін.

Порівняти ефективність вибраних способів зміцнення штока, можна при розрахунку витрат на нанесення 1000 г покриттів. За питомими витратами на обладнання способи нанесення газотермічних покриттів можна розмістити за наростаючою залежністю – таким чином: газополуменевий, електродуговий, детонаційний та плазмовий.

Враховуючи те, що при електродуговому способі використовують найдешевший та доступний газ – повітря, при газополуменевому та детонаційному способах використовують кисень та пальні гази (ацетилен, пропан-бутан), а при плазмовому – аргон, азот, або суміш аргону з воднем чи гелієм по питомим витратам на газ способи нанесення газотермічних покриттів розташовуються так: електродуговий - газополуменевий - детонаційний -плазмовий.

Витрати на основну заробітну плату залежать від продуктивності способів. Найбільш продуктивним є електродуговий спосіб. За ним ідуть плазмовий, газополуменевий та детонаційний. Сумарні питомі витрати на технологічну операцію напилення 1000 г покриття характеризують таким чином: найдешевший електродуговий спосіб, за ним ідуть газополуменевий, плазмовий, детонаційний. Дані витрати зображені на рисунку 2.2.



1- електродугове напилення; 2- газополуменеве напилення; 3- плазмове напилення; 4 - детонаційне напилення.

Рисунок 2.2 – Співставлення відносної вартості нанесення 1000 г покриттів

Якщо врахувати вартість найдешевших та широковживаних у кожному способі дротяних та порошкових матеріалів, то підвищення вартості 1000 г покриття буде відповідати такій послідовності: електродугове нанесення покриття - плазмово - газополуменево - детонаційне.

Збільшення вартості обладнання для нанесення захисних покриттів залежать від складності установки для напилення.

2.4. Вибір маршруту і операцій обробки деталі.

В базовому технологічному процесі на АТ "ІФЛРЗ" вал «Шток ДП 47.81.15.25» виготовлявся в умовах дрібносерійного виробництва.

Таблиця 2.4 – Опис проектної технології обробки штока ДП 47.81.15.25

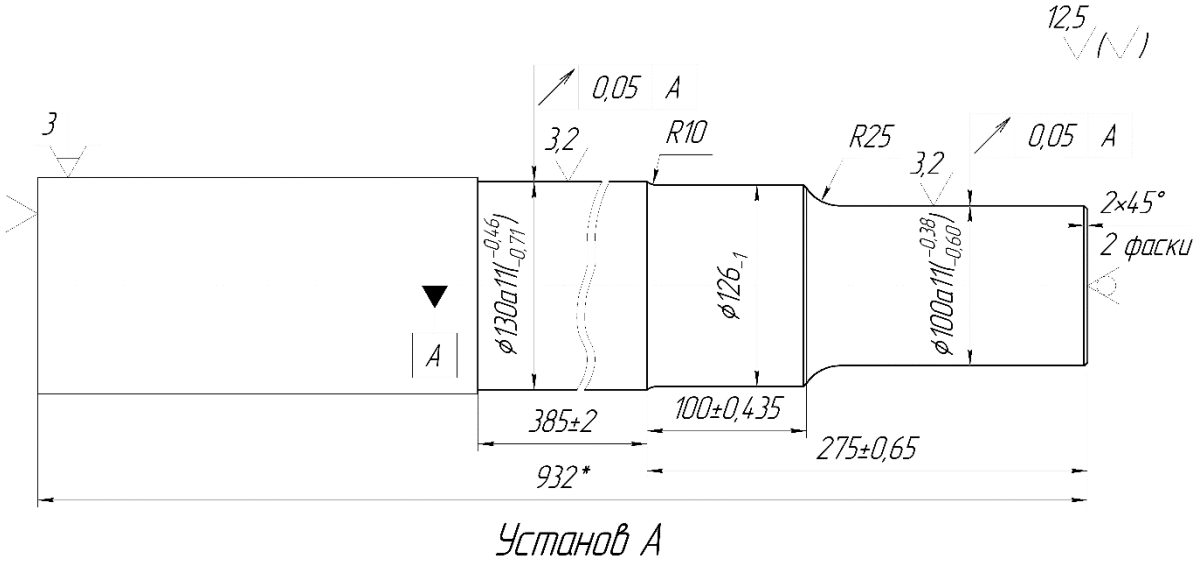
№ операції	Назва операції		Ескіз обробки детаді на операції
	Верстат (потужність); пристрій, оснастка		
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструмент	№ обр. пов.	
1	2	3	4
005	Заготівельна.		
	Фрезерно-відрізний мод. 872М		
025	Токарна з ЧПК.		Рис. 1, 2
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16Б16Т1 (N=7,1 КВт); Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø200 мм; центр обертовий.		
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий		
1	Точити торець як чисто; різець токарний	1	
2	Свердлити центровий отвір F М24 на глибину 60 мм.; патрон свердлильний; перехідна втулка; свердло центровочне	2	
Б	Переустановити заготовку, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий		
3	Точити другий торець заготовки , витримавши розмір 932-1,4 мм.; різець токарний	3	
4	Свердлити центровий отвір А10 на глибину 22,5 мм.; патрон свердлильний; перехідна втулка; свердло центровочне	4	
030	Токарна з ЧПК.		Рис. 2
	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК мод. 16Б16Т1 (N=7,1 КВт);		

	Токарний самоцентруючий трикулачковий патрон Ø200 мм; центр обертовий.		
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; центр рухомий		
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	1	
Б	Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; центр рухомий		
2	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	2	
035	Горизонтально-фрезерна		
	Горизонтально-фрезерний мод. 6Р83Г		
А	Встановити і закріпити деталь в ділильній головці, підтиснути заднім центром, відкріпити, зняти; ділильна головка		
1	Фрезерувати шліци згідно КЕ; фреза; оправка	1	
Б	Переустановити і закріпити деталь в ділильній головці, підтиснути заднім центром, відкріпити, зняти; ділильна головка		
2	Фрезерувати шліци згідно КЕ; фреза; оправка	2	
040	Слюсарна		
	Верстак слюсарний		
А	Встановити заготовку на підставку, зняти; підставка спеціальна		
1	Виконати фаски на шліцах згідно КЕ; машина шліфувальна; круг шліфувальний; напилок		
065	Токарно-гвинторізна		
	Токарно-гвинторізний мод. 1К62		
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, вивірити по шліцах з точністю 0,02 мм, закріпити, відкріпити, зняти;		

	патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
1	Поправити центровий отвір згідно КЕ; патрон свердлильний; свердло центрувальне; мітчик; втулка перехідна; різець токарний	1	
Б	Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, вивірити по шліцах з точністю 0,02 мм, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
2	Повторити перехід 1; патрон свердлильний; свердло центрувальне; мітчик; втулка перехідна; різець токарний	2	
70	Токарно-гвинторізна		
	Токарно-гвинторізний мод. 1К62		
А	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; центр рухомий		
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	1	
Б	Переустановити заготовку в трьохкулачковому патроні з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти; патрон трьохкулачковий; центр рухомий; стійка з індикатором		
2	Повторити перехід 1; різець токарний	2	
075	Транспортна		
	Електрокара		
080	Термічна (гартування)		
	Електропіч СШО-10.10/10М		
085	Транспортна		
	Електрокара		
090	Токарно-гвинторізна		
	Токарно-гвинторізний мод. 1К62		
А	Загвинтити 2 центра Т01.2594.00.00 в центрові отвори вала		

Б	Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, виставити з точністю 0,02 мм відносно поверхні шліців, закріпити, відкріпити, зняти; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
1	Свердлити центровий отвір згідно КЕ; свердло		
В	Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, виставити з точністю 0,02 мм відносно поверхні; люнет нерухомий; стійка з індикатором		
2	Свердлити центровий отвір згідно КЕ; свердло		
095	Токарно-гвинторізна		
	Токарно-гвинторізний мод. 1К62		
А	Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити, відкріпити, зняти; поводковий патрон; хомут; центр нерухомий; центр рухомий		
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний		
Б	Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити, відкріпити, зняти; поводковий патрон; хомут; центр нерухомий; центр рухомий		
2	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний		
100	Вертикально-фрезерна		
	Вертикально-фрезерний мод. 6Р12		
А	Встановити і закріпити деталь, відкріпити, зняти; набір прихватів		
1	Фрезерувати пази, витримавши розміри згідно КЕ; фреза; втулка перехідна		
105	Круглошліфувальна		
	Круглошліфувальний верстат моделі 3У133		
А	Встановити деталь в центрах верстата, закріпити, попередньо витерши посадочні поверхні. Відкріпити, зняти; центри верстатні; поводковий патрон	1	
1	Шліфувати поверхні, витримавши розміри згідно КЕ; круг шліфувальний	2	

110	Контрольна ВТК		
	Стіл контролера		
1	Перевірити візуально якість обробки, шорсткість поверхонь, наявність фасок, тріщин, подряпин та шліфувальних припалів.		
2	Поставити клеймо ВТК на перевірену, придатну деталь		
115	Транспортна		
	Електрокара, візок складський		
1	Здані ВТК деталі повантажити, перевезти і здати на склад		



Установ А

Рис.2.3 – Ескіз обробки деталі на операції 030А

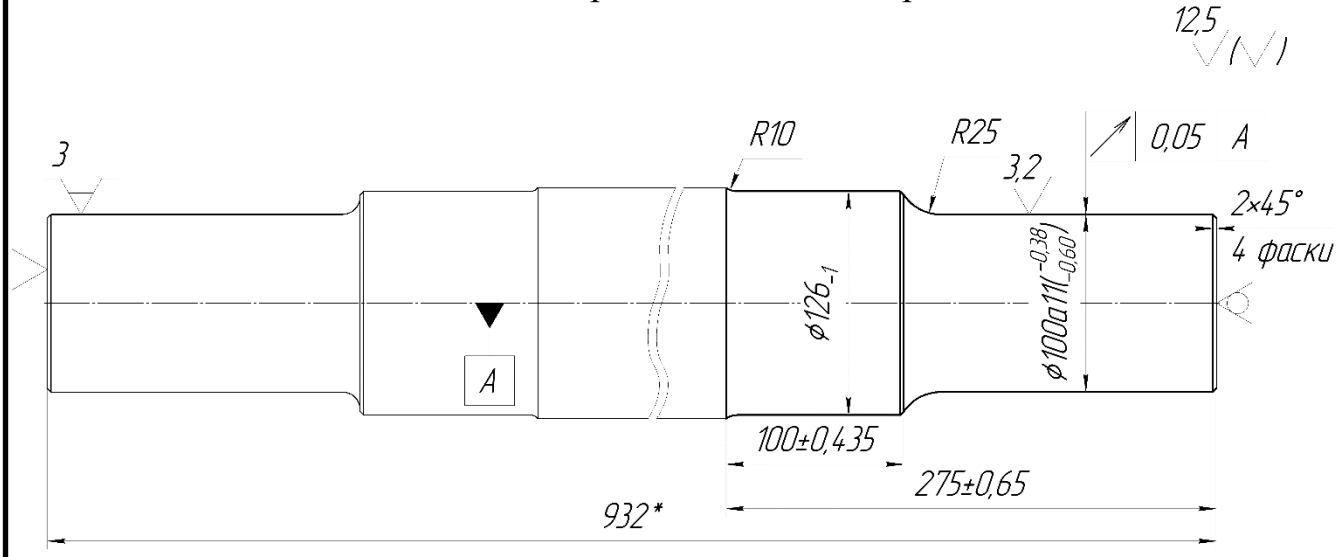


Рис.2.4 – Ескіз обробки деталі на операції 030Б

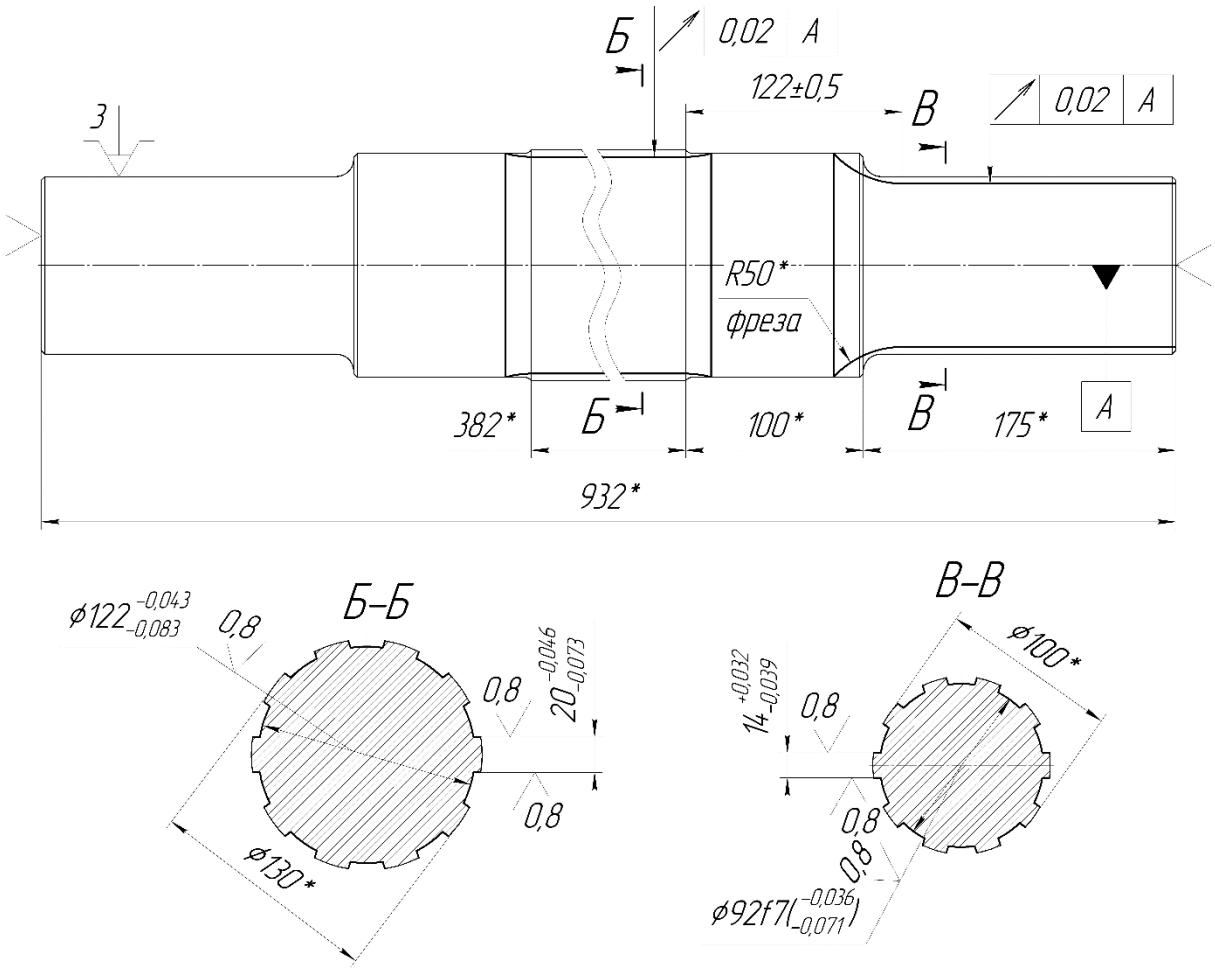


Рис.2.5 – Ескіз обробки деталі операція 035А

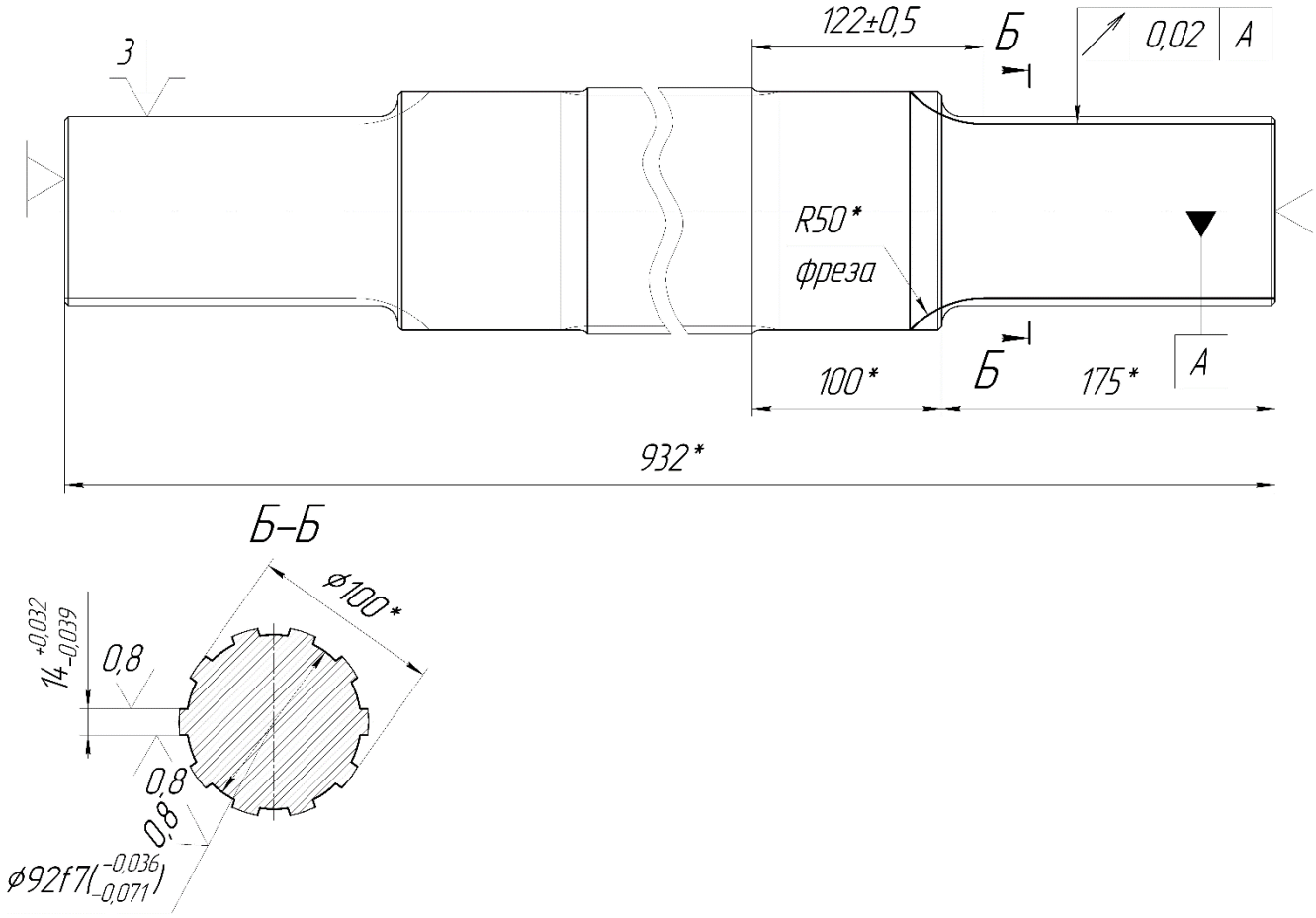


Рис.2.6 – Ескіз обробки деталі на операції 035 Б

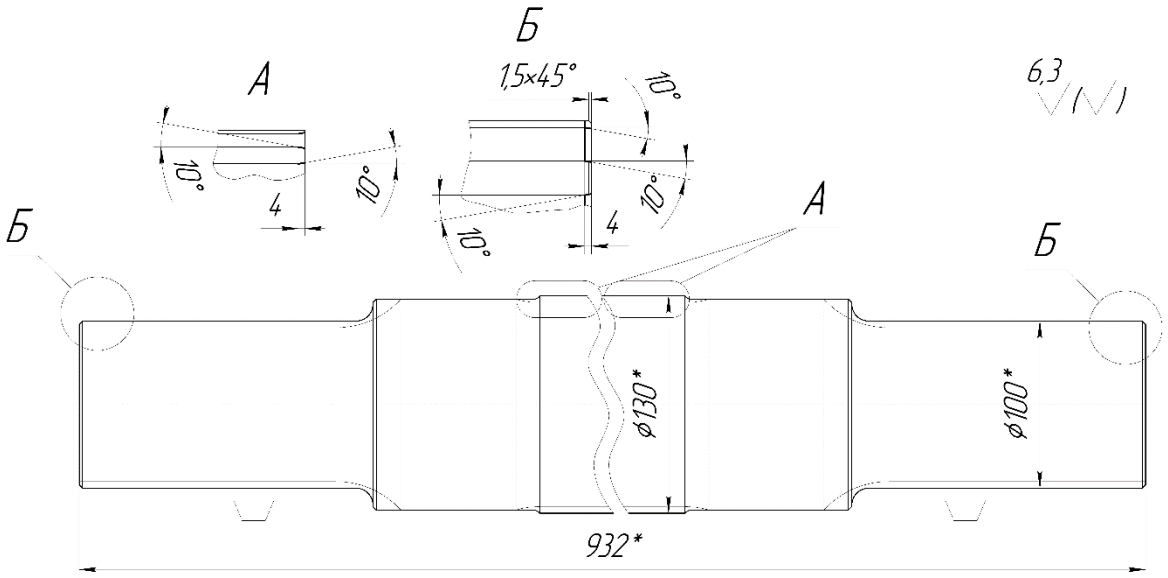


Рис.2.7 – Ескіз обробки деталі, операція 040

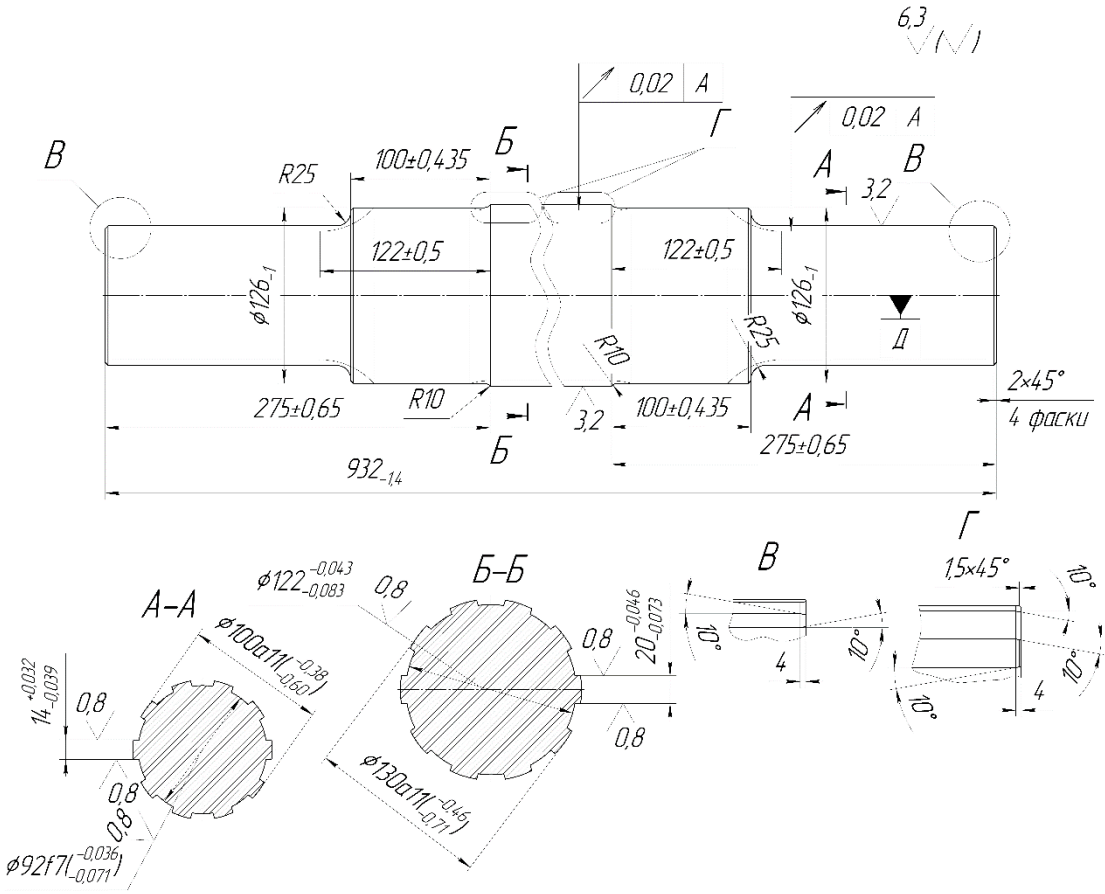


Рис.2.8 – Ескіз обробки деталі, операція 045

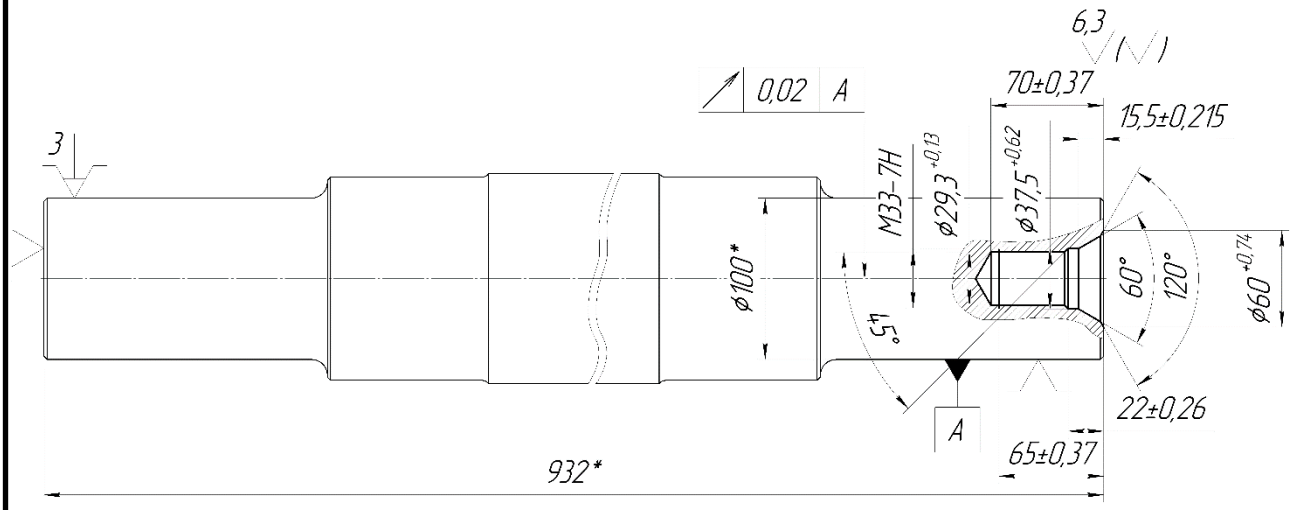


Рис.2.9 – Ескіз обробки деталі, операція 065

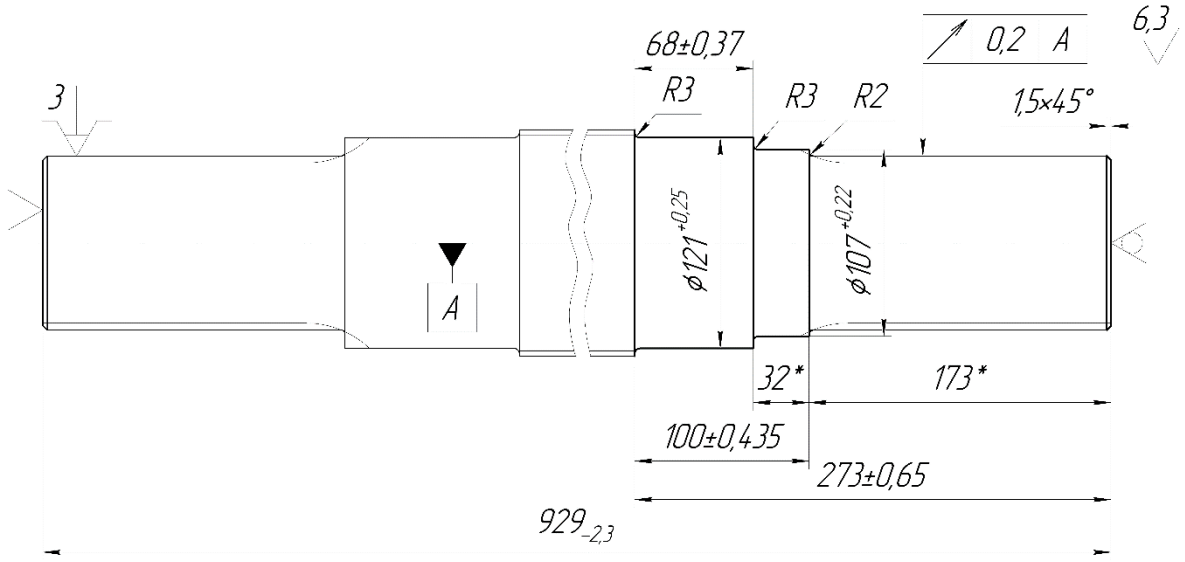


Рис.2.10 – Ескіз обробки деталі, операція 070А

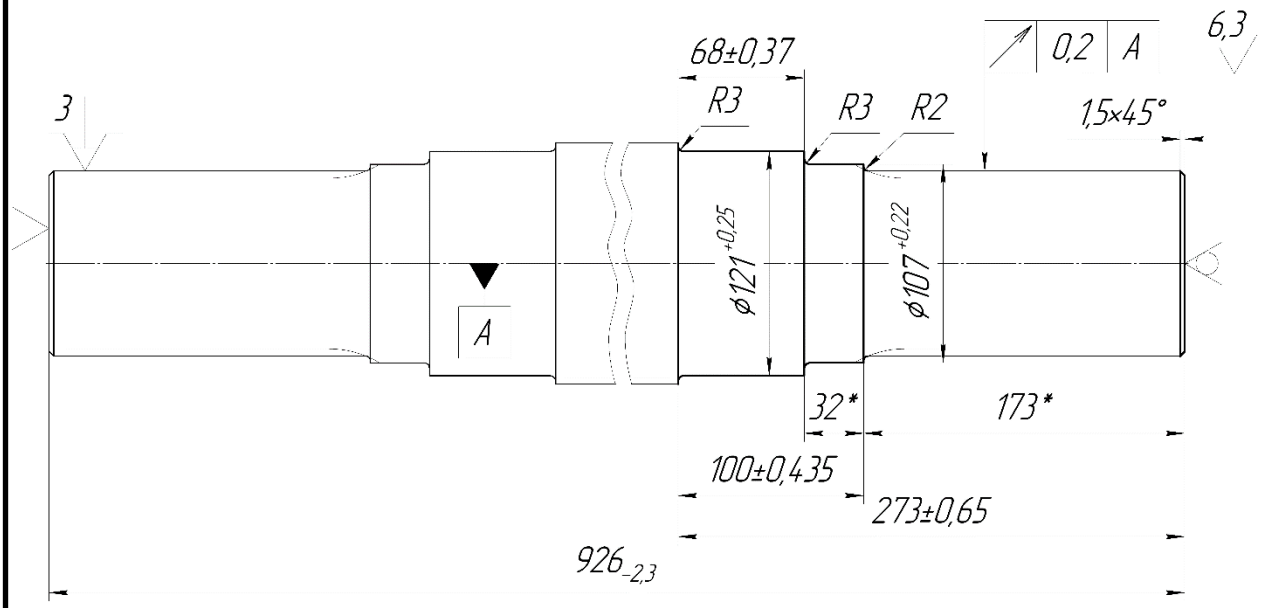


Рис.2.11 – Ескіз обробки деталі, операція 070Б

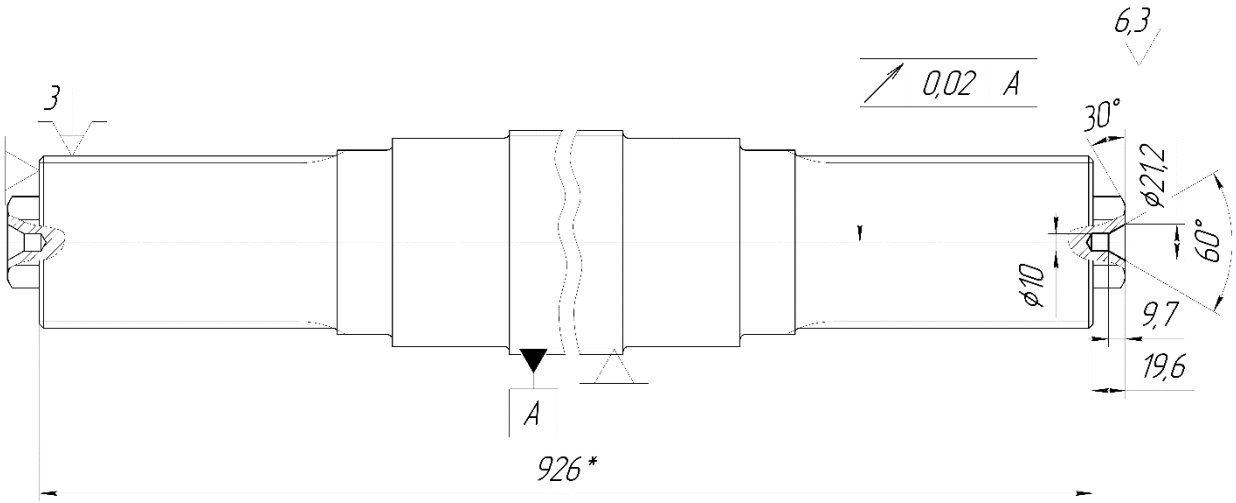


Рис.2.12 – ескіз обробки деталі, операція 090

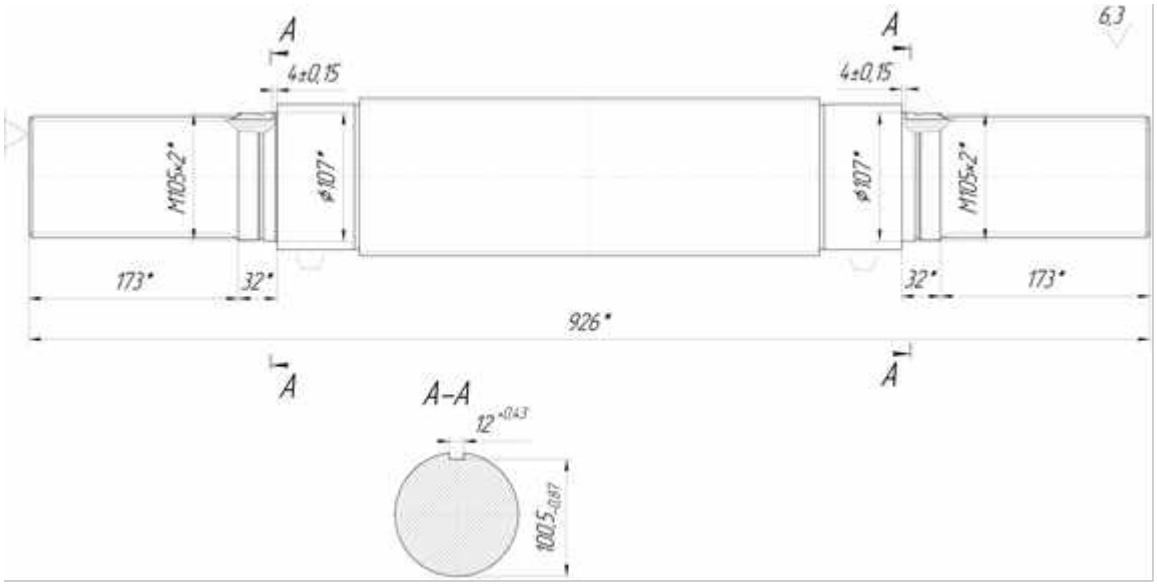


Рис.2.13 – ескіз обробки деталі, операція 100

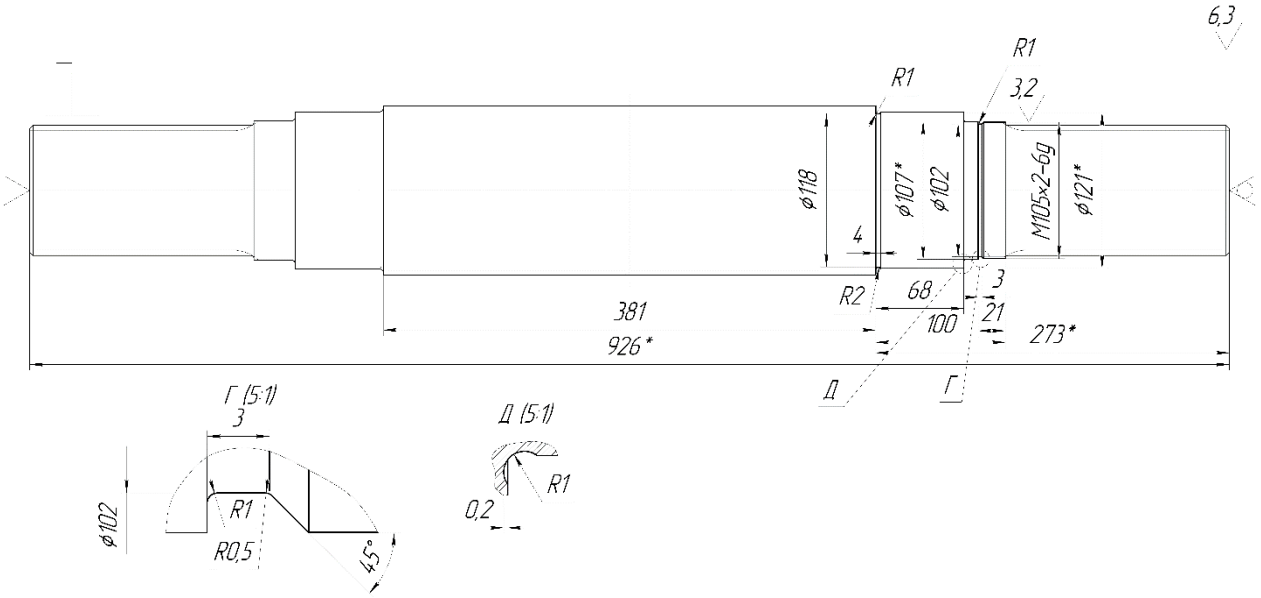


Рис.2.13 – Ескіз обробки деталі, операція 105А

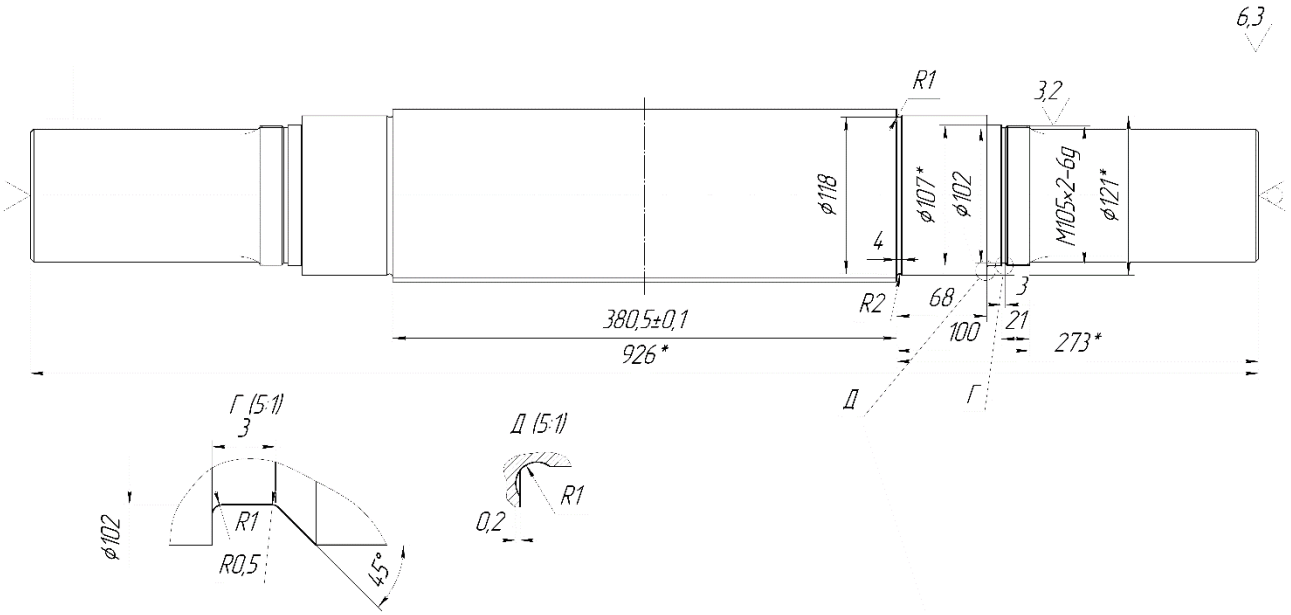


Рис.2.14 – ескіз обробки деталі, операція 105Б

2.5. Вибір засобів технологічного оснащення.

Таблиця 2.5 – Опис різальних інструментів виготовлення вала ДП47.81.15.25

№ операції	Назва операції	
№ переходу	Зміст переходу	Різальний інструмент
1	2	3
005.	Заготівельна	
025.	Токарна з ЧПК.	
1	Точити торець як чисто; різець токарний	Різець токарний, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; φ=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150мм. Різець Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73.
2	Свердлити центровий отвір F М24 на глибину 60 мм.	Свердло спіральне з конічним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; d=22 мм; l=81 мм; L=162 мм. Свердло 2301-0023 Р6М5 ГОСТ 10903-73.
3	Точити другий торець заготовки , витримавши розмір $932_{-1,4}$ мм.; різець токарний	Різець токарний, оснащений пластиною з твердого сплаву ВК10; φ=45°; α=15°; bxh=16x25 мм; r=1 мм; L=150мм. Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73
4	Свердлити центровий отвір А10 на глибину 22,5 мм.; патрон свердлильний; перехідна втулка; свердло центровочне	Свердло спіральне з конічним хвостовиком з швидкорізальної сталі Р6М5; d=10 мм; l=81 мм; L=152 мм. Свердло 2301-0023 Р6М5 ГОСТ 10903-73.
030.	Токарна з ЧПК.	
1.	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон №2 ГОСТ 4126-82, зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, шаблон Т10.389.00.00.
2.	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон №2 ГОСТ 4126-82, зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, шаблон Т10.389.00.00.
035	Горизонтально-фрезерна	

Продовження таблиці 2.5

1	2	
1	Фрезерувати шліци згідно КЕ	Фреза 2240-0212 ГОСТ 3755-78 (2 шт.), фреза спеціальна R46, фреза спеціальна R61, оправка 6225-0140.
2	Фрезерувати шліци згідно КЕ	Фреза 2240-0212 ГОСТ 3755-78 (2 шт.), фреза спеціальна R46, фреза спеціальна R61, оправка 6225-0140.
065	Токарно-гвинторізна	
1	Поправити центровий отвір згідно КЕ; патрон свердлильний; свердло центрувальне; мітчик; втулка перехідна; різець токарний	Свердло 2301-0470 ГОСТ 2092-77, різець 2140-0029 Т5К10 ГОСТ 18882-73, мітчик М33.2620-1995 ГОСТ 3266-71, втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85, втулка 6143-0121 ГОСТ 15936-70, патрон 6251-0192 ГОСТ 14077-83
2	Повторити перехід 1; патрон свердлильний; свердло центрувальне; мітчик; втулка перехідна; різець токарний	Свердло 2301-0470 ГОСТ 2092-77, різець 2140-0029 Т5К10 ГОСТ 18882-73, мітчик М33.2620-1995 ГОСТ 3266-71, втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85, втулка 6143-0121 ГОСТ 15936-70, патрон 6251-0192 ГОСТ 14077-83.
070	Токарно-гвинторізна	
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	Різець 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73
2	Повторити перехід 1; різець токарний	Різець 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73
090	Токарно-гвинторізна	
1	Свердлити центровий отвір згідно КЕ; свердло	Свердло 10. 2317-0011 2102-0055 ГОСТ14952-75
2	Свердлити центровий отвір згідно КЕ; свердло	Свердло 10. 2317-0011 2102-0055 ГОСТ14952-75

095	Токарно-гвинторізна	
1	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	Різець 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73, різець 2660-0005 2 Т15К6 ГОСТ 18885-73.
2	Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ; різець токарний	Різець 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73, різець 2660-0005 2 Т15К6 ГОСТ 18885-73.
100	Вертикально-фрезерна	
1	Фрезерувати пази, витримавши розміри згідно КЕ; фреза; втулка перехідна	Фреза 2235-0033 ГОСТ 9140-78, втулка 40-2 ОСТ2 П12-7-84.
105	Круглошліфувальна	
1	Шліфувати поверхні, витримавши розміри згідно КЕ; круг шліфувальний	Rруг ПП 500×65×305 24А 40-П С1 5 К5 35 м/с 1 кл. А ГОСТ 2424-83, мікрометр МК 100-125-1 ДСТУ ГОСТ 6507:2009, зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, штангенциркуль ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89.

Таблиця 2.6 – Опис металорізальних верстатів виготовлення вала ДП47.81.15.25

№ операції	Назва операції	Обладнання
1	2	3
005.	Заготівельна	прес кривошипний гарячештампувальний
025. 030, 065, 070, 090, 095.	Токарна з ЧПК. .	Токарно-гвинторізний верстат з ЧПК 16Б16Т1: найбільші розміри деталі що встановлюється: діаметр: - над станиною: 320 mm; - над супортом: 125 мм; довжина: 750 мм; потужність приводу: N=7,1 кВт.
035	Горизонтально-фрезерна	Горизонтально-фрезерний верстат мод. 6Р83Г. Верстати моделі 6р83г призначені для виконання різноманітних фрезерних робіт циліндричними, торцевими, кінцевими, фасонними та іншими фрезами. Застосовуються для обробки горизонтальних та вертикальних площин, пазів, рамок, кутів, зубчастих коліс, спіралей, моделей штампів, прес-форм та інших деталей зі сталі, чавуну, кольорових металів, їх сплавів та інших матеріалів. Розміри робочої поверхні столу, мм: 1600 х 400 Число Т-подібних пазів 3 Найбільше переміщення столу, мм: Поздовжнє механічне 1000 Поздовжнє вручну 1000 Поперечне механічне 300 Поперечне вручну 320 Вертикальне механічне 340 Вертикальне вручну 350 Відстань від торця шпинделя до столу при ручному переміщенні (найменше – найбільше), мм 50 – 500 Відстань від осі шпинделя до хобота, мм 190 Найбільша маса деталі, що обробляється, кг 300 Двигун приводу головного руху, кВт 10,0 Частота обертання, об/хв 1460

100	Вертикально-фрезерна.	Вертикально-фрезерний мод. 6Р12: Технічні характеристики Параметри Розміри робочої поверхні столу, мм 1250 х 320 Найбільше поздовжнє переміщення столу, мм 800 Найбільше поперечне переміщення столу, мм 320 Найбільше вертикальне переміщення столу, мм 420 Відстань від торця шпинделя до робочої поверхні столу, мм 30 - 450 Межі частот обертання шпинделя, хв -1 31,5 - 1600 Прискорене поздовжнє переміщення столу, мм/хв 4000 Прискорене поперечне переміщення столу, мм/хв 4000 Прискорене вертикальне переміщення столу, мм/хв 1330 Максимальна маса оброблюваної деталі з пристосуванням, кг 250/550 Потужність електродвигуна приводу шпинделя, кВт 7,5/11 Потужність електродвигуна приводу столу, кВт 3 Конус шпинделя згідно з ГОСТ 30064-93 ISO 50 Габаритні розміри верстата (Д х Ш х В), мм 2280 х 1965 х 2265 Маса верстата з електроустаткуванням, кг 3250

105.	Круглошліфувальна.	Кругло-шліфувальний верстат 3У133: Станки моделі 3у131 призначені для зовнішнього і внутрішнього шліфування циліндричних, конічних і фасонних поверхонь, а також плоских фланцевих поверхонь в умовах єдиного і дрібносерійного виробництва. Найбільший діаметр обробленої деталі, мм 280 Найбільша довжина оброблюваної деталі, мм 700 Потужність 5,5 Габарити 3180х1689х1800 Маса 5960

2.6 Розробка технологічного процесу зміцнення штока

Технологічний процес газополуменевого напилення характеризується взаємодією чотирьох елементів:

- деталі, на поверхню якої наносять покриття;
- матеріалу, у вигляді дроту, який наноситься у диспергованому стані;
- високотемпературного струменю газу, який отримується за допомогою хімічної реакції горіння;
- навколишнього середовища у робочому просторі.

Для отримання якісного покриття на виробі, окрім основного етапу виробничого процесу - газополуменевого напилення, суттєву роль відіграють технологічні процеси підготовки поверхні деталі, газів, матеріалу, а також процеси подальшої обробки деталі з покриттям.

При розробці технологічного процесу зміцнення штока необхідно врахувати такі допоміжні операції, як:

- підготовка газів перед напиленням;
- підготовка дроту для напилення;
- підготовка поверхні деталі.

2.5.1 Підготовочні операції

2.5.1.1 Підготовка газів включає вилучення мастила та вологи, а також очистку газу (ацетилену) від різного роду домішок, забруднень. Підготовка може виконуватись як на дільниці газотермічного напилення так і при його виробництві.

При підготовці дроту (Нп-50Х5) з його поверхні іноді необхідно зняти захисне мастило, яке наноситься для запобігання корозії при зберіганні.

Підготовка поверхні для вала включає в свою чергу такі операції: обезжирювання поверхні (миюча). Так, як валик працює в мастильному середовищі, то обезжирювання поверхні проводиться за допомогою миючих засобів, тому що органічні розчинники токсичні і мають обмежене використання. Для цього найбільш доцільно використати кальциновану соду (з густиною від 15*103 до 35*103 г/м3 при температурі від 60 до 80°С протягом 1,2 -10^3 с; попередня механічна обробка поверхні вала, який перед тим не задовольнив вхідний контроль (дефектація) на

технологічні вимоги. Здійснюється в дробоструменевій камері, при чому утворюється якісна поверхня для забезпечення в подальшому міцності зчеплення напилюваного матеріалу до поверхні вала; заключним етапом підготовки поверхні вала знову буде контрольна операція. Для контролю якості поверхні, а також контролю геометричних розмірів штока. Тобто вже після цієї операції необхідно зразу ж проводити зміцнення поверхні.

2.5.2 Операції зміцнення

Після так званих операцій підготовки, проводяться процеси зміцнення штока, враховуючи всі дефекти, які наявні на деталі.

2.5.2.1 Напилення на шток проводимо по всій робочій поверхні -поверхні, яка зношена при терті об ущільнення, а також посадочну поверхню під шток. Враховуючи те, що процес напилення буде проходити з вимушеною перервою (наявність шпонкового паза), то потрібно обов'язкове попереднє підігрівання штока до температури 150°С. Воно здійснюється в окислюючому середовищі (повітрі). Враховуючи те, що шток зносився на незначну величину (0,04·10-2 м) напилення проводимо за одним проходом.

2.5.2.2 Дефект відновлюємо методоммеханічної обробки на вертикально-фрезерному верстаті, тобто розфрезеровуємошпонковий паз до ближчого більшого стандартного розміру ширини шпонки.Даний метод вибираємо врахувавши розрахунки в (1.4)

2.5.3 Операції, які проводимо після відновлювальних

2.5.3.1 Контроль напиленого шару проводиться зразу після операції напилення. Контролюється напилена поверхня: чи немає різних раковин, місць де не пройшло напилення, а також тріщин і інших дефектів.

2.5.3.2 Після проведення напилення для досягнення як відповідні розмірів штока, а також необхідної шорсткості проводиться механічна обробка шліфування (чорнове).

2.5.3.3 Для видалення заусениць, задирів після розфрезеруваня паза здійснюється зачисна операція.

2.5.3.4 Для доводки розмірів поверхні штока до остаточних, а також до досягнення високої якості поверхні застосовуємо чистове шліфування.

2.5.3.5 Кінцевою і необхідною операцією буде контрольна для виявлені всіх дефектів допущених при відновленні, а також приймається рішення щодо вала на подальшу експлуатацію. При даній операції проводиться контроль якості поверхні (механічні властивості), контроль форми і розмірів, також контроль нанесеного покриття.

3. Проектування технологічної оснастки

3.1. Обладнання для напилення покриття.

Аналіз існуючого обладнання для газополуменевого напилення показав, що в основному випускають ручні апарати для напилення.

Конструкція апаратів для газополуменевого напилення та їх комплектація визначається структурою, яка подана на рисунку 2.2.

В Україні та розроблено та серійно випускаються установки для напилення порошками і дротом. Схема такої установки наведена у Додатку.

Виробництво деталей з газотермічним покриттям можна поділити на два напрямки: зміцнення спрацьованих деталей і виготовлення нових деталей з покриттям. Для першого напрямку характерно багатосерійне та серійне виробництво, розміщення обладнання для нанесення покриттів у загальний виробничий цикл, жорсткі вимоги до стабільності якості покриттів. Для другого направлення характерно малі серії, або одиночне виробництво, відносна самостійність обладнання для нанесення покриттів без жорсткого зв'язку з будь-яким виробничим циклом.

Основними стадіями виробництва є технологічні процеси виробництва та підготовки газів, матеріалів для нанесення покриттів, газотермічне нанесення покриттів, обробка деталей з покриттям та технічний контроль на всіх стадіях виробництва.

Виконання кожного окремого технологічного процесу забезпечується відповідним обладнанням, яке може бути виготовлено у вигляді окремої установки (модуля), яка реалізує конкретну операцію технологічного процесу.

Здебільшого, виготовлення газів, порошків та деталей не є функціями підприємства або дільниці, на якому виконується технологічний процес нанесення покриттів. Обладнання для підготовчих операцій, виділяється в окрему виробничу дільницю обладнану установками для очищення, миття, механічної, струменево-абразивної та термічної обробки (рисунок 3.1). Тому розглянемо обладнання, необхідне для безпосереднього нанесення покриттів.

В залежності від вибраного обладнання, а також від продуктивності способів залежать і витрати на основну заробітну плату. Будь яка установка для газотермічного нанесення покриттів складається з розпилювача, механізму подачі матеріалу, який розпилюється (дроту, порошку, стержнів або гнучкого шнура), джерела енергопостачання, системи, по якій подається розпилюючий газ, пульта керування. На (рисунку 3.2) наведена функціональна схема узагальненої установки для газотермічного напилення.

Серед найбільш поширеного устаткування для порошкового газополуменевого напилення є пальники ГН-3, Євро-Джет, Могул У-9, установки (модулі) газополуменевого напилення УГПЛ, УГПН-5, УГПТ, УПН8-68, Л-5405, пост газополуменевого напилення 05.05-161 пРемдетальп та ін.

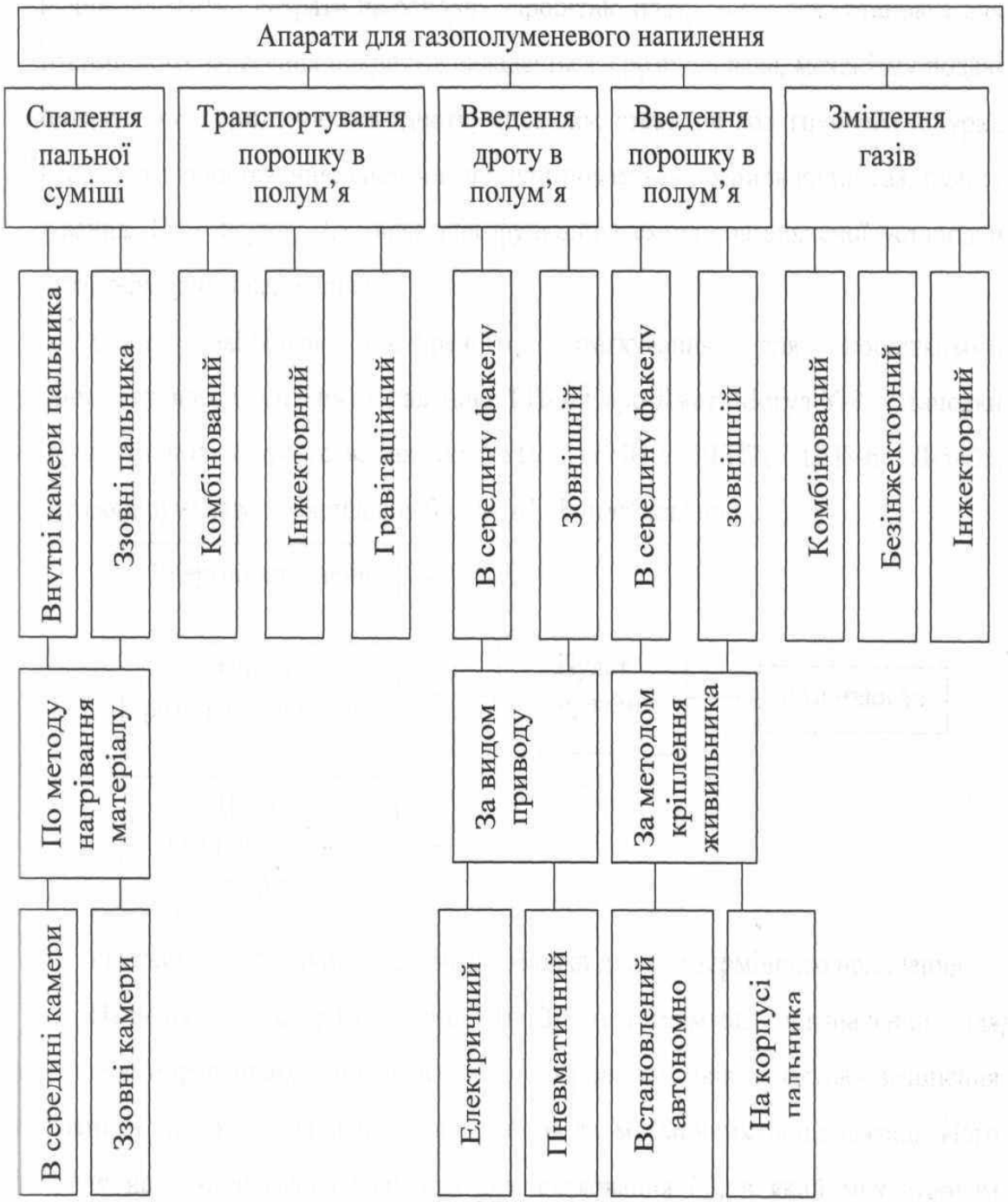


Рис. 3.1 – Класифікаційно-функціональна схема апарата для газополуменевого напилення

Рис.3.2 – Функціональна схема установки для газотермічного напилення

Пальник ГН-3, розроблений ВИДІ Автогенмаш, призначений для напилення порошкових самофлюсуючих твердих сплавів з метою зміцнення поверхні, а також для виправлення дефектів та механічних пошкоджень. Його створено на базі відомого пальника для зварювання ГЗ, в який між стволом пальника та наконечником встановлено інжекторний вузол з порошковим і живильником.

Аналогічну конструкцію має пальник Євро-Джет Х88, розроблений австрійської фірмою "МТ8" і виготовлений на СП "Інтерфакел" (Україна). Він призначений для газополуменевого напилення порошкових матеріалів з метою поновлення та зміцнення спрацьованих деталей, пальник оснащений двома типами живильників: гравітаційний, для "холодного" напилення та живильником інжекційною подачею порошків. Пальники для порошкового напилення Могул У-9, Могул ІЛМ, які виготовляються СП "Інтерфакел" виготовлені у вигляді пістолетів. При чому пальник Могул У9 має декілька модефікацій з бистрозмінним та постійним бункером для порошку, який монтується на пальнику, з окремою місткістю для порошку, та різними прискорюючими насадками.

Для дротяного газополуменевого напилення використовують пальники пістолетного типу з приводом від повітряної турбінки типу Могул КО та МГИ-4 розробленого ВНДІ Автогенмаш.

Металізатор газовий МГИ-4 призначений для газополуменевого нанесення покриттів з дротяних металічних матеріалів, таких як цинк, алюміній, мідь, сталь, бронза, тощо. Його можна використовувати вручну або встановлювати на супорті токарного верстата, який забезпечує необхідне взаємне переміщення пальника і виробу.

Металізатор випускають у двох варіантах МГИ-4А для роботи на суміші ацетилен-кисень і МГИ-4П для роботи на суміші пропан-кисень.

Деякі технічні характеристики газополуменевих пальників приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики газополуменевих пальників для напилення

Показники	ГН-2	Євро-Джет	Могул У9	Могул UP-1	МГИ-4		Могул КО
					А	П	
Витрати газів, м^2 Ацетилен Кисень Повітря Пропан	 $41*10^{-4}$ $48*10^{-4}$	 $23*10^{-4}$ $26*10^{-4}$	 $3*10^{-4}$ $47*10^{-4}$	 $16*10^{-4}$ $36*10^{-4}$ $18*10^{-4}$	 $36*10^{-4}$ $69*10^{-4}$ 0,016	 $15*10^{-3}$ 0,016 $3*10^{-4}$	 $19*10^{-4}$ $38*10^{-4}$ 0,02
Тиск газів, МПа Ацетилен Кисень Повітря Пропан	 0,15 0,3-0,4				 0,06-0,1 0,2-0,45 0,4-0,5	 0,2 0,06 0,4-0,5	

Газополуменева установка для порошкового напилення УГПЛ призначена для ручного напилення покриттів з порошків цинку, термопластичних пластмас та інших матеріалів з температурою плавлення до 800°С на металічні поверхні при виготовленні металоконструкцій, хімічної апаратури тощо, з метою захисту їх від корозії, а також ущільнення поверхні чавунного литва.

В установці УГПЛ для розпилення використовується ацетилено-повітряне полум'я. Установка може бути використана для напилення поліетилену, - глівінілб утиралю, полістиролу капрону, пластмас марок ПФН-12, ТПФ-37, поліамідів, епоксидних смол та інших термопластичних порошків, а також тугоплавких металів: цинку, олова, свинцю тощо.

Установка УГПН-005 відрізняється від УГПЛ тим, що для напилення порошків використовується пропан-бутано-кисневе полум'я і стиснуте повітря.

Вона також призначена для напилення порошків з металічних та полімерних матеріалів, для зміцнення та захисту зношених та кородованих поверхонь деталей та металічних конструкцій. Комплект установки складається з блока подачі порошку, пальника та комплекту шлангів.

У комплект установки крім дозувача порошку і пальника для напилення входять трійники, кисневий та ацетиленовий шланги, редуктор кисневий та ацетиленовий, зварювальний пальник ГЗ із спеціальними наконечниками для оплавлення покриттів.

В ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України розроблено установку Л-5405, до складу якої входять пістолет-розпилювач та живильники порошку. На живильнику розташовано пульт керування з ротаметрами та газовими клапанами. Живильник тарілчастого типу з вібратором забезпечує рівномірність подачі порошку.

Установка дозволяє отримати газотермічні покриття з порошкових матеріалів, температура плавлення яких не перевищує 1600°С. Вона показала ефективність при нанесенні алюмінієвих, цинко-алюмінієвих антикорозійних, кислотостійких нікель-хром-молібденових та полімерних покриттів.

Липовецький дослідний завод ВНПО "Ремдеталь" випускає пост газополуменевого напилення та наплавки 01.05.-161 "Ремдеталь", який призначений для зміцнення і зміцнення поверхні типу "вал" в тому числі і колінчастих валів методом газополуменевого напилення порошкових матеріалів.

У комплект установки входять:

- Установка 011-1-01 "Ремдеталь" (обертач), яка забезпечує плавне регулювання частоти обертання виробу і подачі каретки;
- Газорозподільний щит 01.02.006 "Ремдеталь" для контролю тиску і витрати ацетилену, кисню, стиснутого повітря;
- Установка 026-7 "Ремдеталь" струменевої обробки, призначеної для підготовки поверхні до напилення;
- Апарати "Ремдеталь", 021-4 "Ремдеталь", пальник ГН-2 для напилення та наплавлення;

Технічні характеристики установок для напилення наведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Технічні характеристики газополуменевих установок для напилення

Характеристика	УГПЛ	УГПН-005	УГПТ	УПН-8-68	Л5405
Витрати газу $м^3/с$ (3600) Ацетилен Пропан-бутан Кисень Стиснуте повітря	0,8 – 1,0 25 – 30	 0,2 – 2,0 0,2 – 10,0 0,1 - 8	1,33 2,95	1,7 2,2	0,9 – 1,8 0,2 – 3,0 0,1 – 10,0 0,1 – 8,0
Тиск газу, МПа Ацетилен Пропан-бутан Кисень Стиснуте повітря	0,03 – 0,1 0,3 – 0,6	0,3 0,8 0,5 6 - 20	 12,2	0,035 - 0,05 0,5	0,07 – 0,1 0,22 – 0,25 0,2 – 0,8 0,07 – 0,35
Продуктивність Zn NiCrBSi Al_2O_3 Полімер ПФН-12 ПГ-10Н-01	 1,9 3,05		 0,13	 2,7 0,41	
Грануляція порошку, мкм Цинк Полімер ПФН-12	5 – 10 150 - 250				
Місткість бункера, $м^2$	0,01	0,08		0,02	0,025
Маса, г	16000	30000		17000	75000
КВМ	0,85		0,9	0,7	

Отже, із вище приведеного обладнання і установок, врахувавши геометричні розміри відновлюваної деталі, її матеріал, вагу а також тип виробництва, я вважаю що найбільш оптимальним і економічно вигідним для зміцнення штока буде використання газополуменевого металізатора МГИ-4, який входить в установку для газополуменевого напилення.

2.3.1 Розроблення конструкції обладнання для зміцнення

Основним елементом вибраної установки для газополуменевого напилення являється металізатора МГИ-4, основне призначення якого - розпилення дротяного матеріалу полум'ям горючого газу (ацетилен-кисневе полум'я) і транспортуючим газом (стиснене повітря). Даний металізатор складається із таких складових турбінний привід, розпилюючої головки, змінна шестерня, нажимний ролик, провідний ролик, вал, черв'як і, штуцер, черв'ячне колесо і, кришки, гачка, регулювального гвинта, крана, шайб і, пробки, кожуха.

В основному металізатор призначений для ручного нанесення металізаційних покрить на фасонні і поверхні складної конфігурації. В даному випадку, враховуючи тип виробництва штока (великосерійний), металізатор МГИ-4 встановлюємо на супорті токарного верстата. Це забезпечує в процесі напилення взаємність переміщення обертів відновлюваної деталі із повздовжнім переміщенням металізатора. Використання токарного верстата забезпечує підвищення продуктивності даного методу і меншого використання ручної роботи.

Принцип роботи металізатора слідуючий. До металізатора підводяться три гумовотканеві рукава. Два із них живлять металізатор горючими газами -ацетилен і кисень, а третій транспортуючим газом - стиснене повітря. Одним із найважливіших вузлів металізатора являється турбінний привід. Даний привід складається із спеціального гвинта, маховика, магніта, магнітопроводу, корпуса, ущільнення, втулки, вала турбіни, кришки, робочого колеса, бандажа, стакана. Він призначений для забезпечення безперервного обертання подаючих роликів механізму подачі дроту і плавного регулювання числа обертів. При подачі стиснутого повітря на лопатки робочого колеса турбіни, його частота може досягти 580 $с^{-1}$. Колесо турбіни обертається в середині кільцевого зазору, утвореного внутрішньою поверхнею стального кільця і зовнішньою поверхнею постійного магніта. В колесі при цьому будуть наводитись індукційні струми, які гальмують його обертання. Величина індукційних струмів, а відповідно і гальмівного моменту будуть залежати від степені заглиблення магніту в середині кільця, котра регулюється маховичком. Повітряний кран служить для подачі в металізатор стиснутого повітря, яке призначене для обертання турбіни і розпилення металу. Подача повітря від труби до металізатора здійснюється гумово-тканевим рукавом діаметру 0,012м.

Також турбінний привід має триступінчастий редуктор, в якому є дві черв'ячні ступені, які розміщені в герметичному корпусі. Герметичність здійснюється з боку турбінного приводу лабіринтним ущільненням. двоступінчатий черв'ячний редуктор передає обертання на третю ступінь редуктора, при допомозі якої здійснюється регулювання швидкості подачі дроту і від 0.058 до 0.2 м/с), для отримання швидкості подачі дроту від 0.03 до 0.1 м/с знімні шестерні необхідно поміняти місцями. Механізм подачі дроту складається з ведучих роликів. На відкидній верхній кришці закріплені притискуючі ролики, які розміщені на підвісці, яка може гойдатись. В

робочому стані кришка повинна бути закрита, а її положення зафіксоване ручкою. Необхідне зусилля притискання роликів до дроту встановлюється при допомозі гвинта притискуючого, розміщеного на кришці.

Розпилююча головка складається з повітряного ковпака, газового корпуса, газового сопла, дротяного сопла, повітряного сопла, спеціального болта, ручки крана, пробки крана, кришки, ніпеля, штуцера. Основне призначення її це прийом газів, а також утворення робочого факелу пальника тобто здійснення безпосереднього процесу напилення.

4. Науково-дослідна частина

Провівши зміцнення штока виникає необхідність у визначенні інтенсивності зношування. При розрахунку штока на зносостійкість після напилення приймаємо те, що матеріал втулок в яких зношується шток буде більш зносостійким ніж нанесене покриття. Отже, знос втулки буде настільки малим, що ним знехтуємо. При подальших розрахунках вихідними даними будуть такі параметри як гранично допустимий знос $\Delta^*=0.2\cdot10^{-3}$м, наявний знос $\Delta(0)=0.05\cdot10^{-3}$м, радіус штока $r(0)=7.5\text{-}10^{-3}$м, довжина поверхні штока, по якій проходить зношування $I=10^{-2}$м, модуль пружності для сталі $E=2\text{-}10^{3}$Па, м, $\mu=0.4$ параметри елементного закону зношування m=1.4; К=4.8-10-12 м, коефіцієнт тертя f=0.1.

Всі подальші розрахунки будуть зводитись до визначення інтенсивності зношування, яка визначається по формулі:

$$I_h = \frac{\Delta^* - \Delta(0)}{2a \cdot n} \tag{3.1}$$

де 2а - ширина площі контакту, м, n - кількість ходів штока, шт.

Із даної формули видно, що інтенсивність напряму залежить від кількості ходів штока п, але в більшій мірі існує залежність від наявної величини зносу.

Ширина площадки розраховується за формулою :

$$2a = 2\sqrt{\frac{4(1+\varepsilon)(1-\varepsilon\cdot y)}{\pi\cdot\varepsilon(1+y)}\cdot\rho\cdot Q\cdot r1(0)} \tag{3.2}$$

де ε — відношення, яке в свою чергу визначається по формулі:

$$\varepsilon = \frac{\Delta(0)}{r1(0)} \tag{3.3}$$

у - коефіцієнт розширення, який визначається по формулі:

$$y = \frac{\Delta(n) - \Delta(0)}{\Delta(0)} \tag{3.4}$$

де Δ(n) – величина зносу, яка залежить від кількості ходів, . У формулі (3.2) ще невідомою величиною являється р - питомий тиск навантаження на шток, який визначається по формулі:

$$\rho = \frac{N}{l} \tag{3.5}$$

де N - зусилля, яке діє на робочу площу штока, l - довжина поверхні штока, яка зношується, м.

Приведений модуль пружності визначається згідно формули:

$$\theta = \frac{1-\mu}{E} \qquad (3.6)$$

При заданих значеннях, які приведені вище, згідно формули (3.6),

$$\theta = \frac{1-0{,}4^2}{2\cdot 10^3} = 4{,}55\cdot 10^{-7}\,Па,$$

одержимо:

Питомий тиск навантаження згідно формули (3.5), буде складати:

$$\rho = \frac{141}{20\cdot 10^3} = 0{,}007\,\frac{H}{м}$$

Коефіцієнт розширення згідно формули (3.4), буде рівний:

$$y = \frac{0{,}5-0{,}005}{0{,}05} = 9$$

Величина ε, згідно формули (3.3) прийме таке значення:

$$\varepsilon = \frac{0{,}05}{7{,}5} = 0{,}006$$

Розрахувавши всі невідомі значення згідно формул (3.3), (3.4), (3.5), (3.6), величина ширини площадки, згідно формули (3.2) буде мати значення:

$$2a = 2\sqrt{\frac{4(1+0{,}006)(1-0{,}006\cdot 9)}{3{,}14\cdot 0{,}006(1+9)}\cdot 0{,}007\cdot 4{,}55\cdot 10^{-7}\cdot 7{,}5\cdot 10^3} = 1{,}9\cdot 10\cdot 3м$$

Отже, в нас є всі необхідні величини для знаходження величини інтенсивності зношування, яка згідно формули (2.1) буде складати:

$$I = \frac{(0{,}2-0{,}05)\cdot 10^3}{1{,}9\cdot 10^3\cdot 3\cdot 10^6} = 5{,}23\cdot 10^{-9}$$

Із даних розрахунків видно, що із збільшенням терміну роботи ущільнення штока, зменшиться розмір штока, що в свою чергу супроводжується збільшенням ширини площадки контакту штока об ущільнення, а це веде до зростання інтенсивності зношування. Дана зміна величини інтенсивності розрахована на ЕОМ і показана у додатоку.

Висновки

З виконаної кваліфікаційної роботи бакалавра можна зробити наступні висновки: відмова та зниження продуктивності роботи бурового насосу, що проявляється у втраті потужності, а відповідно і зниженні продуктивності бурового комплексу в цілому зумовлена головним чином зношуванням штока насосу в місцях тертя з ущільнюючими елементами та з поршнем. Основним видами зношування при цьому є абразивний та гідроабразивний , які проявляються у вигляді відшарування на поверхнях, також це підсилюється значним тепловиділенням в зоні тертя, що інтенсифікує процес зношування.

З проведеного аналізу умов роботи штока бурового насосу видно, що найбільш доцільним методом зміцнення є напилення легованою проволокою газополуменевим автоматичним методом, при цьому газополуменевий металізатор встановлюється в супорті токарно-гвинторізного верстату. що дозволяє регулювати необхідну відстань між пальником і валом що напиляється. В якості напилюваного матеріалу вибрана легована хромом проволока, що дозволить при даному методі забезпечити високу міцність зчеплення та високу корозійну та абразивну стійкість напиленого шару.

Вибраний метод відрізняється високою економічністю, продуктивністю, якістю напиленого шару. Простота в реалізації дозволяє проводити зміцнення штока бурового насосу на базі ремонтно-механічного цеху практично будь-якого підприємства.

Перелік літературних джерел.

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни ”Технологія машинобудування” для спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування МВ 02070855-704-2000.
2. Панчук В. Г., Карпик Р. Т., Врюкало В. В., Одосій З. М. Бакалаврська робота: методичні вказівки. Для студентів спеціальності 131 – «Прикладна механіка» освітньо-кваліфікаційного рівня – «бакалавр». Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2021.
3. Горбацевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проетирование по технологии маши-ностроения. – Минск.: Высшая школа, 1983 – 256 с.
4. Руденко П. А. и др. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні: Навчальний посібник. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.
5. Косилова А. Г. Мещеряков Р. К. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении. Справ очник технолога. М. Машиностроение, 1976.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 496 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 496 с.
8. Сторож Б. Д., Карпик Р. Т. Розрахунок пристроїв на точність: навч. Посібник/Під ред.. Карпика Р. Т. – Івано-Франківськ, «Факел», 1999. 216 с., іл..
9. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. – Л.: Машиностроение, 1975, 656 с.
10. Станочные приспособления. Справочник в 2 томах. Том 1. Под ред. Н. Вардашкина, М.: Машиностроение, 1984, 592 с.
11. Обработка металлов резанием: Справочник технолога . Под ред. А. А. Панова – М.: Машиностроение, 1988 – 736 с.
12. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. – К., Висш. школа, 1991, 247 с.
13. Режимы резания металлов. Справочник. Под ред. Барановского– М.: Машиностроение, 1972, 406 с.
14. Корсаков В. С. Основы конструирования приспособлений. – М.: Машиностроение, 1983, 277 с.
15. Общемашиностроительные нормы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на станках с ЧПУ. Часть 1. Нормативы времени. – М.: Экономика, 1990, 208 с.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
			БР.ПМ-62.01.000 СК	Установка для напилення		
				Складальні одиниці		
		1	БР.ПМ-62.00.001	Металізатор	1	
		2	БР.ПМ-62.00.002	Трубопровід	4	
		3	БР.ПМ-62.00.003	Колектор	1	
		4	БР.ПМ-62.00.004	Трубопровід	1	
		5	БР.ПМ-62.00.005	Редуктор	1	
		6	БР.ПМ-62.00.006	Направляюча	1	
		7	БР.ПМ-62.00.007	Балон	1	
		8	БР.ПМ-62.00.008	Балон	1	
		9	БР.ПМ-62.00.009	Обертач	1	
		10	БР.ПМ-62.00.010	Штанга	1	
		11	БР.ПМ-62.00.011	Компресор	1	
		12	БР.ПМ-62.00.012	Супорт	1	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Солоненко		
Пров.		Роп'як		
Н.контр.		Роп'як		
Утв.		Панчук		

БР.ПМ-62.01.000 СК

Установка для газополуменевого напилення

Лит.	Лист	Листов
н		1

ІФНТУНГ
ПМ-20-1

Копировал

Формат А4

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.													
Взамін.													
Підпис									Зм.	Арк	№док.	Підпис	Дата

030.01101.00418	13	1

Розробив	Солоненко			ІФНТУНГ ПМ-20-1	ДП 47.81.15.25 (A_T327.00.00)		030.10101.02894
Перевірив	Роп'як						
Т. контр.							
Затв.	Панчук			**Шток бурового насосу**			
Н. контр.	Роп'як						

М01	20ХН3А ГОСТ 4543-71									
	Код	ОВ	МД	ОМ	Н.роз	КВМ	код.загот	Профіль і розміри	КД	МЗ
М02		Кг	68,9		105	0,66	Круг	∩135(140)×3000	3	337

А	Цех	Уч	Рм	Опер	Код найменування операції		Позначення документу									
Б	Код найменування операції						См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
Р						ПИ		D або B		L		t	i	S		n	v
А 01	07			005	Заготівельна	ІОП № 030.25100.											
Б 02	Фрезерно-відрізний мод. 872М, кран-балка Q=3т.							різчик	3								
03																	
О 04	Встановити круг в лещата до упору на розмір L=938 мм, закріпити, відкріпити, зняти.																
Т 05	Лещата А2-250. 7200-0225 ГОСТ 14904-69, упор, лінійка-1000 ДСТУ ГОСТ 427:2009, кран-балка Q=3т, чалка.																
06																	
О 07	1 Порізати круг ∩135, L=3000 мм на заготовки довжиною $L=938_{-2,3}$ мм.																
Т 08	Пила 710×96 ГОСТ 4047-82, лінійка-1000 ДСТУ ГОСТ 427:2009.																
09																	
10																	
А 11	07		010	Контрольна ВТК	ІОП №030.25100												
Б 12	Стіл контролера, кран-балка Q=3т.					контр.	4	1	1	1							
13																	
О 14	1 Перевірити сертифікат на матеріал, розміри ∩135, $L=938_{-2,3}$ мм.																
Т 15	лінійка-1000 ДСТУ ГОСТ 427:2009.																
16																	
17																	

МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.			
Взамін.			
Підпис.			

Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

030.01101.00418 | 2

ДП 47.81.15.25 (A_T327.00.00) | 030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа
Б	Код назва обладнання					См Проф. Р Уп Кр Ковд Он Оп Кшт Тп.з Т.шт
А 01	12	015	Термічна		ІОП №030.25100.00063	
Б 02	Піч СШО-10.10/10, кран-балка Q=1т.				терміст 5	
03						
О 04	1 Провести відпал деталі згідно технологічного процесу термообробки № _____ .					
05						
06						
А 07	14	020	Транспортна		ІОП №030.25100	
Б 08	Кран-балка Q=1т, електрокара.				водій	
09					терміст	
О 10	1 Повантажити і перевезти деталі з дільниці №12 в цех №05 на механічну обробку, розвантажити.					
11						
12						
А 13	05	025	Токарно-гвинторізна		ІОП № 030.25100.00066	
Б 14	Токарно-гвинторізний мод. 1К62				токар 3 1 1 1	
15						
О 16	А Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, закріпити, відкріпити, зняти.					
Т 17	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, люнет нерухомий, кран-балка Q=3т, чалка.					
18						
О 19	1 Точити торець як чисто.					
Т 20	Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18877-73.					

21	
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата						

Дубл.			
Взамін.			
Підпис.			

030.01101.00418 3

ДП 47.81.15.25 ($А_Т$327.00.00)

030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа
Б	Код назва обладнання	См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
О 01	2 Свердлити центровий отвір F М24 ГОСТ 14034-74 на глибину 60 мм.											
Т 02	Свердло 10.2317-0011 ГОСТ 14952-75, патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80, оправка спеціальна _____, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89.											
03												
О 04	Б Переустановити заготовку, закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 05	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, люнет нерухомий, кран-балка Q=3т, чалка.											
06												
О 07	3 Точити другий торець заготовки , витримавши розмір $932_{-1,4}$ мм.											
Т 08	Різець 2102-0055 Т5К10 ГОСТ 18877-73, лінійка-1000 ДСТУ ГОСТ 427:2009.											
09												
О 10	4 Свердлити центровий отвір А10 ГОСТ 14034-74 на глибину 22,5 мм.											
Т 11	Свердло 10.2317-0011 ГОСТ 14952-75, патрон 7100-0001 ГОСТ 2675-80, оправка спеціальна _____, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89.											
12												
13												
А 14	05 030 Токарно-гвинторізна ІОП № 030.25100.00066											
Б 15	Токарно-гвинторізний мод. 1К62 токар 4 1 1 1											
16												
О 17	А Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 18	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, центр І-5-Н ГОСТ 8742-75, кран-балка Q=3т, чалка.											
19												

О 20	1 Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ.
Т 21	Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ ІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон №2 ГОСТ 4126-82,
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.										
Взамін.										
Підпис.										
						Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

												030.01101.00418		4
												ДП 47.81.15.25 ($А_Т$327.00.00)	030.10101.02894	

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа											
Б	Код назва обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт	
01	зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, шаблон Т10.389.00.00.																
02																	
О 03	Б Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти.																
Т 04	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, центр І-5-Н ГОСТ 8742-75, кран-балка Q=3т, чалка.																
05																	
О 06	2 Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ.																
Т 07	Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон №2 ГОСТ 4126-82,																
08	зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, шаблон Т10.389.00.00.																
09																	
10																	
А 11	05	035	Горизонтально-фрезерна		ІОП №030.25100.00067												
Б 12	Горизонтально-фрезерний мод. 6Р83Г				фрез. 4	1	1	1									
13																	
О 14	А Встановити і закріпити деталь в ділильній головці, підтиснути заднім центром, відкріпити, зняти.																
Т 15	Ділильна головка УДГ-160, кран-балка Q=3т, чалка.																
16																	
О 17	1 Фрезерувати шліци згідно КЕ.																
Т 18	Фреза 2240-0212 ГОСТ 3755-78 (2 шт.), фреза спеціальна R46 _____ , фреза спеціальна R61 _____ , оправка 6225-																

	0140
19	ГОСТ 15067-75, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, калібр шліцевий _____ , калібр шліцевий _____ ,
20	зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93.
21	
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.										
Взамін.										
Підпис.										
						Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
								030.01101.00418		5

											ДП 47.81.15.25 ($А_Т$327.00.00)	030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції				Позначення документа									
Б	Код назва обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт		
О 01	Б Переустановити і закріпити деталь в ділильній головці, підтиснути заднім центром, відкріпити, зняти.																	
Т 02	Ділильна головка УДГ-160, кран-балка Q=3т, чалка.																	
03																		
О 04	2 Фрезерувати шліци згідно КЕ.																	
Т 05	Фреза 2240-0212 ГОСТ 3755-78 (2 шт.), фреза спеціальна R46 _____ , оправка 6225-0140 ГОСТ 15067-75,																	
06	штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, калібр шліцевий _____ , зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93.																	
07																		
08																		
А 09	05	040	Слюсарна		ІОП №030.25100.00065													
Б 10	Верстак слюсарний				слюсар 4	1	1	1										
11																		
О 12	А Встановити заготовку на підставку, зняти.																	
Т 13	Підставка спеціальна _____ , кран-балка Q=3т, чалка.																	
14																		
О 15	1 Виконати фаски на шліцах згідно КЕ.																	
Т 16	Машина шліфувальна _____ , круг ПП 125×8×22 24А 40 СМ1 6 К5 35м/с 2 кл. Б ГОСТ 2424-83, напильник Е300 №3 2822-0145 ГОСТ 1465-80,																	

17	штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний _____ , шаблон спеціальний _____ .
18	
19	
А 20	05 045 Контрольна ВТК ІОП №030.25100
Б 21	Стіл контролера контр. 4 1 1 1
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.														
Взамін.														
Підпис.										Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата
												030.01101.00418		6
										ДП 47.81.15.25 ($А_Т$327.00.00)			030.10101.02894	

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа
Б	Код назва обладнання	См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
О 01	1 Перевірити візуально якість обробки, шорсткість поверхонь, наявність фасок, відсутність гострих кромок, тріщин, подряпин.											
02	Перевірити розміри згідно КЕ і ТВ креслення.											
Т 03	Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, мікрометр МК 50-75-1, МК 75-100-1 ДСТУ ГОСТ 6507:2009, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1,											
04	ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон №2 ГОСТ 4126-82, шаблон Т 10.389.00.00, лінійка-1000 ДСТУ ГОСТ 427:2009,											
05	калібр шліцевий _____ , калібр шліцевий _____ , пробка М33 ГОСТ 2016-68.											
06												
07												
А 08	14 050 Транспортна ІОП №030.25100											
Б 09	Кран-балка Q=3т, електрокара водій											
10	слюсар											
О 11	1 Повантажити і перевезти деталі з дільниці №05 на дільницю №12 на термообробку, розвантажити.											
12												
13												
А 14	12 055 Хіміко-термічна (цементація) ІОП											
Б 15	Піч СШЦМ-6.12/9М1, кран-балка Q=1т терміст 4 2											

16	
О 17	1 Провести цементацію валів згідно технологічного процесу _____ .
Т 18	Див. технологічний процес цементації _____ .
19	
А 20	14 060 Транспортна ІОП №030.25100
Б 21	Кран-балка Q=1т, електрокара водій, терміст
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата					

Дубл.			
Взамін.			
Підпис.			

030.01101.00418 7

											ДП 47.81.15.25 ($А_Т$327.00.00)	030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа										
Б	Код назва обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
О 01	1 Повантажити і перевезти деталі з дільниці №12 на дільницю №05 на механічну обробку, розвантажити.															
02																
03																
А 04	05 065 Токарно-гвинторізна ІОП № 030.25100.00066															
Б 05	Токарно-гвинторізний мод. 1К62 токар 4 1 1 1															
06																
О 07	А Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, вивірити по шліцах з точністю 0,02 мм, закріпити,															
08	відкріпити, зняти.															
Т 09	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, люнет нерухомий, стійка МС29 ТУ2-034-668-78, індикатор ИЧ 10 кл.1 ДСТУ ГОСТ 577:2009,															
10	кран-балка Q=3т, чалка.															
11																
О 12	1 Поправити центровий отвір згідно КЕ.															
Т 13	Свердло 2301-0470 ГОСТ 2092-77, різець 2140-0029 Т5К10 ГОСТ 18882-73, мітчик М33.2620-1995 ГОСТ 3266-71, втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85,															
14	втулка 6143-0121 ГОСТ 15936-70, патрон 6251-0192 ГОСТ 14077-83, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний _____															

	,
15	*пробка М33 ГОСТ 2016-68.*
16	
О 17	*Б Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, вивірити по шліцах з точністю 0,02 мм, закріпити,*
18	*відкріпити, зняти.*
Т 19	*Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, люнет нерухомий, стійка МС29 ТУ2-034-668-78, індикатор ИЧ 10 кл.1 ДСТУ ГОСТ 577:2009,*
20	*кран-балка Q=3т, чалка.*
21	
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.															
Взамін.															
Підпис.															
										Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата	
												030.01101.00418		8	
										ДП 47.81.15.25 (АТ327.00.00)			030.10101.02894		

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа
Б	Код назва обладнання	См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
О 01	2 Повторити перехід 1.											
Т 02	Свердло 2301-0470 ГОСТ 2092-77, різець 2140-0029 Т5К10 ГОСТ 18882-73, мітчик М33.2620-1995 ГОСТ 3266-71, втулка 6100-0206 ГОСТ 13598-85,											
03	втулка 6143-0121 ГОСТ 15936-70, патрон 6251-0192 ГОСТ 14077-83, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний _____ ,											
04	пробка М33 ГОСТ 2016-68.											
05												
06												
А 07	05 070 Токарно-гвинторізна ІОП № 030.25100.00066											
Б 08	Токарно-гвинторізний мод. 1К62 токар 4 1 1 1											
09												
О 10	А Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 11	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, центр І-5-Н ГОСТ 8742-75, кран-балка Q=3т, чалка.											
12												
О 13	1 Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ.											
Т 14	Різець 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ ІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон №2 ГОСТ 4126-82,											
15	шаблон Т10.389.00.00, лінійка-1000 ДСТУ ГОСТ 427:2009.											
16												
О 17	Б Переустановити заготовку в трьохкулачковому патроні з підтримкою заднім центром, закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 18	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, центр І-5-Н ГОСТ 8742-75, стійка МС 29 ТУ 2-034-668-78, індикатор ИЧ 10 кл.1 ДСТУ ГОСТ 577:2009,											
19	кран-балка Q=3т, чалка.											
20												
О 21	2 Повторити перехід 1.											

МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.			
Взамін.			
Підпис.			

Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

030.01101.00418 9

ДП 47.81.15.25 (A_T327.00.00)

030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа										
Б	Код назва обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
01																
А 02	14		075	Транспортна	ІОП №030.25100											
Б 03	Кран-балка Q=3т, електрокара				водій											
04																
О 05	1 Повантажити і перевезти деталі з дільниці №05 на дільницю №12 на термічну обробку, розвантажити.															
06																
07																
А 08	12		080	Термічна	ІОП №030.25100.00063											
Б 09	Гартувальна електропіч СШО - 10.10/10М				терміст 5											
10																
О 11	1 Провести гартування деталі згідно технологічного процесу термообробки № _____ , витримуючи 59…63 HRC.															
Т 12	Переносний електронний твердомір ЕТМ-01 ТУУ 23113534.003.															
13																
14																
А 15	14		085	Транспортна	ІОП №030.25100											
Б 16	Кран-балка Q=1т, електрокара				водій											
17																
О 18	1 Повантажити і перевезти деталі з дільниці №12 на дільницю №05 на механічну обробку, розвантажити.															
19																
20																
21																

МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.			
Взамін.			
Підпис.			

Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

030.01101.00418	10

										ДП 47.81.15.25 (A_T327.00.00)	030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа

Б	Код назва обладнання	См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
А 01	05 090 Токарно-гвинторізна ІОП № 030.25100.00066											
Б 02	Токарно-гвинторізний мод. 1К62 токар 5		1	1	1							
03												
О 04	А Загвинтити 2 центра Т01.2594.00.00 в центрові отвори вала.											
Т 05	Ключ 7811-0045 ГОСТ 2839-80.											
06												
О 07	Б Встановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, виставити з точністю 0,02 мм відносно поверхні шліців,											
08	закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 09	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, люнет нерухомий, стійка МС 29 ТУ 2-034-668-78, індикатор ИЧ 10 кл.1 ДСТУ ГОСТ 577:2009,											
10	кран-балка Q=3т, чалка.											
О 11	1 Свердлити центровий отвір згідно КЕ.											
Т 12	Свердло 10. 2317-0011 2102-0055 ГОСТ14952-75, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний _____ .											
13												
О 14	В Переустановити заготовку в трьохкулачковий патрон з підтримкою в нерухомому люнеті, виставити з точністю 0,02 мм відносно поверхні											
15	шліців, закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 16	Патрон 250. 7100-0009 ГОСТ 2675-80, люнет нерухомий, стійка МС 29 ТУ 2-034-668-78, індикатор ИЧ 10 кл.1 ДСТУ ГОСТ 577:2009,											
17	кран-балка Q=3т, чалка.											
О 18	1 Свердлити центровий отвір згідно КЕ.											
Т 19	Свердло 10. 2317-0011 2102-0055 ГОСТ14952-75, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон спеціальний _____ .											
20												

21	
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.			
Взамін.			
Підпис.			

Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

030.01101.00418 11

ДП 47.81.15.25 ($А_Т$327.00.00)

030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа
Б	Код назва обладнання	См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
А 01	05 095 Токарно-гвинторізна ІОП № 030.25100.00066											
Б 02	Токарно-гвинторізний мод. 1К62 токар 5 1 1 1											
03												
О 04	А Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 05	Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0047 ГОСТ 2578-70, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр І-5-Н ГОСТ 8742-75,											
06	кран-балка Q=3т, чалка.											
07												
О 08	1 Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ.											
Т 09	Різець 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73, різець спеціальний _____ , різець спеціальний _____ , різець спеціальний _____ ,											
10	різець 2660-0005 2 Т15К6 ГОСТ 18885-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, ШЦ ІІ-250-0,05 ГОСТ 166-89,											
11	шаблон спеціальний _____ , шаблон спеціальний _____ , шаблон спеціальний _____ ,											
12	кільце 8212-0257 6g ГОСТ 177765-72, кільце 8212-1257 6g ГОСТ 17766-72, зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93.											
13												
О 14	Б Встановити заготовку в центрах і повідковому патроні, закріпити, відкріпити, зняти.											
Т 15	Повідковий патрон 7108-0025 ГОСТ 2571-71, хомутик 7107-0047 ГОСТ 2578-70, центр 7032-0035 ГОСТ 13214-67, центр І-5-Н ГОСТ 8742-75,											
16	кран-балка Q=3т, чалка.											
17												
О 18	2 Точити заготовку, витримавши розміри згідно КЕ.											
Т 19	Різець 2103-0057 Т15К6 ГОСТ 18879-73, різець спеціальний _____ , різець спеціальний _____ , різець спеціальний _____ ,											

20	різець 2660-0005 2 Т15К6 ГОСТ 18885-73, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1, ШЦ ІІ-250-0,05, ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89,
21	шаблон спеціальний _____ , шаблон спеціальний _____ , шаблон спеціальний _____ ,
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

Дубл.										
Взамін.										
Підпис.										
				Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата		

| | | | | | | | | | |

19	
О 20	1 Шліфувати поверхні, витримавши розміри згідно КЕ.
21	
МК	

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1б

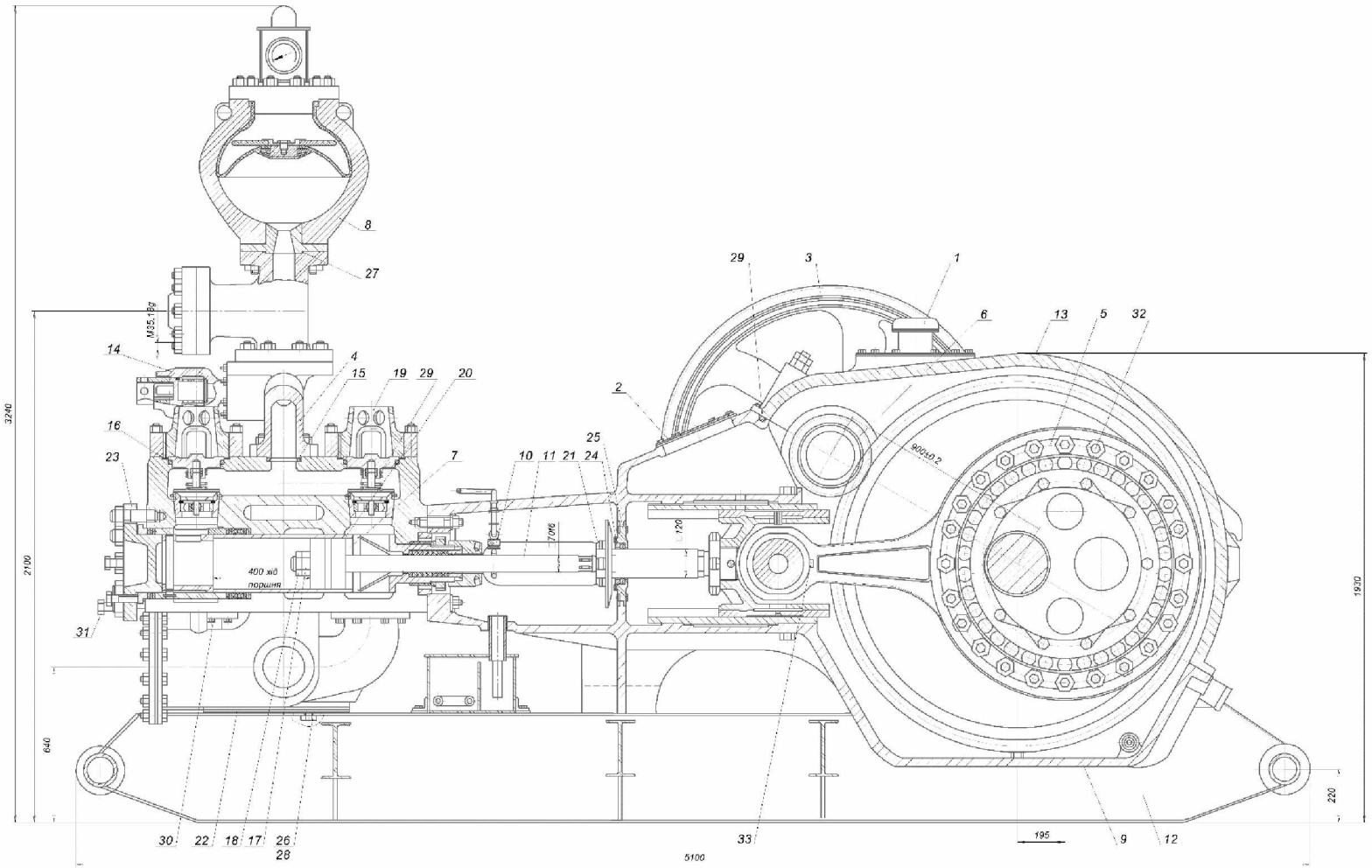
Дубл.													
Взамін.													
Підпис.										Зм.	Арк.	№док.	Підпис	Дата

	030.01101.00418	13

											ДП 47.81.15.25 ($А_Т$327.00.00)	030.10101.02894

А	Цех	Уч	Рм	Опер.	Код назва операції	Позначення документа										
Б	Код назва обладнання					См	Проф.	Р	Уп	Кр	Ковд	Он	Оп	Кшт	Тп.з	Т.шт
Т 01	Круг ПП 500×65×305 24А 40-П С1 5 К5 35 м/с 1 кл. А ГОСТ 2424-83, мікрометр МК 100-125-1 ДСТУ ГОСТ 6507:2009,															
02	зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1 ГОСТ 166-89, штангенциркуль ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89.															
03																
04																
А 05	05		110	Контрольна ВТК	ІОП №030.25100											
Б 06	Стіл контролера				контр. 4 1 1 1											
07																
О 08	1 Перевірити візуально якість обробки, шорсткість поверхонь, наявність фасок, відсутність гострих кромок, тріщин, подряпин та шліфувальних															
09	припалів. Перевірити розміри згідно креслення.															
Т 10	Зразки шорсткості поверхні ГОСТ 9378-93, мікрометр МК 50-75-1, МК 100-125-1 ДСТУ ГОСТ 6507:2009, штангенциркуль ШЦ І-125-0,1,															
11	ШЦ ІІІ-400-0,1 ГОСТ 166-89, шаблон №2 ГОСТ 4126-82, шаблон Т 10.389.00.00, калібр 8154-0229-5 ГОСТ 24121-84,															
12	калібр шліцевий _____ , переносний електронний твердомір ЕТМ-01 ТУУ 23113534.003.															
13																
О 14	2 Поставити клеймо ВТК на придатну деталь.															
Т 15	Клеймо ВТК, молоток 2-500 7850-0035 ГОСТ 2310-77.															
16																
А 17	14		115	Транспортна	ІОП №030.25100											

Б 18	*Електрокара, кран-балка Q=3т водій*
19	*шліф. 4*
О 20	*1 Здані ВТК деталі повантажити, перевезти і здати на склад.*
Т 21	*Чалка, візок складський.*
МК	



Технічні вимоги

1. Розміри для довідок
2. В процесі роботи насоса допускається на перегородці корпуса під штоком повзуна слід розчиненої в воді масляної плівки, що знімається зі штока при його зворотньому ході.
3. Штифт ПО-5 ГОСТ 2930-82
4. Посадочні місця під підшипниковими стаканами кривошипно-шатунного механіхму, трансмісійного валя і всі різьбові з'єднання змазати мастилом індустріальним И-50А ГОСТ 20799-75
5. Зовнішні втрати мастила, стиснутого повітря, робочої і охолоджувальної рідини через стінки деталей, стикові поверхні і через інші елементи нерухомих з'єднань не допускається.

Технічна характеристика

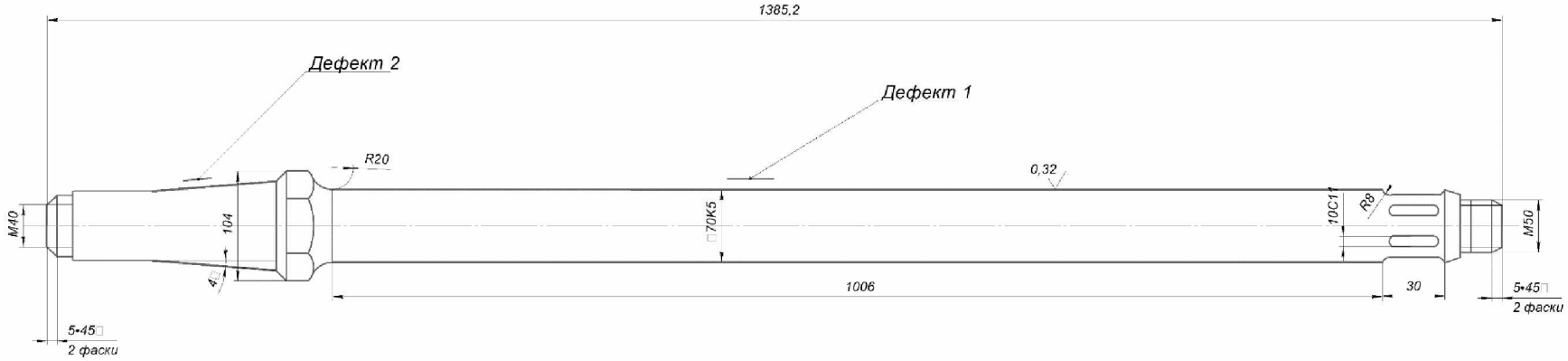
1. Потужність, кВт	585
2. Корисна потужність, кВт	500
3. Максимальна подача, м /с	0,045
4. Максимальний тиск нагнітання, МПа	25
5. Довжина ходу поршня, мм	400
6. Максимальне число ходів поршня в хв.	65
7. Передаточне число зубчатої передачі	4,95
8. Тип пневмокомпенсатора	сферичний діафрагмовий
9 Габарити, мм	
довжина	5100
ширина	3000
висота	3240

					БР.ПМ-62.00.00.000 СК			
Ст.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Насос буровий УНБ-600	Літер.	Масса	Масштаб
Розраб.		Сапожнікова				Н	25596	1:5
Пров.		Мойбек				Лист	Листов 1	
Т.контр.						ЮНТУНГ, ПМ-20-1		
Н.контр.		Мойбек						
Утв.		Пантюр						

Копировал Формат А0

БР.ПМ-62.00.000 РК

1,25 ( )



№ дефекту	Назва дефекту	Коефіцієнт повторюваності дефекту		Основний спосіб усунення дефекту	Допустимий спосіб усунення дефекту
		Від загальної к-сті деталей,що поступили на дефект	Від загальної к-сті ремонтно-придатних деталей		
1	Знос штока під ущільнення	0,8	0,9	Газоплуменеве напилення	Хромування
2	Знос штока під поршень	0,75	0,9	Газоплуменеве напилення	Хромування

Деталь не приймається на відновлення при наявності сколів, тріщин, значної деформації.

Рекомендований маршрут відновлення

005 Шліфування,010 Заготівельна,015, 020 Підготовча, 025 Напилення, 030 Слюсарна, 035 Шліфування,040 Токарна, 045 Контроль

Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМ-62.00.000 РК
Разраб.	Солоненко			Шток
Пров.	Роп'як			
Т.контр.				
Н.контр.	Роп'як			сталь 40
Утв.	Панчук			

Лит.	Масса	Масштаб
К	28	1:1
Лист	Листов 1	

ІФНТУНГ ПМ-20-1

Копировал

Формат А1

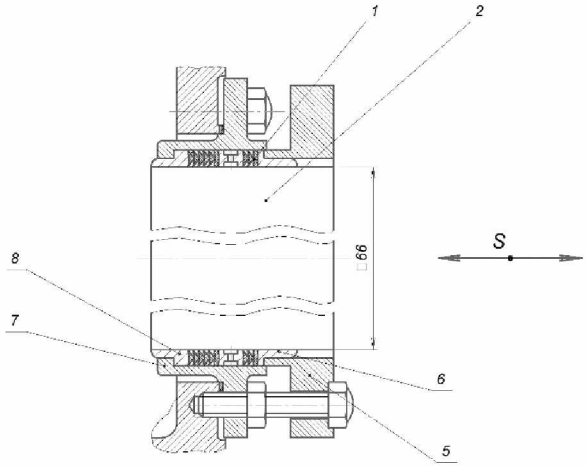
Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Справ. №

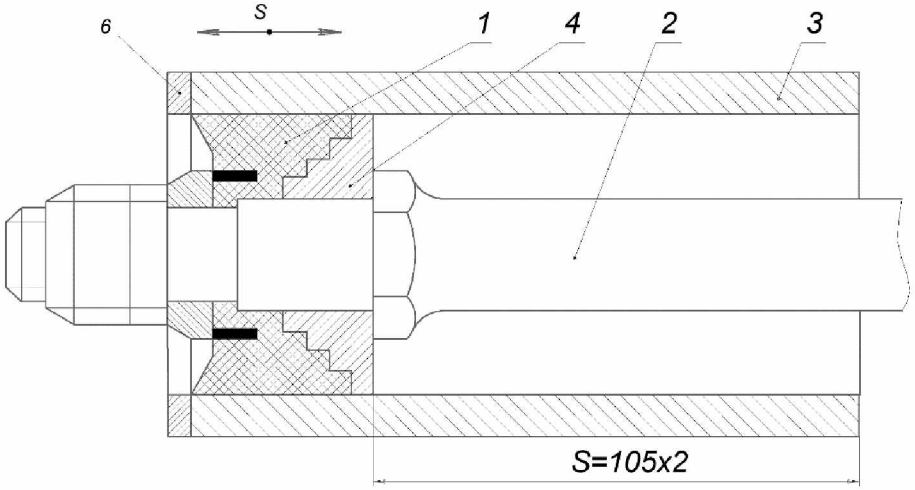
Перв. примен.

БР.ПМ- 62.00.00.002

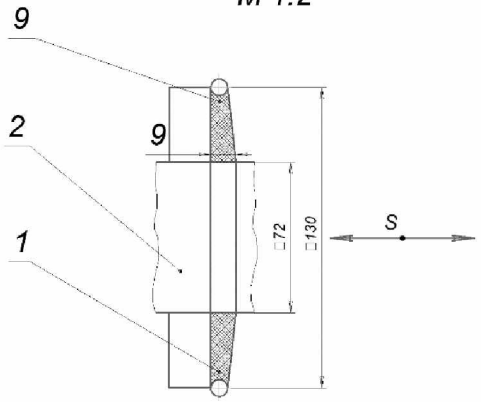
Вузол тертя:
шток- сальникове ущільнення контрштока з манжетами, що підтягуються фланцями
М 1:1



Вузол тертя:
поршень-ущільнення поршня-гільза
М 1:2



Вузол тертя:
шток-накладне ущільнення штока
М 1:2



1. *Ущільнення штока.*
2. *Шток.*
3. *Гільза.*
4. *Поршень.*
5. *Фланець.*
6. *Втулка.*
7. *Корпус сальника.*
8. *Чугунна грундбукса.*
9. *Стопорне кільце.*

					БР.ПМ- 62.00.00.002.	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Вузли тертя: шток-ущільнення	Лит. / Масса / Масштаб
Разраб.		Солоненко				К
Пров.		Ротізік				Лист 2 Листов 2
Т.контр.						ІФНТУНГ ПМ-20-1
Н.контр.		Ротізік				
Утв.		Панчук				

Копировал

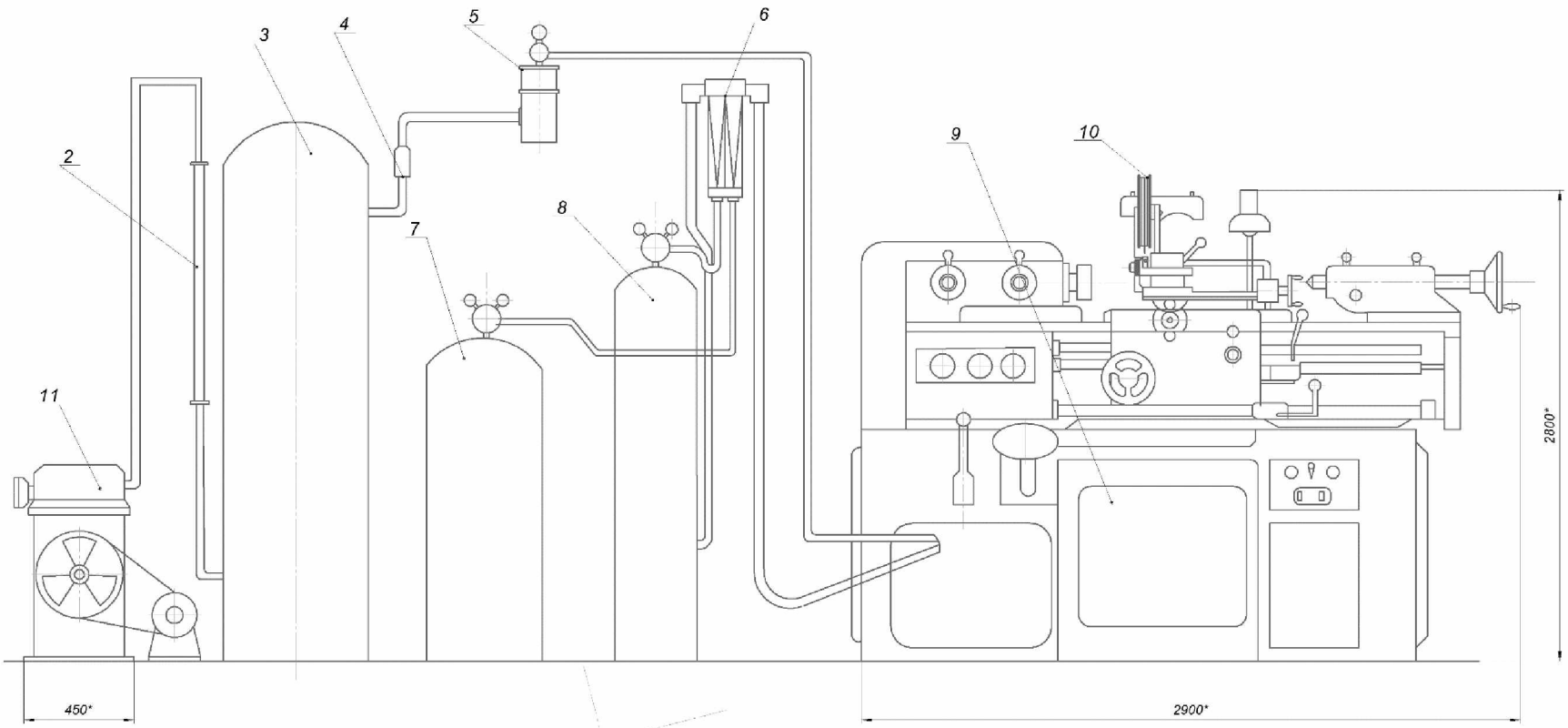
Формат А1

Инв. № подл. | Подп. и Дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и Дата

Справ. №

Перв. примен.

БР.ПМ.- .01.000 СК



Технічні вимоги

1. *Розміри для довідок.
2. В рухомі з єднання заклести солідол Ж ГОСТ 1033-79
3. Покриття грунтовка ГФ-0163 ГОСТ 6-10-479-77
емаль НЦ-1125 ГОСТ7930-73

Технічна характеристика

1. Живлення токарного верстата від мережі напругою U=380В, частотою f=50 Гц.
2. Живлення компресора від мережі напругою U=220 В, частотою f=50 Гц.
3. Витрата ацетилену $36 \cdot 10^{-4}$ м³/с, витрата кисню становить $69 \cdot 10^{-4}$ м³/с.
4. Тиск газів: ацетилену від 0,06 до 0,1 МПа кисню від 0,2 до 0,45 МПа

Зм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР.ПМ.- .01.000 СК
Разраб.		Солоненко			Установка для газоплуменевого напилення
Пров.		Ротізік			
Т.контр.					
Н.контр.		Ротізік			ІФНТУНГ ПМ-20-1
Утв.		Панчук			

Лит.	Масса	Масштаб
К		9:1
Лист	Листов	

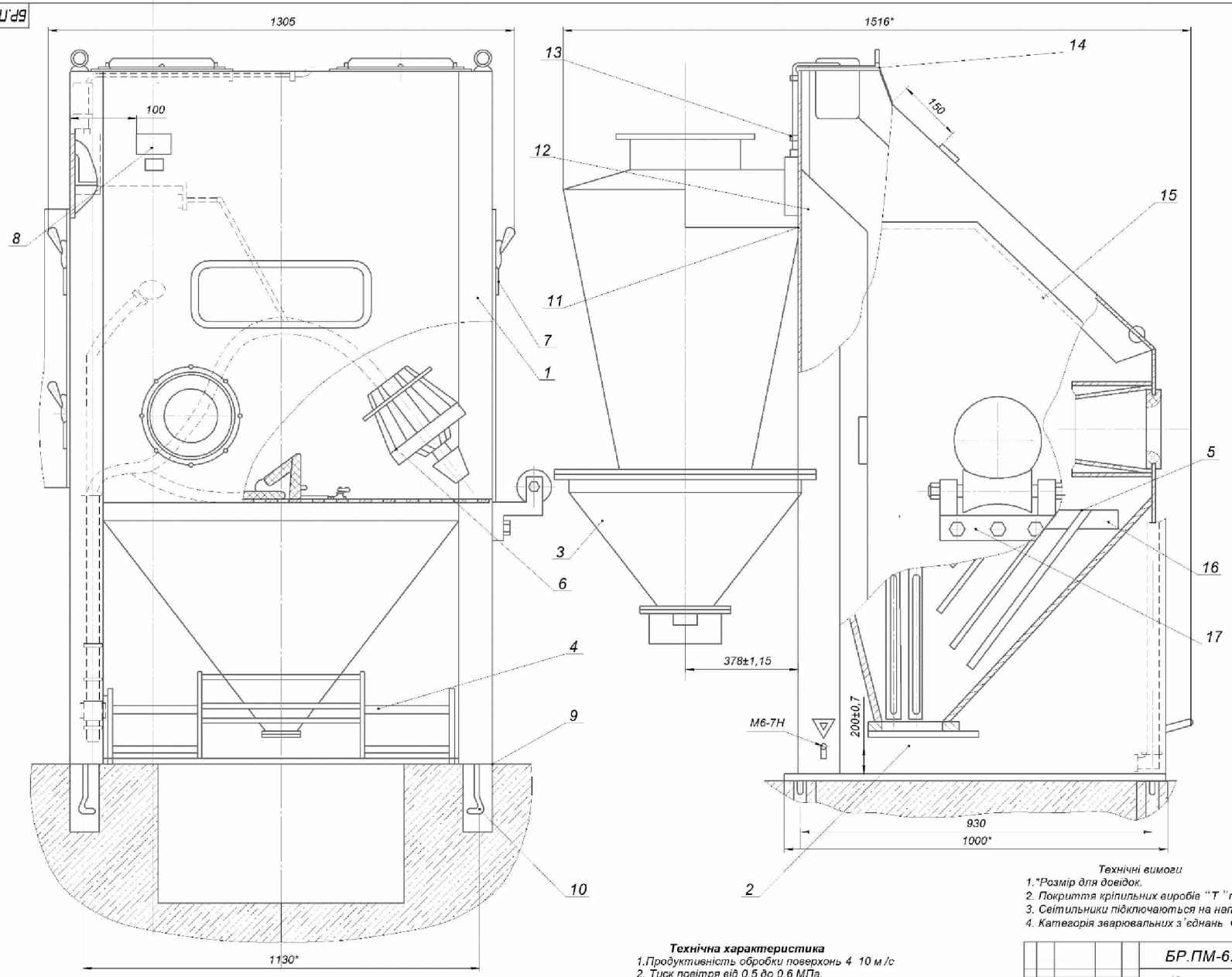
Копировал

Формат А1

Инв. № подл. | Подп. и Дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и Дата

Справ. №

Перв. примен.



Технічні вимоги

1. *Розмір для довідок.
2. Покриття кріпильних виробів "Т" по групі "0,2".
3. Світильники підключаються на напругу 230 В.
4. Категорія зварювальних з'єднань ОСТ 2Н91-3-85

Технічна характеристика

1. Продуктивність обробки поверхонь 4 10 м/с
2. Тиск повітря від 0,5 до 0,6 МПа.
3. Витрата повітря 0,06 м/хв
4. Режим роботи камери з ручним управлінням.

					БР.ПМ-62.02.000 СК			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Камера дробоструменева	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Солоненко				Н		1:1
Пров.		Ролїк				Лист	Листов	
Т.контр.						ІФНТУНГ ПМ-20-1		
Н.контр.		Ролїк						
Утв.		Панчук						

Копировал

Формат А1

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Инв. № подл.

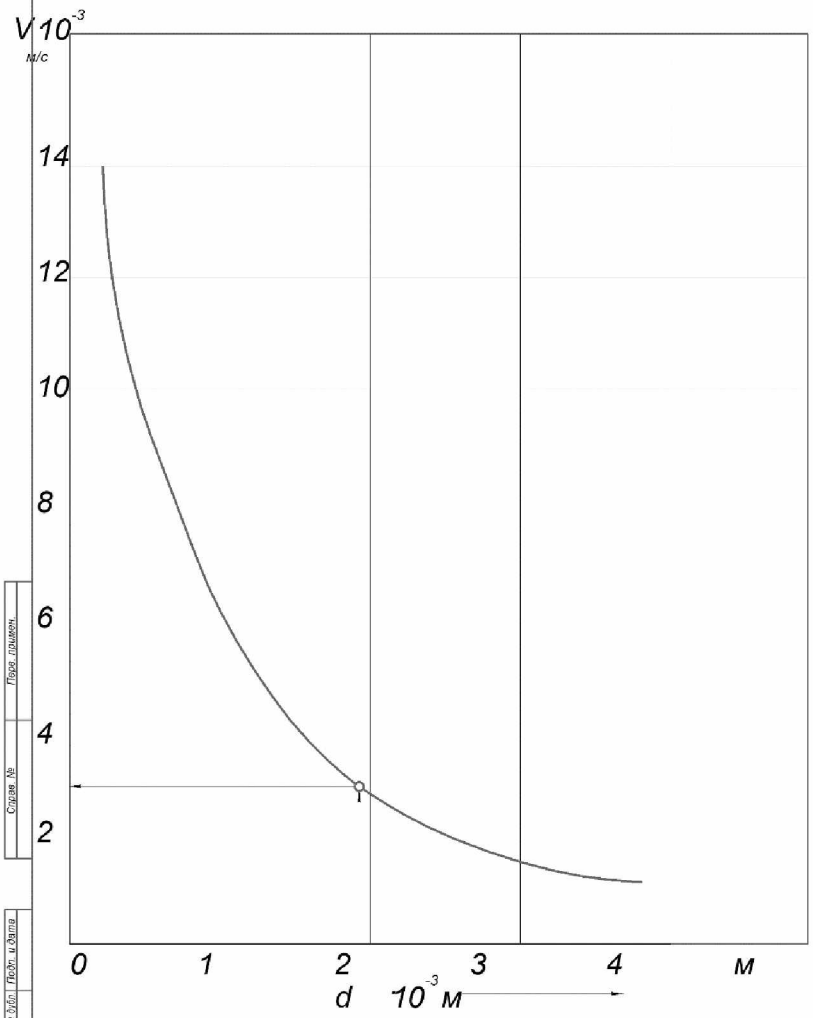


Рисунок 2.3 - Залежність швидкості подачі дроту від його діаметру

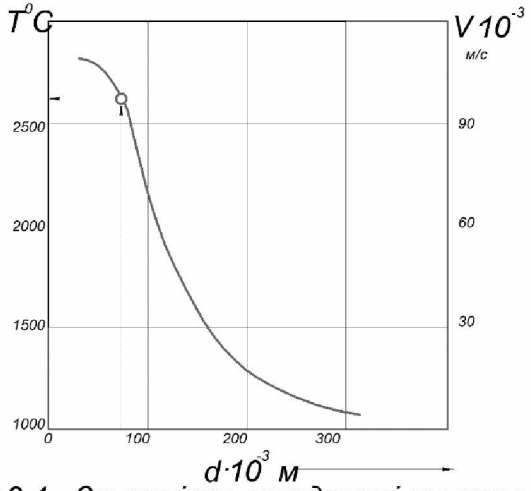


Рисунок 2.4 -Залежність швидкості та температури газополуменевого напилення від дистанції напилення

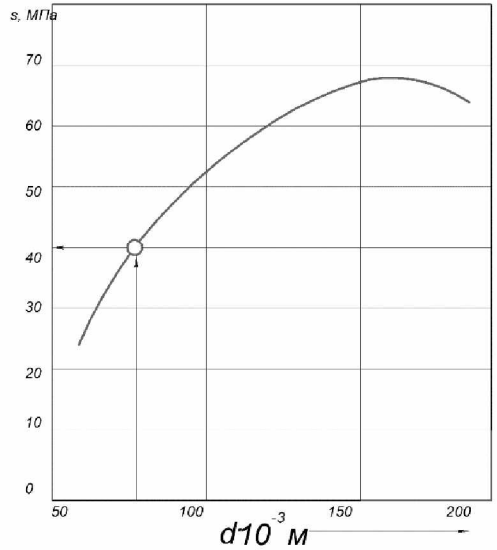


Рисунок 2.5 - Залежність міцності зчеплення покриття з основою від дистанції напилення