

УДК 631.3

Кузик Андрій-Олег Ігорович. Удосконалення технологічного процесу відновлення осей і валів зернозбиральних комбайнів в умовах ТОВ «Агро Логістик», Львівська область – Дипломний прєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023. 62 стор. текс. част., 15 рис., 9 табл., 5 арк. ілюстр. матер., 14 бібліогр. джерел.

Проаналізовано особливості конструкції розподільчих валів двигунів внутрішнього згорання. Вибрано технологію реставрації деталей. Запропоновано конструкцію пристрою для рихтування валів. Розроблено технологічний процес із використанням газополуменевого напилення. Запропоновано заходи з охорони праці і довкілля. Обчислено економічний ефект

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ І УМОВ ПРОЕКТУВАННЯ.....	7
1.1 Загальна інформація .....	7
1.2 Організація технічного обслуговування і ремонту машин.....	7
1.3. Аналіз конструкції і типових дефектів валів .....	10
1.4. Аналіз типових технологічних процесів .....	11
2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....	16
2.1. Обґрунтування вибраного способу відновлення вала.....	16
2.2. Розробка маршрутної технології.....	25
2.3. Організаційні заходи з удосконалення процесу .....	35
3. КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ.....	42
3.1. Будова і принцип використання пристрою .....	42
3.2. Розрахунки деталей пристрою.....	42
3.3. Інструкція по експлуатації пристрою .....	45
4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	47
4.1. Стан умов праці при роботі по відновленню валів .....	47
4.2 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів та вимоги до приміщень .....	48
4.3. Заходи щодо захисту робітників від небезпечних і шкідливих факторів .....	51
4.4. Техніка безпеки шліфувальних і напилувальних робіт .....	53
5.ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	55
6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....	58
6.1. Розрахунок обсягу робіт.....	58
6.2. Кошторис витрат і калькуляція собівартості .....	58
6.3. Економічний ефект .....	62
ВИСНОВКИ.....	63
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	64

## ВСТУП

Оскільки деталь, яку можна класифікувати як складну технічну систему, складається з множини різних конструктивних елементів, то технологія її відновлення – це сукупність способів їх відновлення. Якщо розглядати технологію відновлення валів с.г. техніки, то це є резерв зниження собівартості ремонту, який виконують в умовах ремонтних підприємств аграрних підприємств. Більшість технологій уможлиблює рівень параметрів відновленої деталі, що характеризується не менш як 80%-м післяремонтним ресурсом. Ця технологія характерна тим, що способи відновлення поверхонь валів під шків і шестірню, шпонки, підшипники з яких вона складається не має однорідних серед тих, що описані в сучасній літературі. Технологія відновлення валів і осей має вагомий вплив на становлення структури технологічного процесу відновлення. Оскільки технологічна оснащеність сервісних підприємств є недостатньо високою, а рівень майстерності персоналу – низький, то й із зростаючими обсягами і необхідною якістю станції технічного обслуговування не справляються. Для того, щоб ліквідувати цю проблему, потрібно використовувати нове, більш продуктивне і технічно досконаліше устаткування і розташувати його на існуючій території підприємства. У зв'язку з цим тему мого дипломного проекту вважаю актуальною.

Мета проекту – зменшити вартість відновлення валів і осей і збільшити кількість ремонтпридатних деталей. Така мета була досягнена через вирішення таких завдань.

1. Проаналізувати чинні виробничі умови підприємства
2. Обґрунтувати вибір способів відновлення валів на прикладі розподільчого вала ДВЗ.
3. Розробити конструкцію пристрою для усунення погнутості вала, або осі.
4. Розробити заходи з охорони праці і довкілля.
5. Обчислити економічну оцінку проекту.

# **1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТІВ І УМОВ ПРОЕКТУВАННЯ**

## **1.1 Загальна інформація**

ТОВ «Агро Логістик», Львівська область.

Головна компанія ТОВ "АГРО-ЛОГІСТИК" зареєстрована 09.02.2016 за юридичною адресою Україна, 1, Одеська обл., Іванівський р-н, село Знам'янка. У Львівській області підприємство має філію у Радехівському районі, село Оглядів. Розмір статутного капіталу складає 30000,00 грн. На момент останнього оновлення даних 08.06.2023 стан організації – задовільний. Види діяльності.

Основний: 49.41 – Вантажний автомобільний транспорт

Інші:

01.11 Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур

01.61 Допоміжна діяльність у рослинництві

45.20 Технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів

Підприємство має у своєму складі станцію технічного обслуговування (СТО). Тип СТО – універсальна із складом та магазином запасних частин та з спеціалізованим відділенням ремонту двигунів. Тип об'єктів, які обслуговуються: комбайни, трактори, вантажні автомобілі, автобуси. Перелік приміщень СТО – на рис. 1.1. Потужність станції – 5 стаціонарних постів.

## **1.2 Організація технічного обслуговування і ремонту машин**

Виробничо-технічна база підприємства спеціалізується на відновлювальному ремонті повнокомплектних с.г. машин, тракторів, автомобілів та двигунів марки Дойц, Mercedes, ДАФ, а також коробок передач, задніх мостів, варіаторів, жаток, барабанів. Підприємство складається з таких дільниць: розбирально-мийна; дефекація і сортування деталей; відновлення деталей двигунів; складання двигунів; випробовання і обслуговування двигунів.

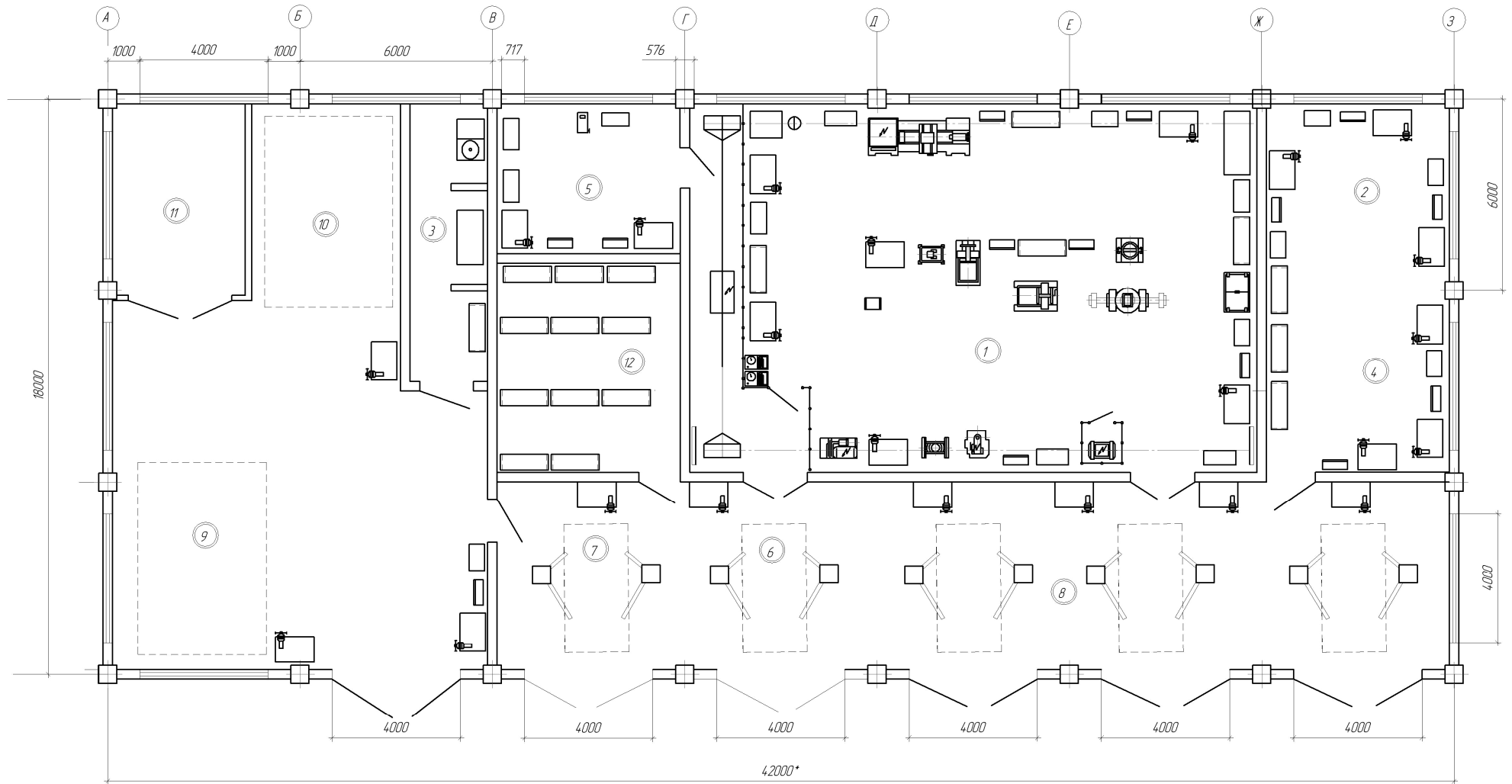


Рисунок 1.1 – План виробничої бази ТОВ «Агро Логістик»

На підприємстві є необхідний автотранспорт для перевезення матеріальних цінностей і людей, а також міжцеховий транспорт для забезпечення технологічних потреб.

Для забезпечення чіткої і ритмічної роботи з цеху з ремонту двигунів велику роль відіграє виробнича структура. Керує всіма роботами, які здійснюються в цеху, начальник цеху. Також керівництво усією виробничою діяльністю в цеху здійснює цеховий інженерно-технічний персонал, в штат якого окрім начальника цеху входять інженери-технологи, майстри, робітники з нормування і первинного обліку. Загальне керівництво цехом здійснює персонал управління діючого підприємства.

Оплату праці передбачають по кінцевому результату, по відрядних розцінках з урахуванням коефіцієнту трудової участі кожного працівника бригади.

Ефективна організація праці забезпечується за рахунок оснащення робочих місць необхідним інвентарем і оргтехнікою, а також за рахунок організації ритмічної і своєчасної доставки ремфонду, централізованого постачання виробництва запчастинами і матеріалами, а також інструментом.

Двигун з ремонтного фонду по мірі споживання транспортується електротельфером, або на візку і встановлюється на підставки. З підставок двигун за допомогою пересувної тари направляється на рольганг. З рольганга двигун надходить на пневматичний підйомний стіл, а звідти на конвеєр і в миючу машину. Якість миття підвищується багатостадійною мийкою двигуна, вузлів і деталей що проходять в струмових миючих машинах, які включають в себе зовнішню мийку двигунів і ремонтованих агрегатів, а також мийку деталей розібраних двигунів. На дільниці також застосовується віброабразивне очищення деталей від накипу і нагару. Застосування сучасних миючих засобів типу “Темп-100Д” забезпечує високу якість очищення і скорочування часу на мийку. Миючий засіб “Темп-100Д” дозволяє знизити температуру миючого розчину на 10-15С, що в свою чергу знижує енергозатрати на нагрівання миючих засобів.

На дільниці також використовується різноманітне підйомно-транспортне обладнання. Це кран-балка, електротельфер. Вони дозволяють швидко транспортувати двигун, його вузли і деталі по ходу технологічного процесу. Для випресування різних деталей передбачається застосування двох видів пресів: гідравлічного і електричного. Для полегшення роботи слюсарів-розбиральників передбачається застосування на робочих місцях різного пневмоінструменту (гайковороти, затискачі та ін.). Для захисту рук працюючих від попадання на них шкідливих компонентів миючих засобів, після мийки обов'язковою частиною технологічного процесу є сушка або пропарювання двигунів і їх вузлів та деталей. Технологічним процесом передбачаються наступні способи механізації підйомно-транспортних робіт:

доставка ремфонду в корпусі;

встановлення на стенди двигунів, важких деталей і вузлів, а також їх зняття підвісними кранами або місцевими засобами механізації;

транспортування двигунів, вузлів і деталей через миючі машини підвісними конвеєрами;

підвісними кранами, консольно-поворотними кранами, підйомно-пневматичними столами.

### **1.3. Аналіз конструкції і типових дефектів валів**

Основними дефектами осей та валів є:

- погнутості та скручування;
- знос та змінання поверхонь тертя, місць під посадку деталей;
- тріщини та поломки;
- змінання шпонкових канавок та знос шліців.

Зменшення діаметра шийок валів після проточки допускається до 5% від номінального; можливість подальшого зменшення діаметра шийки можна встановити лише розрахунком.

Овальність, конусність та биття шийок осей та валів не повинні перевищувати допуску на діаметр.

Робочі шийки валів механізмів повороту та пересування у разі потреби можуть відновлюватись; у механізмах підйому та зміни вильоту відновленню слід піддавати маточини коліс та шестерень, а не шийки валів.

Застосовувати прокладки для ущільнення посадки в маточині не допускається.

Виробляти кернення або засічення посадкових місць не допускається.

Відновлення шпонкових пазів допускається проводити наплавленням, металізацією або іншими методами з подальшим фрезеруванням зі збільшенням паза не більше ніж на 15% від номінального розміру.

Прогини до 0,01 мм по всій довжині валу усувають правкою під пресом. При великих прогинах редагування валів проводиться з підігрівом від 850 до 950 °С.

Розподільний вал – сталевий, робоча поверхня його кулачків і опорних шийок цементована і загартована струмами високої частоти. Профіль кулачків неоднаковий для впускних і випускних клапанів. Розподільний вал встановлений у розвалі блока циліндрів на підшипниках ковзання, виготовлених у вигляді сталевих втулок, залитих антифрикційним сплавом. На кінець розподільного вала насаджена прямозуба шестірня. Від осьового зміщення розподільний вал фіксується підшипником задньої опори, встановленим у корпусі.

#### **1.4. Аналіз типових технологічних процесів**

Типове ремонтне підприємство з реставрації розподільних та інших валів має такі підрозділи (табл. 1.1).

На аркуші 1 наведено ремонтне креслення розподільного вала, а в табл. аркуша – перелік дефектів і способи їх усунення.



Вал не приймається на відновлення при наявності сколів, тріщин, викришувань, а також при невідповідності розділу 2 ОСТ 70.0009.003-84.

Таблиця 1.1 – Склад ремонтного підприємства з відновлення валів

Структурні підрозділи	Технологічні операції
Дільниця миття	Миття деталей
Дільниця дефектації	Дефектація і вхідний контроль
Склад деталей, які чекають на ремонт	Зберігання ремонтного фонду
Зварювально-наплавлювальне відділення	Термічна обробка порошків, підготовка поверхні до газопорошкового наплавлення, газопорошкове наплавлення (плазмове і лазерне), наплавлення у середовищі вуглекислого газу, електроконтактне приварювання металічного шару, нанесення гальванічних покриттів
Дільниця механічної обробки	Токарна, шліфувальна, фрезерна обробки відновлювальних поверхонь
Слюсарно-заготівельне відділення	Правка валів, відновлення центрових отворів, зароблювання і розкриття масляних каналів, підготовка металічної стрічки під контрольне приварювання, калібрування різьби, видалення обломаних болтів із різьбових отворів, встановлення різьбових вставок
Дільниця контролю	Контроль параметрів відновлених поверхонь

Розподільні вали двигунів Дойц (аркуш 1) штампують зі сталі по DIN 123:89. Поверхні опорних шийок і кулачків гартують струмом високої частоти на 2-5 мм, а поверхні вершин кулачків – до 10-12 мм. Твердість загартованих опорних шийок і кулачків HRC 54-62, а твердість незагартованих поверхонь HB 163-217. Розподільні вали різних двигунів відрізняються один від одного профілем впускних и випускних кулачків. Розподільні вали двигунів випускались с впускними і випускними кулачками різного профіля, а з 2003 року (двигун № А20740 і наступні) - з кулачками однакового профілю (рис.1.2).

Розподільні вали можуть мати наступні дефекти: зношення опорних шийок, кулачків, шийки під розподільну шестерню, поверхні отвору під



рівного 0,1 мм на діаметр) була не більше 0,15-0,2 мм [4]. Оливний канал в третій опорної шийці заглушають свинцевою пробкою, яка повинна бути зачищеним у рівень із зовнішньою поверхнею шийки. Потім монтують розподільний вал на підвіску і екранують торці шийок. Опорні шийки хромують до необхідного розміру в ванні такого складу: 150-200 г/л хромового ангідриду і 1,5-2 г/л сірчаної кислоти. Режим хромування: щільність струму 35-40 а/дм<sup>2</sup>; температура електроліту - 58 ° С. Контроль якості покриття здійснюють зовнішнім оглядом. Хромова поверхня повинна бути за кольором блискучою або перехідною від блискучої до молочної. Наявність непокритих місць, тріщин, волосовин, пухирчасті, наростів хромового покриття не допускається [6].

Відновлення опорних шийок остальюванням проводять за режимом відновлення циліндричної поверхні штовхача. Шийки шліфують до необхідного розміру на тому ж обладнанні і тих же режимах, що й при шліфуванні їх на ремонтні розміри [8].

Вібродугове наплавлення опорних шийок. При вібродуговому напавленні масляний канал у третій опорної шийці заглушують з обох сторін графітовими вставками (стрижнями) так, щоб вони виступали над поверхнею шийки на 1,5-2 мм, або вставляють шматок дроту з маловуглецевої сталі діаметром 3,5 мм. Наплавляють поверхні опорних шийок на всій їх довжині до необхідного розміру з урахуванням припуску на наступне шліфування, що дорівнює 1,5-1,8 мм на діаметр. Так, наприклад, якщо наплавлення буде проводитися для наступної обробки шийок під нормальний розмір, слід напавити першу шийку до діаметру 56,5 + 0,3 мм, другу - 53,5 + 0,3 й третю - 49,5 + 0,3 мм. Наплавлення ведуть пружинним дротом зі сталі У7 або У8 діаметром 1,6-1,8 мм. Режим наплавлення: швидкість обертання валу 5,6-6,4 об/хв, швидкість подачі електрода 1,6 м/хв; подача супорта (поздовжня подача наплавочної головки) 2,3-2,8 мм/об; сила струму - 150-180 А; напруга - 13-15 В; витрата охолоджуючої рідини - 0,5-1

л/хв. Наплавлений шар повинен бути рівним й щільним, без пропусків й глибоких раковин.

Вібродугове наплавлення кулачків. Для вібродугового наплавлення може бути використане спеціальне обладнання або переобладнаний токарно-гвинторізний верстат 1К62 з головкою ГМВК-2. Наплавлення можна проводити і без копіювального пристрою. Наконечник мундштука встановлюють так, щоб відстань між наконечником і носиком кулачка була приблизно 3 мм. Після цього вал повертають на  $180^\circ$ , тобто встановлюють кулачок до мундштука тильним боком (щоб почати наплавлення з тильного боку кулачка), включають насос для подачі рідини і, повертаючи клапан, регулюють її подачу. Потім включають привід обертання валу, подачу дроту і починають наплавку з краю кулачка. Спочатку проводять наплавлення без поздовжньої подачі, а через 1-1,3 оберта вмикають поздовжню подачу супорта. Наплавлюють поверхню кулачка по всій довжині до висоти  $45+0,1$  мм і  $43+0,1$  мм. Режим наплавлення: швидкість обертання валу - 9-9,5 об/хв; швидкість подачі електрода - 1,6 м/хв; подача супорта (поздовжня подача наплавочної голівки) - 2,3-2,8 мм/об; сила струму - 150-180 А. Витрата охолоджуючої рідини - 0,5-1 л/хв. Відновлення шийки під розподільчу шестерню при зносі до діаметру менше 54,95 мм проводять до нормального розміру за технологією відновлення опорних шийок методами хромування, осталоювання або наплавлення. Биття поверхні шийки допускається не більше 0,04 мм. Шорсткість поверхні повинна відповідати 6-му класу чистоти.

Механічну обробку наплавлених кулачків проводять при тих же режимах, що і при обробці наплавлених шийок, і з тими ж технічними вимогами. Деякі відмінності полягають у наступному. Поперечна подача кола при попередньому шліфуванні кулачків дорівнює 0,025 мм/об. На вершині кулачків не допускаються раковини. Якщо наплавлений шар має низьку твердість і значну плямистість, кулачки можна гартувати струмами високої частоти на глибину 2-5 мм. Гартування проводять після попереднього шліфування кулачків.

## 2. УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 2.1. Обґрунтування вибраного способу відновлення вала

На даний час існує дуже велика різноманітність способів відновлення зношених поверхонь деталей. Розглянемо вибір на прикладі відновлення розподільчого вала двигуна Дойц [6].

Існують наступні технологічно можливі методи відновлення розподільчого вала:

- наплавлення механізоване в середовищі CO<sub>2</sub>;
- наплавлення механізоване під шаром флюсу;
- наплавлення механізоване вібродугове;
- газополуменеве наплавлення;
- електролітичне хромування;
- електролітичне залізнення.

Для комплексного об'єктивного порівняння методів відновлення обчислимо для кожного з них коефіцієнт техніко-економічної ефективності за формулою [12]:

$$k_{т.е.е.} = k_{техн.} \cdot k_{ек.}, \quad (2.1)$$

де  $k_{техн.}$  – коефіцієнт технологічної ефективності;

$k_{ек.}$  – коефіцієнт економічної ефективності.

Коефіцієнт технологічної ефективності характеризує технологічність самого методу відновлення, якість відновленої поверхні, технологічність використовуваного обладнання і визначається за формулою [6]:

$$k_{техн.} = \frac{k_{зн.} \cdot k_{вирп.} \cdot k_{зч.} \cdot k_{довг.} \cdot k_{прод.}}{k_{пл.} \cdot k_{м.}}, \quad (2.2)$$

де  $k_{зн.}$  – коефіцієнт зносостійкості;  $k_{вирп.}$  – коефіцієнт витривалості;  $k_{зч.}$  – коефіцієнт зчеплення;  $k_{довг.}$  – коефіцієнт довговічності;  $k_{прод.}$  – коефіцієнт продуктивності;  $k_{пл.}$  – коефіцієнт площі обладнання;  $k_{м.}$  – коефіцієнт маси обладнання.

Коефіцієнт економічної ефективності характеризує матеріальні затрати на розхідні матеріали, оплату праці, енергоносії, обладнання і визначається за формулою [6]:

$$k_{ек.} = \frac{1}{k_{р.м.} \cdot k_{мп.} \cdot k_{ен.} \cdot k_{в.о.}}, \quad (2.3)$$

де  $k_{р.м.}$  – коефіцієнт витрати матеріалів;  $k_{мп.}$  – коефіцієнт трудомісткості відновлення;  $k_{ен.}$  – коефіцієнт енергоємності відновлення;  $k_{в.о.}$  – коефіцієнт вартості обладнання. Обчислюємо значення цих коефіцієнтів для кожного методу відновлення.

Наплавлення механізоване в середовищі CO<sub>2</sub>:

$$k_{техн.} = \frac{0,72 \cdot 0,90 \cdot 1,0 \cdot 0,63 \cdot 3,6}{1,36 \cdot 2,5} = 0,43; \quad k_{ек.} = \frac{1}{3,0 \cdot 0,28 \cdot 2,56 \cdot 8,5} = 0,05;$$

$$k_{т.е.е.} = 0,43 \cdot 0,05 = 0,02.$$

Наплавлення механізоване під шаром флюсу

$$k_{техн.} = \frac{0,91 \cdot 0,87 \cdot 1,0 \cdot 0,79 \cdot 3,3}{1,36 \cdot 2,5} = 0,61; \quad k_{ек.} = \frac{1}{3,8 \cdot 0,30 \cdot 2,86 \cdot 9,2} = 0,03;$$

$$k_{т.е.е.} = 0,61 \cdot 0,03 = 0,02.$$

Наплавлення механізоване вібродугове:

$$k_{техн.} = \frac{1,0 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,62 \cdot 3,1}{1,12 \cdot 2,2} = 0,48; \quad k_{ек.} = \frac{1}{3,1 \cdot 0,32 \cdot 2,34 \cdot 7,2} = 0,06;$$

$$k_{т.е.е.} = 0,48 \cdot 0,06 = 0,03.$$

Газополуменеве напилення:

$$k_{\text{техн.}} = \frac{0,90 \cdot 0,75 \cdot 1,0 \cdot 0,69 \cdot 3,6}{1,36 \cdot 2,5} = 0,49; \quad k_{\text{ек.}} = \frac{1}{3,1 \cdot 0,28 \cdot 2,34 \cdot 8,0} = 0,06;$$

$$k_{\text{т.е.е.}} = 0,49 \cdot 0,06 = 0,03.$$

$$\text{Електролітичне хромування } k_{\text{техн.}} = \frac{1,67 \cdot 0,97 \cdot 0,82 \cdot 1,72 \cdot 3,8}{1,52 \cdot 1,8} = 3,17;$$

$$k_{\text{ек.}} = \frac{1}{2,1 \cdot 0,55 \cdot 1,24 \cdot 8,2} = 0,09; \quad k_{\text{т.е.е.}} = 3,17 \cdot 0,09 = 0,29.$$

Електролітичне залізнення

$$k_{\text{техн.}} = \frac{0,91 \cdot 0,82 \cdot 0,65 \cdot 0,58 \cdot 5,4}{1,52 \cdot 1,8} = 0,56; \quad k_{\text{ек.}} = \frac{1}{2,3 \cdot 0,19 \cdot 1,21 \cdot 8,2} = 0,23;$$

$$k_{\text{т.е.е.}} = 0,56 \cdot 0,23 = 0,13.$$

Отримані результати зводимо в таблицю 1.2, яку ілюструємо діаграмою (рис. 2.1).

Таблиця 2.1 – Коефіцієнти технологічної, економічної та техніко-економічної ефективності способів відновлення деталей

Показники оцінки	Наплавлення механізоване				Електролітичне покриття	
	в середовищі CO <sub>2</sub>	під шаром флюсу	вібродугове	газополуменеве	хромування	залізнення
Коефіцієнт технологічної ефективності	0,43	0,61	0,48	0,49	3,17	0,56
Коефіцієнт економічної ефективності	0,05	0,03	0,06	0,06	0,09	0,23
Коефіцієнт техніко-економічної ефективності	0,02	0,02	0,03	0,03	0,29	0,13

Проаналізувавши дані проведеного дослідження, з точки зору техніко-економічної ефективності, найраціональнішим способом відновлення зношених поверхонь є обробка під ремонтний розмір. Але, врахувавши конструктивно-технологічні та експлуатаційні характеристики відновлюваної деталі, а саме – пряму залежність безпеки руху автомобіля від стану деталі, вибір способу відновлення проводимо перш за все по технологічних показниках, зокрема, по коефіцієнту довговічності. По цих показниках найнадійнішим є газополуменеве напилення.

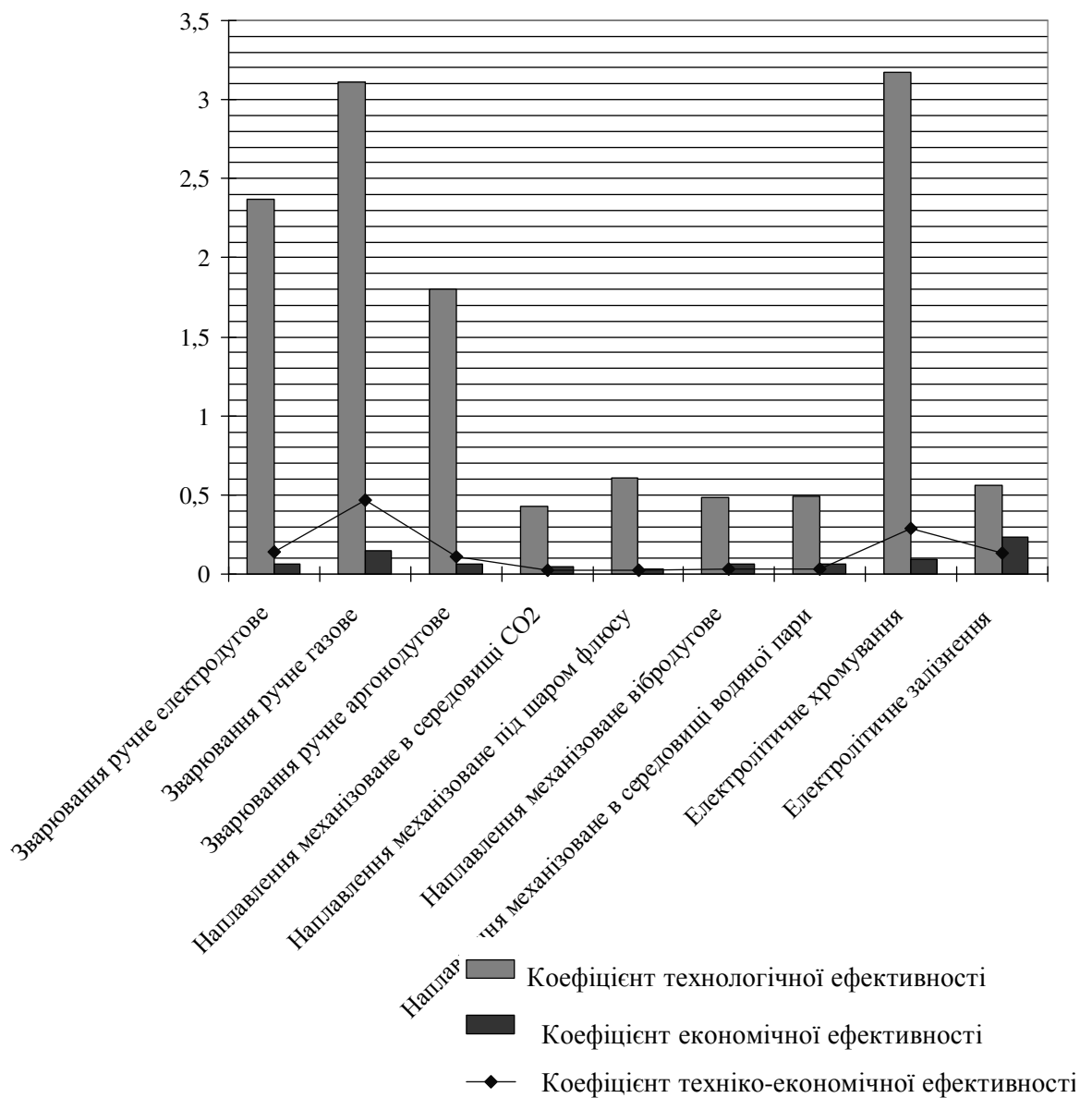


Рисунок 1.4 – Значення коефіцієнтів технологічної, економічної та техніко-економічної ефективності основних методів відновлення



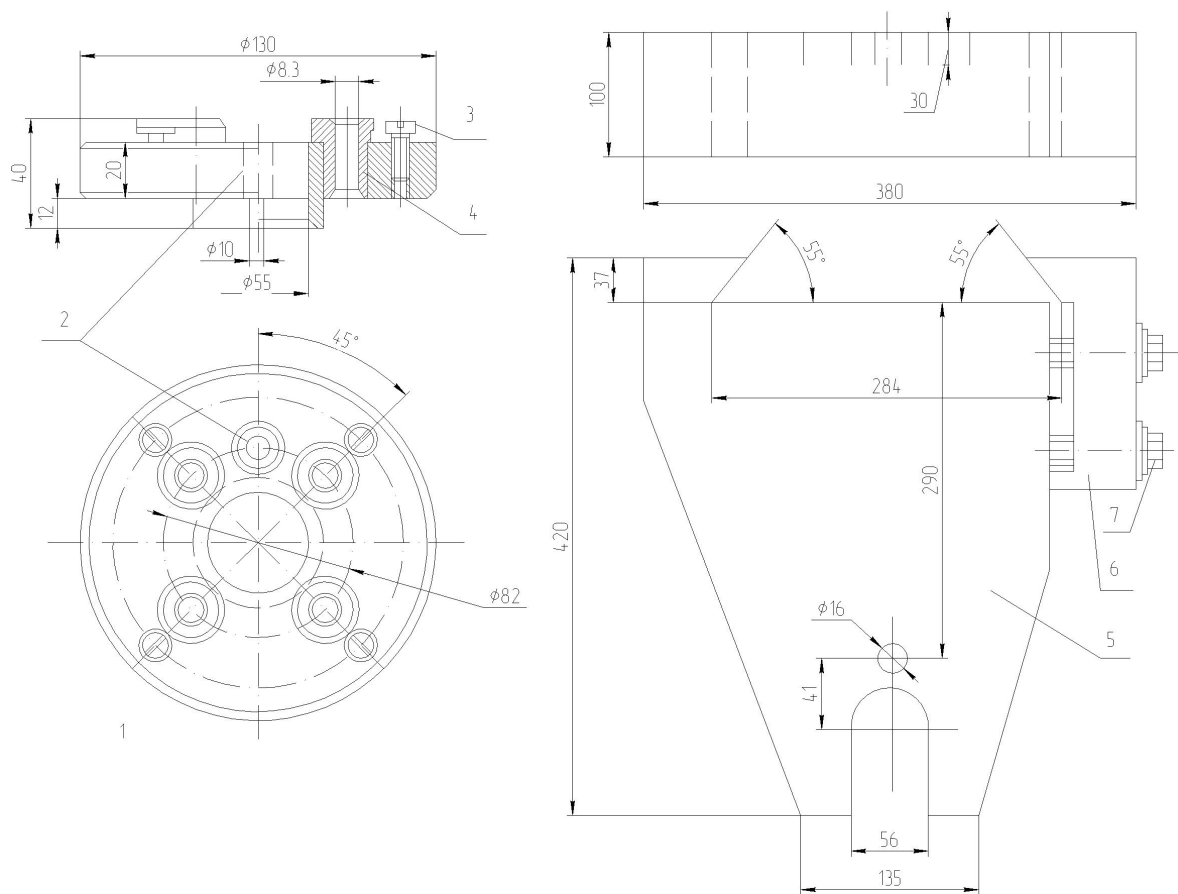
При постановці в блок-картер розподільного вала, що ремонтується, з нормальними або зменшеними опорними шийками, доводиться встановлювати ремонтні втулки в другу і третю опори і ремонтний підшипник в першу опору. Щоб уникнути цього, рекомендується розточувати зношені підшипники під збільшені ремонтні розміри для постановки в ці підшипники розподільного вала зі збільшеними по діаметру опорними шийками.

Перша – 54,968 мм, друга – 51,9 мм і третя – 47,9 мм. Опорні шийки ремонтують шліфуванням на ремонтні розміри, а відновлюють наплавленням, осталоюванням або хромуванням з наступним шліфуванням до нормальних розмірів (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Розміри опорних шийок розподільного валу, мм

Опорна шийка	Нормальні розміри	Ремонтні розміри		
		1	2	3
Зменшені				
Перша	55	54,5	54	53,5
Друга	52	51,5	51	50,5
Третя	48	47,5	47	46,5
Збільшені				
Перша	-	55,5	56	-
Друга	-	52,5	53	-
Третя	-	48,5	49	-

За допомогою кондуктора і змінного столу (рис. 1.2) на вертикально-свердлильному верстаті 2А135 свердлять отвори діаметром 8,5 мм на прохід і машинними мітчиками М10Н нарізають в цих отворах різьбу М10 Х 1,5. При свердлінні отворів застосовують швидкознімний свердлильний патрон типу 1 з конусом Морзе № 1, а при нарізанні різьби — реверсивний патрон для мітчиків М5-М12. При нарізанні різьби ремонтного розміру у фланці розподільного валу необхідно в розподільній шестерні просверлити отвори під болти до діаметру 13 мм і виготовити із сталі 30 болти ремонтного розміру М12 Х 25.



*Рисунок 1.2 – Накладний кондуктор і змінний стіл до вертикально-свердильного верстата 2A135 для свердління отворів у фланці розподільного валу: а - кондуктор (1- фланець; 2 - штифт; 3 - гвинт; 4 - кондукторна втулка); б – змінний стіл (5 - стіл; 6 - притискна планка; 7 - болт).*

Виправлення отвору під інсталяційний штифт здійснюють або розгортанням на збільшений розмір, або виготовленням отвору нормального розміру. Отвір розгортають до діаметра 10,3' мм ручною прямою або гвинтовою викруткою. При розгортанні на збільшений розмір отвори виготовляють зі сталі 45 штифт ремонтного розміру (ступінчастий), гартують його при температурі 820 °С в маслі і відпускають при температурі 200-220°С в оливі.

Штифт має наступні розміри: довжину 22+0,48 мм, діаметр одного кінця 10 -0,1 мм, а другого (на довжині 12 -0,1мм) - 10,3 -0,012 мм. На торцях штифта знімають фаски 1,5X60°. Шорсткість циліндричної частини поверхні

повинна відповідати 8-му класу чистоти. Виготовлений штифт ударом молотка з мідним бойком запресовують в отвір фланця так, щоб торець кромки діаметром 10,3 мм потопав у отворі на 0,1-0,2 мм.

Заварку і свердління отвору під інсталяційний штифт проводять за такою ж технологією, як і при обробці різьбових отворів у фланці. Отвір свердлять діаметром 9,8 мм по кондукторі (рис. 1.2).

Зі сторони поверхні, що прилягає до розподільної шестерні, знімають фаску  $1 \times 45^\circ$ . Після цього прямою або гвинтовою викруткою отвір розгортають під нормальний діаметр 10 -0,028 мм. Поверхня отвору повинна бути без задирів, чистою і гладкою. Шорсткість її повинна відповідати 6-го класу чистоти.

Овальність і конусність опорних шийок не повинна бути більше 0,02 мм. Биття середньої шийки відносно загальної осі крайніх опорних шийок допускається не більше 0,05 мм, непаралельність твірних опорних шийок - не більше 0,02 мм на довжині шийок. Шорсткість поверхні опорних шийок повинна відповідати 8-му класу чистоти. Твердість шийок повинна бути не менше HRC 45.

Шліфування опорних шийок. Спочатку зенкують виходи отвору масляного каналу  $1,25 \times 45^\circ$  конусної зенковкою розміром 12 мм на вертикально-свердлильному верстаті. Потім опорні шийки шліфують на круглошліфувальному верстаті ЗБ151 шліфувальним кругом ПП600×63×305 мм або ПП600×50×305 мм Е40-25СМ2-С1К.

Режим шліфування: колова швидкість шліфувального круга 25-30 м/с; швидкість обертання валу 75 об/хв.; поперечна подача 0,02 мм/об (1,5 мм/хв) при грубому шліфуванні і 0,005 мм/об (0,4 мм/хв.) при чистовому шліфуванні. Охолоджуюча рідина - содово-мильна емульсія.

При грубому шліфуванні залишають припуск на чистове шліфування, що дорівнює 0,2 мм на діаметр. Після шліфування затуплюють (округлюють) радіусом 0,2-0,4 мм і полірують краї масляного каналу і зачищають задирки на торцях шийок.

Овальність і конусність опорних шийок не повинна бути більше 0,02 мм. Биття середньої шийки відносно загальної осі крайніх опорних шийок допускається не більше 0,05 мм, непаралельність твірних опорних шийок - не більше 0,02 мм на довжині шийок. Шорсткість поверхні опорних шийок повинна відповідати 8-му класу чистоти. Твердість шийок повинна бути не менше HRC 45.

Кулачки ремонтують шліфуванням профілю на ремонтний розмір при зносі їх до висоти в межах 42-41,65 мм (ОПЕЛЬ ОМЕГА) і 40,65-40,35 мм (СМД-7) і при битті циліндричної частини (потилиці) більше 0,05 мм або наплавленням при зносі кулачків до висоти менше 41,65 мм (ОПЕЛЬ ОМЕГА) і 40,35 мм (Опель Астра).

Шліфування кулачків. Кулачки шліфують на копіювально-шліфувальних верстатах ЗА433 до отримання правильного профілю і висоти не менше 41,6 мм (ОПЕЛЬ ОМЕГА) і 40,3 мм (Опель Астра). Шліфують кулачки шліфувальним кругом ПП600×32×305 мм або ПП500×34×305 мм Е40-25 см<sup>2</sup>-С1К. Режим шліфування: окружна швидкість шліфувального круга - 25-32 м/сек; швидкість обертання розподільного вала - 32 об/хв, поперечна подача - 0,005 мм/об.

Після шліфування зачищають задирки і притуплюють гострі кромки (радіусом 0,2-0,4 мм). Биття циліндричної частини кулачків відносно загальної осі крайніх опорних шийок не повинно бути більше 0,05 мм. Непаралельність твірних поверхонь кулачків допускається не більше 0,02 мм на довжині кулачка. Шорсткість обробленої поверхні кулачків повинна відповідати 8-го класу чистоти; ризики та тріщини не допускаються.

Відновлення різьбових отворів. Зношення отворів заварюють електродом Е42 діаметром 4 мм. Для заварки вал встановлюють в ванну з водою, залишаючи фланець на поверхні. Після цього на токарно-гвинторізному верстаті проводять механічну обробку фланця. Шорсткість обробленої поверхні повинна відповідати 6-му класу чистоти. Биття торцевої

поверхні фланця, яка прилягає до розподільної шестерні, допускається не більше 0,05 мм.

Механічну обробку наплавлених кулачків проводять при тих же режимах, що і при обробці наплавлених шийок, і з тими ж технічними вимогами до розмірів, зазначених на рисунку 80. Деякі відмінності полягають у наступному. Поперечна подача кола при попередньому шліфуванні кулачків дорівнює 0,025 мм/об. На вершині кулачків не допускаються раковини. Якщо наплавлений шар має низьку твердість і значну плямистість, кулачки можна гартувати струмами високої частоти на глибину 2-5 мм. Гартування проводять після попереднього шліфування кулачків. Для захисту кулачків від бічних напливів при наплавленні на вали встановлюють захисні екрани - пластини (рис. 3.2), виготовлені з міді або графіта. Екрани повинні щільно примикати до торцевих поверхонь кулачків. Вал встановлюють у ванну з водою на призми так, щоб вода покривала його до половини діаметру.

Кулачки наплавляють електродом Т-590 чи Т-620 діаметром 4 мм при силі струму 160-200 А. Наплавку проводять врозкид окремими ділянками (ширина шва 8-10 мм). Товщина наплавленого шару повинна бути на вершині кулачка не менше 3 мм і на іншій частині – до 2 мм. Кулачки наплавляють в такій послідовності: 1, 7, 2, 5, 3, 6, 4 і 8. Наплавлений шар металу повинен бути щільним, без глибоких раковин, тріщин и перепалу.

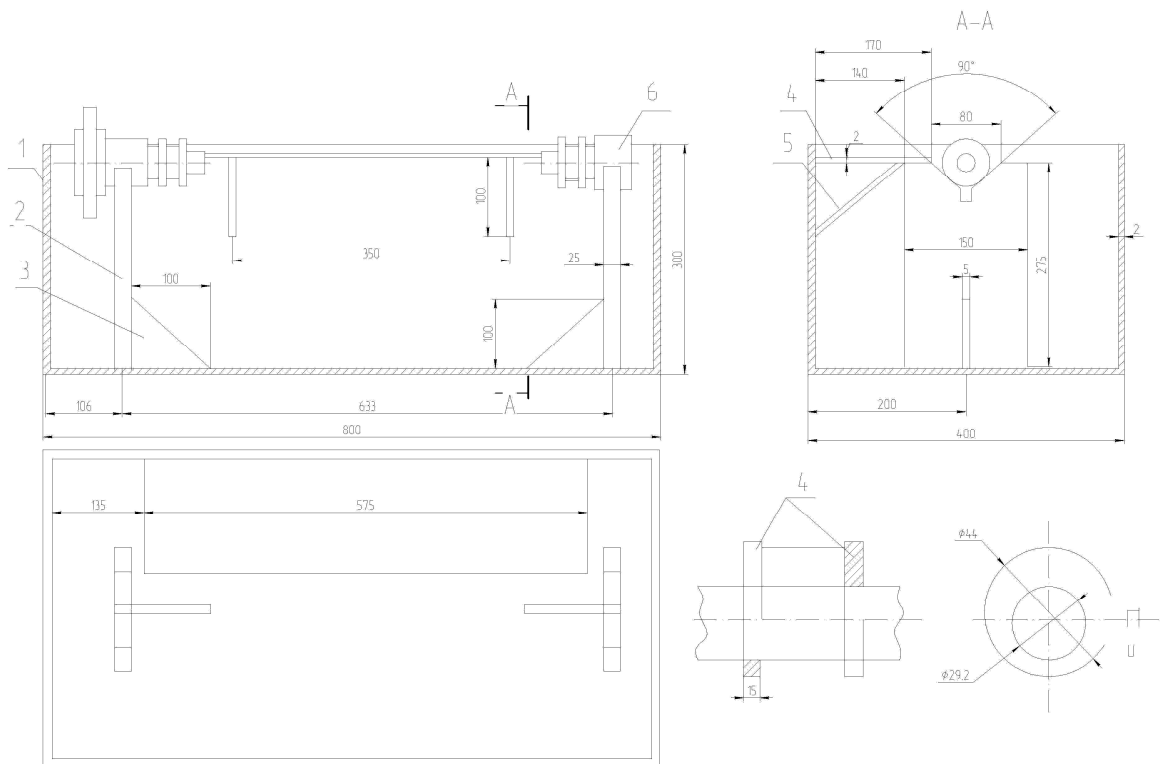


Рисунок 2.3 – Ванна для наплавлення кулачків розподільчого вала: 1 - ванна; 2 - призматична опора; 3 - укосина; 4 - захисні екрани (пластини); 5 - куток; 6 - розподільчий вал.

Механічну обробку кулачків проводять згідно з описаною вище технологією. Так як під час зварки вал може бути покороблений, то перед механічною обробкою його піддають правці.

## 2.2. Розробка маршрутної технології

2.2.1. Перелік операцій є таким.

- 1.Очисна.
- 2.Контрольно-дефекточна.
- 3.Термічна.
- 4.Абразивно-шліфувальна.
- 5.Напилювальна.
- 6.Копіювальна-шліфувальна.
- 7.Контрольна

### 2.2.2. Зміст операцій.

#### Операція 001. Очисна.

Очистити вал і промити його в розчині миючого засобу МС-8 концентрації 20 г / л і температурою 75-80 °С. Наявність смолистих відкладень, забруднення і мастила на поверхні вала не допускаються.

Машина для очищення: SIMPLEX 120.

Розряд роботи – 2. Трудомісткість – 5 хв.

#### Операція 002. Контрольно-дефектозна.

Провести ретельний візуальний огляд. Визначити геометричні параметри валу - виміряти інструментом. Визначити тріщини магнітним дефектоскопом МД-50.

Режими: струм намагнічування 1500 А, метод намагнічування – циркулярний, характер струму - миттєвий. Умови: тріщини більше 5 мм не допускаються. Розряд роботи – 4. Трудомісткість – 8,5 хв.

#### Операція 003. Термічна.

Помістити вал в піч при температурі 400-4500 °С і витримувати протягом 30 хвилин. Електропіч шахтна СШО 10.10/10. Розряд роботи – 1.

#### Операція 004. Абразивно-шліфувальна.

Шліфувати під напилювання в закритій абразивній установці, забезпечивши шорсткість поверхні Ra 2 мкм.

Обладнання: абразивна установка НСП-20.

Розряд роботи - 4. Трудомісткість - 20 хв.

#### Операція 005. Напилення.

Закріпити розподілвал в спеціальний валотримач, який забезпечує потрібну форму положення при напилюванні, а обертаючись – може швидко перевести плазматрон на слідуючий кулачок. Напилювати профіль кулачка.

Обладнання: напилювальна установка ТОПАС – 40.

Розряд роботи - 3. Трудомісткість – 25 хв.

Операція 006.Копіювальна-шліфувальна.

Помістити вал в копіювальну-шліфувальний верстат і на протязі 18 хв. він автоматично прошліфує профілі кулачків.

Обладнання: копіювальна-шліфувальний верстат ХШЗ-33н.

Розряд роботи – 1.

Операція 007.Контрольна.

Провести контроль згідно технічним вимогам на видачу розподільчого валу з відновлення. Розряд роботи - 4. Трудомісткість - 8 хв.

2.2.3 Підготовка порошків. Для визначення розмірів частинок часто використовують ситовий аналіз (ДСТУ 3584-93). Набір сит з розміром у світлі 0,05; 0,063; 0,1 і 0,125 мм дозволяє простим способом оцінити гранулометричний склад порошку. Існують й інші способи визначення гранулометричного складу порошків, особливо дрібнодисперсних з розміром частинок менше 40 мкм.

Обов'язковою операцією при підготовці є сушка або прожарювання порошку, при цьому поліпшується його сипучість, зменшується кількість пов'язаної або адсорбованому вологи, органічних забруднень. Для сушіння порошку температура становить 120-1500 С. При більш високих температурах спостерігається інтенсивне окислення порошку. Для сушіння металевих порошків і прожарювання використовують металеві дроти з товщиною засипки 5-10 мм. Час обробки вибирають в межах 2-5 годин. Сушку та прожарювання порошків здійснюють у печах або шафах.

Готуючи порошки для напилювання, корисно перевірити їх сипкість. Для цього використовують методи, прийняті в порошковій металургії.



2.2.4. Підготовка поверхні. Якісна обробка поверхні виробу перед напилюванням багато в чому гарантує високу, адгезійну міцність покриттів. Поверхня виробу, що надходить на напилювання, звичайно містить різні види забруднень:

1. фізичні чи механічні забруднення. До них відносяться пил, ворсинки, абразивні частинки та ін. Забруднення хімічно не пов'язані з поверхнею.

2. органічні забруднення у вигляді адсорбованих тонких і товстих плівок - різноманітні мастила, віск, парафін.

3. забруднення, розчинені у воді: солі, кислоти, луги та ін.

4. хімічно пов'язані забруднення. До них відносять: оксидні, нітридні, сульфідні та інші сполуки.

5. газоподібні забруднення, адсорбовані поверхнею. Попередні оцінки показують існування на поверхні виробу біля  $3 - 5 \text{ мкг/мм}^2$  органічних забруднень, і товщина оксидної плівки  $3 - 30 \text{ нм}$ .

Особливо погано впливають органічні забруднення. Суттєвий їх вплив проявляється вже при вмісті  $1 \text{ мкг/мм}^2$ .

Стійкі оксидні плівки товщиною менш  $0,5 \text{ мк}$  суттєво не впливають на контактну температуру. Разом з тим енергія активації оксидних плівок вища за енергію активації відповідних металів. На адгезійну міцність покриття впливають плівки товщиною більше  $10 - 15 \text{ нм}$ .

Підготування поверхні перед напилюванням має таку мету: видалення жирових та інших видів забруднень; видалення оксидних плівок при підготовці металевих, металідних або металоїдних поверхонь.

Поряд з цим необхідно активувати напилювану поверхню, тобто вивести її зі стану термодинамічної рівноваги. Для цього необхідне розірвати зв'язки між поверхневими і сторонніми атомами твердого тіла, підвищити енергію поверхневих атомів до різня забезпечення їхньої хімічної взаємодії з напилюваними частинками. При напилюванні покриттів на активовану поверхню необхідно враховувати можливість швидкої втрати придбаних

властивостей. Хімічна адсорбція атмосферних газів відновлює звільнені міжатомні зв'язки.

Активация напилюваної поверхні значно підсилюється при утворенні в поверхневому шарі структурних дефектів. При цьому не тільки зростає енергія атомів, але і збільшується швидкість їхньої дифузії в процесі хімічної взаємодії.

Підготовку поверхні треба проводити з таким розрахунком, щоб поряд з очищенням здійснювався і процес її активації. Вибір способу підготовки залежить від матеріалу напилюваного виробу і його конструкції. Необхідно враховувати у виробі наявність тонкостінних елементів, у цьому випадку активні зрушені деформації в поверхневих шарах приведуть до викривлення геометрії виробу.

Знежирення напилюваних виробів. Знежирення має на меті видалення різного роду жирових забруднень. Разом з попереднім і наступним промиваннями видаляється більшість різних забруднень, хімічно не зв'язаних з поверхнею виробу. Знежиренню піддають практично всі напилювані вироби. Обробку ведуть у ваннах чи застосовують місцеве знежирення, за допомогою протирання дрантям чи бавовняними серветками.

Рекомендуються багато складів ванн і режимів обробки. Зокрема:

- 1) 35 - 40 г/л тринатрійфосфату;  
45 г/л кальцинованої соди.

Температура ванни 75 - 85°C; час знежирення 20 - 25 хв. Потім промивають гарячою і холодною проточною водою з наступним сушінням стисненим повітрям, підігрітим до температури 50°C.

Широке поширення одержало знежирення у ваннах з органічними розчинниками, наприклад, "Лабомід - 315" та ін. Для місцевого знежирення застосовують більш сильні розчинники: бензин, уайт - спирт, ацетон тощо.

Очищення напилюваних поверхонь від хімічних сполук. Застосовують різні способи очищення: абразивне - струминне; травлення; впливом ультразвуку; тліючими і дуговими розрядами; СВЧ- полем .

1) Абразивно - струминне очищення. Належить до найбільш розповсюдженого методу підготовки поверхні при газотермічних способах напилення. Обробку поверхні проводять струменем стиснутого повітря з абразивними частинками в захисних камерах. Процес здійснюють як вручну, так і механізовано. Як абразивні частинки використовують електрокорунд, карбід кремнію, дріб чавуну (ДЧК) і сталеву (ДСК) та ін. Стиснене повітря має бути добре очищене. Розмір абразивних частинок складає 0,3 -1,5мм. Тиск повітря вибирають у межах 0,4 -0,7МПа; дистанцію обробки - у межах 0,08 – 0,15м; кут зустрічі 60 - 90°; витрата абразивних частинок 300 — 500кг/год. Контроль поверхні здійснюють по еталонних зразках. На адгезійну міцність особливо впливає марка дробу і розмір частинок.

Вилежування після обробки має бути мінімальним. Час релаксації для кожного матеріалу різний. Тому в ряді виробничих інструкцій термін вилежування складає не більш 2 -5год.

Абразивно-струменева обробка вносить істотні зміни в поверхневі шари напилюваної деталі. Відбувається насичення їх структурними дефектами. Поверхня набуває аномальних фізико - хімічних властивостей. При цьому різко зростає швидкість дифузії поверхневих атомів і їхня енергія.

2) Травлення, хімічне й електричне полірування. При цих способах підготовки розкриваються енергетичне стабільні елементи поверхні у вигляді терас, граней та ін. Додаткові порушення кристалічних ґраток незначні чи взагалі відсутні. Усе це не сприяє активації поверхні при її очищенні.

Склади ванн і режими вибирають виходячи з властивостей матеріалу напилюваного виробу, Ці способи в основному застосовують при підготовці виробів малого розміру та наявності тонкостінних елементів.

3) Очищення поверхні електричними газовими розрядами. Особливо широко таке очищення застосовують при вакуумних конденсаційних методах напилення. У більшості установок цього типу передбачені пристрої для попереднього очищення поверхні напилювання тліючим високовольтним розрядом.

Піскострумна обробка. Поверхню напилюваного виробу піддають піскоструминній обробці. Така підготовка:

- по-перше, очищує поверхню і виводить її зі стану термодинамічної рівноваги із середовищем, звільнюючи міжатомні зв'язки поверхневих атомів, тобто хімічно активує підкладку, але активність підкладки швидко падає хімічну адсорбцію газів з атмосфери й окислювання.

- по-друге, піскоструминна обробка робить поверхню підкладки шорсткуватою, що збільшує контактну температуру під напилюваними частинками на виступах шорсткості і відповідно підвищує сумарну площу ділянок приварювання.

- по-третє, шорсткувата поверхня має велику площу порівняно з гладкою, що також сприяє збільшенню міцності зчеплення.

Для підвищення абразивної міцності покриття напилювану поверхню піддають абразивне-струминній обробці. При нанесенні покриття на робочі поверхні шипів хрестовини карданного валу, що підвертається корозії, в якості абразиву можна використати крошку білого чавуну Д4К1 або Д4К1,5, також можна рекомендувати електрокорунд зерністю 30-100 мкм ТУ=036-297-76 абразивну обробку треба проводити не раніше ніж за 4 години до напилення. Також можна застосувати піскоструминну обробку для даного виробу.

2.2.5. Механічна обробка деталі. Напилені покриття мають підвищену шорсткість поверхні і деяку нерівномірність по товщині. Тому більшість виробів з напиленими покриттями піддають остаточній механічній обробці. При цьому мають на меті таке: придання виробу остаточних розмірів і доведення поверхні покриття до необхідного класу чистоти. Механічна обробка напилених покриттів є відповідальною і важкою операцією, оскільки внаслідок неправильного її проведення покриття може прийти в непридатність. Тому при виборі методу напилення, матеріалу покриття і технології необхідно враховувати характер подальшої механічної обробки. Висота нерівностей напиленої поверхні в основному визначається

зернистістю напилюваного порошку: дрібний порошок дає менш шорсткувату поверхню, великий – більш грубу.

Основними видами механічної обробки напилених покриттів є різання, шліфування, фрезерування і полірування.

Обробку різанням можна проводити для металевих покриттів, що мають високу міцність зчеплення і достатню товщину. Це можуть бути як м'які, так і тверді покриття. Обробку таких матеріалів можна вести різцями з швидкорізальної сталі, твердосплавними, а також мінералокерамічними і з надтвердих матеріалів (ельбор, гексаніт, алмаз). Однак при точінні тонких покриттів (приблизно 0,3 - 0,5мм) може статися їхнє розтріскування, відшаровування і руйнування. Швидкість різання вибирають експериментальне для різних покриттів, і вона становить 15 - 100м/хв при подачі 0,05 - 0,15мм/об.

Тверді і зносостійкі напилені покриття, в тому числі композиційні, звичайне обробляють шліфуванням. Можна проводити як мокре, так і сухе шліфування напилених виробів.

Отримане покриття будемо обробляти на шліфувальному верстаті.

При шліфуванні покриття використовуватимемо охолодження (мокре шліфування). Для того, щоб після шліфування отримати хорошу поверхню, виключити утворення тріщин і викришувань, необхідно правильно вибрати круг і режим шліфування. Після закінчення шліфування поверхня покриття, отриманого газополуменевим напилюванням, повинна мати матовий блиск і містити дрібні пори. Дужі блискуча поверхня, на якій відсутні пори, вказує на неправильне шліфування та ймовірно її засалювання.

Для шліфування покриття, отриманого напилюванням порошкової суміші СНГН-55 з послідуочим оплавленням, можна використати круги з карбиду кремнію зеленого (64 С) на бакелітовій або керамічній зв'язці (наприклад, 64С25СМ16К). Допустимо шліфування абразивними кругами з сілого (24А) і хромистого (34А) електрокорундів. Швидкість шліфувального круга вибирають в межах 15 - 40м/с при глибині різання до 0,015 - 0,030 мм.

Необхідно також враховувати, що при шліфуванні напилених покриттів цими кругами вони швидко засалюються, тому їх необхідно частіше правити.

Шліфування повинно проводитися з подачею охолоджувальної рідини. Найкращим варіантом охолоджувача є вода з добавкою 5% емульсора Э-2 при витраті 0,6 -0,85м/хв.

2.2.6. Контроль якості поверхні. Контроль якості продукції є необхідним елементом технології, що забезпечує її надійність в умовах промислового виробництва. При виробництві напилених виробів проводять контроль параметрів процесу та кінцевий контроль покриттів.

Правильно обрані параметри процесу і підтримка їх стабільними при повному циклі напилювання виробу в значній мірі гарантують отримання заданих властивостей. У зв'язку з цим головну увагу при напилюванні виробів потрібно уділяти контролю параметрів режиму напилювання.

Остаточний контроль напилених виробів складається з наступних операцій: визначення товщини покриття; зовнішній огляд напиленого виробу; вияв прихованих дефектів; оцінка адгезійної міцності.

Існуючі методи контролю якості плазмових покриттів розподіляються на не руйнуючі та руйнуючі.

До числа не руйнуючих відносяться контроль зовнішнього виду; вимір товщини; шорсткості поверхні покриття; визначення зносостійкості методом дряпання, скрізної пористості на основі з залізних, мідних, або нікелевих сплавів, а також деякі засоби оцінки міцності зчеплення.

#### Визначення пористості покриттів

Однією з важливих характеристик напилених покриттів є пористість. З одного боку, це – непрямий показник умов напилювання, пористість також може служити параметром оптимізації процесу напилювання, а з Іншого боку - зона безпосередньо впливає на ефективність захисних властивостей покриття, його теплопровідність, механічні та інші характеристики.

2.2.7. Визначення товщини покриття. Товщину покриття визначають вимірювальними інструментами, ваговими засобами, спеціальними товщиномірами та іншими прийомами.

При вимірюванні товщини покриття вимірювальними інструментами необхідне знання початкових розмірів напилюваного виробу. Зазвичай товщину покриття на деталях простої форми і невеликих розмірів вимірюють штангенциркулями. Після механічної обробки, як правило, для визначення товщини покриттів використовують мікроміри. При вимірюванні товщини покриттів на складних поверхнях невеликих виробів використовують вагові методи. Для цього повинна бути відома початкова маса виробу і розміри напилюваної поверхні. Ваговий метод дозволяє визначати середню товщину покриття. Найбільш простим є визначення товщини покриттів спеціальними приладами – товщиномірами. Як правило, такі прилади настроюють на один або декілька видів матеріалів покриттів. Товщиноміри не використовують у випадках, коли потрібна висока точність вимірювання. Погрішність вимірювання цих приладів складає в середньому 10%. Для точних вимірювань необхідно використати штангенциркулі і мікроміри.

При зовнішньому огляді покриття контролюється загальний стан поверхні напилення, порівнюється з еталоном наявність зовнішніх дефектів: тріщин, сколювань, спучувань і т.д. Для більш ретельного огляду застосовують лупи із збільшенням до 10 і більше разів.

Мікротріщини, локальні відшаровування, макро- і мікронесуцільності з великими труднощами або зовсім не піддаються не руйнуючому контролю. У ряді випадків деякі дефекти вдається виявити, застосовуючи ультразвукове опромінення. До числа руйнівальних методів виявлення дефектів можна віднести виготовлення мікро шліфів.

Оцінка адгезійної міцності. Одним з основних показників якості покриттів є міцність зчеплення їх з підкладкою. Для визначення міцності зчеплення на зразках - свідках у багатьох випадках застосовують методику іспитів на відрив покриття від підкладки. Найбільш розповсюджені іспити

міцності клейового сполучення і складової підкладки. Основними недоліками цієї методики є граничність верхньої межі вимірювань міцністю клейового сполучення, а також у проникливості клею у пори покриття та зміні з результаті цього міцністних характеристик. При використанні штифтової методики матеріал покриття при розтяганні штифта підкоряється дії як відривних, так і зрізуючих навантажень. У випадку застосування штифта з торцем у вигляді кола діаметром  $d_{ш}$  відношення міцності на відрив до міцності на зріз повинно бути менш ніж  $4\Delta/d_{ш}$ . З практики відомо, що  $\Delta/d \geq 0,091 - 0,096$ .

Адгезійна міцність характеризується зв'язком між покриттям і основою і визначається сукупною дією сил фізичної, хімічної і механічної взаємодії матеріалу покриття з матеріалом підкладки. Міцність зчеплення покриттів з підкладкою може коливатися в широких межах залежно від способу підготовки поверхні підкладки, товщини шару, температури підкладки і ряду інших чинників.

### 2.3. Організаційні заходи з удосконалення процесу

2.3.1. Режим роботи та фонди часу. Режим роботи дільниці планується в одну зміну. Робочий тиждень встановлено п'ятиденний, тривалість робочої зміни – 8 год.

Планований період роботи дільниці з відновлення розподільчих валів становить один рік. Дільниця спеціалізується на відновленні розподільчих валів різних марок автомобілів, в тому числі й іноземного виробництва.

Фонди часу підрозділяють на номінальні та дійсні. Номінальним фондом називається час, який може бути відпрацьований за планований період на робочому місці без урахування будь-яких втрат, тобто календарно.

$$\Phi_n = (D_k - D_{св} - D_e) \cdot t_c \cdot y, \text{ год.}, \quad (2.1)$$



де  $D_k$ ,  $D_{св}$ ,  $D_v$  – кількість днів календарних, святкових, вихідних відповідно.

$$D_k = 365, D_{св} = 10, D_v = 104;$$

$t_c = 8$  год – час зміни;  $y = 1$  – кількість змін.

$$\Phi_n = (365 - 104 - 10) \cdot 8 \cdot 1 = 2008 \text{ год.}$$

Дійсний фонд робочого часу роботи обладнання:

$$\Phi_{до} = \Phi_n \cdot K_o,$$

де  $K_o$  – коефіцієнт, що враховує простій устаткування (0,95)

$$\Phi_{до} = 2008 \cdot 0,95 = 1908 \text{ год.}$$

2.3.2 Такт виробництва. Для ритмічної роботи дільниці потрібно узгодити роботу на всіх робочих місцях в часі. Для цього встановлюється єдиний для всіх робочих місць такт виробництва:

$$\tau = \Phi_{до} / N = 1908 \text{ ч.} / 2144 \text{ р.в.} = 0,9 \text{ ч/р.в.}$$

Таблиця 2.2 – Розрахунок тактів виробництва, год.

№ п/п	Назва операції	T/емк. вигот. дет. – предст. (н/год)
1.	Очисна	0,075
2.	Контрольно-дефекточна	0,14
3.	Термічна	0,5
4.	Абразивно-шліфовальна	0,33
5.	Напилювальна	0,41
6.	Копіювальна-шліфовальна	0,3
7.	Контрольна	0,13
Підсумок	1,69	

2.3.3. Визначення кількості працюючих на кожному робочому місці. Кількість основних технологічних робітників з кожної технологічної операції:

$$M_p = T_h / \tau \text{ люд.}$$

де  $T_h$  – трудомісткість, люд/год.,  $\tau = 0,9$  – такт виробництва.

- 1.Очисна.  $M_p=0,075/0,9 =0,08$  люд.
2. Контрольно-дефекточна.  $M_p=0,14/0,9 =0,16$  люд.
- 3.Термічна.  $M_p=0,5/0,9 =0,56$  люд.
- 4.Абразивно-шліфувальна.  $M_p=0,33/0,9 =0,37$  люд.
- 5.Напилювальна.  $M_p=0,41/0,9 =0,46$  люд.
- 6.Копіювальна-шліфувальна.  $M_p=0,3/0,9 =0,33$  люд.
- 7.Контрольна.  $M_p=0,13/0,9 =0,14$  люд.

2.3.4. Розрахунок кількості робочих постів. Відсоток завантаження поста допускається у межах 95 ... 120% і розраховують за формулою:

$$M_p = T_h/\tau \cdot 100\%,$$

де  $T_h$  – сумарна трудомісткість всіх робіт, включених в пост повинна бути однаковою.

Пост №1. Включає в себе операції 1,3,5 по формулі знаходим:

$$T_h = 0,08+0,56+0,46=1,1 \text{ люд-год.}$$

$$Z_p=1,1/0,9 \cdot 100=120\%$$

Пост №2. Включає в себе операції 2,4,6,7 по формулі знаходим:

$$T_h =0,16+0,37+0,33+0,14=1 \text{ люд-год.}$$

$$Z_p=1/0,9 \cdot 100=111\%$$

Чисельність основних виробничих робітників становить 2 осіб. Чисельність допоміжних робітників від 5 до 12% від числа основних виробничих робітників (не приймаємо).

Чисельність ІТР не більше 10-12% від загального числа робочих (не приймаємо). Разом весь штат ділянки становитиме 2 людини.

2.3.5. Розрахунок кількості обладнання. Число мийних машин розраховується за формулою :

$$N_m=T_Q/\Phi_{д.о.} \cdot q \cdot K_{з.м}, \quad (2.2)$$

$$\text{де } N_Q=0,075 \cdot 2144=160,8 \text{ т,}$$

$q=0,6-2,7$  т/г. часова продуктивність,

$K_{з.м.}=0,65-0,75$  ступінь загрузки.

По формулі знаходимо:  $N_m=160,8/1908 \cdot 0,6 \cdot 0,65=0,22$  шт.

Приймаємо одну машину.

Число контрольно-випробувальних стендів:

$$N_c = UW_k \cdot t_k / \Phi_{д.о.} \cdot K_c, \quad (2.3)$$

де  $UW_k=2144$ ,

$t_k=0,14$  – тривалість контролю однієї деталі,

$K_c=0,75 \dots 0,8$  – коефіцієнт, що враховує використання стенду в часі.

$N_c=(2144 \cdot 0,14)/(1908 \cdot 0,75)=0,2$  шт.

Приймаємо один контрольно-випробувальний стенд.

Число одиниць напилювального обладнання:

$$N_n = U_{Тн} / \Phi_{д.о.} \cdot K_n,$$

де  $U_{Тн} = 0,41 \cdot 2144=879$  – сумарна трудомісткість напилювальних робіт.

$K_n=0,8$  – коефіцієнт, що враховує використання напилювального устаткування в часі.

$N_n=879/1908 \cdot 0,8=0,37$  шт.

Приймаємо одну напилювальну установку.

Число абразивних установок:

$$N_{ш} = U_{Тш} / \Phi_{д.о.} \cdot K_n,$$

де  $U_{Тш}=0,33 \cdot 2144=708$  люд-год.

$N_{ш}=708/1908 \cdot 0,8=0,3$  шт.

Приймаємо одну абразивну установку.

Число копіювально-шліфувальних верстатів:

$$N_{ш} = U_{Тш} / \Phi_{д.о.} \cdot K_n,$$

де  $UT_{ш}=0,3 \cdot 2144=643$  люд-г.

$N_{ш}=643/1908 \cdot 0,8=0,26$  шт

Приймаємо одну абразивно-шліфовальну установку.

Сумарна кількість годин витрачені одою одиницею обладнання на відновлення одного розподвала на рік.

Визначимо сумарний час роботи мийної ванни:

$$T_{м} = T \cdot N \cdot q,$$

де  $T$  – витрачений час на очищення однієї деталі, н/час

$N$  – кількість відновлюваних розподілвалів, шт

$q$  – коефіцієнт "розігріву" устаткування, приймаємо 1,1

$T_{м} = 0,075 \cdot 2144 \cdot 1,1 = 177$  год.

Визначимо сумарний час роботи сушильної шафи:

$$T_{сш} = T \cdot N \cdot q,$$

де  $T$  – витрачений час на прогріву однієї деталі, н/час

$N$  – кількість відновлюваних розподілвалів, шт.;

$q$  – коефіцієнт "розігріву" устаткування, приймаємо 1,2

$T_{сш} = 0,5 \cdot 2144 \cdot 1,2 = 1287$  год.

Визначимо сумарний час роботи піскострумного апарата :

$$T_{п} = T \cdot N \cdot q,$$

де  $T$  – витрачений час на шліфовку одної деталі, н/год.;

$N$  – кількість відновлюваних розподілвалів, шт.;

$q$  – коефіцієнт "розігріву" устаткування, приймаємо 1,01.

$$T_{п} = 0,33 \cdot 2144 \cdot 1,01 = 715 \text{ год.}$$

Визначимо сумарний час роботи напилювального обладнання :

$$T_n = T \cdot N \cdot q,$$

де  $T$  – витрачений час на напилювання одної деталі, н/год.;

$q$  – коефіцієнт "розігріву" устаткування, приймаємо 1,01.;

$$T_n = 0,41 \cdot 2144 \cdot 1,01 = 887 \text{ год.}$$

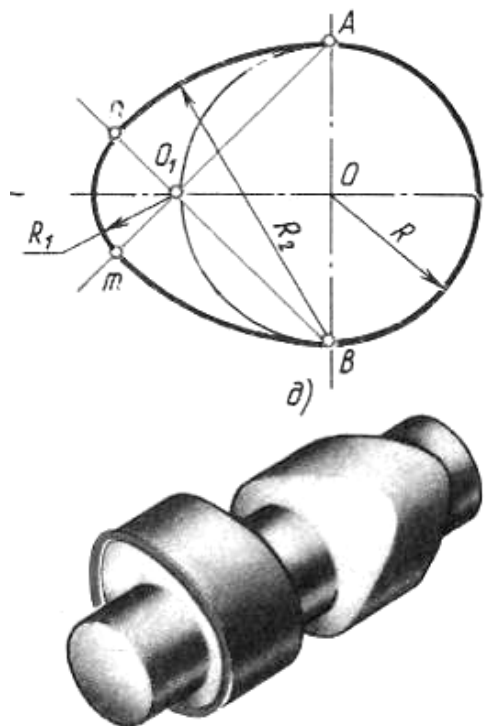
Визначимо сумарний час роботи копіювального верстата :

$$T_k = T \cdot N \cdot q,$$

де  $T$  – витрачений час на шліфовку одної деталі, н/год.;

$q$  – коефіцієнт "розігріву" устаткування, приймаємо 1.

$$T_k = 0,3 \cdot 2144 \cdot 1 = 643 \text{ год.}$$



*Рисунок 2.3 – Ескіз і профіль кулачка*

Кулачок має складну форму. Довжина лінії профілю буде:

$$L = l_1 + l_2 + 2l_3;$$

$$R = 18,8 \text{ мм} ; R_1 = 8,0 \text{ мм} ; R_2 = 26,0 \text{ мм} ;$$

$$l_1 = pR; \text{ (дуга AB)} = 3,14 \cdot 18,8 = 46,472 \text{ мм.}$$

$$l_2 = SpR1; \text{ (дуга nm)} = 4,71 \text{ мм.}$$

$$l_3 = j\rho R2; \text{ (дуга nA або mB)} = 17,27 \text{ мм.}$$

$$L = l_1 + l_2 + 2l_3 = 46,472 \text{ мм} + 4,71 \text{ мм} + 17,27 \text{ мм} = 68,452 \text{ мм.}$$

Площа поверхні кулачка:

$$h = 11,9 \text{ мм.}$$

$$s = L \cdot h = 68,452 \text{ мм} \cdot 11,9 \text{ мм} = 814,5788 \text{ мм}^2.$$

Знаходимо товщину покриття:

$$d = 1 \text{ мм. на шліфування} - 0,5 \text{ мм. } d = 1,5 \text{ мм.}$$

$$V = S \cdot d = 814,5788 \text{ мм}^2 \cdot 1,5 \text{ мм} = 1221,8682 \text{ мм}^3 \approx 1,222 \text{ см}^3;$$

Маса порошку: щільність елементів, що входять в порошок:

$$C_{\text{пор}} = 0,70 \cdot r_{\text{Ni}} + 0,17 \cdot r_{\text{Cr}} + 0,04 \cdot r_{\text{B}} + 0,04 \cdot r_{\text{Si}} + 0,03 \cdot r_{\text{Fe}} + 0,01 \cdot r_{\text{Mn}} + 0,01 \cdot r_{\text{C}} = 0,7 \cdot 8,902 + 0,17 \cdot 7,18 + 0,04 \cdot 2,34 + 0,04 \cdot 2,33 + 0,03 \cdot 7,874 + 0,01 \cdot 7,21 + 0,01 \cdot 2,25 = 7,97 \text{ г/см}^3.$$

$$m_{\text{теор.}} = C_{\text{порошку}} \cdot V = 7,97 \text{ г/см}^3 \cdot 1,222 \text{ см}^3 = 9,74 \text{ г.}$$

$$M_{\text{практ.1}} = 9,74 \text{ г} \cdot 0,6 = 16,23 \text{ г.}$$

На розподільчому валу розміщено 16 кулачків. Для повного відновлювання всіх кулачків на розподільчому валу необхідно:

$$M_{\text{практ.}} = M_{\text{практ.1}} \cdot 16 = 16,23 \cdot 16 = 259,68 \text{ г}$$

### 3. КОНСТРУЮВАННЯ ПРИСТРОЮ

#### 3.1. Будова і принцип використання пристрою

Пристрій для визначення прогину і правки валів з центрами (аркуш 3) складається з плити 1, на якій закріплені, але можуть бути переміщені вздовж однієї осі дві призми 15. Закріплення призм виконано з допомогою шпонки 4. На плиті нерухомо закріплені дві основи 9 і 21, у втулках 23 яких є вал 8, який може вільно обертатися. Основи 9 і 21 з'єднані також прутком 11, який стягує їх з допомогою гайки 10. На валу 8 розташовані два кронштейни 14 і 16, які можна кріпити нерухомо відносно вала 8 з допомогою гвинтових зажимів 7. На кронштейні 14 нерухомо закріплений центр 13. На кронштейні 16 змонтовано центр 17, який можна переміщати вздовж осі й фіксувати з допомогою ручки 18 та пружини 19. Силу притискання пружини регулюють з допомогою гайки 20. У положенні  $4^\circ$  від zenіту кронштейни опираються на пруток 11. Ручка 18 служить одночасно важелем для вкладання деталі, яку рихтують, на призми.

#### 3.2. Розрахунки деталей пристрою

3.2.1. Розрахунок кронштейнів проводимо за розрахунковою схемою (рис 3.3.). Вісь обертання кронштейна діаметром  $d$  зміщена відносно центра кола діаметром  $D$  на величину ексцентриситету  $e_1$ . Умова самогальмування третьової пари ролик-ексцентрик забезпечується при умові [7]:

$$\frac{D}{e} \geq 14 \quad (3.1)$$

Конструктивно приймаємо  $D=50\text{мм}$ . Тоді з (3.1) приймаємо:

$$e \leq \frac{D}{14} = \frac{50}{14} = 3,57\text{мм}. \text{ Звідси } e=3 \text{ мм}.$$

Зусилля затиску з достатньою точністю можна визначити із умови [3]:

$$N_3 = \frac{2p \cdot L}{D \left[ \frac{4e}{\pi D} + 0,2 \right]}, \text{H} \quad (3.2)$$

де  $p$  – прикладене зусилля, Н (приймаємо  $p=200$  Н);  $L=150$ мм – плече важеля, на якому прикладена сила  $p$ .

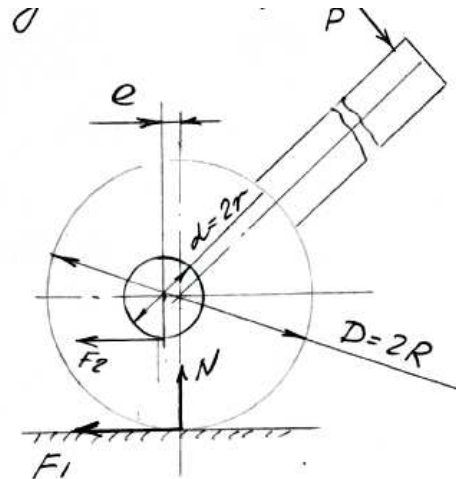


Рисунок 3.2 – Схема до розрахунку ексцентрикового затискача

$$N_3 = \frac{2 \cdot 20 \cdot 150}{D \left[ \frac{4 \cdot 3}{3,14 \cdot 50} + 0,2 \right]} = \frac{40 \cdot 3}{(0,076 + 0,2)} = 4340 \text{H}$$

З іншого боку, повинна виконуватись умова:

$$N_3 \geq P_p \quad (3.3)$$

де  $P_p$  – зусилля рихтування, Н. Це зусилля визначається з формули [7]:

$$P_p = \frac{2M_p}{d}, \text{H} \quad (3.4)$$



де  $M_p$  – крутний момент під час згинання,  $H \cdot \text{мм}$ ;  $d$  – діаметр центра пристрою  $d=8\text{мм}$ . Крутний момент при згині визначається з формули [14]:

$$M_p = 10 \cdot C_M \cdot d^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (3.5)$$

де  $C_M$  – поправочний коефіцієнт стосовно режимів;  $S$  – прогин,  $\text{мм}$ ;  $q, y$  – показник степенів;  $K_p$  – коефіцієнт, що враховує умови обробки. З довідкових джерел вибираємо вказані коефіцієнти і режими:  $C_M=0,09$ ;  $S=0,2\text{мм}$ ;  $q=2$ ;  $y=0,8$ ;  $K_p=1$ .

$$\text{Обчислюємо: } M_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 8^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 1 = 16\text{Нм}.$$

Сила згину:

$$P_p = \frac{2 \cdot 16}{0,008} = 4000\text{Н}.$$

При силі, що прикладається до ручки  $P=200$  Н визначене зусилля затиску дорівнює  $4340$  Н, що більше від сили згинання  $P_p$ , яка дорівнює  $4080\text{Н}$ .

Діаметр осі визначаємо за формулою [14]:

$$d = \frac{N}{b \cdot \sigma}, \text{ мм} \quad (3.6)$$

де  $b=16$   $\text{мм}$  – ширина ексцентрика в місці спряження з цапфою;

$\sigma=30$   $\text{Мпа}$  – допустиме напруження зминання;

$$d = \frac{434}{16 \cdot 30} = 9\text{мм}. \text{ Приймаємо } = 10\text{мм}.$$

3.3.2. Розрахунок центрального фіксатора. Перевіримо різь кріплення оправки до корпусу. Силу, прикладену до центра, визначаємо із рівняння моментів відносно точки затискання деталі:

$$\sum M_A = 0; \quad (3.7)$$

звідки  $N \cdot l_1 - F \cdot l_2 = 0$ ; отже

$$F = \frac{N \cdot l_1}{l_2} = \frac{434 \cdot 120}{65} = 8010 \text{ Н.}$$

Перевірка міцності шпильки є такою [7]:

$$\sigma_h = \frac{F \cdot 4}{\pi d^2} \leq [\sigma_p] \text{ МПа} \quad (3.8)$$

де  $d_1$  – внутрішній діаметр різі, мм;

$[\sigma_p]$  – допустиме напруження розтягу,  $[\sigma_p] = \frac{\sigma_1}{n}$ , де  $n$  – коефіцієнт

запасу міцності. Для маловуглецевої сталі з діаметром різі 6-16 мм  $n=3 \dots 4$ .

Для шпильок класу точності 4,8, виготовлених із сталі 10  $[\sigma_1]=320$  МПа, а  $[\sigma_p]=320/3=100$  Мпа.

З формули (3.8) визначаємо:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma_p]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 801}{3,14 \cdot 10}} = 10 \text{ мм.}$$

Згідно ДСТУ приймаємо різь М12 з великим кроком 1,15 мм, внутрішній діаметр – 10,106 мм.

### 3.3. Інструкція по експлуатації пристрою

Пристрій призначений для рихтування валів, максимальний прогин яких не перевищує 1 мм.

Вал, який призначений для правки, попередньо потрібно встановити на токарний верстат, затиснувши у патроні шпинделя за хвостовик з опорою на люнеті й виправити центрові фаски.

Після центрування вал встановлюють в центри, вставивши в отвір під опорну шийку оправку. Нерухомість вала в центрах забезпечується гвинтовим затискачем.

Для визначення величини і місця прогину використовують індикатор годинникового типу, який розміщують на штативі поріч з пристроєм. Штатив повинен кріпитися відносно пристрою нерухомо.

Повертаючи кулачковий вал в центрах, визначають індикатором величину і місце максимального прогину. Встановлюють вал для рихтування на призми. При цьому вони мають розміщатись на тих опорних шийках, які є сусідніми до тієї, що показала максимальний прогин. Виконують правку вала.

При потребі призми можна перемістити на шпонках в інше місце, де виявлено максимальний прогин.

Пристрій знижує трудомісткість і підвищує точність рихтування.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ**

Охорона праці ставить своєю метою зниження травматизму та захворюваності працюючих шляхом створення здорових та безпечних умов праці.

Охорона праці – система збереження життя і здоров'я працівників у процесі трудової діяльності, яка включає правові, соціально - економічні, організаційно - технічні, санітарно - гігієнічні, лікувально - профілактичні, реабілітаційні та інші заходи. Метою даної роботи є огляд всіх основних питань що стосуються охорони праці: поняття охорони праці; джерел норм що регулюють питання охорони праці; прав і обов'язків суб'єктів трудового права, що стосуються охорони праці; відповідальності за порушення законодавства про працю і правил охорони праці; прав окремих категорій працівників (жінок, неповнолітніх, осіб зі зниженою працездатністю).

### **4.1. Стан умов праці при роботі по відновленню валів**

Технологічний процес відновлення чавунних розподільчих валів включає в себе ряд несприятливих, для виконавців робіт, чинників. Небезпеки, що мають місце на робочих місцях, підрозділяються на імпульсні і акумулятивні.

Джерелами імпульсних небезпек є рухливі маси, потоки повітря, газів і рідин, незаземлене джерела електричної енергії, неправильне розміщення устаткування на робочому місці. Імпульсна небезпека, що призводить до травми, миттєво реалізується у випадкові моменти часу і може бути представлена дискретної, випадкової функцією виробничого процесу.

Джерелами акумулятивних небезпек є: підвищений шум, вібрація, забрудненість повітряного середовища газами і парами. В

результаті дії цих факторів організм людини перевтомлюватися, порушується координація рухів, притупляється реакція організму на зовнішні подразники. Акумулятивна небезпека реалізується протягом всього виробничого процесу, представляючи його безперервну функцію, і призводить до підвищеного стомлення і захворювань.

На робочих місцях зварювання і наплавлення присутні такі шкідливі фактори як ультрафіолетове випромінювання, виділення шкідливих речовин процесу згоряння, надлишкове виділення теплоти.

На робочому місці шліфувальника присутній підвищений вміст абразивної суспензії в повітрі, шум при обробці виробів.

На робочому місці токаря і слюсаря присутній підвищений шум, є небезпека отримати травму від обертових частин обладнання. До травми може призвести так само попадання стружки в очі.

На робочому місці мийника робочим тілом є вода, температура якої досягає 90 градусів. Існує можливість отримання опіків.

У зв'язку з тим, що технологічний процес відновлення розподільчих валів призначений для невеликих ділянок ремонтних підрозділів МПС в основному розташовуються в старих приміщеннях, що часто мають не достатня кількість освітлення, а також у зв'язку з тим, що однією з найбільш об'ємної роботою з відновлення чавунних розподільчих валів є операції шліфування, зроблений розрахунок штучного освітлення на робочому місці шліфувальника.

#### **4.2 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів та вимоги до приміщень**

Проаналізуємо такі фактори на робочих місцях механічного відділення (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Аналіз шкідливих і небезпечних факторів на робочих місцях

Робоче місце	Небезпечні і шкідливі фактори	Характеристика небезпечних та шкідливих факторів
1	2	3
Абразивно-шліфувальна установка	Шум	Шум як фізіологічне явище являє собою несприятливий фактор зовнішнього середовища і визначається як звуковий процес, несприятливий для сприйняття і заважає роботі та відпочинку. За фізичну природу шум, створювати устаткування, обумовлений процесами механічної дії деталей.
Освітлення	Світло є умовою життєдіяльності людини і грає велику роль у збереженні здоров'я і високої працездатності. Недостатня освітленість вимагає постійної напруги очей, що призводить до перевтоми і зниження працездатності, але може призвести до того, що будуть незамічена деякі похибки у виготовленні.	
Небезпека травмування обертовими частинами.	При роботі верстата обертається його частиною є шліфувальний круг і оброблювана деталь, тому існує небезпека травмування обертовими частинами при роботі.	

Продовження табл. 4.1

1	2	3
Пожежонебезпе ка	На робочому місці шліфувальника є мастильні матеріали, які можуть бути розлиті і при недбалому ставленні до заходів пожежної безпеки може виникнути пожежа.	
Небезпека ураження електричним	У своєму пристрої шліфувальний верстат має електрообладнання, необхідне для його функціонування, тому наявність електрообладнання та струмоведучих частин при неправильній експлуатації та недотримання правил техніки безпеки електроустановок може призвести до ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом.	

Водночас, нормативи до даного приміщення подано в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Вимоги нормативно-технічної документації з охорони праці

Вимоги	Нормативний документ
1	2
Робоче місце, його обладнання та оснащення, що застосовуються відповідно до характеру роботи, повинні забезпечувати безпеку, охорону здоров'я і працездатність працюючих.	ДСТУ 12.2.061-91. Обладнання.
Шум на робочому місці не повинен перевищувати 80 дБА.	ДСТУ 12.1.003-93. Шум. Загальні вимоги безпеки.
Виробниче обладнання повинно мати вбудований пристрій для видалення виділяються в процесі роботи шкідливих речовин безпосередньо від місця їх утворення і скупчення.	ISO 12.2.003-74.

Продовження табл. 4.2

1	2
Штучне освітлення у виробничих приміщеннях повинен устоювати з лампами розжарювання або люмінесцентними лампами у вигляді загального освітлення з рівномірним або локалізованим розміщенням світильників і комбінованого (загального і місцевого). Застосування одного місцевого освітлення не допускається. Норма освітленості робочого місця повинна становити при загальному освітленні 300 лк.	СНіП II-4-79
Приводні частини обладнання, а також передачі, до яких можливий доступ людей, повинні бути огорожені.	ДСТУ 12.2.002-80. Огородження. Загальні вимоги.
Рухомі і обертові елементи устаткування, до яких можливий доступ обслуговуючого персоналу, повинні бути огорожені з усіх боків і по всій довжині, незалежно від висоти розташування і швидкості руху.	ДСТУ 12.2.027-80. Устаткування гаражне й авторемонтного.
Органи управління, пов'язані з певною послідовністю їх застосування, повинні групуватися таким чином, щоб дії працюючого здійснювалися зліва направо і зверху вниз.	ДСТУ 12.2.064-81. Органи управління виробничим устаткуванням.
У конструкціях органів управління, призначених для включення обладнання, повинні бути передбачені засоби захисту від випадкового включення.	ДСТУ 12.2.027-80.
Електрична схема обладнання повинна виключати можливість його мимовільне включення / вимикання.	Дсту 12.2.007-75. Вироби електротехнічні. Загальні вимоги.

### 4.3. Заходи щодо захисту робітників від небезпечних і шкідливих факторів

На людину в процесі його трудової діяльності можуть впливати небезпечні (що викликають травми) і шкідливі (викликають захворювання) виробничі фактори. небезпечні та шкідливі виробничі



фактори (ДСТУ 12.0.003-74) поділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні.

До небезпечних фізичних чинників відносяться: рухомі машини і механізми; різні підйомно-транспортні пристрої та переміщувані вантажі; незахищені рухливі елементи виробничого устаткування (приводні та передавальні механізми, ріжучі інструменти, що обертаються і переміщаються пристосування тощо); рикошетом частинки оброблюваного матеріалу та інструменту, електричний струм, підвищена температура поверхонь устаткування і оброблюваних матеріалів і т.д.

Шкідливими для здоров'я фізичними факторами є: підвищена або знижена температура повітря робочої зони; високі вологість і швидкість руху повітря; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку та різних випромінювань - теплових, іонізуючих, електромагнітних, інфрачервоних і ін. До шкідливих фізичних чинників відносяться також запиленість і загазованість повітря робочої зони; недостатня освітленість робочих місць, проходів та проїздів; підвищена яскравість світла й пульсація світлового потоку.

Хімічні небезпечні та шкідливі виробничі фактори за характером дії на організм людини підрозділяються на наступні підгрупи: загальнотоксичну, дратівливі, сенсibiliзуючі (що викликають алергічні захворювання), канцерогенні (викликають розвиток пухлин), мутагенне (діючі на статеві клітки організму). У цю групу входять численні пари й гази: пари бензолу й толуолу, окис вуглецю, сірчистий ангідрид, оксиди азоту, аерозолі свинцю й ін, токсичні пилю, що утворюються, наприклад, при обробці різанням берилію, свинцовистих бронз і латуней і деяких пластмас з шкідливими наповнювачами. До цієї групи відносяться агресивні рідини (кислоти, луги), які можуть заподіяти хімічні опіки шкірного покриву при зіткненні з ними.

До біологічних небезпечним і шкідливим виробничим факторам ставляться мікроорганізми (бактерії, віруси та ін) і макроорганізму (рослини і тварини), вплив яких на працюючих викликає травми або захворювання.

До психофізіологічних небезпечним і шкідливим виробничим факторам відносяться фізичні перевантаження (статичні та динамічні) і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів слуху, зору та ін.).

Тим шкідливими і небезпечними виробничими чинниками спостерігається певний взаємозв'язок. У багатьох випадках наявність шкідливих факторів сприяє прояву травмонебезпечних факторів. Наприклад, надмірна вологість у виробничому приміщенні та наявність струмопровідного пилу (шкідливі фактори) підвищують небезпеку ураження людини електричним струмом (небезпечний чинник).

Рівні впливу на працюючих шкідливих виробничих факторів нормовані гранично-допустимими рівнями, значення яких зазначені у відповідних стандартах системи стандартів безпеки праці та санітарно-гігієнічних правилах.

#### **4.4. Техніка безпеки шліфувальних і напилювальних робіт**

4.4.1. Загальні вимоги. Верстат має бути заземлений. Не допускаються до керування верстата особи, які не пройшли навчання та не атестовані з професії шліфувальник, а також особи, молодші 18 років.

Забороняється робота на несправному обладнанні, при несправному захисному кожусі. При роботі на верстаті обов'язково користуватися захисним екраном.

4.4.2. Вимоги перед початком роботи. Перед початком роботи робітник зобов'язаний оглянути і перевірити технічний стан вузлів і

деталей верстата і переконалися в їх справності. Перевірці на справність і надійність підлягають:

- Огорожі та захисні кожухи обертових вузлів верстата, а також їх кріплення;
- Заземлення верстата, (візуально);
- Освітлення робочого місця;
- Система управління стендом.

Працювати на верстаті, що має несправності, забороняється. Необхідно переконалися в наявності на робочому місці засобів індивідуального захисту, засобів пожежогашіння та засобів надання першої медичної допомоги.

4.4.3. Вимоги під час роботи. При появі під час роботи верстата сторонніх шумів, стукотів і т.д. верстат необхідно відключити і перевірити, звідки виходять дані ознаки несправності.

Під час роботи забороняється:

- Відволікатися від виконання прямих обов'язків;
- Виходити з приміщення при працюючому обладнанні;
- Передавати керування верстатом особам, які не мають на це дозвіл.

При припиненні подачі електроенергії робітник повинен відключити верстат від мережі.

4.4.4. Вимоги після закінчення робіт. Після закінчення робіт робочий зобов'язаний:

- Вимкнути верстат і провести його збирання;
- Зробити необхідні записи в журналі прийому та здачі зміни.

4.4.5. Вимоги в аварійній ситуації. При виникненні аварійної ситуації робочий зобов'язаний відключити стенд від мережі і повідомити про це своєму безпосередньому керівникові.

## 5. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Останніми роками тема охорони довкілля виникала все частіше. Поступово ця проблема перетворилася на глобальну і з кожним днем стає все актуальнішою. Причиною такого положення є різні антропогенні чинники. Це і демографічний вибух, і швидке зростання урбанізації і багато іншого. На довкілля також справляє великий вплив людський фактор: викиди відходів, забруднення водоймищ і лісів, збільшення навантаження на орні землі - все це справа рук людини. Вже сьогодні в світі зруйновано 20 млн. гектарів землі. Деякі руйнування можуть спричинити катастрофічні наслідки.

Оцінюючи санітарно-гігієнічну та епідемічну ситуацію на території України можна констатувати, що все населення в тій чи іншій мірі підлягає впливу шкідливих факторів (фізичної, хімічної та біологічної природи). Зокрема, таким фактором ризику стає вживання питної води негарантованої якості, як з централізованих так і децентралізованих джерел водопостачання. Практично всі поверхневі, а в окремих регіонах і підземні води за рівнем забруднення не відповідають вимогам стандарту на джерела водопостачання. В той же час наявні очисні споруди, технології очищення та знезаражування питної води не спроможні очистити її до рівнів показників безпеки.

Викиди промислових підприємств забруднюють ґрунти свинцем, сіркою, залізом, цинком, марганцем, хромом, ртуттю, міддю, натрієм, калієм, магнієм та багатьма іншими інгредієнтами і також стають причиною отруєння людей через рослинні і тваринні продукти харчування та воду. Небезпека радіаційного забруднення ґрунтів полягає в тому, що вплив цих забруднень на організм людини проявлятиметься протягом багатьох поколінь.

Вода також належить до найважливіших факторів навколишнього середовища. Вона є необхідною для життєдіяльності людини, і тому забруднення її є причиною багатьох захворювань. Хвороби, які викликаються бактеріологічним та хімічним забрудненням води, виникають внаслідок попадання у водойми промислових та сільськогосподарських стічних вод, а також нечистот населених місць. Найбільшу небезпеку розповсюдження захворювань водним шляхом представляють кишкові інфекційні захворювання, зокрема холера, черевний тиф, паратифи, дизентерія, лептоспіроз, сибірська виразка, туберкульоз. За даними ВООЗ, 80% усіх захворювань у країнах, що розвиваються, пов'язані з недоброякісною водою і порушенням санітарно-гігієнічних норм. Зараз у світі внаслідок захворювань, що передаються при споживанні забрудненої води, щоденно вмирає майже 25 тис. осіб.

Помітний вплив на довкілля мають тваринницькі комплекси з великою кількістю худоби, птиці на невеликих площах. При недосконалій технології зберігання відходів тваринницьких ферм вони потрапляють разом із стічними водами в річки, озера, ґрунти, суттєво погіршують їхню якість. Отже, сільськогосподарський вплив на природні умови здійснюється через недосконале землеробство, не завжди правильну організацію меліоративних заходів, технологію застосування мінеральних добрив, засобів боротьби із шкідниками. Загальним екологічно негативним чинником залишається найбільша порівняно з іншими країнами площа орних земель серед с/г угідь.

Значною мірою забруднюють атмосферу автомобільний транспорт, ТЕЦ, підприємства чорної і кольорової металургії, нафтопереробної, хімічної та лісової промисловості. Велика кількість шкідливих речовин в атмосферу надходить з вихлопними газами автомобілів, причому їхня частка в забрудненні повітря постійно зростає.

Автомобілізація приносить людям найрізноманітніші блага, водночас її розвиток супроводжується вкрай негативними явищами. Автомобільні дороги стали місцем загибелі та каліцтва мільйонів людей, транспортні засоби є одними з найактивніших забруднювачів атмосферного повітря, води та ґрунтів, шумового та вібраційного забруднення. Дорожня мережа проходить через цінні сільськогосподарські землі, від шкідливого впливу автомобільного транспорту страждає тваринний та рослинний світ.

Вплив автомобільних доріг і автотранспорту, що рухається ними, на навколишнє середовище виявляється у складній взаємодії чинників, які можна розділити на дві групи: дорожні та транспортні. До дорожніх чинників належать: відведення під будівництво автомобільної дороги земельних угідь; порушення єдності й цілісності природного комплексу; зміна природних комплексів і рельєфу місцевості протягом будівництва. До транспортних чинників належать: шум і загазованість повітря, що виникають внаслідок руху автомобільного транспорту; забруднення прилеглої до дороги смуги шкідливими речовинами, що містяться в відпрацьованих газах автомобілів. Автомобільна дорога порушує існуючі в природі основні баланси: біологічний; водний; гравітаційний; радіаційний.

Автомобілі спалюють величезну кількість цінних нафтопродуктів, завдаючи одночасно відчутної шкоди навколишньому середовищу, головним чином атмосфері. Згідно даним статистики в США, всі види транспорту дають 60% загальної кількості забруднень, що поступають в атмосферу, промисловість – 17%, енергетика – 14%, останні – 9% доводяться на опалювання будівель і інших об'єктів і знищення відходів.

## **6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

### **6.1. Розрахунок обсягу робіт**

6.1.1. Вибір програми відновлення розподільчого валу двигуна ДОЙЦ: на період 2023 р. підприємством заплановано провести відновлення 2144 шт. розподільних валів. З урахуванням того, що парк машин у нашому регіоні зростає, та ремонт на інших підприємствах скорочується, можна зупинитися на програмі відновлення розподільчих валів – 178 шт. на місяць.

6.1.2. Обґрунтування вибору форми оплати праці та умов преміювання. Для оплати праці робітників відновного ділянки вибирається почасово-преміальна система оплати праці. Почасово-преміальна система оплати праці є різновидом погодинної оплати праці. При вибраної нами системі заробітна плата розраховується множенням встановленої годинної тарифної ставки робітника даного розряду на відпрацьований ним час з урахуванням премій. Преміювання може здійснюватися за стабільну якість роботи в розмірі - 10%, за зниження витрат на ремонт - 5%, за виконання і перевиконання завдання по коефіцієнту випуску рухомого складу на лінію - 15%.

### **6.2. Кошторис витрат і калькуляція собівартості**

6.2.1. При калькуляції собівартості всі витрати у залежності від їхнього характеру і цільового призначення розподіляються за статтями. Кошторис витрат при виконанні технічного обслуговування включає в себе основну та додаткову заробітну плату виробничих робітників з нарахуваннями в соціальні фонди, витрати на запасні частини і цехові витрати.

6.2.2. Розрахунок фонду заробітної плати з нарахуваннями в соціальні фонди. Погодинний фонд заробітної плати визначають за основним даними про планову чисельності робітників підрозділу, плановому фонді робочого часу одного робітника та середньої годинної тарифної ставки, встановленої для робітників даного підрозділу.

$$\Phi ЗП_{нов} = Y_{чс} \cdot \Phi р \cdot N_o, \quad (6.1)$$

де  $Y_{чс}$  – середня годинна тарифна ставка робітника, грн.

$\Phi р$  – річний фонд робочого часу, год,

$N_o$  – кількість робітників, люд.

$\Phi ЗП_{пов} = 12,6 \cdot 1908 \cdot 2 = 48081,6$  грн.,

У відповідності до встановлених показниками преміювання робітників розмір премії нараховується наступним чином:

$Пр_{фзп} = П\% \cdot \Phi ЗП_{пов}$ ,

де,  $П\%$  – відсоток премій, %

Приймаємо:  $П\% = 20\%$

$Пр_{фзп} = 20 \cdot 48081,6 / 100 = 9616,32$  грн.

$\Sigma \Phi ЗП_{пов} = 9616,32 + 48081,6 = 57698$  грн.

Розраховуємо грошові витрати на електроенергію.

Грошова річна витрата електроенергії на освітлення становитиме:

$$C_{ос} = N \cdot W \cdot T_{ос} \cdot Y_{ве},$$

де  $N$  – кількість ламп, шт.

$W$  – потужність однієї лампи, кВт,

$T_{ос}$  – число годин штучного освітлення при однозмінний режим роботи, рік.

$Y_{ве}$  – вартість однієї кВт електроенергії, грн / кВт

$C_{ос} = 24 \cdot 0,08 \cdot 800 \cdot 0,76 = 1167$  грн./рік



Грошові витрати на вентиляцію:

$$C_{\text{вен}} = N \cdot W \cdot F_{\text{до}} \cdot Y_{\text{ве}},$$

де  $N$  – кількість моторів, шт.

$W$  – потужність одного мотора, Вт,

$F_{\text{до}}$  – дійсний фонд робочого часу роботи обладнання, год.

$Y_{\text{ве}}$  – вартість однієї кВт електроенергії, грн / кВт

$$C_{\text{ос}} = 1 \cdot 0,18 \cdot 1908 \cdot 0,76 = 261 \text{ грн./рік}$$

Грошовий річна витрата електроенергії на експлуатацію електрообладнання складе:

$$C_{\text{ео}} = \Sigma W \cdot Y_{\text{ве}},$$

де  $\Sigma W$  – сумарна електроспоживання електрообладнання на рік, кВт

$Y_{\text{ве}}$  – вартість однієї кВт електроенергії, грн / кВт

$$\Sigma W = T_{\text{н}} \cdot W_{\text{н}} + T_{\text{сш}} \cdot W_{\text{сш}} + T_{\text{м}} \cdot W_{\text{м}} + T_{\text{п}} \cdot W_{\text{п}} + T_{\text{к}} \cdot W_{\text{к}}$$

$$\Sigma W = 177 \cdot 2 + 1287 \cdot 80 + 715 \cdot 2 + 887 \cdot 40 + 643 \cdot 6.5 = 143760$$

кВт/рік;

$$C_{\text{ео}} = 0,76 \cdot 143760 = 109 \text{ тис. грн.}$$

Знайдемо загальну суму витрат на електрику:

$$C_{\text{е}} = C_{\text{ос}} + C_{\text{вен}} + C_{\text{ео}},$$

$$C_{\text{е}} = 1167 + 261 + 109000 = 110428 \text{ грн.}$$

Грошова річна витрата води складає:  $C_{\text{в}} = C_{\text{вв}} \cdot Q_{\text{м}}$ ,

де  $Y_{\text{вв}}$  – вартість одного літра води, грн / л

$Q_{\text{м}}$  – річна витрата води, л

$$C_{\text{в}} = 7,22 \cdot 197 = 1422 \text{ грн}$$

Грошовий річна витрата природного газу на опалення складе:

Вартість 1000 м<sup>3</sup> газу для промислових цілей – 7888 грн.

Вартість 1 кВт·год. – 2 грн.

Розрахуємо кількість грошових коштів, щоб обігріти цех:

$$C_{оп} = Y_{пг} \cdot P_{от} \cdot T_{от}$$

де,  $Y_{пг}$  – вартість 1 кВт · год природного газу, грн.,

$P_{от}$  – теплова потужність обігріву, кВт,

$T_{от}$  – опалювальний сезон (у Львові він становить в середньому 155 днів, або 3720 год.), год.

$$C_{оп} = 0,2 \cdot 13 \cdot 3720 = 96720 \text{ грн.}$$

Розрахуємо кількість коштів на напилювання:

$$C_{пор} = Y_{вп} \cdot M_{пратк.} \cdot N, \text{ грн.,}$$

де  $Y_{вп}$  – вартість 1 грама порошку для відновлення, грн.,

$M_{пратк.}$  – вага порошку, щоб відновити один розподілвал, грн.;

$N$  – кількість деталей, шт.

$$C_{пор} = 0,176 \cdot 259,68 \cdot 2144 = 98000 \text{ грн}$$

Розрахуємо кількість коштів на оренду цеху:

$$C_{о} = Y \cdot S_{прим} \cdot 12,$$

де,  $Y$  – орендна вартість м<sup>2</sup>, грн / міс;

$S_{прим}$  - площа приміщення, м<sup>2</sup>

12 – кількість місяців

$$C_{о} = 40 \cdot 72 \cdot 12 = 34560 \text{ грн.}$$

Визначимо витрати на відшкодування зносу малоцінних і швидкозношуваних предметів, пристосувань за формулою:

$$C_{зн} = C_{об} \cdot q_{зн}/100$$

де Соб - вартість обладнання, грн.,  
 қзн – відсоток відшкодування зносу малоцінних, швидкозношуваних предметів і пристосувань, %; приймаємо: Соб = 279100 грн.

$$Сзн = 279100 \cdot 2/100 = 5582 \text{ грн.}$$

Всі розрахунки вводимо в таблицю.

Таблиця 6.1

### Розрахунок витрат

Статті видатків	Умовні позначення	Сума витрат, грн.
Витрати на з/п	ФЗПпов	57698
Витрата на купівлю обладнання	Соб	279100
Витрати на порошок	Спор	98000
Витрати на знос обладнання	Сзн	5582
Витрати на електроенергію	Се	110428
Витрати на опалення	Соп	9672
Витрати на воду	Св	1422
Оренда цеха	Со	34560
Всього	ΣСвитр	596462

### 6.3. Економічний ефект

Вартість нового розподільного валу = 7800 грн. У нашому цеху ми проводимо відновлення цих частин двигуна, за ціною - 4400 грн / шт., в половину ціни нової деталі. Визначимо економічний прибуток:

$$\Sigma C_{\text{приб}} = Y_{\text{вр}} \cdot N, \text{ грн.},$$

де  $Y_{\text{вр}}$  – вартість відновленого розподільного валу, грн.;

$N$  – запланована кількість відновлених розподільних валів, шт.;

$$\Sigma C_{\text{приб}} = 440 \cdot 2144 = 943360 \text{ грн/рік}$$

$$C_{\text{еф}} = \Sigma C_{\text{приб}} - \Sigma C_{\text{витр}}$$

$$C_{\text{еф}} = 9433600 - 5964620 = 3469000 \text{ грн.}$$

## ВИСНОВКИ

Основні результати проведеної роботи можна звести до наступного:  
розроблені переліки дефектів розподільчих валів двигунів Опель, що підлягають усуненню на спеціалізованій дільниці;

використано метод вибору способу відновлення зношених шийок розподільчих валів шляхом математичного моделювання працездатності колінчастих валів; вибрані найбільш технічно доцільні і економічно ефективні способи відновлення зношених шийок розподільчих валів;

вибрані способи усунення решти дефектів, валів, що підлягають усуненню при централізованому відновленні валів індустріальними методами;

розроблені укрупнені схеми найбільш технічно доцільних і економічно ефективних технологічних процесів централізованого відновлення колінчастих валів.

За основу взято спосіб відновлення напилюванням зношених кулачків. Технологічний процес за складом операцій, прийняття устаткування та за технологічною оснащенням можна віднести до категорії легко реалізуються, тому ця робота може бути впроваджена в ремонтних дорожніх майстернях. Технологічний процес відпрацьований досить глибоко, прийняті рішення обґрунтовані розрахунками.

Плазмова технологія напилювання під флюсом по оболонці дозволяє значною мірою підвищити працездатність відновлених розподільчих валів за рахунок усунення в наплавленому металі дефектів (пір і тріщин) і підвищення втомної міцності. Річний економічний ефект – 346 900 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Джигирей В. С. Екологія та охорона навколишнього природного середовища: навч. посіб. / В.С. Джигирей. – К.: Знання, КОО, 2000. – 203 с.
2. Гандзюк М. П. Основи охорони праці: підручник для студ. вищих навч. закладів. / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібов, М. О. Халімовський. – 3-те вид. – К.: Каравела, 2005. – 392 с.
3. Дорогонцов С. І. Основи екології: підручник / С. І. Дорогонцов, К. С. Куценко, М. А. Хвасик. – К.: КНАУ, 2005. – 371 с.
4. Васильев Н.Г., Галиев И.И., Васильева Т.Н. Выбор способа восстановления изношенных деталей// Сварочное производство. - 1996. - №7. - С.13-16.
5. Воловик Е.А. Справочник по восстановлению деталей. М.: Колос, 1981. - 351с.
6. Воловик Е.Л. Организация восстановления деталей на основе изучения их качества. // Ремонт и диагностика машин. Работы Малоярославецкого фил. ГОСНИТИ и ЦОКТБ. - 1973. - С.5-17.
7. Гуткевич А.Д. Определение сравнительной экономичности различных способов дуговой сварки (Обзор) // Автоматическая сварка. – 1986. - №6.-С.62-68.
8. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа. – 1984. – 335с.
9. Масино М.А. Организация восстановления автомобильных двигателей. - М.: Транспорт, 1982.
10. Ремонт автомобилей. Под ред. С.И.Румянцева, – М., Транспорт, 1988, – 327с.
11. Расчёт и проектирование деталей машин/ Г.Б.Столбин, К.П.Жуков. Под ред. Г.Б.Столбина. – М.: Высшая школа, 1978. – 224с.

12. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. У 3 кн. Кн. 2. Організація, планування й управління. – К.: Вища шк., 1994. - 383с.
13. Москальова В. М. Основи охорони праці: підручник. / В. М. Москальова. – К.: ВД Професіонал, 2005. – 672с.
14. Кузенко Л. М. Експлуатація машин та обладнання в рослинництві: метод. реком. до викон. курсового проекту. / Л. М. Кузенко. – Львів: ЛНАУ, 2012. – 114 с.