

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(освітній ступінь)

на тему: «Розробка та дослідження автоматизованої системи активного контролю діаметра при шліфуванні групи деталей»
(комплексна робота)

Виконав: студент (ка) VI курсу, групи КАм-61

спеціальності (напряму
підготовки)

151 «Автоматизація

та комп'ютерно-інтегровані технології»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

(підпис) Грабець О.Я.
(прізвище та ініціали)

(підпис) Коник Ю.П.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Капацла Ю.Б.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Козбур І.Р.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) Стухляк П.Д.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

дипломної роботи на тему:

«Розробка та дослідження автоматизованої системи активного контролю діаметра при шліфуванні групи деталей»

студентів групи КАМ-61 Грабець О.Я., Коник Ю.П.

Розрахунково-пояснювальна записка: 156 арк. формату А4, 31 рисунок, 28 таблиць, 33 літературних джерела, 24 аркуші формату А4 додатків; графічна частина – 10 аркушів формату А1

Мета роботи: дослідження та розроблення методів активного контролю устаткування для їх реалізації при обробленні групи деталей.

Для досягнення поставленої мети виконано завдання:

- проаналізовано особливості технологічного процесу оброблення заготовок на круглошліфувальних верстатах;
- розроблено технологію групової обробки деталей;
- розроблено схему роботи круглошліфувального верстата спільно з пристроєм активного контролю;
- розроблено конструкцію приладу активного контролю;
- розроблено конструкцію відліково-командного пристрою;
- розроблено рекомендації щодо роботи з приладом;
- виконано розрахунок та аналіз параметрів системи активного контролю;
- виконано техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень;
- розглянуто питання застосування систем автоматизованого проектування та безпеки життєдіяльності;
- оформлено графічну частину роботи.

Методи виконання роботи: економіко-статистичний, експериментальний, графічний, порівняльний, математичного моделювання; теоретико-емпіричний.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, РЕЖИМИ РІЗАННЯ, ЗАГОТОВКА, АКТИВНИЙ КОНТРОЛЬ, ПРИСТРІЙ, ВЕРСТАТ, ТЕОРІЯ АВТОМАТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ, СХЕМОТЕХНІКА

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	11
1.1 Сучасні досягнення в галузі технології, обладнання та оснащення при виготовленні подібних виробів	11
1.2 Огляд сучасних методів та засобів активного контролю.....	15
1.3 Висновки та постановка задач на дипломну роботу	33
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА.....	34
2.1 Аналіз параметрів системи активного контролю	34
2.1.1 Вихідна схема заданої САУ	34
2.2.3 Визначення передаточних функцій елементів САУ.....	36
2.1.4 Структура системи автоматичного управління.....	40
2.1.5 Визначення стійкості та аналіз системи автоматизованого управління	40
2.2 Аналіз і моделювання систем автоматичного управління за допомогою пакета MATLAB	47
3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	49
3.1 Службове призначення та загальна характеристика об'єкту виробництва	49
3.2 Вибір виду заготовки і його обґрунтування, проектування заготовки	49
3.3 Вибір технологічних баз	49
3.4 Розроблення групового технологічного процесу	51
3.5 Вибір обладнання та засобів технологічного оснащення	56
3.6 Вибір різального та вимірювального інструменту.....	57
3.7 Розрахунок режимів різання та технічне нормування розробленого технологічного процесу	58
4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	59
4.1 Розроблення конструкції пристрою активного контролю	59
4.1.1 Вибір базового варіанта засобів автоматизованого контролю	59
4.1.3 Розрахунок точності приладу активного контролю	63
4.2 Розроблення конструкції відліково-командного пристрою.....	65
4.2.1 Будова відліково-командного пристрою.....	65
4.2.2 Принцип дії відліково-командного пристрою	67

4.2.3	Опис роботи схеми електричної принципової.....	68
4.2.4	Вказівки заходів безпеки	72
4.3	Розроблення схеми роботи круглошліфувального верстата моделі 3A151 спільно з пристроєм активного контролю	76
4.5	Розрахунок захоплюючого пристрою промислового робота.....	84
5	СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	88
5.1	Структура САПР і склад основних компонентів.....	88
5.2	Вибір програмного забезпечення та технічних засобів для вирішення задач дипломної роботи.....	90
5.3	Розрахунок режимів обробки і норм виготовлення	91
5.4	Підготовка вихідної інформації.....	93
5.5	Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу	93
5.6	Аналіз технологічного процесу, отриманого з допомогою САПР ТП.....	95
6	ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	96
6.1	Організаційна підготовка автоматизованого виробництва (АВ).....	96
7	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	118
7.1	ОХОРОНА ПРАЦІ	118
7.1.1	Характеристика небезпечних зон обладнання і розроблення заходів безпеки	118
7.1.2	Заходи з механізації трудомістких робіт	120
7.1.3.	Розрахунок природного освітлення для дільниці.....	122
7.1.4	Аналіз умов праці на робочому місці оператора ЕОМ	128
7.1.5	Розробка і розрахунок місцевої вентиляції при абразивній обробці деталі. 131	
7.1.6	Навчання з питань охорони праці при прийнятті на роботу і в процесі роботи	132
7.2	БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	136
7.2.1	Визначення та причини виникнення надзвичайних ситуацій.....	136
7.2.2	Класифікація надзвичайних ситуацій	137
8	ЕКОЛОГІЯ.....	140
8.1	Сучасний екологічний стан України.....	140
8.2	Актуальність охорони навколишнього середовища.....	142

8.3 Формування екологічної культури машинобудівних підприємств в середовищі національної інноваційної системи.....	145
8.4 Екологічне ліцензування і природоохоронна діяльність у виробництві.....	147
8.5 Забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації дипломної роботи..	148
8.6 Заходи зі зменшення забруднення довкілля	149
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ.....	152
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	153

ВСТУП

Машинобудування є однією з найважливіших галузей виробництва, так як воно створює знаряддя праці й тим самим визначає темпи зростання і характер науково-технологічного процесу. Зараз наша країна перебуває в глибокій кризі. Це стосується і таких галузей машинобудування як верстатобудування, виробництво електронної техніки, приладобудування.

Основними завданнями, що стоять перед машинобудуванням, є підвищення технологічного рівня, якості і конкурентоспроможності продукції, що випускається на основі широкої автоматизації технологічних процесів, застосування автоматизованих верстатів і механізмів, уніфікованих модулів, роботизованих технологічних комплексів і обчислювальної техніки. Особлива увага звертається на дбайливе використання матеріальних ресурсів, створення економічних конструкцій машин і технологічних процесів, а також поліпшення техніко-експлуатаційних показників машин.

Вирішення цих задач можливо лише при впровадженні систем автоматичного регулювання й керування як окремими об'єктами й процесами, так і виробництвом, галуззю і усім народним господарством у цілому. Тому задача дослідження та розроблення методів і засобів автоматизації завжди була і залишається актуальною.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Сучасні досягнення в галузі технології, обладнання та оснащення при виготовленні подібних виробів

Розвиток технології машинобудування обумовлюється задачами, які ставлять перед машинобудівною промисловістю.

Ці задачі зводяться до вдосконалення технологічних процесів, вивчення нових методів виробництва, подальшого розвитку і введення механізації і автоматизації виробничих процесів на базі досягнень науки і техніки, які забезпечують найбільш високу продуктивність праці при належній якості і найменшій вартості продукції, що випускається.

Вали широко застосовуються в різних сферах промисловості і машинобудування. Основна функція валів – підтримка і передача обертання рухомих частин механізмів і пристроїв. Виготовлення валів становить значну частку в загальному обсязі продукції машинобудування, тому вивчення особливостей технології їх виготовлення має велике значення.

Типовий технологічний процес виготовлення валів із прокату включає в різному поєднанні такі операції:

- правку, обдирання та різання прокату;
- обробку центрових отворів;
- чорнове і чистове точіння;
- свердління і розточування центрального отвору;
- нарізання різей;
- фрезерування шліців, шпонкових пазів і лисок;
- нарізання зубів вал-шестерні;
- свердління радіальних отворів;
- термообробку;
- чорнове і чистове шліфування шийок, зубів, шліців та різей;
- викінчувальну обробку посадочних поверхонь: суперфінішування, притирання і полірування; контроль розмірів.

Основні операції при обробленні гладких і ступінчатих валів – це підрізання

торців, центрування, обточування на токарних верстатах, шліфування посадочних поверхонь, доводка (притирка, суперфінішування) точних шийок під підшипники, фрезерування шліців і шпонкових пазів.

Другорядні операції: свердління отворів для мащення, свердління і нарізання дрібних отворів, фрезерування лисок, скосів, зняття фасок, прорізання канавок і т.п.

Для порожнистих точних валів і шпинделів використовують додаткові операції: розточування центрального отвору і внутрішнє шліфування посадочних поверхонь.

Технологічний маршрут обробки і обладнання, що використовується в технологічному процесі, залежить від конфігурації, розмірів і шорсткості поверхонь валів, а також від програми випуску.

При виготовленні деталей даного типу застосовуються в сучасній технології як універсальні так і спеціальні верстати з концентрацією операцій на одному обладнанні. Таке обладнання застосовується в основному в крупносерійному і масовому виробництвах. Середньо серійне і дрібносерійне виробництва характеризуються застосуванням універсального обладнання і верстатів з ЧПК.

В умовах сучасного машинобудівного виробництва широко використовуються токарні патронно-центрові верстати з ЧПК середнього розміру мод. 16K20T1 і гама 16K20Ф3, оснащені револьверними інструментальними головками. Виробничий досвід експлуатації верстатів з ЧПК свідчить про те, що при обробці валів середньої складності підвищення продуктивності порівняно з токарно-гвинторізними верстатами з РУ становить 1,9...2,0 рази. Разом з тим вартість верстатів з ЧПК більша приблизно на порядок. Тому найважливішою умовою більш ефективного і широкого використання верстатів з ЧПК є подальше скорочення невідповідності між їх продуктивністю та вартістю. Враховуючи те, що непродуктивні витрати часу при обробці на токарних верстатах з ЧПК складають не більше 25...30% штучного часу, подальше скорочення допоміжного часу без одночасного скорочення основного часу не може дати бажаного ефекту. Як відомо, перспективним напрямком підвищення продуктивності обробки є паралельна концентрація технологічних переходів, яка практично не реалізується на токарних верстатах з ЧПК.

При виготовленні досить великих виробничих партій деталей на багаторізцевих і копіювально-багаторізцевих токарних напівавтоматах продуктивність обробки в значній мірі залежить від режимів різання, раціональної структури багаторізцевих наладок та ефективної стратегії обслуговування інструментів. Швидкість різання суттєво залежить від стійкості різального інструменту. Як показав аналіз виконаних раніше досліджень, стосовно багаторізцевої обробки при розрахунках швидкості різання доцільно використовувати стійкісну залежність, запропоновану проф. Клушиним М.І., яка враховує граничну стійкість інструменту. Для досягнення заданої точності обробки при вибраних глибині та швидкості різання необхідно призначати подачу в залежності від жорсткості технологічної системи.

Важливим фактором, що сприяє підвищенню продуктивності багатоінструментної обробки є правильна організація заміни інструментів, що затупилися. В результаті аналізу публікацій зроблено висновок, що вибір найвигіднішого способу заміни різців багатоінструментних наладок слід здійснювати з урахуванням ймовірнісного характеру стійкості інструментів та часу їх заміни.

Основним методом чистової обробки зовнішніх поверхонь обертання є шліфування, яке проводиться на круглошліфувальних і безцентрово-шліфувальних верстатах. Обробці шліфуванням, як правило, передують обробка лезовим інструментом.

За видом обробки поверхонь та інтенсивністю знімання припуску шліфування поділяють на обдирне і точне, яке в свою чергу може бути чорновим (попереднім), чистовим та тонким.

Обдирне шліфування часто використовують замість обробки заготовок різальним інструментом. Його застосовують для видалення із заготовок дефектного шару (завтовшки більше 1 мм на діаметр) після литва, кування, штампування, прокатування.

При обдирному шліфуванні швидкість шліфувального круга $V_k = 35\text{--}60$ м/с і більше. Точність обробки за 8-9 квалітетом, шорсткість обробленої поверхні $Ra\ 2,5\text{--}5,0$ мкм.

Попереднє шліфування виконують після токарної обробки, але перед

термічною обробкою заготовки. Швидкість круга при попередньому шліфуванні $V_k = 40\text{--}60$ м/с. Точність обробки за 6–9 квалітетом, шорсткість обробленої поверхні $Ra\ 1,2\text{--}2,5$ мкм.

Остаточне шліфування проводять після термічної обробки заготовки при $V_k = 35\text{--}40$ м/с. Точність обробки за 5-6 квалітетом; $Ra\ 0,2\text{--}1,2$ мкм.

Рідше застосовується тонке шліфування, яке забезпечує обробку за 5-м квалітетом точності і призначене для забезпечення малої шорсткості поверхні ($Ra\ 0,025\text{--}0,1$ мкм). При тонкому шліфуванні припуск на діаметр становить $0,05\text{--}0,1$ мм.

У індивідуальному виробництві шліфування виконують зазвичай за одну операцію, в серійному і масовому – за одну, дві і більше операцій (залежно від величини припуску, вимог до точності та якості поверхні).

При шліфуванні у якості технологічних баз використовують центрові отвори або зовнішні циліндричні поверхні.

Деталі, які обробляють шліфуванням, можуть встановлюватись в центрах шліфувальних верстатів, цангах, патронах і спеціальних пристосуваннях.

Швидкість обертання деталі при шліфуванні залежить від її діаметра і знаходиться в межах $10\text{--}50$ м/хв. Швидкість обертання круга залежить від якості (міцності) круга.

Для зовнішнього шліфування застосовують центрові і безцентрові круглошліфувальні верстати.

В результаті аналізу вітчизняних та зарубіжних досліджень, присвячених оптимізації процесів токарної обробки валів в умовах серійного виробництва, яке відзначається широкою номенклатурою деталей та великим розкидом розмірів виробничих програм, а також багатоваріантністю технологічних процесів, встановлено, що основним фактором підвищення ефективності токарної обробки валів є вибір оптимального варіанту технологічного процесу з урахуванням конструктивно-технологічних характеристик оброблюваних деталей, величини виробничої програми та оптимального рівня концентрації технологічних переходів на токарних операціях.

1.2 Огляд сучасних методів та засобів активного контролю

На сучасному етапі розвитку машинобудівного виробництва дуже важливим є застосування контролю не лише як засобу розділення вже готової продукції на придатну і браковану. Контроль також повинен забезпечувати керування автоматично або за допомогою людини-оператора металорізальним обладнанням з метою одержання розміру в заданому допуску, попередження і виключення браку, а також встановлення оптимальних режимів оброблення, які забезпечують високу продуктивність виробничих процесів, якість, довговічність та надійність продукції.

Одним з найбільш прогресивних методів контролю є активний контроль. Застосування засобів активного контролю робить можливим багатостатне обслуговування і комплексну автоматизацію технологічних процесів механічного оброблення. Найбільшого поширення ці засоби набули на верстатах шліфувальної групи, де необхідно забезпечити високу точність оброблення при відносно низькій розмірній стійкості різального інструменту. Останнім часом активний контроль все частіше використовують на токарних, фрезерних і фрезерно-свердлильно-розточних верстатах з ЧПК.

Задача засобів активного контролю полягає у видачі інформації про розмір деталі, яка обробляється або яка тільки що оброблена. Ця інформація використовується оператором або засобами автоматики для управління верстатом з метою отримання необхідного розміру, що й дало назву таким засобам контролю, оскільки з їх допомогою здійснюється оперативне управління ходом технологічного процесу. При цьому результати вимірювання розміру деталі, яка обробляється, активно використовують для забезпечення цього розміру в заданих межах і попереджують брак.

Засоби активного контролю прийнято поділяти на дві основні групи: засоби активного контролю в процесі обробки і засоби активного контролю після обробки. У кожній групі можуть бути як візуальні, так і автоматичні засоби активного контролю.

Найширше застосування засоби активного контролю отримали на верстатах шліфувальної групи внаслідок високої точності обробки і відносно малої розмірної стійкості різального інструменту. На верстатах інших груп – токарних,

фрезерувальних, свердлильних, розточувальних – засоби активного контролю використовують в окремих випадках, причому для кожного випадку розробляють спеціальні засоби. Використання засобів активного контролю тим ефективніше, чим вища точність обробки і масовість виробництва, чим менша розмірна стійкість інструмента і стабільність системи ВПД (температурних і силових деформацій).

Засоби активного контролю фіксують зміну контрольованих розмірів деталей безпосередньо в процесі обробки, видають сигнали про досягнення заданого розміру при обробці або про досягнення заданого положення виконавчих механізмів верстата (наприклад, бабки з шліфувальним кругом), або різального інструмента (наприклад, шліфувального круга). При цьому виключена необхідність в зупинці верстата, тобто час контролю суміщений з часом обробки. У засобах активного контролю відпрацьовуються відповідні сигнали (команди), які керують механізмами металорізального верстата у відповідь на зміну ходу технологічного процесу, циклу роботи або на зупинку верстата, налагодження верстата або розбраковують заготовки перед їх обробкою.

Так як вимірювання розмірів деталей здійснюється засобами активного контролю безпосередньо в процесі обробки, то вони дозволяють управляти ходом і точністю всього технологічного процесу. Це досягається наявністю відповідних засобів зв'язку, які дозволяють відслідковувати положення виконавчих механізмів верстата, попереджуючи появу браку. Ці засоби контролю належать до автоматичних. Але знаходять застосування засоби активного контролю і з індикаторами та іншими вимірювальними приладами.

Більшість існуючих засобів активного контролю вступають в дію (спрацьовують) при узгодженні біжучого значення контрольованого параметра з його заданим значенням, тобто мають дискретну характеристику. Але системи активного контролю можуть мати і неперервну характеристику. Системи плавного регулювання розмірів, у принципі, є більш точними порівняно з системами дискретного регулювання. Але переваги цих систем не завжди можуть проявитися повною мірою в умовах дискретності самих технологічних процесів.

Дискретність технологічних процесів характеризується тим, що обробляються окремі деталі, в результаті чого вихідні параметри систем регулювання можуть приймати тільки фіксовані, дискретні значення. Дискретність

технологічних процесів зумовлена також порогамі чутливості. Внаслідок особливостей дискретних методів активного контролю розмірів сумарні похибки, які виникають при їх використанні, зумовлені в основному некомпенсованими технологічними похибками. Розміри при обробці можна забезпечувати не тільки з допомогою регулювання, а й за допомогою управління розмірами. На відміну від систем регулювання, системи управління не мають розмірних зворотних зв'язків, тобто є розімкнутими. Задача управління, зокрема програмного, включає в себе питання, пов'язані з реалізацією певної дії вхідних параметрів систем на вихідні.

При розробці систем управління металорізальними верстатами на перший план висуваються енергетичні, силові і динамічні характеристики об'єктів, якими управляють. Разом з тим при управлінні розмірами потрібно розв'язувати і досить складні задачі точності. Системи автоматичного регулювання і управління відносяться до систем активного контролю.

На рис. 1.1 наведена схема регулювання і управління. Для систем автоматичного регулювання характерна наявність зворотного зв'язку, для систем управління – наявність прямого зв'язку. Таким чином, системи регулювання є замкнутими, а системи управління – розімкнутими.

Системи активного контролю можна розглядати як різновид кібернетичних систем. До кібернетичних систем, у широкому значенні цього поняття, відносяться системи, які здійснюють розв'язок будь-яких задач за заданою програмою. При використанні систем активного контролю розмірів програма задається вимірювальним пристроєм, наперед налагодженим на заданий розмір за зразковою (еталонною) деталлю.

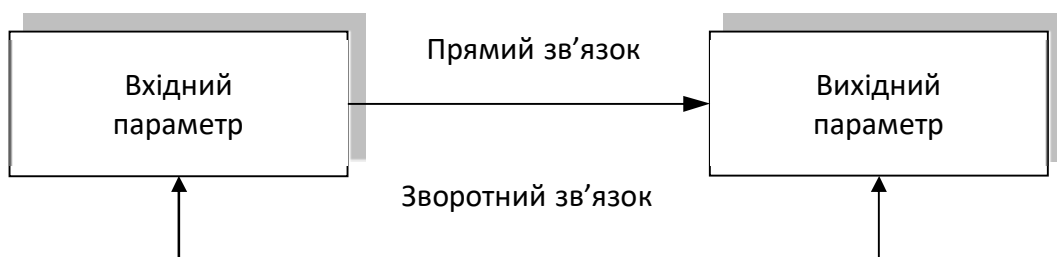


Рисунок 1.1 – Схема автоматичного регулювання і управління

Засоби активного контролю виконують всю сукупність операцій, які

необхідні для порівняння дійсного розміру оброблюваної деталі із наперед заданим, і залежносте від результатів цього порівняння здійснюють управління технологічним процесом.

Незалежно від технологічного обладнання засоби активного контролю в загальному вигляді будуються за єдиною принциповою схемою (рис. 1.2), яка складається із окремих вузлів, призначених для виконання певних задач. Передусім, це вимірювальна оснастка 1, яка включає необхідні механізми у вигляді скоб, призм, важільних механізмів тощо, рухомі елементи яких сприймають зміни контрольованого розміру і перетворюють їх у зручні для подальших вимірювань переміщення однієї чи декількох своїх ланок. Ці перетворення, як правило, виконуються без всякого підсилення, а в деяких випадках навіть зі зниженням чутливості. До вимірювальної оснастки відносяться також механізми відводу та підводу щупових засобів на позицію контролю і механізми зв'язку цих засобів, із верстатом. Основна задача цих механізмів – максимально знизити вплив на результати вимірювання випадкових переміщень контрольованої деталі відносно вузлів верстата, які спричиненні силами різання і тертя та тепловими деформаціями.

З метою отримання інформації про стан вимірюваного параметра у вигляді показань на шкалі, малі переміщення ланок вимірювальної оснастки перетворюються в значні переміщення покажчика (стрілки) відносно шкали, яка проградуєвана в прийнятих одиницях вимірювання. Цю функцію виконує вимірювальний прилад 2.

Автоматичне управління технологічним процесом здійснюється з допомогою дискретних сигналів (команд), які подаються засобом контролю при досягненні контрольованим розміром певної наперед заданої величини. Для цього, як правило, вимірювальний сигнал перетворюють в сигнал електричний, так як електрична енергія є найбільш універсальною і зручною для управління виконавчими механізмами технологічного обладнання. Цю задачу виконує командоапарат-перетворювач 3. Реалізація команди приладу на верстатах здійснюється шляхом комутації достатньо потужних електричних кіл верстата, які приводять в дію його виконавчі механізми. Тому електричний сигнал – команда приладу підсилюється спеціальним підсилювачем, а комутація зовнішніх вихідних електричних кіл

здійснюється з допомогою електромагнітних реле. Все це разом утворює блок 4 підсилювача командних сигналів. Блок сигналізації 5 служить для інформації про те, що команда видана.

Крім того, засіб активного контролю повинен мати джерело, а в деяких випадках – два джерела живлення (наприклад, пневматичні прилади). Тому для підтримки необхідних параметрів при вимірюваннях використовують блоки живлення 6. Розглянута повна принципова схема побудови засобів активного контролю дає можливість розв’язувати всю сукупність поставлених задач.

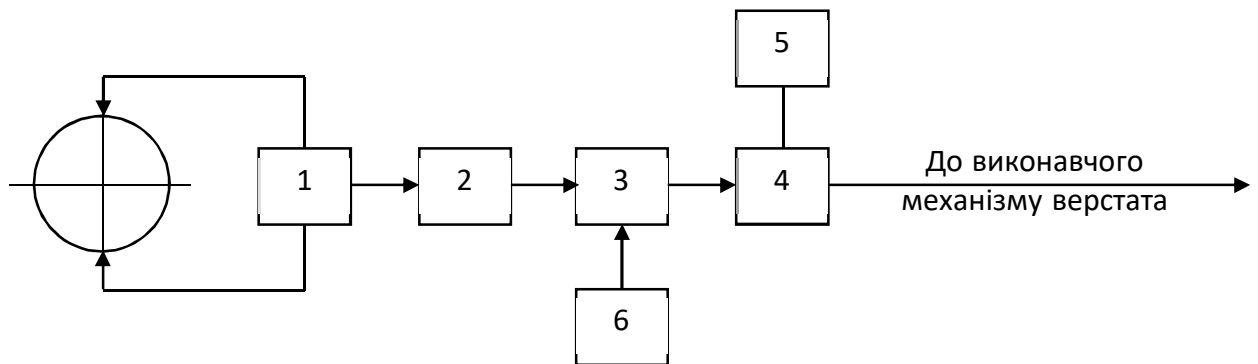


Рисунок 1.2 – Принципова схема активного контролю

В якості вимірювальних приладів у засобах активного контролю використовують механічні, електричні, пневматичні, індуктивні та радіоізотопні прилади. Вибір того чи іншого приладу залежить від задач, які повинні розв’язуватися засобом активного контролю, а також від технологічного обладнання, на якому будуть оброблятися деталі. Тому економічно вигідним, універсальним і зручним принципом побудови засобів активного контролю є їх побудова з окремих самостійних вузлів.

Розглянемо принципові схеми побудови засобів активного контролю в залежності від типу давачів відбору первинної інформації, тобто від типу конструкції вимірювальних перетворювачів.

На рис. 1.3 наведена схема вимірювального засобу з механічним приладом, який призначений тільки для видачі інформації про стан розміру оброблюваної деталі у вигляді показів на шкалі приладу. Механічний шкальний прилад 2 жорстко з’єднаний з вимірювальною оснасткою 1. Управління технологічним процесом

здійснюється вручну за результатами показів приладу.

Схема вимірювального приладу з електроконтактним перетворювачем первинної інформації наведена на рис. 1.4. Підсилювач керуючих сигналів, блок живлення і блок сигналізації можуть бути виконані як у вигляді окремих блоків, так і в одному корпусі, який об'єднує ці три блоки. Недоліками побудови активного контролю за такою схемою є його громіздкість і відносна складність конструкції вимірювальної оснастки та давачі, які дуже чутливі до вібрацій і вимагають встановлення демпферів. Крім того, жорсткий зв'язок давача з вимірювальною оснасткою може знаходитися в зоні обробки деталі, що вимагає надійної герметизації.

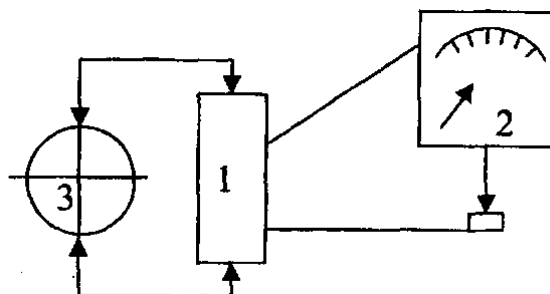


Рисунок 1.3 – Схема вимірювального засобу з механічним приладом:

1 – вимірювальна оснастка; 2 – універсальний механічний шкальний прилад; 3 – вимірювана деталь

Схема вимірювального приладу з електроконтактним перетворювачем первинної інформації наведена на рис. 1.4. Підсилювач керуючих сигналів, блок живлення і блок сигналізації можуть бути виконані як у вигляді окремих блоків, так і в одному корпусі, який об'єднує ці три блоки. Недоліками побудови активного контролю за такою схемою є його громіздкість і відносна складність конструкції вимірювальної оснастки та давачі, які дуже чутливі до вібрацій і вимагають встановлення демпферів. Крім того, жорсткий зв'язок давача з вимірювальною оснасткою може знаходитися в зоні обробки деталі, що вимагає надійної герметизації.

Вимірювальний прилад з пневматичним давачем (рис. 1.5) має високу точність і дозволяє здійснювати безконтактні вимірювання і, що особливо важливо,

може бути змонтований з нормалізованих блоків серійного виробництва. Така схема побудови активного контролю включає і керуючий блок у вигляді електроконтактного давача. Блок живлення стисненим повітрям складається із стабілізатора тиску і фільтра для очищення повітря, які можуть бути як у вигляді окремих вузлів, так і у вигляді об'єднаного блоку фільтра із стабілізатором. Пневматичні прилади дозволяють створювати найбільш просту і малогабаритну вимірювальну оснастку, що дуже важливо при вимірюваннях у відносно важкодоступних місцях. Крім цього такі прилади не чутливі до вібрацій і не вимагають спеціальної герметизації.

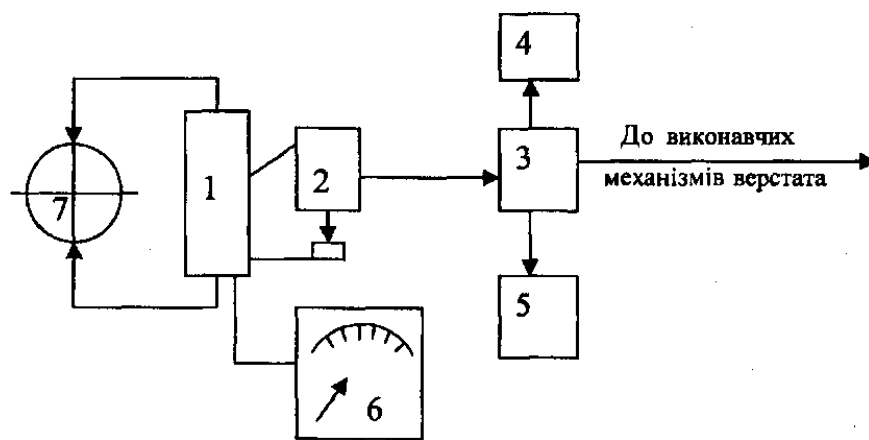


Рисунок 1.4 – Схема вимірювального приладу з електроконтактним давачем:
 1 – вимірювальна оснастка; 2 – електроконтактний давач; 3 – блок підсилювача сигналів керування; 4 – блок сигналізації; 5 – блок живлення; 6 – механічний шкальний прилад; 7 – вимірювана деталь

Вимірювальний прилад з пневматичним давачем (рис. 1.5) має високу точність і дозволяє здійснювати безконтактні вимірювання і, що особливо важливо, може бути змонтований з нормалізованих блоків серійного виробництва. Така схема побудови активного контролю включає і керуючий блок у вигляді електроконтактного давача. Блок живлення стисненим повітрям складається із стабілізатора тиску і фільтра для очищення повітря, які можуть бути як у вигляді окремих вузлів, так і у вигляді об'єднаного блоку фільтра із стабілізатором. Пневматичні прилади дозволяють створювати найбільш просту і малогабаритну вимірювальну оснастку, що дуже важливо при вимірюваннях у відносно

важкодоступних місцях. Крім цього такі прилади не чутливі до вібрацій і не вимагають спеціальної герметизації.

На рис. 1.6 наведена схема вимірювального засобу з індуктивним давачем, що виготовляється у вигляді єдиного приладу вузького призначення, схема якого включає всі розглянуті у вищенаведених схемах блоки.

Такий прилад має високу точність, менш чутливий до вібрацій і габаритні розміри вимірювальної оснастки з індуктивним давачем значно менші порівняно з електроконтактним.

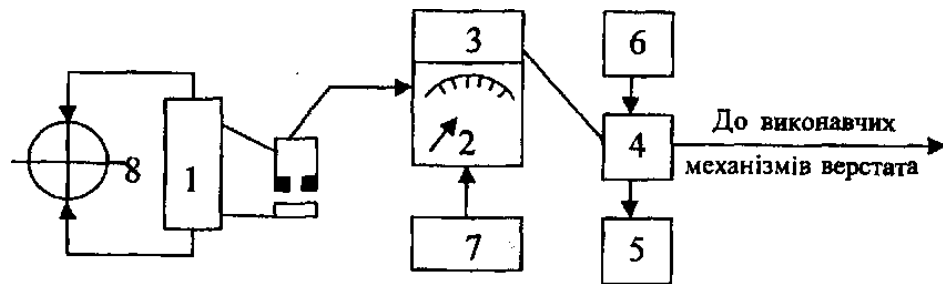


Рисунок 1.5 – Схема вимірювального приладу з пневматичним давачем

Вимірювальні засоби з радіоактивними давачами (рис. 1.7) надійно працюють у важких умовах (запиленість, вологість, високі температури, агресивне середовище, вібрації) і широко використовуються для активного контролю в прокатному, ливарному і ковальсько-пресовому обладнанні.

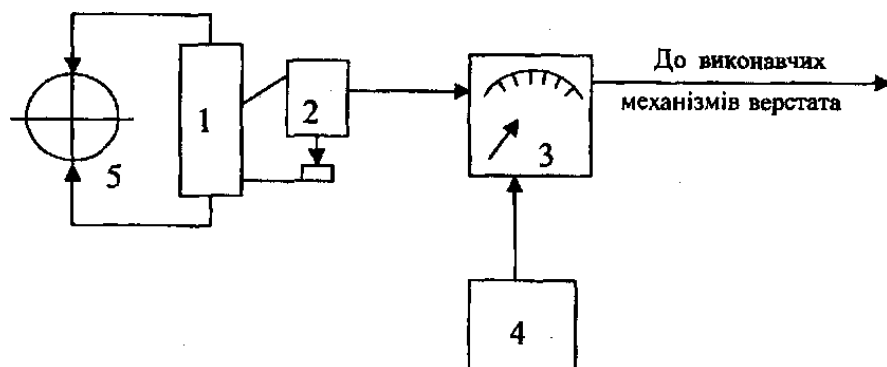


Рисунок 1.6 – Схема вимірювального приладу з індуктивним давачем:
 1 – вимірювальна оснастка; 2 – індуктивний давач; 3 – показуючий прилад;
 4 – блок живлення; 5 – вимірювана деталь

Для побудови засобів, які призначені для виконання блокувальних операцій (визначення наявності деталі, підрахунку деталей, що переміщуються на конвеєрі, блокування пресів при одночасній подачі двох заготовок замість однієї та ін.), промисловість виготовляє всі необхідні універсальні елементи – блоки. У цих засобах, як правило, відсутні шкали, але є світлова сигналізація про стан керуючого блоку. При використанні таких блоків можуть бути побудовані засоби для контролю рівня рідини, твердих або сипких матеріалів у закритих посудинах тощо.

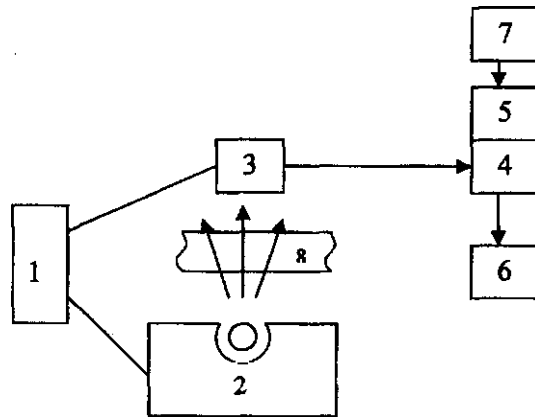


Рисунок 1.7 – Схема вимірювального приладу з радіоактивним давачем:

- 1 – вимірювальна оснастка; 2 – джерело випромінювання;
- 3 – приймач випромінювання; 4 – радіоактивний прилад;
- 5 – блок керування; 6 – блок сигналізації; 7 – блок живлення
- 8 – вимірювана деталь

Для активного контролю товщини прокату виготовляються універсальні товщиноміри, які забезпечують достатньо високу точність контролю. Найбільше розповсюдження у виробництві отримали засоби активного контролю, які ґрунтуються на прямих методах вимірювання і забезпечують більш високу точність, ніж опосередковані. На їх роботу менше впливає жорсткість технологічної системи та інші фактори. На рис. 1.8, а показана схема приладу для контролю деталей 1 перед їх обробкою для попередження пошкодження різального інструмента 4 або механізму верстата 5.

Непридатні заготовки відбраковують з даного механізму 3, що керується давачем 2, а придатні поступають на обробку. На пристрої для автоматичного

контролю розмірів деталей б після їх обробки (рис. 1.8, б) з допомогою приладу, оснащеного давачем 7, перевіряють розміри кожної обробленої деталі. Прилад виконує такі важливі функції, як сортування придатних деталей на розмірні групи, відбракування непридатних деталей, виключення верстата після виявлення непридатних деталей, підналагодження верстата. Післяопераційний активний контроль проводять для більшості операцій механічної обробки, які виконуються на токарних, розточувальних, зубонарізних та інших верстатах. У механічних цехах отримали розповсюдження автоматичні самопідналагоджувані засоби активного контролю, які поєднують два контрольних пристрої: один з них забезпечує автоматичний контроль у процесі обробки, а другий – здійснює повторне вимірювання готових деталей, тобто перевіряє роботу першого пристрою. В необхідних випадках другий пристрій автоматично підналагоджує перші контрольні прилади.

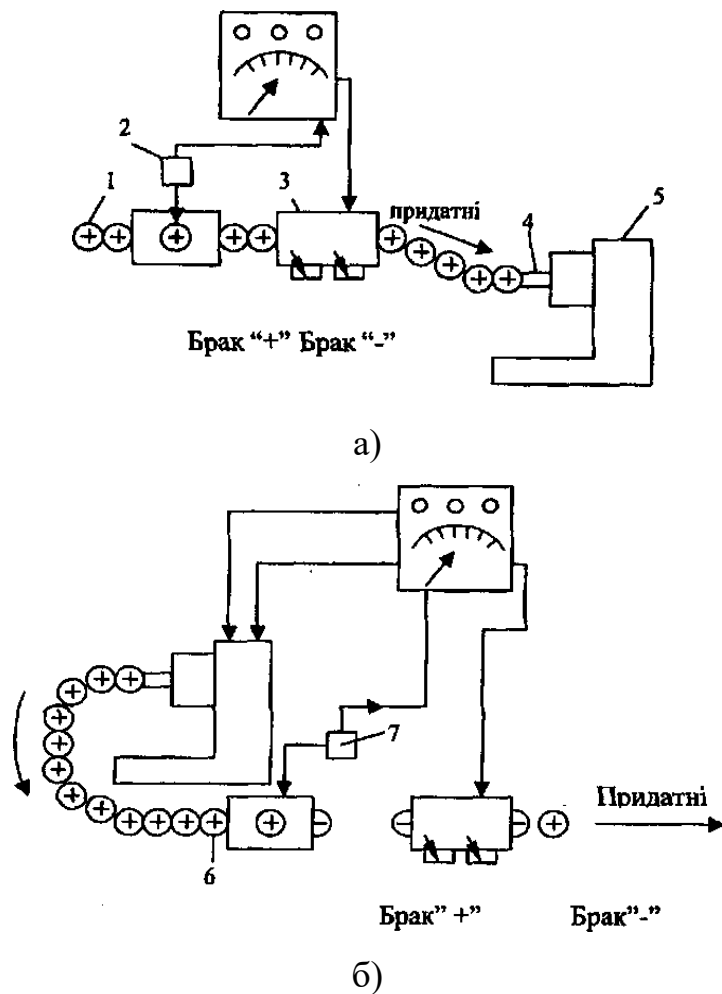


Рисунок 1.8 – Види засобів активного контролю

Засоби активного контролю при спряженій обробці деталей. Виготовлення спряжень з допуском на зазор або натяг в декілька мікрометрів при забезпеченні повної взаємозамінності економічно дорого, так як виготовлення деталей з допуском 1–2 мкм є досить складним технічним завданням. Для отримання таких спряжень в основному використовують індивідуальне припасування спряженої пари, а в масовому виробництві – селективне складання. Індивідуальне припасування є трудомісткою і дорогою операцією, а селективне складання спричинює також певні труднощі, особливо при невеликій програмі випуску деталей. З названих причин краще застосовувати спосіб спряженої обробки, при якому поверхня спряження однієї з деталей, частіше отвір втулки, виготовляється з порівняно широким, економічно вигідним допуском, а потім до кожної із втулок автоматично за допомогою приладу при обробці на верстаті припасовують вал. Діаметр вала повинен бути таким, щоб при складанні з парною втулкою забезпечувався необхідний зазор або натяг.

Прилади активного контролю для спряженої обробки будують таким чином, щоб їх показання або команди керування для виконавчих механізмів верстата залежали тільки від різниці розмірів спряжених деталей, тобто $\Delta = D_1 - D_2$, тут D_1 – розмір охоплюючої поверхні; D_2 – розмір охоплюваної поверхні. Виконання такої вимоги може бути досягнуто з допомогою різних методів вимірювання. Але найбільш просто цю задачу можна розв'язати за допомогою пневматичних приладів. На рис. 1.9 наведена принципова схема такого приладу активного контролю для спряженого шліфування, побудованого за недиференціальною схемою вимірювання.

На вимірювальну позицію I встановлюється втулка з начисто обробленим отвором D_1 . Втулка на позиції вимірювання центрується по пробці 2, у вирізах якої переміщуються штоки 1 і 3, які підвішені на плоских пружинах 4 і 6 і несуть вимірювальне сопло 9 та плоску заглушку 8. Підвіска штоків на пружних паралелограмах забезпечує їх переміщення тільки по лінії вимірювання. Підсумовування переміщень штоків 1 і 3 здійснюється елементом сопло – затулка, що дає можливість виключити похибки базування деталі по лінії вимірювання. Вимірювальне зусилля створюється пружинами 5 і 7.

Позиція II – це двоконтактна скоба, встановлена на столі шліфувального

верстата. З допомогою гідроциліндра 11, скоба підводиться до деталі, і вимірювальні твердосплавні наконечники 15 і 16 охоплюють деталь у діаметральній площині. Незмінність цього розташування забезпечується упором 12. Конструкція скоби аналогічна конструкції вимірювального пристрою для контролю отвору втулки, тільки виконано інше кріплення вимірювального сопла 14 і затулки 13, так що при збільшенні діаметра вала зазор Z_2 збільшується, в той час, як при контролі отвору зазор Z , зменшується при збільшенні отвору. Вимірювальна скоба контролює діаметр D_2 оброблюваного вала, який припасовується до втулки D_1 .

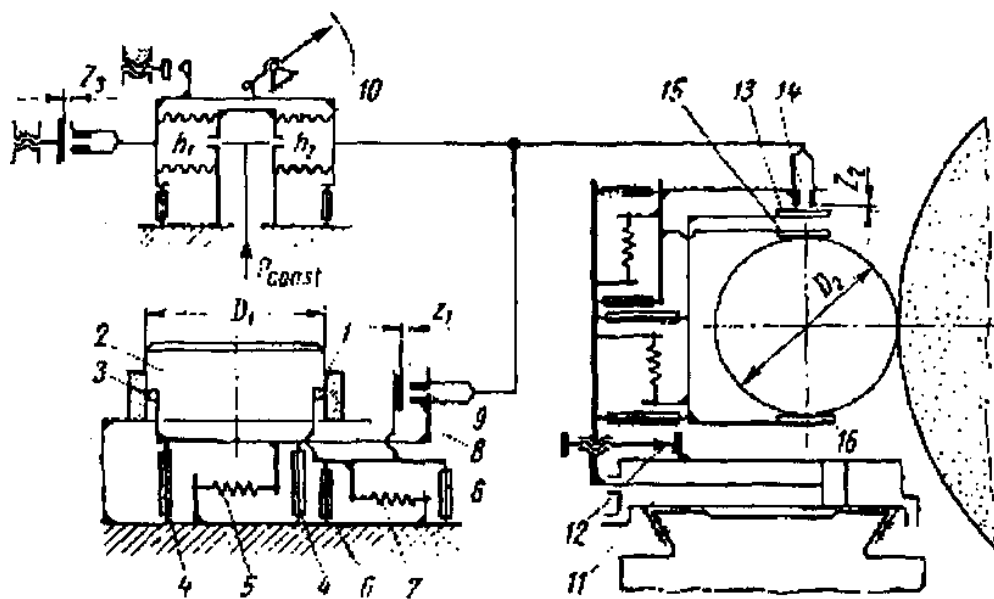


Рисунок 1.9 – Пневматична вимірювальна система при спряженому шліфуванні

Тиск у правій панелі пневматичного диференціального приладу w залежить від суми $Z_1 + Z_2$. Тиск у лівій панелі встановлюється залежно від величини зазору Z_3 у вузлі протитиску, який служить для налагодження приладу по шкалі і для видачі команди на верстат при досягненні валом розміру, який забезпечує в спряженні із втулкою заданий зазор або натяг. Якщо обробку вала прийняти при одному і тому самому показанні приладу, що відповідає $Z_1 + Z_2 = \text{const}$ і постійності вимірюваного тиску у правому сильфоні, то незалежно від розміру отвору втулки (в допустимих межах) буде виконуватися умова: $\Delta = D_1 - D_2 = \text{const}$. Ця умова забезпечується відповідною побудовою вимірювальних приладів для контролю вала і втулки.

Припустимо, що прилад налагоджений по зразковій втулці і зразковому валу, які в спряженні дають заданий зазор $Z_1 + Z_2 = C$. Також припустимо, що наступна втулка має розмір більший від взірцевої на a мм. Тоді зазор Z_x зменшиться також на a мм, так як обробка вала припиняється при $Z_1 + Z_2 = C$, а ця умова буде виконана при збільшенні Z_2 на a мм, тобто, коли оброблюваний вал буде більшим від взірцевого на a мм. Таким чином, незалежно від зміни розміру втулки величина зазору в спряженні залишилася незмінною. Всі ці міркування будуть справедливими лише в тому випадку, коли зазори в соплах 9 і 14 у процесі роботи приладу будуть змінюватися в межах прямолінійних ділянок витратних характеристик, тобто $Z_{\min} < Z_1 < Z_{\max}$ і $Z_{\min} < Z_2 < Z_{\max}$; тут Z_{\min} , Z_{\max} – зазори, які відповідають межах прямолінійної ділянки витратної характеристики сопел. Слід зазначити, що при безконтактному контролі як втулки, так і вала прилад може бути побудований тільки за недиференціальною схемою вимірювання.

Засоби активного контролю деталей великих розмірів. При розробці засобів активного контролю великих розмірів особливу увагу слід приділяти компенсації різниці температурних деформацій контрольованої деталі і вимірювальних пристроїв. При автоматичному контролі великих розмірів часто використовують опосередковані методи контролю, так як використання звичайних пристроїв у вигляді двоконтактних чи триконтактних скоб пов'язано із громіздкістю конструкцій та їх великою вагою, а отже, значними силовими і температурними деформаціями, компенсація яких є складна технічна задача. Причиною температурних деформацій є різниця температури оброблюваної деталі і вимірювальної скоби. Використання приладів з автоматичною компенсацією температурних похибок істотно підвищує точність технологічного процесу обробки деталей великих розмірів.

На рис. 1.10 наведена принципова схема приладу, вимірювальний пристрій якого здійснює опосередковані вимірювання діаметра вала по лінії, перпендикулярній до бісектриси кута між опорними поверхнями призми 3. Чутливість такої схеми до овальності, гранування практично близька до чутливості при вимірюванні діаметра вала. Дана схема забезпечує високу точність вимірювання і дозволяє здійснювати контроль деталей, що мають відхилення від правильної геометричної форми.

Призми 3 (див. рис. 1.10) під дією власної ваги, завдяки шарнірам 1 і 2, самовстановлюються на поверхні деталі. Така підвіска вимірювального пристрою виключає похибки вимірювання, спричинені переміщеннями деталі (биття, силові відтиски, вібрацію) в процесі її обробки і контролю.

Вимірювання здійснюється за допомогою безконтактного пневматичного перетворювача, виконаного у вигляді ежекторного сопла 4 і 5. Вимірна камера ежектора з'єднана з вимірювальною магістраллю пневматичного компенсаційного приладу 6. Вимірювальний пристрій фіксується в неробочому положенні кульковим фіксатором 7.

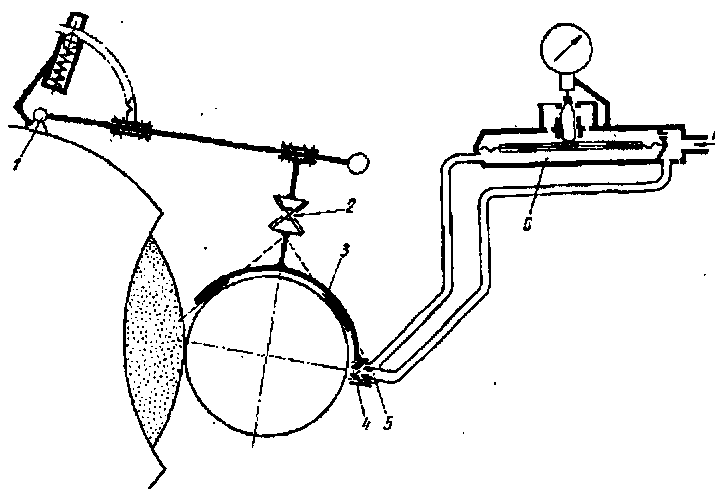


Рисунок 1.10 – Принципова схема приладу з безконтактним давачем для непрямого вимірювання діаметра по перпендикуляру до бісектриси кута призми

Використовуючи рівняння аналітичної геометрії, відповідно до рис. 1.11 можна отримати залежності, що характеризують передатні відношення K розглянутого пристрою з призмами. З метою спрощення аналізу приймемо, що контрольована деталь має форму еліпса, причому різниця його осей рівна овальності деталей, а мала вісь – діаметру вимірюваного вала:

$$2b - 2a = d; \quad (1.1)$$

$$2a = D. \quad (1.2)$$

Для пристрою, коли вимірювання здійснюють по перпендикуляру до

бісектриси кута призми, отримаємо:

$$D = 1/2; \quad (1.3)$$

$$K_{\Delta d} = \left(1 + \frac{1}{8} \cdot \sin^2 \alpha\right) / 2; \quad (1.4)$$

$$K_{\Delta d} / K_D = (1 + \sin^2 \alpha) / 8.$$

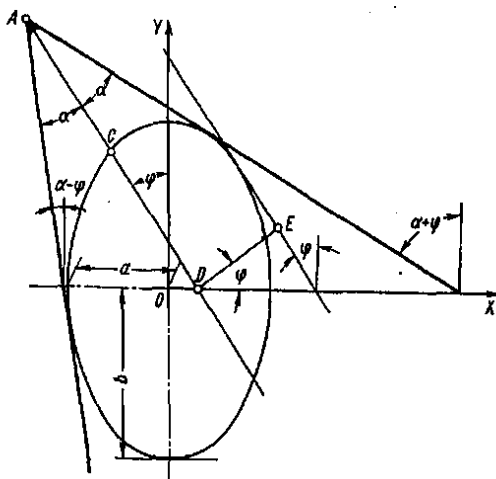


Рисунок 1.11 – Схема розрахунку передатних відношень

Контроль діаметрів великих розмірів. Для контролю діаметрів великих розмірів у процесі їх точіння або шліфування використовують метод обкатування. Цей метод полягає в тому, що до контрольованої деталі притискають ролик певного діаметра і за співвідношенням кутових швидкостей деталі і ролика або за співвідношенням кутів повороту деталі і ролика оцінюють розмір контрольованої деталі.

Прилади для вимірювання співвідношення кутів повороту деталі і ролика більш універсальні і менш складні. Такі прилади ґрунтуються на тому, що при котінні вимірювального ролика по поверхні контрольованої деталі ковзання відсутнє, і довжина шляху, описаного деякою крапкою на поверхні контакту деталі і диска, однакова:

$$\pi DN = \pi nD; \quad D = (dn)/N, \quad (1.5)$$

де D – вимірюваний діаметр;

N – число обертів деталі за час вимірювання;

d – діаметр вимірювального ролика;

n – число обертів ролика за час вимірювання.

Діаметр ролика відомий, кількість обертів деталі регламентується режимами обробки, а кількість обертів ролика може бути зареєстровано лічильником.

Для того, щоб відлік розміру здійснювався в загальноприйнятій десятиричній системі, величину d/N вибирають рівну 10 або 100.

Найбільш продуктивним вимірювання буде при кількості обертів деталі $N = 1$. Тоді, якщо прийняти величину відліку розміру діаметра 0.1 мм, то лічильник повинен забезпечити реєстрацію 0.001 оберту диска (при діаметрі диска 100 мм. Для реалізації відліку в 0.01 мм необхідно забезпечити реєстрацію 0.0001 оберту, що спричинює значне ускладнення конструкції приладу. Тому вимірювання інколи здійснюють не за один оберт деталі, а за 10 обертів.

На рис. 1.12 наведена принципова схема приладу для контролю великих діаметрів у процесі їх обробки. Вимірювальний диск 2 ($d = 100$ мм) притискається до поверхні контрольованої деталі 1 із зусиллям 80-100 Н.

Від диска обертання, через зубчасту передачу 3 (10:1), передається на імпульсний диск 5, в якому виконано 100 радіальних щілин. При обертанні диска лампа 6 періодично освітлює через ці щілини і шпаруваті діафрагми напівпровідниковий фотоелемент 4, електричні імпульси якого підсилюються фотокаскадом 7 і подаються в блок 8 для формування імпульсів і далі на електронний лічильник 9. Для відокремлення серії імпульсів, що відповідає одному оберту, служить управляючий блок, що складається із освітлювача 10, напівпровідникового фотоелемента 12, підсилювача імпульсів 13 і тригерного блока 14. Керуючий блок відкриває і закриває вхід формуючого блока 8 при подачі імпульсів через дзеркало 11, яке встановлене на приводі руху контрольованої деталі. Імпульси після формування передаються безпосередньо на лічильник 9, кількість імпульсів за один оберт деталі відповідає її діаметру в десятих частках міліметра.

Основними похибками методу вимірювання є:

Δ_i – похибка, спричинена незбігом початку і кінця відліку в момент

відкривання і закривання формуючого блока і дискретністю імпульсів:

$$\Delta = \pm i; \quad (1.6)$$

тут i – ціна поділки одного імпульсу;

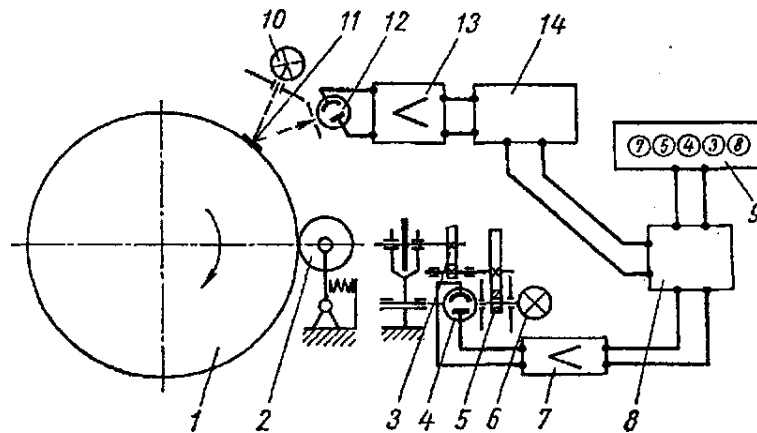


Рисунок 1.12 – Принципова схема приладу для вимірювання великих діаметрів

Δ_2 – температурна похибка, яка залежить від різниці коефіцієнтів лінійного розширення матеріалів вимірюваної деталі (α_1 і диска α_2 та відхилення їх температури від нормальної:

$$\Delta_2 = \pm [\alpha_1 (t_D - 20) - \alpha_2 (t_d - 20)] D; \quad (1.7)$$

Δ_4 – похибка, яка виникає внаслідок непаралельності осей диска і вимірюваної деталі:

$$\Delta_4 = - (1 - \text{Cos}\alpha) D; \quad (1.8)$$

де α – кут перехрещування осей деталі і диска;

Δ_5 – похибка, що виникає внаслідок неточності атестації діаметра диска:

$$\Delta_5 = \pm \Delta_a D/d, \quad (1.9)$$

де Δ_a – похибка атестації;

Δ_6 – похибка, яка спричинюється неточністю імпульсного диска:

$$\Delta_6 = \pm \Delta t i / t, \quad (1.10)$$

де Δt – лінійна похибка кроку щілин;

t – крок щілин диска;

i – ціна поділки одного імпульсу.

Застосування методу обкатування дозволяє здійснювати активний контроль деталей діаметром до 10000 мм і забезпечувати їх точність до $h8$, $h9$.

Сучасні тенденції в створенні засобів активного контролю полягають в автоматичному управлінні верстатами, так як в промисловості значно виріс парк автоматичних та автоматизованих верстатів. Усі верстати, які проектуються, в яких передбачено застосування засобів активного контролю, розраховані на автоматичний зв'язок з цими засобами і на управління з допомогою команд, які отримують від них.

Широкого застосування останнім часом в засобах активного контролю набув електронний принцип вимірювань. Цьому сприяє швидкодія, можливість перетворення сигналу в потрібну та зручну форму, добре розвинена елементна база для створення приладів, а також наявність стандартизованих вторинних пристроїв проміжних перетворень і отримання відліку, сигналу і команд в потрібній формі.

Електронний принцип вимірювання дозволив розширити сферу застосування засобів активного контролю на сучасні методи оброблення та металорізальні верстати. Електронні прилади активного контролю використовують на верстатах для швидкісного та силового шліфування, де час оброблення становить декілька секунд. Такі прилади дозволяють виконати «слідкуючу» подачу різального інструменту, підтримуючи величину реальної подачі в заданих межах на верстатах, де це не вдається здійснити через недостатню жорсткість системи ВПД або інших причин з допомогою звичайних механізмів подачі.

1.3 Висновки та постановка задач на дипломну роботу

В багатьох випадках трудомісткість неавтоматизованих контрольних операцій значно перевищує трудомісткість безпосередньо робочих операцій. Внаслідок цього неавтоматизований контроль результатів оброблення виробів зазвичай утрудняє своєчасне попередження браку, не дозволяє вчасно здійснювати підналагодження верстатів і часто приводить до одержання великих партій некондиційної продукції.

Всі ці обставини призвели до того, що останнім часом в машинобудівній промисловості все інтенсивніше розробляються і застосовуються надзвичайно багаточисленні та різноманітні схеми і засоби автоматичного контролю. Отже, задача розроблення засобів активного контролю є актуальною.

Для розв'язування цієї задачі необхідно дослідити сучасний стан питання в цій сфері, вивчити особливості технологічного процесу оброблення та технологічного процесу вимірювань, виконати комплекс робіт, пов'язаних з розробленням технологічного процесу виготовлення заданої деталі, засобів технологічного оснащення, розробити рекомендації щодо практичного застосування розробки, провести необхідні техніко-економічні розрахунки, розглянути питання безпеки життєдіяльності та охорони праці.

Головним результатом роботи будуть результати досліджень, складальні креслення засобів технологічного оснащення, функціональні та принципові схеми розробок, комплект конструкторської документації, а також результати розрахунків техніко-економічної ефективності прийнятих рішень.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Аналіз параметрів системи активного контролю

2.1.1 Вихідна схема заданої САУ

Круглошліфувальний верстат складається зі шліфувальної бабки з шліфувальним кругом 4, рухомої бабки 5, привода подачі, що складається з електродвигуна 9, редуктора 10 і гвинта 11. Деталь 1 у зоні оброблення базується в центрах, а шліфувальному кругу надається поздовжній рух подачі (перпендикулярно площині креслення) (рис. 2.1).

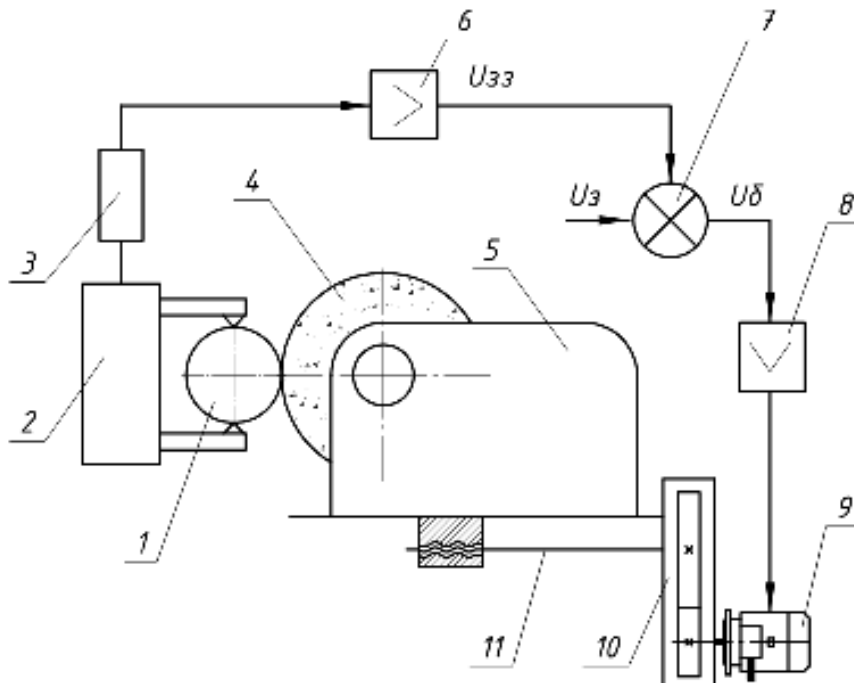


Рисунок 2.1 – Вихідна схема САУ

Таким чином, діаметр виробу, що шліфується, визначається відстанню між осями деталі і шліфувального круга 4 на рівні, який визначається висотою центрів. Ця відстань у процесі роботи верстата може змінюватися, як у результаті зміни сили різання, зношування шліфувального круга, так і інших факторів.

Дана система призначена для автоматичного регулювання (стабілізації) розміру деталі, яка обробляється. САУ розміром деталі, яка обробляється, містить у собі перетворювач переміщення 2 (наприклад, індуктивний датчик переміщення), підсилювач 6, пристрій порівняння 7 і підсилювач 8. Підсилювач 12 призначений

для живлення керованого двигуна 9 (наприклад, двигун постійного струму).

При роботі системи на вхід пристрою порівняння 7 подається напруга U_3 , яка відповідає необхідному розміру обробки деталі 1 у певному масштабі. На інший вхід пристрою порівняння 7 надходить напруга U_{33} , пропорційна дійсному розміру деталі 1. Ця напруга виробляється перетворювачем напруги 3 і підсилювачем 6. Напруга U_6 помилки через підсилювач 8 здійснює вплив на керований двигун 9, який через редуктор 10 і гвинт 11 переміщає рухому бабку 5 в ту чи іншу сторону з метою усунення помилки.

Нехай, наприклад, діаметр виробу, що шліфується, з якої-небудь причини зростає. У результаті напруги від перетворювача 3 вихідна напруга підсилювача 6 збільшується і порушується умова рівноваги системи, тобто помилка U_6 збільшується. Деталь 1 обертається й переміщає рухому бабку 5 вперед, у напрямок зменшення діаметра виробу, що шліфується.

У якості об'єкта керування в САУ виступає процес різання в замкненій технологічній системі верстата.

2.1.2 Розроблення функціональної схеми САУ

Функціональна схема (рис. 2.2) відображає функціональні зв'язки в системі керування.

Вона будується на основі опису роботи САУ, наведеного раніше.

У функціональну схему ввійшли такі елементи:

ЕП – електронний підсилювач;

ТП – тиристорний перетворювач;

ЕДПС – електродвигун постійного струму;

Ред – редуктор;

ПР – процес різання;

ЕПС – еквівалентна пружна система;

ПП – перетворювач переміщення.

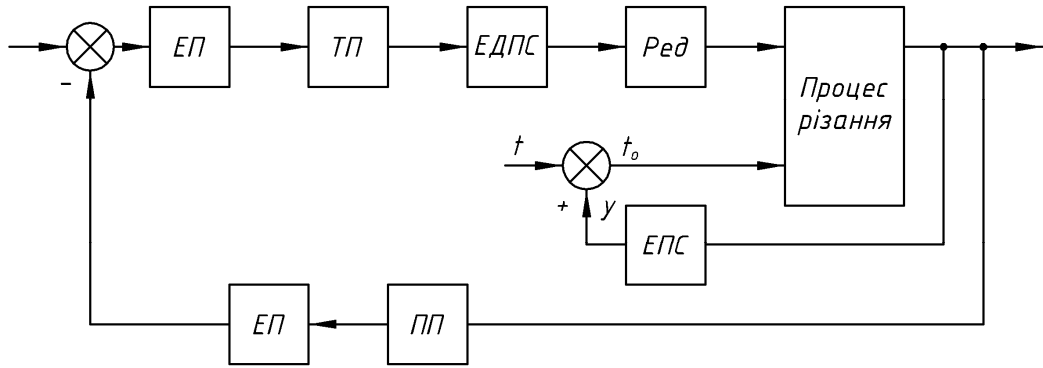


Рисунок 2.2 – Функціональна схема САУ

2.2.3 Визначення передаточних функцій елементів САУ

Електронний підсилювач описується диференціальним рівнянням:

$$T_{en} \frac{dU_{вых}}{dt} + U_{вых} = K_{en} U_{вх}; \quad (2.1)$$

де T_{en} – постійна часу електронного підсилювача;

$U_{вых}$ – вихідна напруга;

$U_{вх}$ – вхідна напруга;

K_{en} – коефіцієнт підсилення.

Передаточна функція:

$$W_{en}(P) = \frac{K_{en}}{T_{en}(P) + 1}. \quad (2.2)$$

$$W_{en}(P) = \frac{U_{вых}(p)}{U_{вх}(p)} = \frac{K_{en}}{T_{en} \cdot p + 1} = 90.$$

Тиристорний підсилювач-перетворювач описується диференціальним рівнянням:

$$T_{ТП} \frac{dU_{вх}}{dt} + U_{вх} = K_{ТП} U_{вх}; \quad (2.3)$$

де $T_{ТП}$ – постійна виходу тиристорного перетворювача;

$U_{вх}$ – вихідна напруга;

$U_{вх}$ – вхідна напруга;

$K_{ТП}$ – коефіцієнт передачі;

Передаточна функція:

$$W_{ТП}(P) = \frac{K_{ТП}}{T_{ТП}P + 1}; \quad (2.4)$$

$$W_{mn}(p) = \frac{U_{вх}(p)}{U_{вх}(p)} = \frac{K_{mn}}{T_{mn} \cdot p + 1} = \frac{50}{0,03 \cdot p + 1}.$$

Електродвигун постійного струму описується диференціальним рівнянням:

$$T_{я}T_{М} \frac{d^2\omega}{dt^2} + T_{М} \frac{d\omega}{dt} + \omega = K_g U_g; \quad (2.5)$$

де $T_{я}$ – електромагнітна стала часу якоря;

$T_{М}$ – електромеханічна стала двигуна;

ω – кутова швидкість, вихідна величина;

K_g – величина, обернена коефіцієнту пропорційності між зворотною ЕРС і кутовою швидкістю;

U_g – напруга якоря.

Передаточна функція:

$$W_{ЕДПС}(P) = \frac{K_g}{T_{я}T_{М}P^2 + 2T_{М}P + 1}; \quad (2.6)$$

$$W_{\text{КДПС}}(P) = \frac{1.8}{0,032 p^2 + 1.6 p + 1}. \quad (2.7)$$

Механічний редуктор описується диференціальним рівнянням:

$$\omega_{\text{вих}} = K_p \omega_{\text{вх}}. \quad (2.8)$$

Передаточна функція:

$$W_{\text{РЕД}}(P) = K_p; \quad (2.9)$$

$$W_{\text{РЕД}}(P) = 0,05.$$

Процес різання:

$$T_{\text{ПР}} = \frac{dP}{dt} + P = kA; \quad (2.10)$$

де P – силовий параметр процесів різання;

T_p – постійна часу стружкоутворення;

A – регульований параметр процесу;

k – коефіцієнт пропорційності; $k = \left[\frac{dP}{dA} \right]_0$.

Передаточна функція:

$$W_{\text{ПР}}(P) = \frac{K_p}{T_p P + 1}. \quad (2.11)$$

$$W_p(P) = 0,07.$$

Еквівалентна пружна система верстата описується диференціальним рівнянням:

$$\frac{1}{\omega_0^2} \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{d\xi}{\omega_0} \frac{dy}{dt} + y = \frac{1}{C} P_{\text{вх}}; \quad (2.12)$$

де ω_0 – власна частота коливань;

ξ – коефіцієнт загасання коливань;

y – деформація пружної системи верстата;

C – жорсткість пружної системи верстата;

$P_{вх}$ – вхідний силовий параметр.

Передаточна функція:

$$W_{ЕПС}(P) = \frac{1/C}{P^2 / \omega_0^2 + 2\xi P / \omega_0 + 1}. \quad (2.13)$$

Оскільки вільна частота коливань дорівнює нескінченності, а якщо 1 ділити на нескінченність та ще й у квадраті число вийде дуже маленьке, тому $W_{ЕПС}(P) = 10000000$.

Перетворювач переміщення описується диференціальним рівнянням:

$$U_{вих} = K_n P_{вх}; \quad (2.14)$$

де $U_{вих}$ – вихідна напруга перетворювача;

K_n – коефіцієнт передачі;

$S_{вх}$ – вхідне переміщення.

Передаточна функція:

$$W_{III}(P) = K_{II}; \quad W_{III}(P) = 20.$$

2.1.4 Структура системи автоматичного управління

Структура системи автоматичного управління зображена на рисунку 2.3.

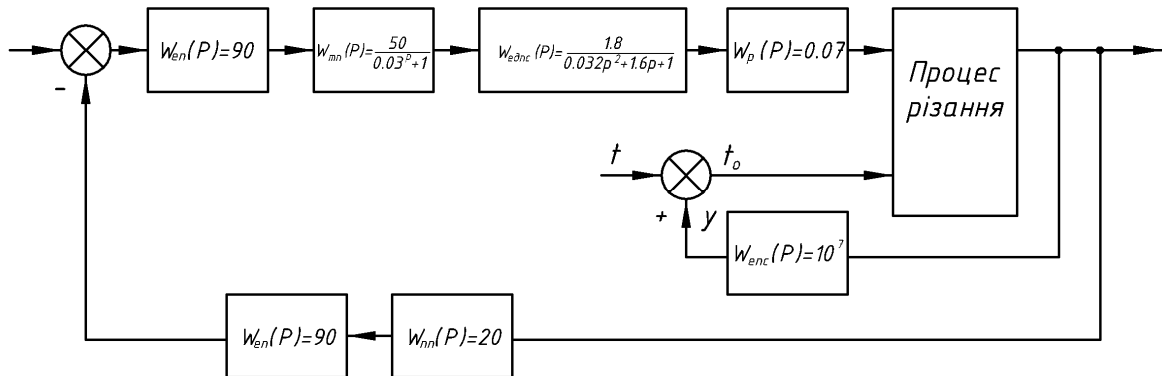


Рисунок 2.3 – Структура системи автоматизованого управління круглошліфувального верстата

2.1.5 Визначення стійкості та аналіз системи автоматизованого управління

Загальна передаточна функція розімкнутої САУ:

$$W_{роз}(W) = \frac{\frac{K_{en}}{T_{en}p+1} \cdot \frac{K_{mn}}{T_{mn}p+1} \cdot \frac{K_{ед}}{T_{я}T_{м}p^2+2T_{м}p+1} \cdot K_p \cdot \frac{K_p}{T_p p+1} \cdot K_n \cdot \frac{K_{en}}{T_{en}p+1}}{1 - \frac{K_p}{T_p p+1} \cdot \frac{1}{c}} \quad (2.15)$$

Підставивши цифрові значення одержимо:

$$W_{роз}(W) = \frac{90 \cdot \frac{50}{0,03p+1} \cdot \frac{1,8}{0,032p^2+1,6p+1} \cdot 0,07 \cdot \frac{0,07}{0,008p+1} \cdot 20 \cdot 90}{1 - \frac{0,07}{0,008p+1} \cdot 10000000}$$

Виконавши алгебраїчні перетворення, одержимо:

$$W_{роз}(p) = \frac{90 \cdot 50 \cdot 1,8 \cdot 0,07 \cdot 0,07 \cdot 20 \cdot 90}{(0,03p + 1)(0,032p^2 + 1,6p + 1)(0,008p + 1)} \cdot \frac{7 \cdot 10^5}{0,008p + 1}; \quad (2.16)$$

$$W_{роз}(p) = \frac{71442}{7 \cdot 10^5 (0,03p + 1)(0,032p^2 + 1,6p + 1)}. \quad (2.17)$$

Розкривши дужки, одержимо вираз передаточної функції у вигляді відношення поліномів:

$$W_{роз}(p) = \frac{71442}{672p^3 + 56 \cdot 10^3 p^2 + 11,41 \cdot 10^5 p + 7 \cdot 10^5}. \quad (2.18)$$

Знайдемо частотну передаточну функцію розімкненої системи:

$$W_{роз}(W) = \frac{71442}{(7 \cdot 10^5 - 56 \cdot 10^3 w^2) + j(11,41 \cdot 10^5 w - 672w^3)}. \quad (2.19)$$

Помноживши чисельник і знаменник отриманого виразу на число, спряжене до знаменника та використовуючи правила множення комплексних чисел, отримаємо остаточний вираз частотної передаточної функції системи:

$$\begin{aligned} W_{роз}(jw) &= \frac{71442((7 \cdot 10^5 - 56 \cdot 10^3 w^2) - j(11,41 \cdot 10^5 w - 672w^3))}{(7 \cdot 10^5 - 56 \cdot 10^3 w^2)^2 - j(11,41 \cdot 10^5 w - 672w^3)^2} = \\ &= \frac{(50 \cdot 10^9 - 4 \cdot 10^9 w^2) - j(82 \cdot 10^{10} w - 4,8 \cdot 10^6 w^3)}{452 \cdot 10^3 w^6 + 3136 \cdot 10^{14} w^4 - 138 \cdot 10^{10} w^2 + 49 \cdot 10^{10}}. \end{aligned} \quad (2.20)$$

Результати обчислень наведені у відповідних таблицях.

Таблиця 2.1 – Розрахунок полінома частотної передаточної функції

ω	Re чисельник	Im чисельник	знаменник	$U(\omega)$	$V(\omega)$
0	400000000000	0	$4,9 \times 10^{11}$	0,081633	0
5	$1,246 \times 10^{13}$	$4,100 \times 10^{12}$	$1,957 \times 10^{16}$	0,00064	0,00021
10	$-4,996 \times 10^{13}$	$-8,205 \times 10^{12}$	$3,135 \times 10^{17}$	-0,00016	$-2,6 \times 10^{-5}$
15	$1,125 \times 10^{14}$	$1,232 \times 10^{13}$	$1,587 \times 10^{18}$	$7,1 \times 10^{-5}$	$7,8 \times 10^{-6}$
20	$1,999 \times 10^{14}$	$1,644 \times 10^{13}$	$5,017 \times 10^{18}$	4×10^{-5}	$3,3 \times 10^{-6}$
30	$-4,499 \times 10^{14}$	$-2,473 \times 10^{13}$	$2,540 \times 10^{19}$	$-1,8 \times 10^{-5}$	$-9,7 \times 10^{-7}$
40	$-7,999 \times 10^{14}$	$-3,310 \times 10^{13}$	$8,028 \times 10^{19}$	-1×10^{-5}	$-4,1 \times 10^{-7}$
50	$1,249 \times 10^{15}$	$4,16 \times 10^{13}$	$1,960 \times 10^{20}$	$6,4 \times 10^{-6}$	$2,1 \times 10^{-7}$
75	$-2,812 \times 10^{15}$	$-6,352 \times 10^{13}$	$9,923 \times 10^{20}$	$-2,8 \times 10^{-6}$	$-6,4 \times 10^{-8}$
100	$-4,999 \times 10^{15}$	$-8,68 \times 10^{13}$	$3,136 \times 10^{21}$	$-1,6 \times 10^{-6}$	$-2,8 \times 10^{-8}$
150	$1,125 \times 10^{16}$	$1,392 \times 10^{14}$	$1,588 \times 10^{22}$	$7,1 \times 10^{-7}$	$8,8 \times 10^{-9}$
200	2×10^{16}	$2,024 \times 10^{14}$	$5,02 \times 10^{22}$	4×10^{-7}	4×10^{-9}
250	$-3,125 \times 10^{16}$	$-2,8 \times 10^{14}$	$1,226 \times 10^{23}$	$-2,5 \times 10^{-7}$	$-2,3 \times 10^{-9}$
300	$-4,5 \times 10^{16}$	$-3,756 \times 10^{14}$	$2,543 \times 10^{23}$	$-1,8 \times 10^{-7}$	$-1,5 \times 10^{-9}$
350	$6,125 \times 10^{16}$	$4,928 \times 10^{14}$	$4,71331 \times 10^{23}$	$1,3 \times 10^{-7}$	1×10^{-9}
400	-8×10^{16}	$-6,352 \times 10^{14}$	$8,044 \times 10^{23}$	$-9,9 \times 10^{-8}$	$-7,9 \times 10^{-10}$
500	$-1,25 \times 10^{17}$	$-1,01 \times 10^{15}$	$1,96625 \times 10^{24}$	$-6,4 \times 10^{-8}$	$-5,1 \times 10^{-10}$
750	$2,812 \times 10^{17}$	$2,64 \times 10^{15}$	$9,994 \times 10^{24}$	$2,8 \times 10^{-8}$	$2,6 \times 10^{-10}$
1000	5×10^{17}	$5,62 \times 10^{15}$	$3,176 \times 10^{25}$	$1,6 \times 10^{-8}$	$1,8 \times 10^{-10}$

За одержаними даними значенням побудуємо графік амплітудно-фазової частотної характеристики (АФЧХ) (рис. 2.4).

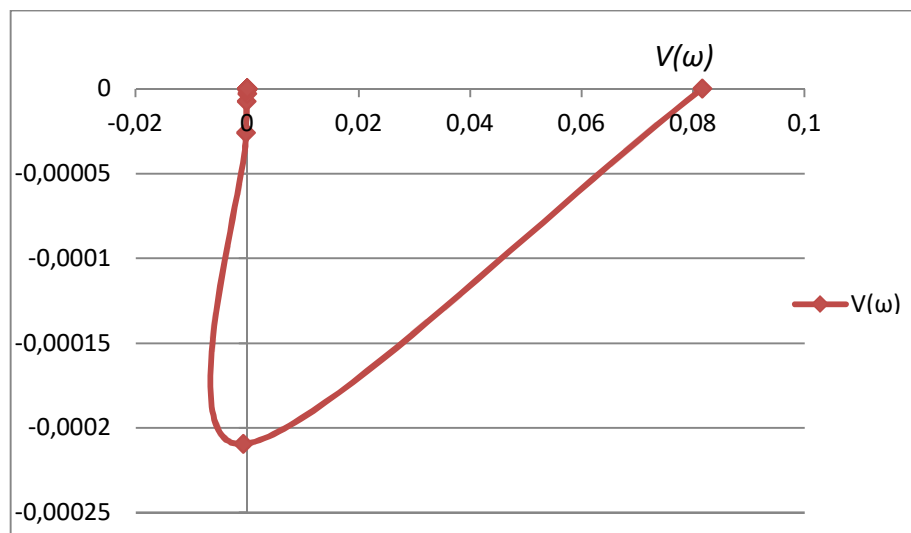


Рисунок 2.4 – АФЧХ розімкнутої передаточної функції САУ

Графік не охоплює точку $(-1; j0)$, звідси впливає що система стійка.

Передаточна функція замкненої САУ визначається як:

$$W_{зам}(p) = \frac{\frac{K_{en}}{T_{en}p+1} \cdot \frac{K_{mn}}{T_{mn}p+1} \cdot \frac{K_{e\delta}}{T_{я}T_{м}p^2 + 2T_{м}p+1} \cdot K_p \cdot \frac{K_p}{T_p p+1}}{1 - \frac{K_p}{T_p p+1} \cdot \frac{1}{c}} =$$

$$= 1 + \frac{\frac{K_{en}}{T_{en}p+1} \cdot \frac{K_{mn}}{T_{mn}p+1} \cdot \frac{K_{e\delta}}{T_{я}T_{м}p^2 + 2T_{м}p+1} \cdot K_p \cdot \frac{K_p}{T_p p+1} \cdot K_n \cdot \frac{K_{en}}{T_{en}p+1}}{1 - \frac{K_p}{T_p p+1} \cdot \frac{1}{c}} \quad (2.21)$$

Підставивши цифрові значення одержимо:

$$W_{зам}(p) = \frac{90 \cdot \frac{50}{0,03p+1} \cdot \frac{1,8}{0,032p^2 + 1,6p+1} \cdot 0,07 \cdot \frac{0,07}{0,008p+1}}{1 - \frac{0,07}{0,008p+1} \cdot 10^7} \cdot$$

$$1 + \frac{90 \cdot \frac{50}{0,03p+1} \cdot \frac{1,8}{0,032p^2 + 1,6p+1} \cdot 0,07 \cdot \frac{0,07}{0,008p+1} \cdot 20 \cdot 90}{1 - \frac{0,07}{0,008p+1} \cdot 10^7}$$

Зробивши арифметичні перетворення одержимо:

$$W_{зам}(p) = \frac{39,69}{672p^3 + 56 \cdot 10^3 p^2 + 11,41p + 77 \cdot 10^4} \quad (2.22)$$

Знайдемо частотну передаточну функцію замкненої системи:

$$W_{зам}(j\omega) = \frac{39,69}{(77 \cdot 10^4 + 56 \cdot 10^3 \omega^2)^2 + j(11,41 \cdot 10^5 \omega - 672 \omega^3)^2} \quad (2.23)$$

Помноживши чисельник і знаменник отриманого виразу на число, сполучене знаменникові, використовуючи правила множення комплексних чисел, одержимо

остаточний вираз частотної передаточної функції замкненої системи:

$$W_{зам}(p) = \frac{(3 \cdot 10^7 - 22 \cdot 10^5 w^2) - j(45 \cdot 10^6 w - 26671.68 w^3)}{452 \cdot 10^3 w^6 + 3136 \cdot 10^{14} w^4 + 1.4 \cdot 10^{12} w^2 + 6 \cdot 10^{11}} \quad (2.24)$$

Таблиця 2.2 – Розрахунок полінома реальної частотної характеристики

ω	чисельник	знаменник	$P(\omega)$
0	30000000	6×10^{11}	0,00005
1	27800000	$3,13602 \times 10^{17}$	$8,86474 \times 10^{-11}$
2	21200000	$5,01761 \times 10^{18}$	$4,22512 \times 10^{-12}$
3	10200000	$2,54016 \times 10^{19}$	$4,01549 \times 10^{-13}$
4	-5200000	$8,02816 \times 10^{19}$	$-6,4772 \times 10^{-14}$
5	-25000000	$1,96 \times 10^{20}$	$-1,27551 \times 10^{-13}$
6	-49200000	$4,06426 \times 10^{20}$	$-1,21055 \times 10^{-13}$
7	-77800000	$7,52954 \times 10^{20}$	$-1,03326 \times 10^{-13}$
8	-110800000	$1,28451 \times 10^{21}$	$-8,62589 \times 10^{-14}$

За даними таблиці побудуємо графік реальної частотної характеристики (рисунок 2.5).

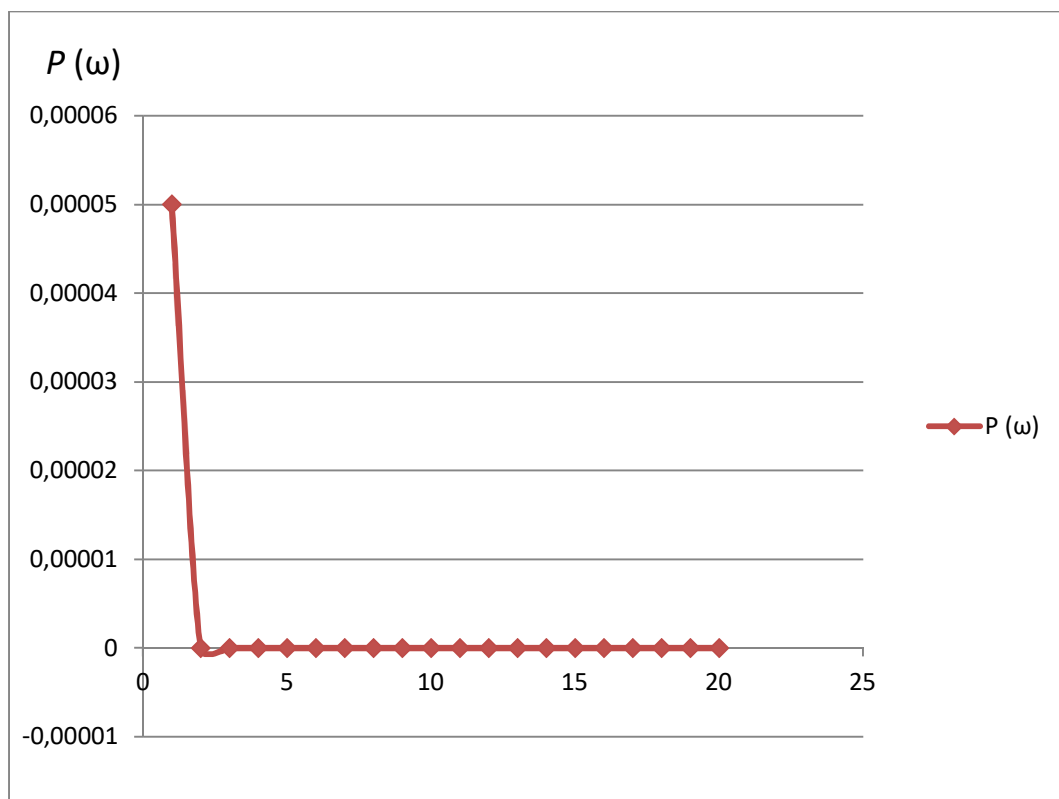


Рисунок 2.5 – РЧХ замкненої САУ

Отриману РЧХ слід замінити прямими й скласти з них трапеції таким чином, щоб при додаванні ординат усіх трапецій вийшов вихідний графік. У результаті одержуємо в цьому випадку чотири трапеції, зображені на рис. 2.6.

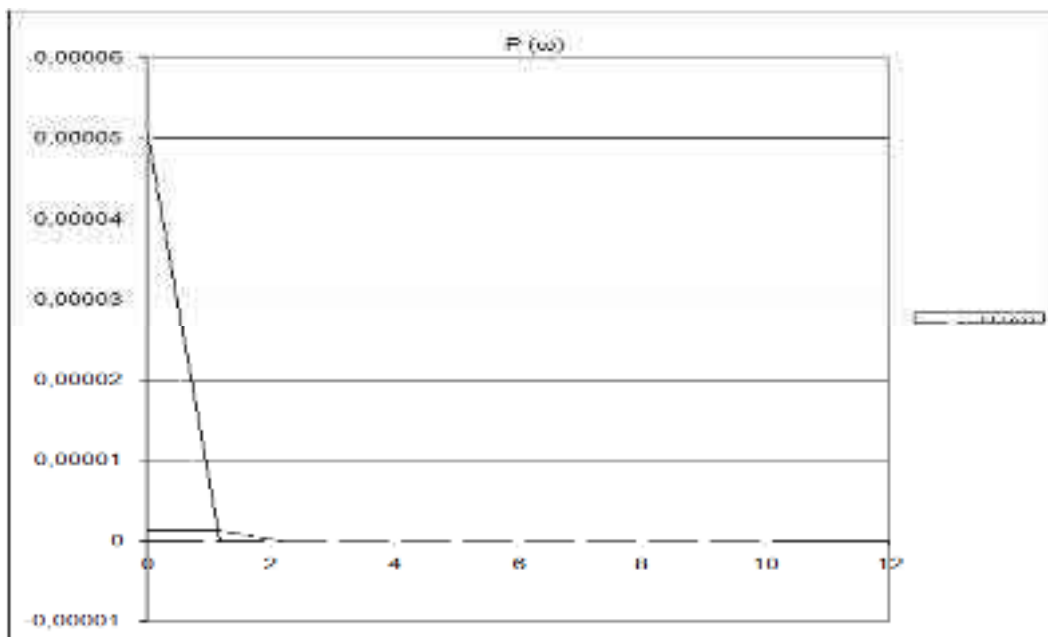


Рисунок 2.6 – Реальні трапеції

Таблиця 2.3 – Параметри реальних трапецій

Трапеція	$\omega_{\text{ср}}$	$\omega_{\text{п}}$	H	χ
1	1	0	0,000051	0
2	2	1	0,000001	0,5

За параметрами реальних трапецій розраховуємо значення h -функцій (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Значення h -функцій

	t_1	$x(0)$	x_1	t_2	$x(0,5)$	x_2
0	0,000	0	0,000	0,000	0	0,000
0,5	0,333	0,138	-0,003	0,071	0,24	0,120
1	0,667	0,31	-0,008	0,143	0,461	0,231
1,5	1,000	0,449	-0,011	0,214	0,665	0,333
2	1,333	0,572	-0,014	0,286	0,883	0,442
2,5	1,667	0,674	-0,017	0,357	0,967	0,484
3	2,000	0,755	-0,019	0,429	1,061	0,531
3,5	2,333	0,783	-0,020	0,500	1,115	0,558
4	2,667	0,857	-0,021	0,571	1,142	0,571
4,5	3,000	0,883	-0,022	0,643	1,134	0,567

	t_1	$x(0)$	x_1	t_2	$x(0,5)$	x_2
5	3,333	0,896	-0,022	0,714	1,118	0,559
5,5	3,667	0,9	-0,023	0,786	1,092	0,546
6	4,000	0,904	-0,023	0,857	1,051	0,526
6,5	4,333	0,904	-0,023	0,929	1,018	0,509
7	4,667	0,904	-0,023	1,000	0,993	0,497
7,5	5,000	0,907	-0,023	1,071	0,974	0,487
8	5,333	0,91	-0,023	1,143	0,966	0,483
8,5	5,667	0,918	-0,023	1,214	0,966	0,483
9	6,000	0,942	-0,024	1,286	0,97	0,485
9,5	6,333	0,932	-0,023	1,357	0,975	0,488

За значеннями h -функцій будуюмо їх графіки. Просумувавши ординати цих графіків одержуємо шукану криву перехідного процесу (рис. 2.7).

Аналіз побудованої кривої перехідного процесу показує, що:

- 1) час регулювання дорівнює 3 с;
- 2) перерегулювання становить 16%;
- 3) число напівколивань дорівнює 2;
- 4) швидкість дорівнює 1,7;
- 5) загасання за період дорівнює 100%;

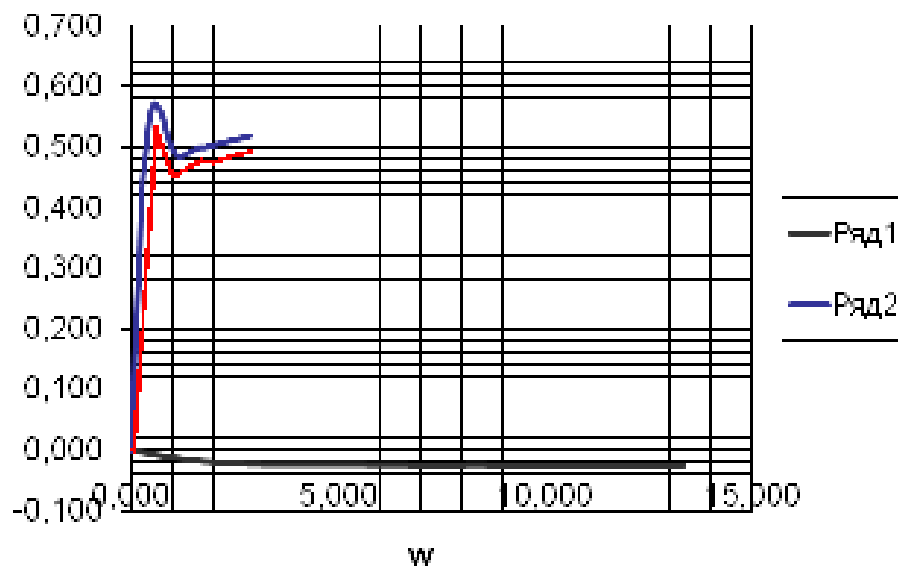


Рисунок 2.7 – Шукана крива перехідного процесу

Виходячи з показників якості перехідного процесу можна зробити висновок що дана система автоматичного керування процесом шліфування деталі на круглошліфувальному верстаті є оптимальною для використання.

2.2 Аналіз і моделювання систем автоматичного управління за допомогою пакета MATLAB

В процесі дослідження необхідно в середовищі MATLAB побудувати схему моделювання об'єкту дослідження, виконати моделювання і зберегти отримані дані.

Система, яка досліджується, описується за допомогою графічної структури і у вигляді системи рівнянь. Тому необхідно провести моделювання для двох варіантів опису системи й порівняти його результати з аналітично отриманими залежностями.

Необхідно створити дві окремі моделі: одну – для одержання й фіксації 4 процесів, які відповідають елементам вагової функції, другу – для 4 процесів, які відповідають елементам перехідної функції.

Таким чином, повинно бути оброблено 8 змін стану системи, усі вони будуть представлені у 3 варіантах, суміщених на одному графіку.

Для забезпечення роботи слід розробити відповідне програмне забезпечення, текст якого наведений в додатках.

Параметри моделювання слід задати у вікні Simulation Parameters, доступному через меню Simulation\Simulation parameters вікна, у якому відкритий mdl- файл (рис. 2.8).

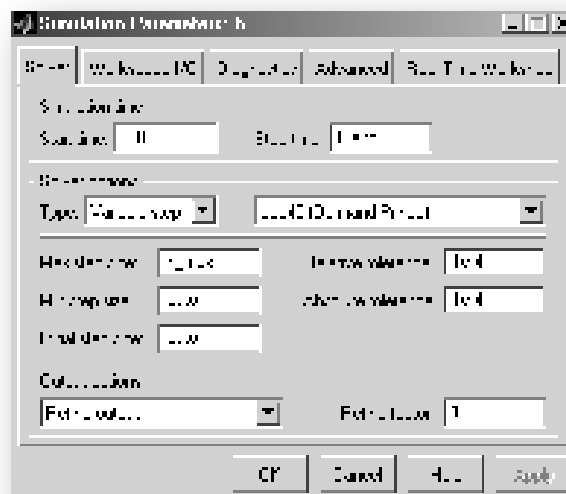


Рисунок 2.8 – Настроювання параметрів моделювання

Організувати всі зазначені файли потрібно самостійно з використанням редактора m-файлів і редактора схем Simulink.

Результати обчислень та моделювання роботи заданої САУ наведені в графічній частині роботи. Крім того, одержані результати дозволяють зробити висновок, що використання пакету «Matlab» дозволило підвищити продуктивність вирішення поставлених задач, і, як наслідок – отримати точні та достовірні результати.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Службове призначення та загальна характеристика об'єкту виробництва

Деталь являє собою вал-шестерню редуктора. Службове призначення деталі – «передача крутного моменту від електродвигуна до ведених валів органу».

Матеріал деталі – сталь 12ХНЗА ГОСТ 4543-71 – легована конструкційна високоякісна.

3.2 Вибір виду заготовки і його обґрунтування, проектування заготовки

Загальний напрямок вибору зводиться до одержання такої заготовки, форма і розміри якої найбільш відповідають параметрам готової деталі з врахуванням об'єму випуску. Тому при виборі заготовки необхідно врахувати характеристику матеріалу, конструктивну форму поверхонь, розміри і масу, точність, програму випуску.

Заготовку для даної деталі можна отримати штампуванням або з прокату. Оскільки заготовка, отримана першим методом, дешевша, остаточно приймаємо метод отримання заготовки – штампування у відкритих штампах.

3.3 Вибір технологічних баз

При проектуванні технологічних процесів дуже важливим є правильний вибір установочних баз. При виготовленні валів як основні бази, які можуть бути використані на більшості операцій технологічного процесу, рекомендують використовувати центрові отвори в торцях вала.

Схеми базування для технологічного процесу, який розробляється, зображені на рис. 3.1 – 3.6.

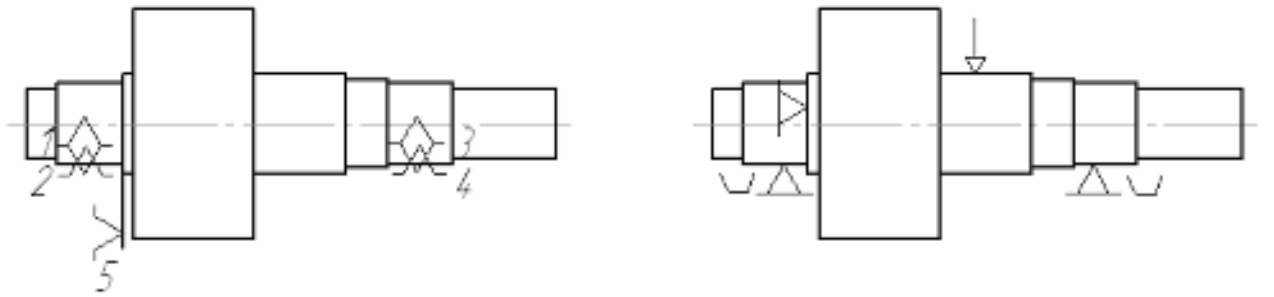


Рисунок 3.1 – Схема базування і закріплення деталі на фрезерно-центрувальній операції

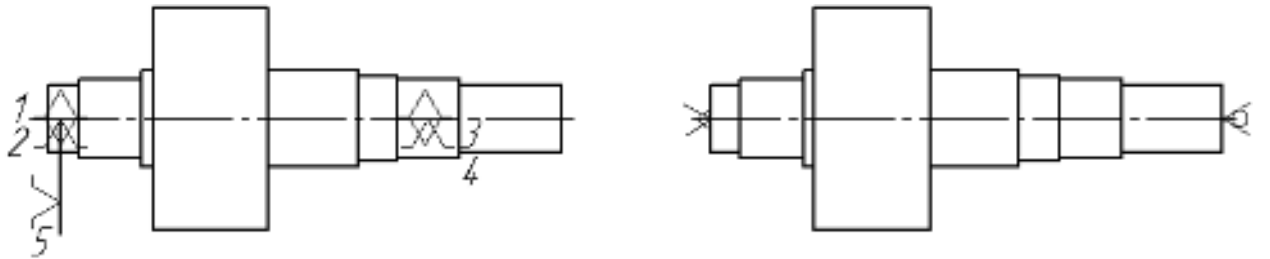


Рисунок 3.2 – Схема базування і закріплення деталі на токарних операціях

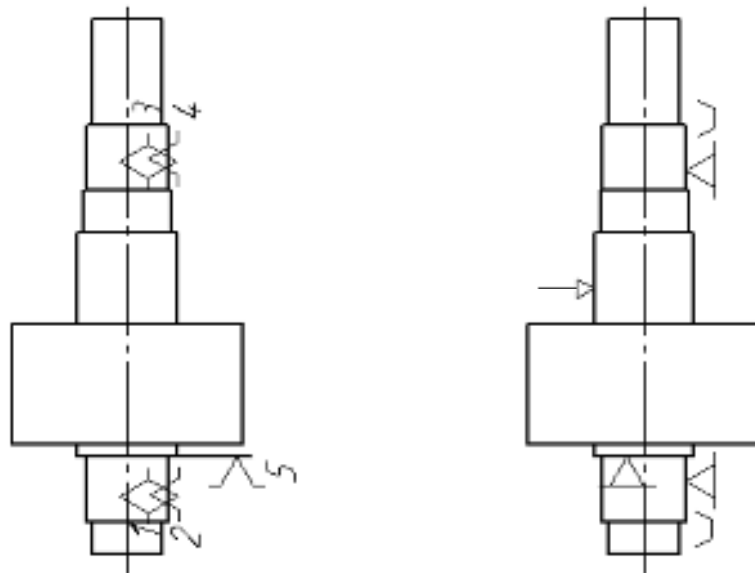


Рисунок 3.3 – Схема базування і закріплення деталі на координатно-свердильній операції

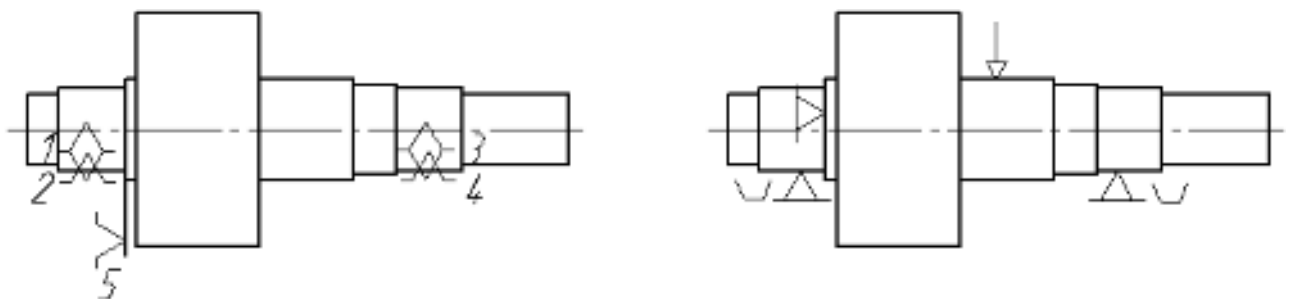


Рисунок 3.4 – Схема базування і закріплення деталі на шпонково-фрезерній операції

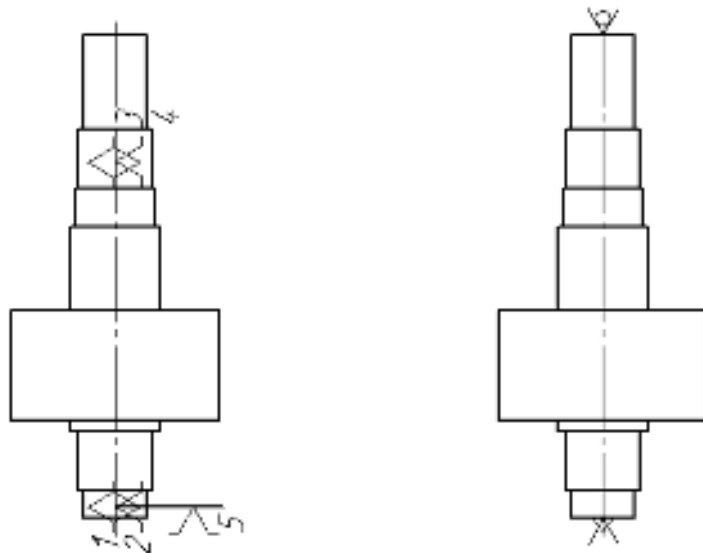


Рисунок 3.5 – Схема базування і закріплення деталі на зубофрезерній операції

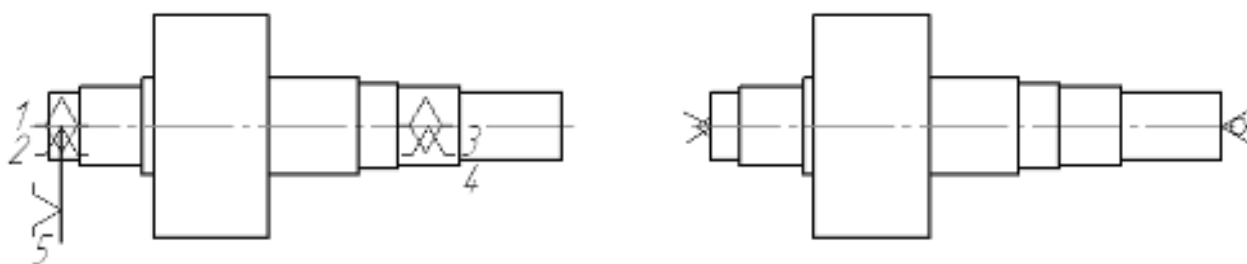


Рисунок 3.6 – Схема базування і закріплення деталі на шліфувальних операціях

3.4 Розроблення групового технологічного процесу

Груповий метод – це такий метод уніфікації технології виробництва, при якому для груп однорідної за тими чи іншими конструкторсько-технологічним ознаками продукції встановлюють однотипні високопродуктивні методи обробки з використанням однорідних і швидкопереналагоджуваних знарядь виробництва; при цьому забезпечуються економічна ефективність виробництва, необхідна швидкість його підготовки й переналагодження.

Групою називається сукупність деталей, яка характеризується при обробці спільністю обладнання, оснащення, налагодження всього технологічного процесу або окремих операцій. При створенні груп беруть до уваги габарити деталей, так як вони визначають тип устаткування і розміри технологічного оснащення. Крім того, враховують таке: спільність геометричної форми і поверхонь, що підлягають обробці; їх точність і шорсткість; однорідність заготовок; серійність; економічність

процесу. Група деталей при груповому виробництві характеризується єдністю: у розумінні конструкторському, технологічному (спільність технології), інструментальному (спільність оснащення) і організаційно-плановому (єдине планування і організація виробництва), створення уніфікованих (групових) процесів виготовлення деталей може базуватися на різних методах групування деталей.

При цьому можливі: 1) групування деталей за конструкторсько-технологічною подібністю (найбільш типовими сукупностями в цьому випадку є групи шестерень, втулок, валиків, шпинделів та ін.); 2) групування деталей за їх елементарними поверхнями, що дозволяє встановити варіанти обробки цих поверхонь, а з комбінації елементарних процесів одержати технологічний процес обробки будь-якої деталі; 3) групування деталей за переважними видами обробки (типами устаткування), єдністю технологічного оснащення і спільності налагоджень верстата. У всіх випадках враховуються призначення деталі (виробу), її конструкція, точність розмірів і шорсткість оброблюваних поверхонь, спільність розв'язку основних технологічних завдань, подібність маршрутів обробки, однорідність заготовок, обсяг випуску та ін.

При побудові групових процесів механічної обробки за основу береться комплексна деталь.

Під основними елементами розуміють поверхні, що визначають конфігурацію деталі і технологічні завдання, які розв'язують в процесі їх обробки. Основні елементи служать головною ознакою для віднесення деталі до того або іншого класифікаційного підрозділу. Комплексна деталь є основою при розробці групового процесу і групових оснащень. Під груповим оснащенням розуміють сукупність пристосувань і інструментів, що забезпечує обробку всіх деталей даної групи із застосуванням невеликих підналагоджень.

При груповому методі з'являється можливість здійснювати модернізацію устаткування, що найбільше повно відповідає вимогам групового технологічного процесу, і одержати від модернізації значно більший економічний ефект, ніж це було дотепер. Широке впровадження групової обробки спрощує планування завантаження устаткування й підвищує загальний рівень оперативного управління виробництвом.

Груповий технологічний процес полягає в тому, щоб створити такий процес, який дозволив би обробити будь-яку деталь групи без значних відхилень від загальної технологічної схеми.

Технологічний процес розробляють на комплексну деталь, так як вона містить геометричні елементи, властиві будь-якій деталі групи, то останні можуть бути виготовлені за розробленою для комплексної деталі технологічною схемою.

У якості бази при початковій обробці використовують необроблені поверхні – чорнові бази – це зовнішня поверхня з упором у торець, при наступній обробці – оброблені поверхні – чистові бази, при цьому дотримується принцип єдності й сталості баз.

Перед розробленням нового варіанту технологічного процесу виготовлення деталі необхідно проаналізувати існуючий.

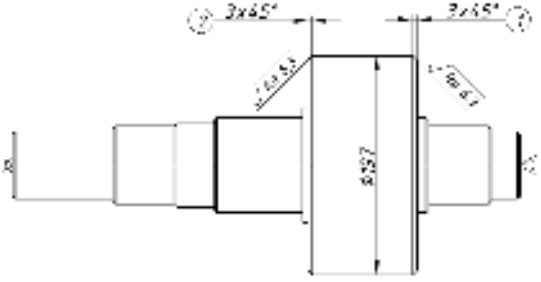
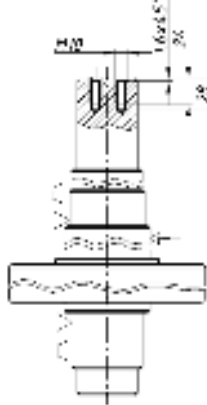
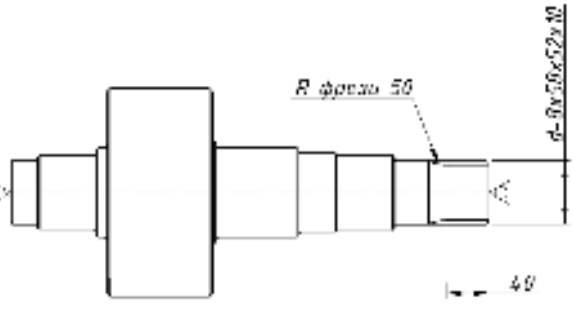
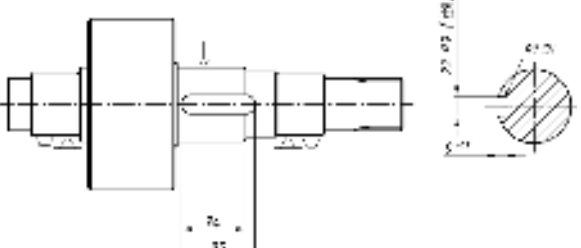
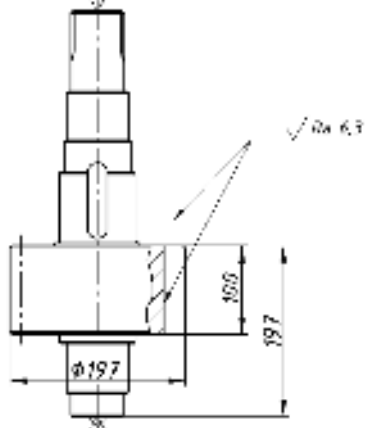
Проаналізувавши базовий техпроцес, можна відмітити таке:

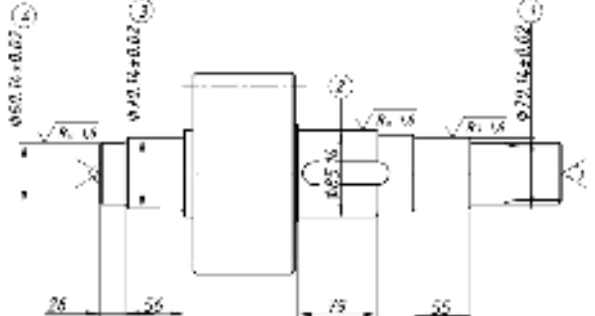
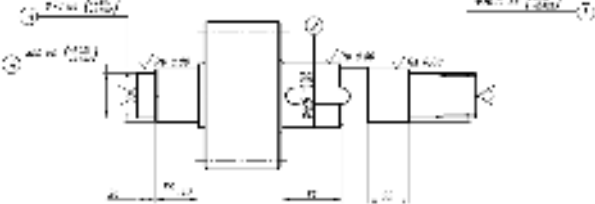
- 1) конструкція деталі дозволяє використовувати на всіх операціях стандартний різальний інструмент;
- 2) для контролю використовуються стандартні вимірювальні інструменти, а для контролю співвісності отворів – спеціальні контрольні пристрої;
- 3) обробка на окремих операціях виконується в спеціальних одномісних пристроях;
- 4) обладнання для здійснення техпроцесу вибрано невдало і потребує заміни на спеціалізоване з вищим ступенем автоматизації;
- 5) ступінь концентрації операцій невисока;
- 6) рівень механізації і автоматизації виробництва невисокий;
- 7) послідовність обробки поверхонь змінювати недоцільно, так як це вимагає значних додаткових затрат, але не дозволить суттєво покращити якість обробки.

На основі проведеного аналізу та з урахуванням рекомендацій розроблено новий варіант маршруту обробки, оформлений у вигляді таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Проектний варіант групового технологічного процесу

№, назва операції, зміст переходів	Обладнання	Ескіз оброблення
010 Фрезерно-центрувальна з ЧПК. Фрезерувати торці $\varnothing 70$, свердлити центрові отвори В6.3.	Фрезерно-центрувальний верстат з ЧПК моделі 2Г942Ф2	
015 Токарна з ЧПК. Точити поверхні 1, 2, 3, 4 одночасно.	Токарний спеціальний верстат з ЧПК	
020 Токарна з ЧПК. Точити поверхні 1, 2, 3 одночасно	Токарний спеціальний верстат з ЧПК	
025 Токарна з ЧПК. Точити поверхню 1 напрохід, підрізати лівий і правий торці поверхні 1 одночасно.	Токарний спеціальний верстат з ЧПК	
030 Токарна з ЧПК. Точити поверхні 3, 6 остаточно, точити фаски 1, 2, 4, 5 одночасно.	Токарний спеціальний верстат з ЧПК	
035 Токарна з ЧПК. Точити поверхні 2, 4 остаточно, точити фаски 1, 3, 5 одночасно.	Токарний спеціальний верстат з ЧПК	

№, назва операції, зміст переходів	Обладнання	Ескіз оброблення
040 Токарна з ЧПК. Точити фаски 1, 2 одночасно.	Токарний спеціальний верстат з ЧПК	
045 Координатно-свердлильна з ЧПК. 1. Свердлити 2 отв. $\varnothing 8$ мм, $L=28$ мм послідовно. 2. Зенкувати фаски в розмір $1,6 \times 45^\circ$ послідовно. 3. Нарізати різь $M10 \times 24$ в 2-х отв. послідовно.	Координатно-свердлильний з ЧПК 2P135Ф2	
050 Шліцефрезерна з ЧПК. 1. Фрезерувати шліці $d8 \times 58 \times 52 \times 10$ попередньо. 2. Фрезерувати шліці $d8 \times 58 \times 52 \times 10$ остаточно.	Шліцефрезерний з ЧПК МШ-300	
055 Шпонково-фрезерна з ЧПК. Фрезерувати шпонковий паз $b=22$ мм, $l=85$ мм, $t=9$ мм	Шпонково-фрезерний з ЧПК 692М	
060 Зубофрезерна з ЧПК. 1. Фрезерувати зуби $m = 7$ мм, $z = 25$ попередньо. 2. Фрезерувати зуби $m = 7$ мм, $z = 25$ остаточно.	Зубофрезерний з ЧПК 53A20Ф4	

№, назва операції, зміст переходів	Обладнання	Ескіз оброблення
065 Термічна. Цементувати зуби, шліци і шпонковий паз.	Піч термічна	
070 Круглошліфувальна. Шліфувати поверхні 1, 2, 3, 4 одночасно, попередньо.	Круглошліфу- вальний 3А151	
075 Круглошліфувальна. Шліфувати поверхні 1, 2, 3, 4 одночасно, остаточно.	Круглошліфу- вальний 3А151	

3.5 Вибір обладнання та засобів технологічного оснащення

Загальні правила вибору технологічного обладнання регламентуються ГОСТ 14.404-73. Результати вибору оформлено у вигляді таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Обладнання та оснащення

№ оп.	Обладнання	Оснащення
010	Фрезерно-центрувальний з ЧПУ 2Г942Ф2	Лещата пневматичні, призма 7033-0037 ГОСТ 12195-66
015, 020, 025, 030, 035, 040	Токарний спеціальний з ЧПУ	Центр повідковий, центр А-1-2Н ГОСТ 8742-75
045	Координатно-свердлильний з ЧПУ 2Р135Ф2	Спеціальний верстатний пристрій, патрон 6152-0152 ГОСТ 14077-68
050	Шліцефрезерний з ЧПУ МШ-300	Центр повідковий, центр А-1-2Н ГОСТ 8742-75
055	Шпонково-фрезерний з ЧПУ 692М	Спеціальний верстатний пристрій
060	Зубофрезерний з ЧПУ 53А20Ф4	Центр повідковий, центр А-1-2Н ГОСТ 8742-75
070, 075	Круглошліфувальний з ЧПУ 3М151Ф2	Центр повідковий, центр 7032-0171 ГОСТ 1825-72

3.6 Вибір різального та вимірювального інструменту

При виборі типу і конструкції різального інструменту слід враховувати характер виробництва, метод обробки, тип верстату, розмір, конфігурацію і матеріал оброблюваної заготовки, необхідну якість поверхні, точність обробки.

Різальний інструмент застосовують стандартний і спеціальний, до якого висуваються підвищені вимоги по точності, жорсткості, швидкості зміни і налагодження на розмір, стабільному стружковідводу, надійності.

Розмірна стійкість інструменту повинна забезпечувати повну обробку однієї або партії деталей в межах встановленого поля допуску. Найбільш прийнятним є застосування стандартного інструменту. Спеціальний інструмент застосовують лише тоді, коли стандартним інструментом обробити деталь неможливо.

Допоміжний інструмент використовують в основному збірний, хоча він має меншу жорсткість порівняно з суцільним, але добре гасить вібрації, що виникають при обробці.

Вибір методів та засобів технічного контролю базується на забезпеченні заданих показників процесу контролю і аналізі затрат на його реалізацію у встановлений проміжок часу при встановленій якості виробів. обов'язковими показниками контролю є точність.

Результати роботи оформлено у вигляді таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Результати вибору різального та вимірювального інструменту

№ оп.	Різальний інструмент	Вимірювальний інструмент
010	Фреза 2210-0072 ГОСТ 9304-69(2 шт.), свердло 2317-0122 ГОСТ 14952-75 (2 т.)	Штангенциркуль ШЦ-П-125-0.05. Скоба 185-360 МН4784-63.
015	Різці 2101-0011 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-П-125-0.05
020	Різці 2101-1001 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-П-125-0.05
025	Різці 2101-1001 ГОСТ 18879-73, 2100-0029 ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦ-П-125-0.05
030	Різці 2101-1001 ГОСТ 18879-73, 2100-0029 ГОСТ 18878-73, 2100- 0029 ГОСТ 18878-73	Штангенциркуль ШЦ-П-125-0.05
035	Різці 2101-1001 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-П-125-0.05
040	Різці 2101-1001 ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-П-125-0.05

3.7 Розрахунок режимів різання та технічне нормування розробленого технологічного процесу

Режими різання при проектуванні технологічних процесів механічної обробки можуть бути визначені двома шляхами: призначенням за довідковою літературою або розрахунково-аналітичним методом. В даному випадку режими різання розраховують в середовищі САПР ТП «ТехноПро».

Результати оформлено у вигляді таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати розрахунків режимів різання і норм часу

№ операції, переходу	D або B , мм	L , мм	t , мм	S , мм/об	n , об./хв.	V , м/хв.	T_o , хв.	$T_{шт}$, хв.
010								
1 перехід	64	190	2.5	0.16	300	56.5	0.33	0.4
2 перехід	6.3	14	3.15	0.2	700	0.1		
015	61.8	90	1.9	0.8	400	73	0.29	0.43
020	3.8	56	1.9	0.8	400	88	0.178	0.34
025	201	56	1.7	0.25	125	77.4	1.8	1.96
030	85.3	80	0.15	0.3	500	134	0.53	0.69
035	70.3	56	0.15	0.3	500	110	0.35	0.51
040	197	3.0	3.0	0.05	200	124	0.3	0.46
045								
1 перехід	9	30	4	0.15	500	12.57	0.413	0.893

4 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Розроблення конструкції пристрою активного контролю

4.1.1 Вибір базового варіанта засобів автоматизованого контролю

При виборі засобів автоматизованого контролю враховуємо, що вони повинні забезпечувати необхідну точність вимірювання. Аналіз показує, що прості за конструкцією і налагодженням одноконтактні засоби автоматизованого контролю мають велику сумарну похибку вимірювань. Більш точні триконтактні вимагають установлення та настроювання на контрольований розмір вручну. Тому вибираємо двоконтактні пристрої, які забезпечують необхідну точність вимірювання й дозволяють повністю автоматизувати процес контролю.

У засобах автоматизованого контролю найбільш широко застосовуються електроконтактні, пневматичні та індуктивні вимірювальні системи. Електроконтактні системи найбільш прості, мають просту конструкцію, високу продуктивність, зручні в налагодженні й обслуговуванні, дешеві. Недоліками їх є невисока точність вимірювань, великі габарити, чутливість до вібрацій, необхідність періодичного зачищення контактів через їх підгоряння. Пневматичні вимірювальні системи мають високу точність при простій схемі конструкції й зручності обслуговування, незначну похибку вимірювань, нечутливість до вібрацій. Однак вони мають значну інерційність, для їх використання необхідні додаткове джерело енергії, спеціальні пристрої для стабілізації тиску й ретельного очищення стисненого повітря, так як порушення цих умов веде до значного зростання похибки вимірювання. Індуктивні вимірювальні системи мають більш складну конструкцію й електричну схему, вимагають кваліфікованого обслуговування й настроювання, більш дорогі, ніж електроконтактні. Їх перевагами є висока чутливість і точність, наявність відлікових пристроїв, що дозволяє визначати дійсні відхилення розмірів, безупинно спостерігати за ходом процесу й застосовувати їх у системах безперервного регулювання, високу продуктивність, низьку чутливість до вібрацій, широкий діапазон вимірювання, порівняно невеликі габарити.

На підставі проведеного аналізу вибираємо, як найбільш оптимальні, індуктивні засоби автоматизованого контролю.

4.1.2 Будова та принцип дії пристрою

Для керування циклом шліфування валів з поперечною або подовжньою подачами на центрових круглошліфувальних верстатах широко застосовується вимірювальна система, яка комплектується двоконтактною або триконтактною вимірювальними скобами.

Для проведення вимірювань в проектному варіанті контрольного пристрою вимірювальної системи застосовується двоконтактна індуктивна скоба, зображена на рис. 4.1.

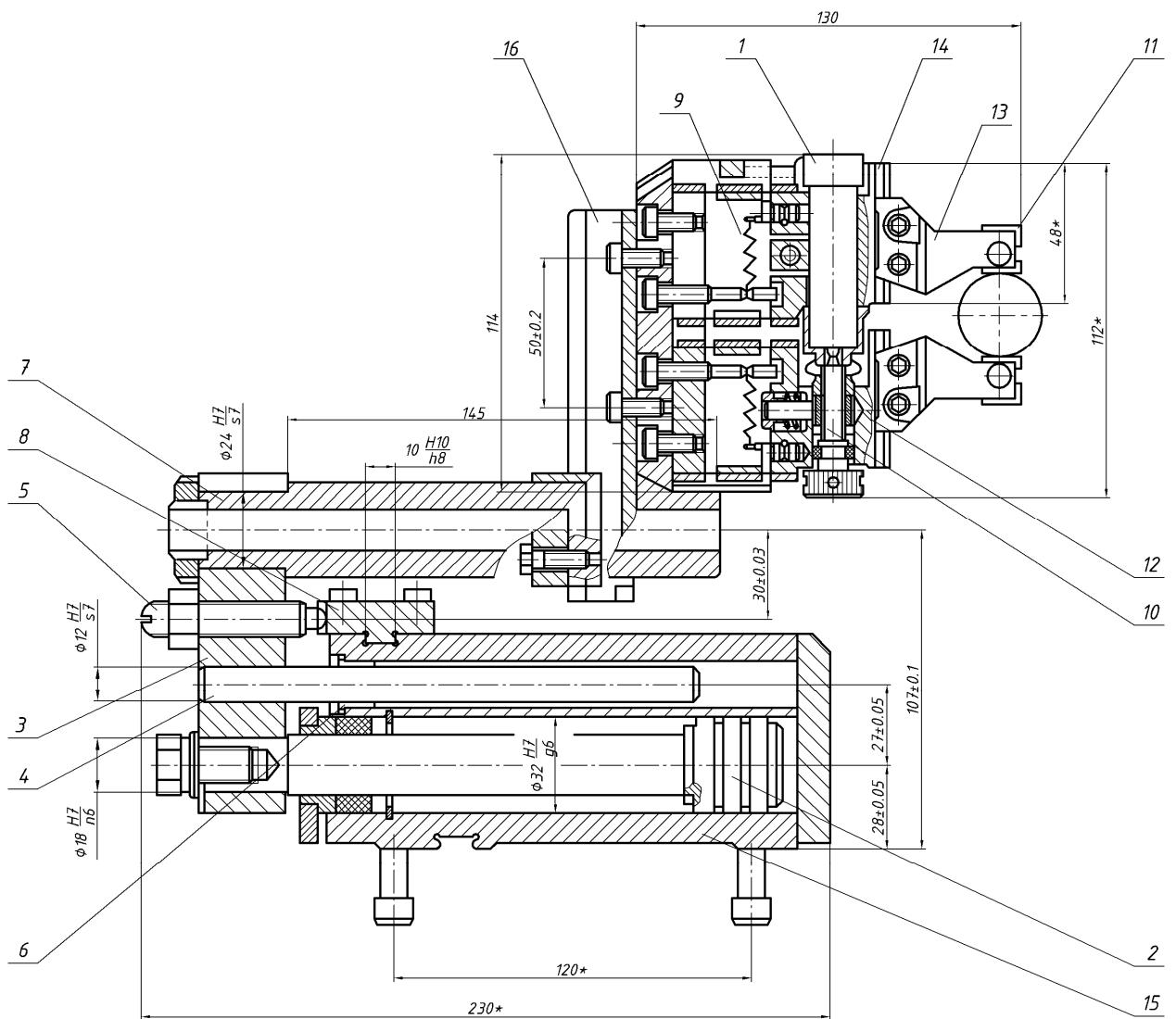


Рисунок 4.1 – Вимірювальна скоба:

1 – індуктивний перетворювач; 2 – тяга; 3 – втулка; 4 – вісь; 5 – гвинт; 6 – гільза; 7 – гайка накидна; 8 – упор; 9 – пружина; 10 – серга; 11 – накладка; 12 – корпус; 13 – вимірювальна губка; 14 – напрямні; 15 – циліндр; 16 – корпус

Скоба до деталі, що шліфується, після установки її в центрах верстата перед початком чорнового шліфування, підводиться гідравлічним пристроєм. У процесі шліфування шток індуктивного перетворювача 1 сприймає переміщення вимірювальних губок 13 скоби. Вихідний сигнал перетворювача, пропорційний зміні розміру деталі, що шліфується, після підсилення електронною схемою перетвориться в аналоговий сигнал для пристрою індикації і в дискретні команди для виконавчих органів верстата. При одержанні заданого розміру вала, що шліфується, дається команда на прискорений відвід шліфувального круга і вимірювальної скоби у вихідне положення.

Конструкція індуктивного перетворювача зображена на рисунку 4.2. В перетворювачі використано диференційну систему чутливих елементів, яка утворена двома котушками змінної індуктивності 4 і 9 і рухомим феритовим осердям 8 плунжерного типу. Живлення котушок здійснюється стабілізованою за амплітудою 1.5 В і частотою 10...12 кГц змінною напругою.

При симетричному розташування осердя 8 відносно елементів магнітопроводу котушок геометрична нейтраль співпадає з електричною. Встановлюється балансний стан системи, який характеризується мінімальним значенням вихідного сигналу перетворювача.

Пов'язане з відхиленням контрольованого розміру зміщення осердя від нейтралі перерозподіляє активні площі магнітної системи, що призводить до зміни величини магнітного опору магнітного ланцюга перетворювача, до збільшення індуктивності однієї котушки, зменшення індуктивності іншої і, як наслідок, до зміни їх індуктивного опору. Виникає дисбаланс моста. Завдяки цьому на виході на виході перетворювача виникає змінна напруга, амплітуда якої пропорційна відхиленню контрольованого розміру, а фаза відповідає напрямку зміщення осердя. При переході осердя через нейтральне положення фаза вихідної напруги змінюється на 180° . Вихідний сигнал перетворювача, лінійно пропорційний відхиленню розміру, надходить до перетворюючих та підсилюючих блоків електронної вимірювальної системи. З урахуванням знаку і величини поточного відхилення контрольованого параметру електронна система виробляє команди в дискретній або аналоговій формі, які діють на виконавчі механізми верстата.

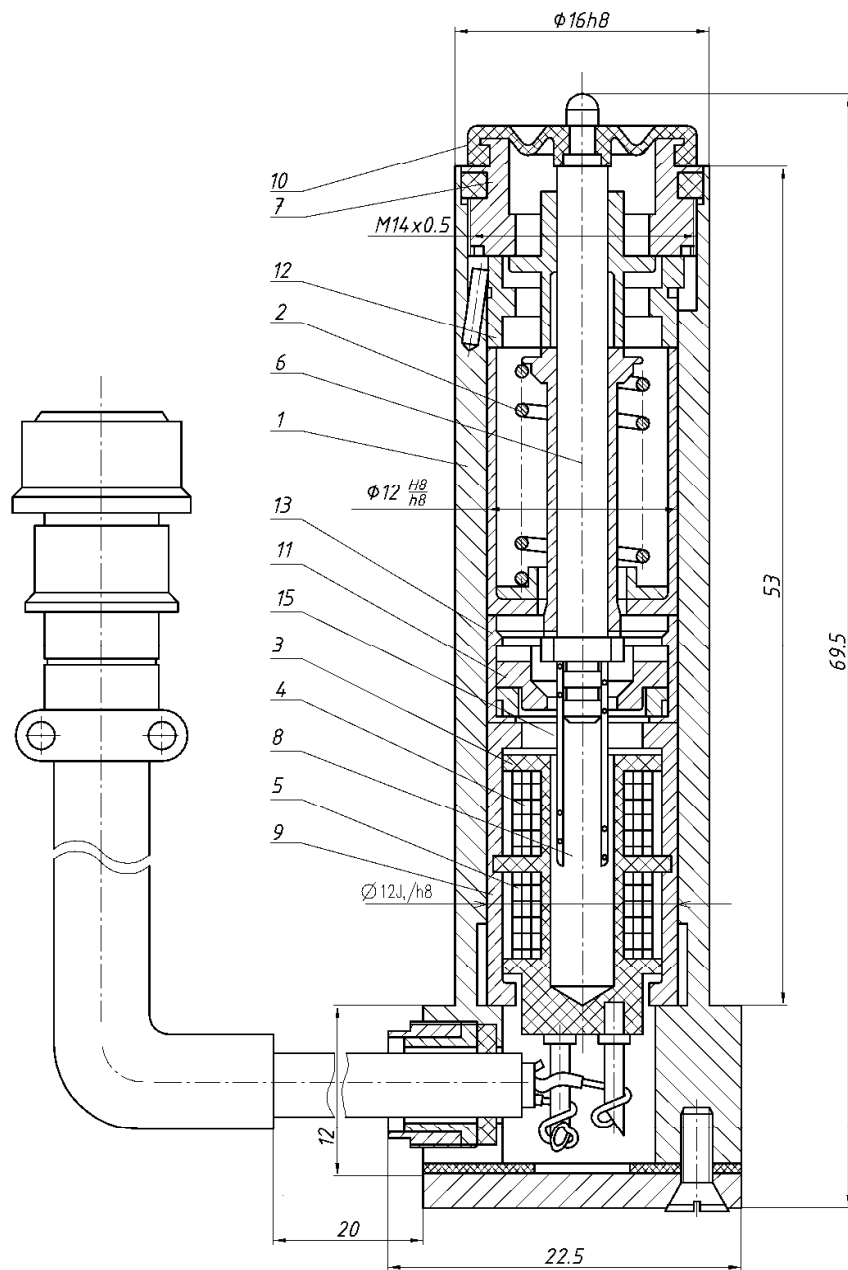


Рисунок 4.2 – Конструкція індуктивного перетворювача:

1 – корпус перетворювача; 2 – пружина, яка створює вимірювальне зусилля; 3 – дискова пружина яка використовується в якості осьових напрямних переміщення штока; 4, 5 – котушки; 6 – вимірювальний наконечник; 7 – втулка; 8 – феритове осердя; 9, 13 – гільза; 10 – манжета; 11 – різьбове кільце; 12 – гільза магнітопроводу; 15 – перехідне кільце

Експлуатаційні параметри і параметри точності перетворювача зберігаються при його встановленні в будь-якому робочому положенні – вертикальному, горизонтальному чи похилому. Для запобігання передчасного виходу перетворювача з ладу, не рекомендується контролювану деталь вводити в безпосередній контакт з вимірювальним наконечником. Передачу переміщень на

вимірювальний шток рекомендується здійснювати через проміжну кінематичну ланку, оснащену обмежувачами ходу.

4.1.3 Розрахунок точності приладу активного контролю

При шліфуванні валів з подовжньою подачею команди керування, що надходять від вимірювальної системи, сприймаються схемою автоматики верстата наприкінці подовжного ходу столу верстата.

Дія двохконтактних засобів контролю валів ґрунтується на прямому методі вимірювання. Вимірювальні наконечники приладу 6, 9 вимірюють безпосередньо діаметр D деталі 7 (див. рис. 4.3). Плаваюча скоба 5, підвішена шарнірно на плоскій пружині 3, закріплений на стійці 2 пристрою, що знаходиться на станині 1 верстата. Базою вимірювання є поверхня оброблюваної деталі, закріпленої в центрах верстата.

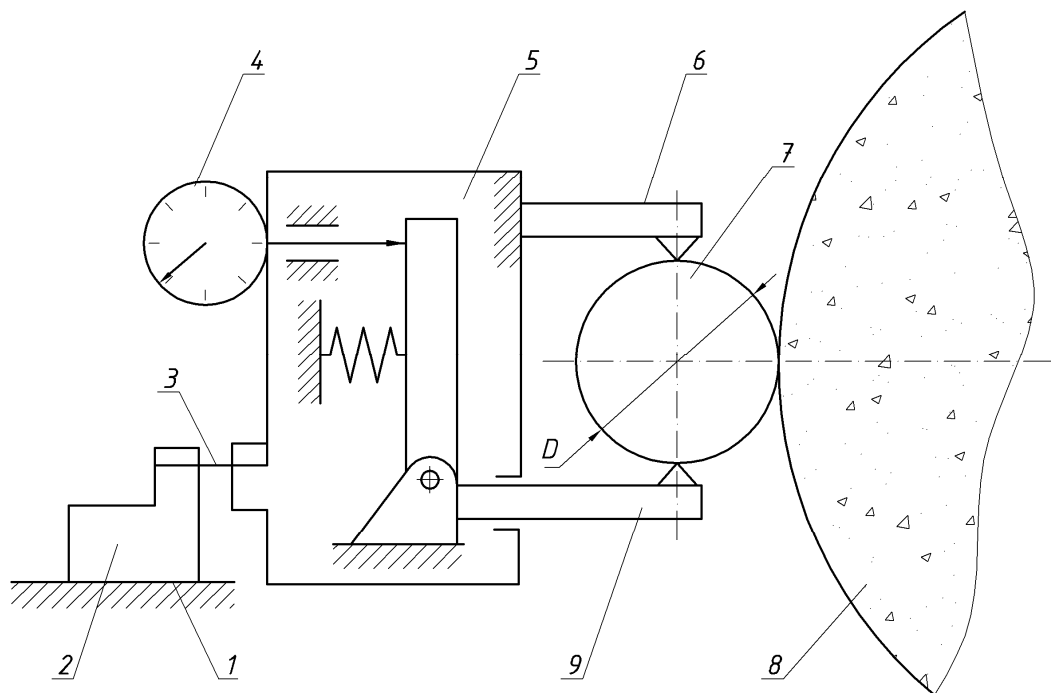


Рисунок 4.3 – Схема автоматизованого контролю

При застосуванні засобів контролю, сконструйованих за такою схемою, цілком компенсуються систематичні і випадкові похибки системи, що залежать від

теплових і силових деформацій верстата, зношення шліфувального круга і силових деформацій деталі.

При розрахунку на точність засобів автоматизованого контролю необхідною умовою є дотримання такої вимоги:

$$\Delta_{\Sigma i} \leq 0,2 T_p, \quad (4.1)$$

де $\Delta_{\Sigma i}$ – сумарна похибка вимірювання;

T_p – допуск на розмір.

$$\Delta_{\Sigma i} = E_y + \Delta_p + \Delta_E + \Delta_n, \quad (4.2)$$

де E_y – похибка установки контрольованого об'єкта при використанні вимірювального пристрою. Розрахунок E_y виконується за залежністю, встановленою для аналогічної похибки установки заготовки у верстатне пристосування: $E_y = E_{\sigma} + E_z + E_n$;

Δ_p – похибка вимірювання, яка викликається неточністю виготовлення передатних пристроїв вимірювального пристрою. Для обраної схеми вимірювання $\Delta_p \approx 0$;

Δ_E – похибка вимірювання, яка викликається настроюванням контрольованого вимірювального пристрою за еталонним зразком, $\Delta_E = 0,0005$ мм;

Δ_n – похибка вимірювання, зумовлена точністю відлікового пристрою, $\Delta_n = 0,001$ мм.

$$E_y = E_{\sigma} + E_z + E_n. \quad (4.3)$$

де $E_{\sigma} = e(\Delta_{p\sigma})$ – похибка базування заготовки. Припускаємо, що похибка пов'язана з радіальним биттям $D_{p\sigma} = 0,0005$ мм, тому $E_{\sigma} = 0,0005$ мм;

$E_z = 0$ – похибка закріплення заготовки;

$E_n = 0,0005$ мм – похибка вимірювального пристосування.

$E_y = 0,0005 + 0 + 0,0005 = 0,001$ мм.

$$[D_{\Sigma i}] = 0,2 \times 0,013 = 0,0026 \text{ мм.}$$

$D_{\Sigma i} = 0,001 + 0 + 0,0005 + 0,001 = 0,0025 \text{ мм} < [D_{\Sigma i}]$, отже, використання даної схеми автоматизованого контролю (вимірювання) можливе.

4.2 Розроблення конструкції відліково-командного пристрою

4.2.1 Будова відліково-командного пристрою

Контроль діаметра деталей здійснюється за допомогою 2-х вимірювальних пристроїв, змонтованих за допомогою стійки та затискачів на верстаті. Переміщення вимірювальних наконечників за допомогою індуктивних перетворювачів перетворюються в електричні сигнали, які сприймаються відліково-командним пристроєм (ВКП). ВКП має світлову індикацію команд та відліковий шкальний індикатор.

Конструктивно ВКП складається з силового та вимірювального відсіків, вузлів передньої та задньої панелей, а також «ніш», в яких розташовані елементи регулювання і комутації.

В силовому відсіку розташований силовий трансформатор, який дозволяє підключати прилад до мережі змінного струму напругою 220 вольт; 4 командних реле типу РЭН-18, які призначені для видачі керуючих команд на верстат: «10К» – перша остаточна команда, «20К» – друга остаточна команда, «1ПК» – перша попередня команда, «2ПК» – друга попередня команда.

Ланцюги вмикання команди «1ПК» і «2ПК» не залежать одна від одної. В режимі «Налагодження» контроль спрацювання команд здійснюється за загорянням ламп Н2...Н5, при цьому реле К1...К4 не спрацьовують (ланцюг живлення реле розімкнутий тумблером S4), в режимі «Робота» відпрацьовуються команди (спрацьовує реле і загоряються сигнальні лампи). Крім того, в силовому відсіку розташований вихідний транзистор VT14 стабілізатора напруги на радіаторі і діоди VD1...VD13.

В вимірювальному відсіку розташовані шість плат друкованого монтажу. На платі П1 (ДП 06-70.03.01.000) розташований вимірювальний канал пристрою і

задаючий генератор; на платі П2 (ДП 06-70.03.02.000) – стабілізатор живлення; на платі П3 (ДП 06-70.03.03.000) – блок формування команд; на платі П4 (ДП 06-70.03.04.000) – реле часу; на платі П5 (ДП 06-70.03.05.000) – схема керування електромагнітами арретування; на платі П6 (ДП 06-70.03.06.000) – аналоговий запам'ятовуючий пристрій (АЗП) максимального контрольованого розміру.

На фронтальній панелі приладу (рис. 4.4) розташовані такі елементи: тумблер 1 (S6) і лампа 2 (HL1) для вмикання та сигналізації підключення пристрою до мережі; тримач запобіжника 3 з запобіжником; клемма 4, призначена для заземлення пристрою при його роботі; індикатор 5 поточного значення припуску на обробку (в положенні «Розмір») і для індикації рівнів спрацювання попередніх команд 1ПК, 2ПК (відповідно положення «Рівень ПК1», «Рівень ПК2»); індикатор 6 спрацювання реле часу; індикатори 7, 8, 9, 10, які сигналізують про спрацювання команд П1К, П2К, 10К, 20К; тумблер 12 перемикання потенціометрів зміщення нуля, які задають поріг спрацювання команд 1ПК і 2ПК; галетний перемикач 16, який перемикає індикатор (міліамперметр) 5 в режим «Розмір» або «Рівень 1ПК» або «Рівень 2ПК»; тумблер 17 для перемикання ціни поділки (меж вимірювань) індикатора 5; тумблер 18 перемикання режимів роботи пристрою в режим «Робота» або «Налагодження».

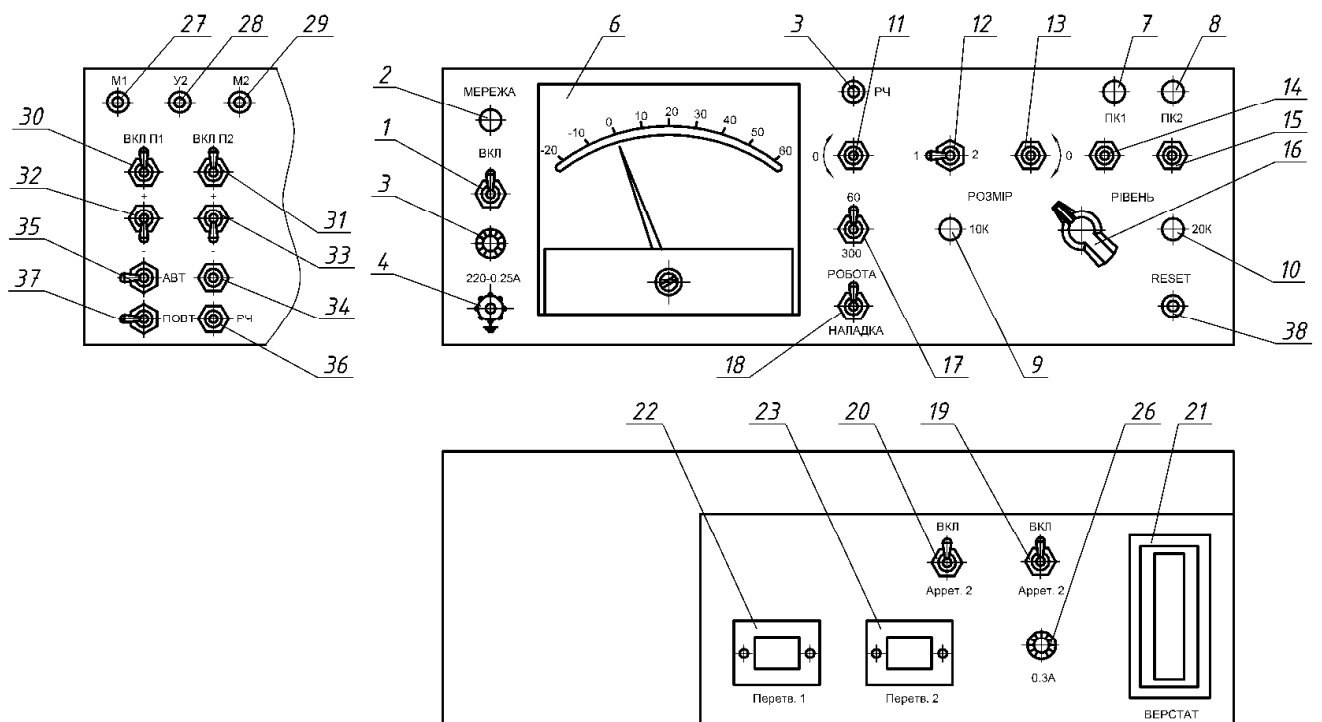


Рисунок 4.4 – Органи управління та індикації відліково-командного пристрою

На задній панелі пристрою розташовані: роз'єм 21 для зв'язку з верстатом; роз'єми 22, 23 для підключення електромагнітів аретування відповідних вимірювальних пристроїв; запобіжник 26 для захисту ланцюгів живлення електромагнітів аретування; тумблери 19, 20 для відключення електромагнітів аретування в режимі «Налагодження».

В «ніші» (рис. 4.4) на правій бічній стінці пристрою під кришкою розташовані: масштабні резистори 27, 29 для регулювання крутизни (масштаб 1, масштаб 2) характеристик перетворювачів; резистор 28 для регулювання рівня попереднього зміщення другого номіналу при використанні пристрою для включення і відключення виходів перетворювачів, які працюють на алгебраїчне сумування розмірів при налагодженні пристрою; тумблери 32, 33 для перемикання полярності живлення перетворювачів; резистор 34 для регулювання часу між скиданням АЗП; тумблер 35 для перемикання режимів роботи реле часу (РЧ), яке ввімкнене після зняття команди «RESET»; тумблер 37 для перемикання АЗП в режим «Пам'ять» або «Повтор».

При відповідному положенні тумблера S14 розташованого під днищем приладу, встановлюється потрібний вид шліфування.

4.2.2 Принцип дії відліково-командного пристрою

Живлення приладу здійснюється від верстата, на якому встановлений прилад. Робота приладу базується на перетворенні лінійних переміщень вимірювального наконечника в електричний сигнал. Сигнал про зміну розміру деталі, яка обробляється від двох вимірювальних пристроїв, поступає в ВКП, який підсилює сигнал, який поступає з перетворювача, і перетворює його в сигнал постійного струму з крутизною характеристики біля 20 мВ/мкм. Цей сигнал поступає на мікроамперметр і формувач команд.

При знятті припуску з деталі, яка обробляється, в процесі шліфування стрілка індикатора переміщується справа наліво (з позначки «+300» до нуля). Коли стрілка досягне рівня спрацювання попередніх команд (1ПК або 2ПК) на верстат видаються відповідні керуючі команди, а на фронтальній панелі загоряються

відповідні лампи. В точці «0» шкали приладу видається остаточна команда і послідовно (приблизно через 0.5 с) спалахнуть лампи остаточної команди 9, 10. Якщо при цьому перемикач роду роботи пристрою «Робота-налагодження» знаходиться в положенні «Робота», то в ланцюгу системи керування верстатом видаються команди на зміну режимів обробки (за попередньою командою відбудеться відключення робочої поперечної подачі шліфувального круга. Почнеться процес виходжування, а за остаточною командою – припинення обробки). При спрацюванні остаточної команди на електромагніти аретування, які знаходяться в вимірювальному пристрої, подається спочатку імпульс напруги 60...70 В (короткочасно, на десяти долі секунди), а потім на них подається напруга приблизно 15 В. Наконечники вимірювального пристрою залишаються в аретованому стані до початку обробки наступної деталі.

Після підводу шліфувального круга в зону обробки починається відлік витримки реле часу (відлік часу після зняття команди «RESET», яка поступає від ланцюгів керування верстата або спеціально встановленого для цієї цілі контактного вимикача). По закінченні цього часу на передній панелі спалахує лампа «РВ», знімається напруга з електромагнітів аретування і дозволяється проходження команд в ланцюгах системи управління верстатом. Змінюючи потенціометром З6 (R2) витримку реле часу можна вибрати момент підводу вимірювальних наконечників в деталі після зняття чорнового припуску. Скидання команд здійснюється при замиканні НО контакту з кінцевого вимикача.

4.2.3 Опис роботи схеми електричної принципової

Задаючий генератор пристрою, розташований на платі П1, зібраний за схемою автоколивального мультівібратора на транзисторах 1VT1 і 1VT2. Напруга прямокутної форми частотою 9...14 Гц, яка виробляється генератором, використовується для живлення перетворювачів переміщень, ключів модулятора (1V6 і 1M7) і демодулятора (1V5), ланцюга зміщення нуля.

Сигнал з перетворювачів переміщень через масштабуючі резистори R3 і R4 поступає на входи вимірювального каналу (резистори 1R12, 1R13). На резистор

1R14 поступає сигнал потенціометра зміщення нуля приладу. На вхід 4 поступає сигнал першого номіналу (при роботі пристрою на 2 номіналі).

Сигнал перетворювача переміщень являє собою напругу змінного струму з частотою, яка співпадає з частотою задаючого генератора. При переміщенні вимірювального наконечника перетворювача напруга сигналу вимірюється, крім того, змінюється його фаза відносно фази напруги задаючого генератора (рис. 4.5).

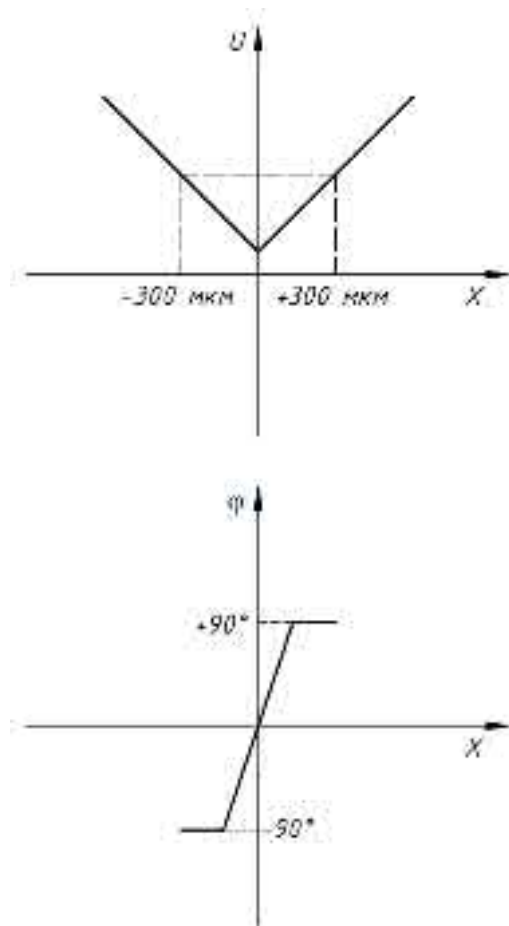


Рисунок 4.5 – Зміна напруги і фази сигналу перетворювача переміщень при зміні переміщення

Сума сигналів перетворювачів переміщень та зміщення нуля підсилюється мікросхемою DA1. З виходу цієї мікросхеми напруга поступає на ключ V5, який виконує роль фазочутливого демодулятора, далі напруга поступає на мікросхему DA2, яка виконує роль підсилювача постійного струму і фільтра нижніх частот. З виходу цієї мікросхеми знімається вихідна напруга вимірювального каналу, яке поступає на індикатор поточного припуску, формувач команд і ключі модулятора 1V6, 1V7.

Модульована напруга через резистор 1R11 і конденсатор 1C4 поступає на вхід каналу. Таким, вимірювальний канал виявляється охопленим негативним зв'язком за напругою, що стабілізує режим роботи вимірювального каналу.

На платі П2 розташований стабілізатор живлення пристрою. На елементах 2V1; 2V2; 2V3; 2V4 зібраний випрямляч, напруга якого стабілізується на рівні 30 В (елементи 2V6; 2V7; 2A1). Регулюючий транзистор V14 стабілізатора розташований на радіаторі. Напруга 30 В ділиться на дві напруги по 15 В елементами 2V2, 2V10, 2V11, 2V20. Середня точка ділильника з'єднується з корпусом. Тим самим забезпечується живлення приладу напругою плюс 15 В і мінус 15 В.

На платі П3 розташовані формувачі команд. На один вхід трьох модулів формування поданий сигнал з вимірювального каналу (через контакт з роз'єму на резистори R1; R3; R5).

На інший вихід формувача попередніх команд подані сигнали з потенціометрів встановлення рівнів спрацювання, які розташовані на фронтальній панелі (R9, R10), а на формувачі кінцевої команди, яка завжди спрацьовує при досягненні вхідним сигналом нуля вольт, ланцюг «Корпус». Вихідні транзистори формувачів (VT9; VT10; VT11; VT12) керують сигнальними лампочками Н2; Н3; Н4; Н5 і командними реле К1; К2; К3; К4.

На вхід формувача 20К подається мінус 15 В, після спрацювання 10К починає заряджатися конденсатор С13 по RC-ланцюгу (R18-С13) і при переході вхідного сигналу через нуль спрацьовує формувач 20К.

На платі П4 розташовано реле часу, яке може працювати в двох режимах, які перемикаються тумблером 10.

Перший режим: вихід мікросхеми DA1 через резистор R3 і тумблер 10 підключений до виходу 1 мікросхеми DD1. При відведеному столі (відключеній гідравліці) верстату ємність С3 розряджена (замкнений контакт з роз'єму XII на корпус в ланцюгу верстата). Після підведення шліфувальної бабки цей ланцюг розривається, а тригер на елементах Д1-1 і Д1-2 залишається в такому положенні, коли на виводі 3 елемента Д1 – потенціал близький до нуля. При підведенні стола в зону обробки сигнал з виходу вимірювального каналу набуває позитивного значення, компаратор на мікросхемі А1 спрацьовує і перекидає тригер Д1-1, Д1-2.

Ємність С3 починає заряджатися через потенціометр R2.

Після закінчення заряду ємності С3 спрацьовує елемент А1-3 і відкриваються транзистори VT5; VT7; VT9, які дозволяють спрацювання командних реле, на фронтальній панелі спалахує лампа «РЧ».

Другий варіант: вихід мікросхеми А1 відключений від виводу 1 мікросхеми Д1. Як і в першому випадку у відведеному положенні шліфувальної бабки ємність С3 розряджена і на виводі 3 елемента Д1-1 – нульовий потенціал. При підведенні стола в зону оброблення, незалежно від сигналу вимірювального каналу, ємність починає заряджатися і по закінченні заряду відкриваються транзистори VT5; VT7; VT8, дозволяється спрацювання командних реле і подається сигнал на відключення електромагнітів аретування. Такий режим використовується при роботі пристрою з вимірювальними пристроями, які мають електромагнітне аретування.

На платі П5 розташовані схеми керування електромагнітами аретування.

При підведеній шліфувальній бабці на базу транзистора VT9 з плати П4 подається закриваючий потенціал, електромагніти аретування ввімкнені. Після закінчення обробки транзистор VT9 відкривається, ємність С1 починає розряджатися в базу транзистора VT6, він закривається, в свою чергу транзистори VT8; VT11 відкриваються і підключають електромагніти аретування до випрямляча VD2...VD5 (напруга близько 60 В). Після розряду ємності С1 транзистор VT6 відкривається, транзистори VT8; VT11 закриваються і електромагніти аретування через діод VD13 підключаються до випрямляча VD14...VD17 (напруга близько 15 В).

При підведенні стола в зону обробки (як при спрацюванні гідравліки), за сигналом з плати П4 транзистор VT9 закривається і електромагніти аретування виключаються.

На платі П6 розташований аналоговий запам'ятовуючий пристрій (АЗП), який забезпечує запам'ятовування максимального значення контрольованого розміру (контроль за виступами деталей). АЗП складається з детектора максимального значення (6A3; 6A2; 6V3; 6C8), пам'яті (6A1; 6V1; 6C1), мультивібратора (6A4), ключів розряду пам'яті і детектор (6V2; 6V12; 6V13; 6V15). Напруга на виході детектора максимального значення (вивід 7 мікросхеми 6A2) відповідає максимальному значенню вхідного сигналу за період вимірювання. Ця

ж напруга – на виході пам'яті (емітер 6VT1, контакт 6 роз'єму 6X1). З частотою, який задається мультивібратором, детектор максимального сигналу скидається (розряджається 6C8 ключами 6VT12; 6VT13; 6VT15). Для виключення коливань сигналу на виході АЗП в цей час ключ 6VT2 закривається і пам'ять підтримує на контакті 6 роз'єму 6X1 незмінну напругу. Після запам'ятовування детектором максимального значення нового максимуму вхідного сигналу ключ 6V2 відкривається і на вихід АЗП проходить напруга, яка відповідає цьому розміру.

Період скидання пам'яті (частота генерації мультивібратора) задається резистором R8, який розташований на правій стінці пристрою.

Час між скиданнями АЗП повинен бути більшим подвійного ходу стола.

4.2.4 Вказівки заходів безпеки

До роботи з приладом допускаються особи, які пройшли спеціальну підготовку з експлуатації приладу і правила безпечного поводження з ним, а також які вивчили і здали экзамени по «Правилах технічної експлуатації електроустановок споживачів» – ПТЕ і «Правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок споживачів» – ПТБ.

Перед включенням приладу в електричну мережу:

- 1) перевірити відповідність запобіжників FU1, FU2 їх номіналам вказаним на панелях і справність роз'ємів;
- 2) перевірити, щоб корпуси складальних одиниць, які мають клему «GND» заземлені.

Забороняється проводити регулювання і ремонт приладу під час роботи верстату, відключати і підключати приєднувальні кабелі при включеному загальному живленні верстату.

У включеному стані ВКП не відкривати. При знятті ВКП із верстату ключі кабелів закрити заглушками.

4.2.5 Підготовка до роботи і послідовність роботи

Підготовка до роботи електричної частини приладу

Встановити органи керування приладом у вихідне положення:

- 1) тумблер живлення 1 в положенні «Викл.»;
- 2) тумблер 18 в положення «Наладка»;
- 3) тумблер 30 і 31 в положення «Вкл. П1» і «Вкл. П2»;
- 4) тумблер 16 в положення «Розмір»;
- 5) тумблер 37 в положення «Повтор»;
- 6) тумблер 19 і 20 в положення «Вкл.»;
- 7) тумблер 32 і 31 в положення «+»;
- 8) потенціометри 11 і 13 в середнє положення;
- 9) тумблер 12 в положення «2»;
- 10) тумблер, розміщений в днищі ВКП, в положення «пласке».

Під'єднати роз'єми кабелів 2-х вимірних пристроїв і приєднувального кабеля з відповідними роз'ємами відліково-командного пристрою.

Далі потрібно тумблером 1 включити відліково-командний пристрій, при цьому повинна засвітитися сигнальна лампа «Мережа».

Переміщенням вимірного наконечника по переміщенню стрілки індикатора 5 перевірити межі вимірювання по точній і грубій шкалах приладу, послідовно підключаючи їх тумблером 7.

Прогріти прилад протягом 15 хв.

Налагодження приладу

Налагодження приладу проводиться по зразковій деталі. В якості зразкової деталі вибирається деталь, кінцевий розмір якої знаходиться в середині поля допуску, вказаного в технологічному процесі. Налагодження приладу проводиться в такій послідовності.

1 В патрон верстату встановити зразкову деталь.

2 Перемістити стіл верстату з вимірними пристроями вліво до контакту вимірних наконечників з деталлю.

3 Поворотом вимірних пристроїв в клемі на стійці і обертанням мікрогвинтів стійки ввести в контакт вимірні наконечники обох пристроїв з зовнішньою поверхнею зразкової деталі. Включити і прогріти протягом 15 хв. ВКП.

Відключити від ВКП кабелі вимірних пристроїв. Рукояткою зміщення «0» ВКП встановити «0» на шкалі приладу. Включити обертання деталі. Послідовно підключаючи кожний вимірний пристрій до ВКП, регулюванням положення вимірного пристрою встановити «0» на шкалі ВКП. При підключенні обох вимірних пристроїв «0» на шкалі повинен зберігатися. Закріпити вимірні пристрої на стійці. Підналагодження стрілки ВКП в нульове положення за допомогою резистора «зміщення нуля» ВКП допускається в межах $+0.01$ мм.

4 Тумблер 37 встановити в положення роботи приладу в режимі запам'ятовування. Включити осциляцію стола і резистором 34 відрегулювати час скиду пам'яті (частоту генерації мультівібратора), яка повинна вироблятися після проходження еталонної деталі під вимірним наконечником (небагато більше одного ходу стола). Передчасний скид пам'яті буде помічений за відхиленням стрілки приладу у від'ємну частину шкали. У випадку зміщення рівня налагодження (стрілка індикатора при русі стола змістилася з нульової поділки) обертанням потенціометра 11 встановити її точно на нульову поділку.

5 Тумблер 20 встановити в положення «ВКЛ», при цьому вимірні наконечники повинні з арретуватися. Провести 10 разів включення та виключення тумблером 20 арретуючих електромагнітів вимірних пристроїв і впевнитись в тому, щоб після їх відключення стрілка повертається на нульову поділку.

6 Переключити тумблер 35 з положення «АВТ» в положення для роботи від кінцевого вимикача і, виконуючи переміщення стола із положення «завантаження» в робоче положення, резистором 36 встановити необхідний час роботи реле часу, яке виключає аретовані електромагніти, момент відключення яких визначається за засвічуванням лампи 6 (P4). Цей же час визначає початок проходження команд приладу на верстат, а тому він обов'язково повинен бути більший часу, необхідного для переміщення стола із положення «завантажено» в робоче положення.

Необхідна величина роботи реле часу уточнюється в процесі обробки деталей.

7 Перемикач 16 встановити в положення «1ПК» і резистором 11 встановити рівень спрацювання попередньої команди (величина рівня визначається величиною припуску, який залишається на обробку після відключення автоматичної врізної подачі шліфувальної бабки, і уточнюється в процесі обробки деталей). Після встановлення рівня спрацювання попередньої команди перемикач 16 встановлюється в положення «Розмір».

8 Провести перевірку взаємодії верстату і приладу:

1) встановити тумблер 17 в положення «300», тумблер 37 в положення «Повтор»;

2) включити рух стола, автоматичну врізну подачу шліфувальної бабки, підвести стіл до деталі, зупинити, і в момент зупинки стола (до засвічення лампи «Р4») притримати рукою вимірний наконечник у верхньому положенні;

3) повільно відпускаючи вимірний важіль (контроль по стрілці приладу), провести формування керуючих команд.

При досягненні стрілкою приладу нульової поділки повинна включитися кінцева команда (засвічування лампи 9). При цьому шліфувальний круг повинен переміститися в положення «Завантаження», в якому повинно зупинитися обертання деталі і скидання керуючих команд.

При наявності всіх команд і описаної вище роботи органів верстата можна перейти до обробки деталей.

Послідовність роботи

1 Встановити тумблер 12 в положення «2», тумблер 18 в положення «Робота», тумблер 20 в положення «Вкл», перемикач 16 в положення «Розмір», тумблер 37 в положення протилежне «Повтор», тумблер 17 в положення «300».

2 Включити рух стола і оберт деталі, включити автоматичну подачу шліфувальної бабки. Подальша обробка виконується в автоматичному режимі без участі робітника. При досягненні деталлю розміру, що відповідає рівню спрацювання попередньої команди, відбудеться автоматичне відключення подачі

шліфувальної бабки і почнеться процес «Виходжування». При досягненні деталлю кінцевого розміру (стрічка приладу дійшла до нульової поділки) автоматично виникне переміщення стола в положення «Завантаження» і зупинка обертання деталі. Обробка наступних партій деталей проводиться в такій же послідовності.

4.3 Розроблення схеми роботи круглошліфувального верстата моделі 3A151 спільно з пристроєм активного контролю

Круглошліфувальний напівавтомат моделі 3A151 призначений для зовнішнього шліфування циліндричних та конічних поверхонь в умовах серійного виробництва.

Технічні характеристики верстата

Клас точності	В
Діаметр оброблюваної деталі, мм	200
Довжина деталі, мм	700
Довжина шліфування, мм	4800
Габарити верстата (мм)	3100×2100×1500
Маса, кг	4200
Потужність двигуна кВт	7.5
Межі частоти обертання шпинделя min/max, об/хв.	5/500

На верстатах цього типу можна виконувати такі види обробки:

- поздовжнє і врізне шліфування при ручному керуванні;
- поздовжнє шліфування до упору з автоматичною поперечною подачею;
- врізне шліфування до упору при напівавтоматичному циклі роботи.

Напівавтоматичний цикл роботи верстата здійснюється в такій послідовності:

- 1) швидке гідравлічне підведення шліфувальної бабки до виробу, пуск обертання виробу, включення електродвигунів насоса охолодження й

магнітного сепаратора;

- 2) шліфування при чорновій подачі;
- 3) шліфування при чистовій подачі до упору;
- 4) виходжування;
- 5) автоматичний відвід шліфувальної бабки, вимикання обертання виробу, подачі охолоджувальної рідини й електродвигуна магнітного сепаратора.

Робота механізму подач круглошліфувального верстата мод. 3A151, оснащеного двокомандним приладом активного контролю, зображена на рис. 4.6.

Лопатевий насос 1 через пластинчастий фільтр 2 і розвантажувальний клапан 3 подає під тиском масло в систему. Регулювання тиску масла в системі здійснюється за допомогою клапана 3. Масло по лінії *a* надходить у керуючий золотник 5 і циліндр підпору 28, шток якого служить для вибору люфту в гайці 29. Перед початком циклу шліфування золотник 5 перебуває в крайньому лівому положенні, шліфувальна бабка відведена від виробу.

Після того як заготовка встановлена в центрах, робітник переміщає рукоятку 6; золотник 5 переміщається в крайнє праве положення. Права порожнина циліндра 20 швидко підведення через лінію 6 зв'язується зі зливом, у ліву порожнину циліндра через лінію *b* надходить масло під тиском. Поршень разом зі штоком 21, гайкою 29 і шліфувальною бабкою швидко переміщається в напрямку до деталі 24 (величина переміщення 50 мм). При підході штока 21 до крайнього правого положення тарілка 18 натискає на шляховий вимикач (ШВ) і зупиняється, притискаючи ролики 19 до торцевого профілю кулачка 16. При спрацьовуванні ШВ включаються електродвигуни обертання виробу, насоса подачі охолоджувальної рідини й обертання магнітного сепаратора, ланцюги живлення проміжних реле схеми управління верстата підготовляються до включення. Перед тем як поршень циліндра швидко підведення підійде до крайнього правого положення, у стінці циліндра відкривається канал, через який по лінії *c* масло під тиском буде подано у верхню порожнину циліндра врізання 17. Поршень-рейка 14 під тиском масла почне переміщатися вниз, кулачок 16, що перебуває з ним у зачепленні, прийде в обертання, забезпечуючи повільне переміщення шліфувальної бабки в режимі робочої подачі в напрямку до деталі. Круг вріжеться в деталь і почнеться цикл

шліфування. Профіль кулачка й швидкість його обертання визначають величину подачі. Швидкість обертання кулачка залежить від швидкості переміщення поршня-рейки, яка визначається витіканням масла з нижньої порожнини циліндра врізання 17.

Масло на злив із циліндра направляється по лінії ж через перемикач 11, золотник 13 і регулюючий дросель 12, яким можна задати необхідну величину робочої подачі. Дросель 12 оснащений рукояткою, яка виведена на передню панель верстата, натискаючи яку, можна повністю відкрити дросель і забезпечити швидкий розворот кулачка. При відпусканні рукоятки дросель автоматично повертається в раніше налаштоване положення.

Приблизно в середині ходу після зняття з деталі частини припуску торець поршня-рейки 14 відкриває канал у стінці циліндра врізання 17. Через канал масло під тиском по лінії *г* надходить у праву порожнину циліндра пристрою, що підводить 26. Поршень циліндра разом зі штоком переміщається вліво, вимірювальна скоба 25 притикається до деталі. Із цього моменту розмір оброблюваної деталі контролюється приладом. Коли розмір вала досягає певного значення, прилад видає першу команду на перемикання режиму шліфування, спрацює реле *P1* (рис. 4.7, а), у схемі приладу загориться сигнальна лампа. Контакти реле *P1* виведені в схему управління верстата, замкнуть ланцюг живлення перехідного реле *РПІ* верстата. Контакти *РПІ* включають живлення обмотки електромагніту доводочної подачі (або виходжування) *ЕМП* (рис. 4.7, б). Електромагніт спрацює й перемкне золотник 13 (див. рис. 4.6) у нижнє положення. Масло з нижньої порожнини циліндра врізання 17 буде надходити на злив через регульований дросель 10, прохідний перетин якого значно менше перетину дроселя 12, внаслідок чого швидкість переміщення рейки 4 зменшується і подальша обробка буде вестися в режимі чистової подачі.

Якщо по циклу шліфування передбачається виходжування деталі, то дросель 10 перекривається й поршень-рейка зупиняється. Спрацьовування електромагніту *ЕМВ* викликає вимикання подачі, і подальша обробка триває в режимі виходжування за рахунок натягів, що утворювалися в системі ВПД на попередньому чорновому етапі шліфування.

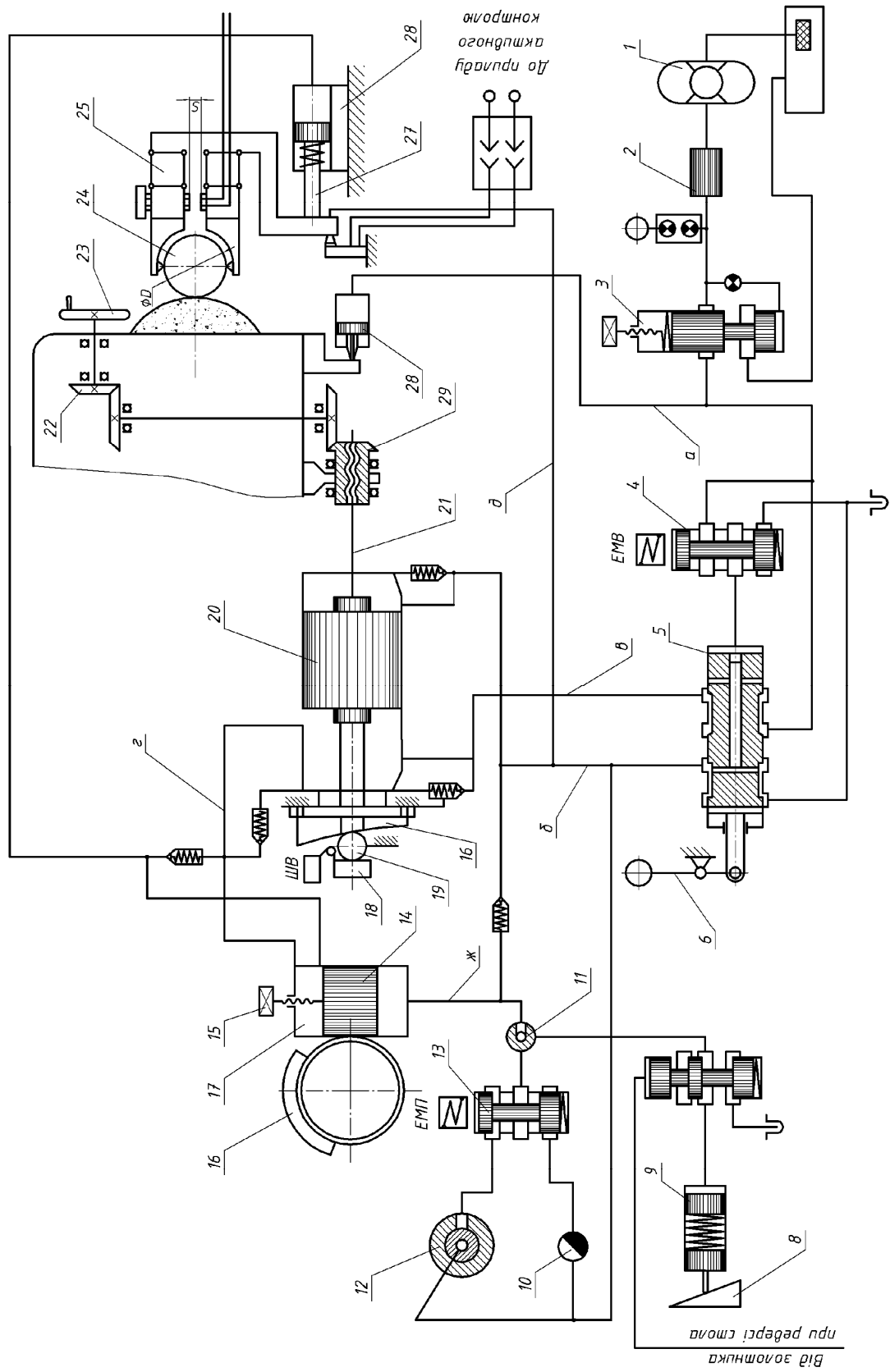


Рисунок 4.6 – Схема роботи механізму подач круглошліфувального верстака моделі 3A151
спільно з приладом активного контролю

Після досягнення розміру деталі необхідного значення спрацює реле кінцевої команди *P2*. На передній панелі приладу загориться сигнальна лампа «Розмір».

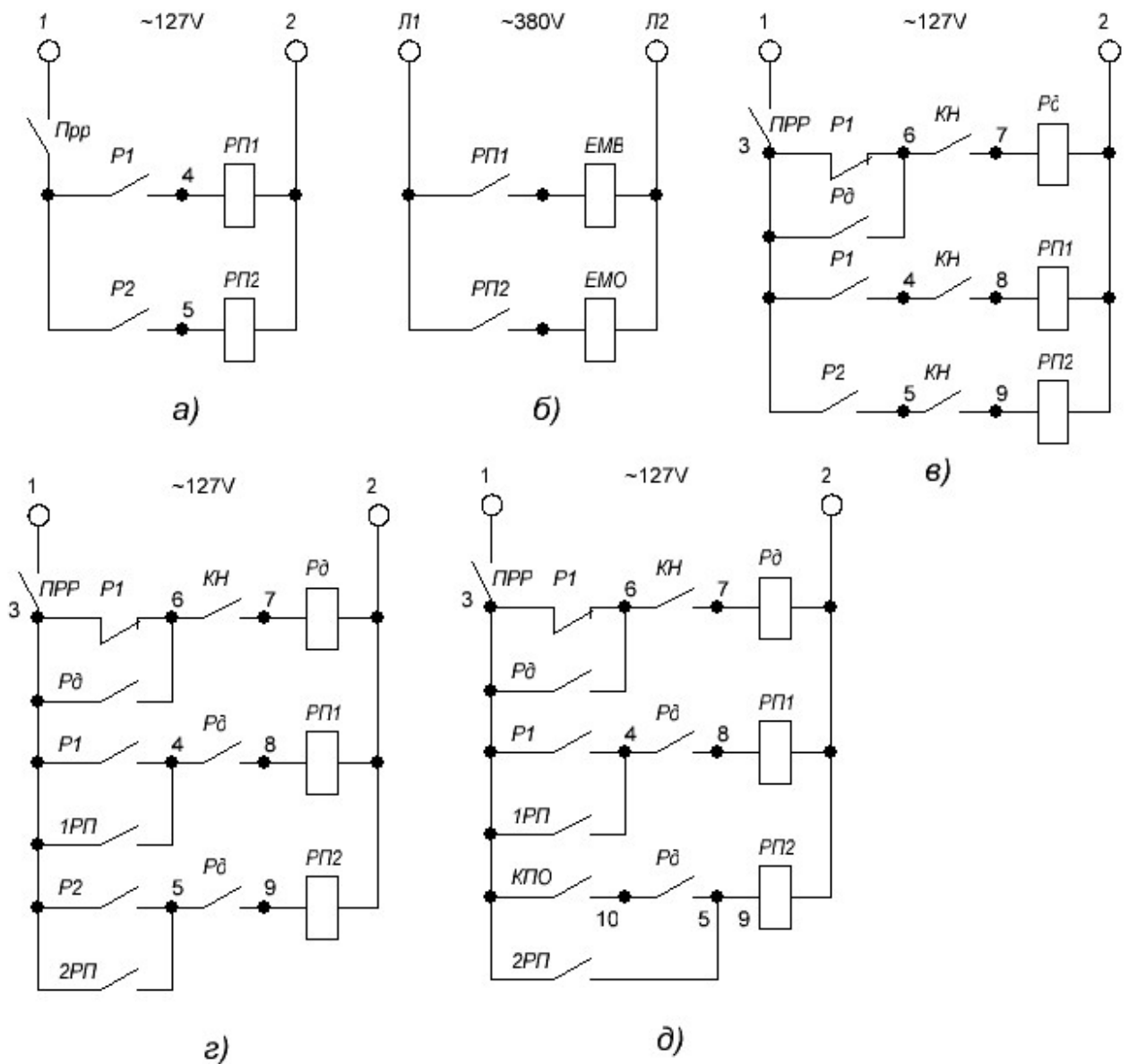


Рисунок 4.7 – Схема включення контактів командних реле приладу в ланцюзі виконавчих органів верстата (*P1* – реле попередньої команди, *P2* – реле кінцевої команди «розмір», 1РП, 2РП – проміжні реле схеми управління верстата):

а – схема без блокувань; б – схема включення виконавчих електромагнітів; в – схема із блокувальним пристроєм; г – схема із блокувальним пристроєм і постановкою командних реле на «саможивлення»; д – схема для верстата, що працює на прохід

Контакти реле, виведені в схему управління верстата, замкнуть ланцюг живлення перехідного реле *РП2*, контакти перехідного реле включають

електромагніт відводу ЕМВ, який перемістить у нижнє положення золотник 4. Масло під тиском буде подано з лінії а під торець керуючого золотника 5. Золотник переміститься в крайнє лівє положення. Лінія у виявиться з'єднаною зі зливом, а в лінію б буде поданє масло під тиском. Масло поступає у праву порожнину циліндра швидко підведення. Поршень і пов'язана з ним шліфувальна бабка швидко відійдуть у вихіднє положення. Масло під тиском зробить у нижню порожнину циліндра врізання (лінії б і ж), поршень-рейка і кулачок повернуться у вихіднє положення. Лінія г пристрою, що підводить, буде зв'язана зі зливом, поршень разом з вимірювальною скобою під впливом пружини 27 або під тиском масла, що надходить по лінії д також відійдуть у вихіднє положення. Тарілка 18 штока 21, переміщаючись уліво, відпустить шляховий вимикач ШВ, розімкнуться контакти, що включають двигуни обертання виробу, насос подачі охолодної рідини й обертання барабана магнітного сепаратора. Знеструмляться також ланцюги живлення проміжних реле схеми управління верстата. Схема повністю повернеться у вихідний стан.

Ручна подача шліфувальної бабки забезпечується рукояткою 23 через конічну пару 22 і гайку 29.

У верстаті 3А151 передбачений автоматичний цикл роботи при шліфуванні на прохід. Для цієї мети використовують гідравлічний перемикач 11. При його повороті масло з нижньої порожнини циліндра врізання 17 підводиться до золотника 7. Коли золотник перебуває у верхньому положенні, прохідний канал закритий і підведення масла припиняється. Поршень-рейка 14 і кулачок 16 нерухливі. Шліфувальна бабка також нерухома. Стіл верстата переміщається. При підході до упору, у момент реверсу стола, масло під тиском надходить у верхню порожнину золотника 7. Золотник переміщається вниз, відкривається прохідний канал, через який невеликий об'єм масла із циліндра врізання подається в дозатор 9. Поршень-рейка переміщається вниз, здійснюється подача шліфувальної бабки на хід стола. Величина цього переміщення залежить від обсягу масла, витиснутого в дозатор 9 і може регулюватися за допомогою кулачка 8. Масло під тиском подається у верхню частину золотника 7 тільки в момент реверсу. При русі стола верхня частина золотника з'єднується зі зливом і золотник під дією пружини повертається у верхнє положення. Канал, що йде від циліндра врізання через

перемикач 11, закривається. Масло з дозатора 9 пружиною витісняється на злив. Пристрій знову готовий до роботи в момент реверсу.

При підключенні командних реле приладу до схеми управління верстата необхідно враховувати специфічні особливості роботи приладу активного контролю.

Коли двоконтактна настільна скоба (або триконтактна навісна) перебуває у відведеному положенні, її вимірювальні наконечники фіксують мінімальний розмір. Командні реле приладу перебувають у стані спрацювання. На передній панелі приладу горить сигнальна лампа «Розмір». Контакти реле P1 (точки 3 і 4, рис. 4.7, а) і реле P2 (точки 3 і 5) замкнені, електромагніти ЕМП і ЕМВ включені (рис. 4.7, б), золотник 5 (рис. 4.6) у крайньому лівому положенні. Підведення шліфувальної бабки в робоче положення заблоковане і відбутися не може.

Для здійснення автоматичного циклу роботи необхідні спеціальні блокувальні пристрої, що забезпечують проходження команд приладу в схему верстата тільки після того, як вимірювальна скоба буде перебувати в робочому положенні й здійснювати контроль над зміною розміру оброблюваної деталі.

Використовують різні варіанти блокувальних пристроїв. Блокування командного ланцюга приладу іноді здійснюється за положенням вимірювальної скоби. У цьому випадку встановлюють мікровимикач ВП (рис. 4.6), який замикає ланцюг живлення командних пристроїв приладу тільки в робочому положенні вимірювальної скоби. При відводі скоби з вимірювальної позиції ланцюги живлення командних пристроїв приладу розриваються. Недолік такого блокування полягає в необхідності ретельного й точного регулювання моменту спрацювання вимикача *ВП*.

Вимикач і проводка до нього розташовуються в безпосередній близькості від зони обробки й зазнають впливу охолоджуючої рідини, абразиву й шламу. В окремих випадках розташування вимикача на пристрої, що підводить, може заважати завантаженню й вивантаженню оброблюваних деталей. Досить складне настроювання моменту спрацювання вимикача при використанні скоб зі сферичними наконечниками.

У наш час частіше застосовують схеми блокування, що використовують логічну послідовність видачі команд. Один з варіантів таких схем показаний на рис.

7, е.

Загальна точка замикаючих і розмикаючих контактів реле попередньої команди $P1$ підключається до точки 3 перемикача роду робіт ($ППР$), встановленого в положення «Робота із приладом». Розмикальні контакти реле $P1$ через замикаючі контакти $КН$ (контакти пускача, що включає електродвигун подачі охолоджуючої рідини або електродвигун обертання виробу) підключаються до обмотки додаткового реле P_0 . Замикаючі контакти реле $P1$ через замикаючі контакти додаткового реле (точки 3, 4, 8) підключаються до обмотки проміжного реле $ПП2$ яке включає електромагніт $ЕМП$. Замикаючі контакти реле кінцевої команди «Розмір» $P2$ через замикаючі контакти реле $P_{доо}$ підключаються до обмотки проміжного реле $ПП2$, яке включає електромагніт відводу $ЕМВ$. Коли шліфувальна бабка перебуває у вихідному положенні, контакти $КН$ розімкнуті, реле P_0 знеструмлене. Незалежно від положення контактів командних реле $P1$ і $P2$ знеструмлені також ланцюги живлення проміжних реле $ПП1$ і $ПП2$ (так як розімкнуті контакти $P_{доо}$, включені в ланцюг їх живлення). При підході шліфувальної бабки в робоче положення замикаються контакти $КН$ (точки 6, 7), Після зняття певної частини припуску скоба насувається на деталь. Вимірювальні наконечники скоби фіксують розмір, що перевищує рівень настроювання моменту спрацьовування реле попередньої й кінцевої команд. Обидва командних реле відключаються, розмикаючі контакти реле (точки 3, 4 і 3, 6) розмикаються, спрацьовує додаткове реле $P_{доо}$. Замикаючі контакти реле $P_{доо}$ підготовляють до включення ланцюги живлення реле $ПП1$ і $ПП2$ (замикають точки 4, 8 і 5, 9). При спрацьовуванні реле $P1$ буде видана й реалізована за допомогою реле $ПП1$ і електромагніту $ЕМП$ попередня команда приладу. При спрацьовуванні реле $P2$ буде видана й реалізована за допомогою реле $ПП2$ і електромагніту $ЕМВ$ кінцева команда «Розмір». Шліфувальна бабка відійде у вихідне положення, контакти $КН$ (точки 6, 7) розімкнуться, реле $P_{доо}$ знеструмиться, контакти реле $P_{доо}$ відключать ланцюг живлення проміжних реле $ПП1$ і $ПП2$. Схема повернеться у вихідний стан.

В окремих випадках, особливо при обробці деталей з переривчастими поверхнями або з неправильною геометричною формою, щоб уникнути нечіткого спрацьовування реле необхідна його постановка на режим роботи із саможивленням. Якщо подібне блокування не передбачене в приладі, то

використовують схему, наведену на рис. 4.7, з. Контакти командних реле приладу $P1$ і $P2$ шунтуються нормально відкритими контактами проміжних реле $PP1$ і $PP2$ (точки 3, 4 і 3, 5). Робота схеми не відрізняється від описаної вище.

Ускладнюється робота схеми при шліфуванні на прохід. У цьому випадку потрібна наявність спеціальних елементів, що фіксують крайні положення стола. А якщо ні, то відвід круга по команді приладу можливий у будь-якому місці ходу стола, що приведе до змінності діаметра по довжині оброблюваної деталі.

Схема підключення приладу для шліфування на прохід зображена на рис. 4.7, д. У ланцюг контактів реле кінцевої команди включені контакти мікроперемикача KPC , що фіксує крайні положення стола (точки 3, 10). У випадку спрацьовування реле кінцевої команди $P2$ і видачі команди «Розмір» остання буде реалізована лише тоді, коли стіл дійде до крайнього положення. Команда відразу береться на саможивлення замикаючими контактами реле $PP2$ (точки 3, 5).

Схеми, що використовують логічну послідовність команд, широко застосовують на шліфувальних верстатах. При використанні зазначених схем необхідно мати на увазі, що їх спрацьовування можливе при шліфуванні деталей, що мають припуск на обробку. При випадковому встановленні деталей без припуску на обробку (наприклад, бракованих або раніше прошліфованих) спрацьовування схем, що використовують логічну послідовність команд, не відбувається. У подібних випадках необхідна установка додаткових блокувальних пристроїв у верстаті або в приладі. Такі пристрої містять у собі звичайно спеціальні реле часу. Вибір того або іншого варіанта блокування, закладеного в цих пристроях, визначається схемою автоматики й конструкцією верстата, на якому встановлюються прилади активного контролю.

4.5 Розрахунок захоплюючого пристрою промислового робота

Захоплюючі пристрої (ЗП) маніпуляторів служать для захвату і утримання в певному (конкретному) положенні об'єктів маніпулювання. Ці об'єкти можуть мати різні розміри, форму, масу і характеризуватися різними фізичними властивостями.

До ЗП ставляться певні вимоги: загального характеру і спеціальні, пов'язані з конкретними умовами праці.

До числа обов'язкових вимог належать: надійність захвату і утримання об'єкту, стабільність базування, недопустимість пошкоджень або руйнування об'єктів, міцність деталей ЗП.

Спеціальні вимоги: можливість захвату і базування деталей в широкому діапазоні (маси, розмірів і форми), легкість і швидкість заміни елементів ЗП, необхідність автоматичної зміни зусиль утримання об'єкта в залежності від його маси.

Виходячи з цих вимог і параметрів заданої деталі, вибираємо кліщовий керований широкодіапазонний центруючий ЗП з рейковим передавальним механізмом. Складальне креслення маніпулятора промислового робота наведено в графічній частині роботи.

Виконаємо розрахунок для обраного пристрою. Визначимо сили, що діють у місцях контакту заготовки і губок. Розрахуємо силу затиску:

$$Q = 1,3P \left(\frac{W}{g} + 1 \right) \cdot \left(0,63 \frac{b}{a} + \frac{1,5ab}{(b + 0,1d)a} \right) \cdot k, \quad (4.4)$$

де $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

$$P = mg = 0,51 \times 9,81 = 5 \text{ Н};$$

a, b – розміри захвата, м;

a_1 – відстань від краю затискних губок до центру ваги заготовки (деталі), м;

b_1 – ширина захвату, м;

W – прискорення, що виникає при русі схвата, м/с^2 ;

$k = 1,7$ – коефіцієнт запасу;

d – діаметр заготовки, м.

Отже:

$$Q = 1,3 \cdot 5 \left(\frac{4}{9,81} + 1 \right) \cdot \left(0,63 \frac{0,043}{0,021} + \frac{1,5 \cdot 0,01 \cdot 0,043}{(0,016 + 0,1 \cdot 0,026)0,021} \right) \cdot 1,7 = 45,8 \text{ Н}.$$

Величина сили, що діє у місцях контакту заготовки і затискних губок визначається за залежністю:

$$N = Q \frac{a}{4b \sin \frac{\alpha}{2} k}, \quad (4.5)$$

де $\alpha = 70^\circ$ – кут призматичного заглиблення губок;
 $k=1,7$ – коефіцієнт запасу.

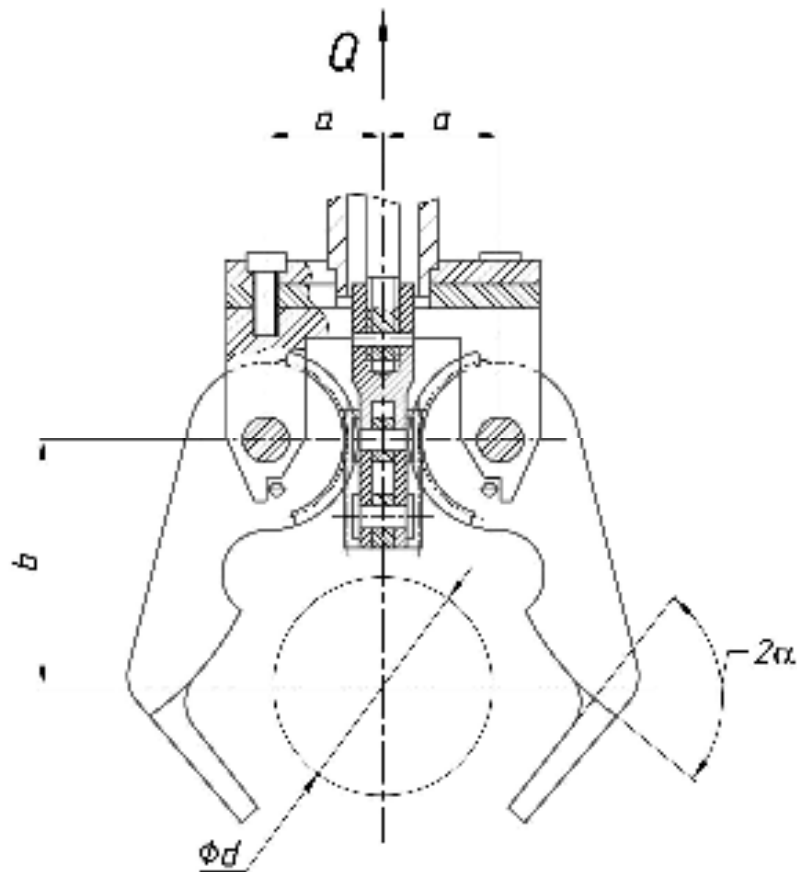


Рисунок 4.8 – Розрахункова схема схвата робота

$$N = 45,8 \frac{0,021}{4 \cdot 0,043 \sin 70 \cdot 1,7} = 3,5 \text{ кг.}$$

Розрахункові напруження в місці контакту деталі і захоплюючого пристрою:

$$\sigma = 0,836 \sqrt{\frac{N}{l_z} \cdot \frac{E_g E_z}{d_g (E_g + E_z)}}, \quad (4.6)$$

де E_z, E_g – модуль пружності матеріалу заготовки, $E_z = E_g = 2,1 \cdot 10^6$;

l_z – товщина важеля захоплення, мм;

d_g – діаметр деталі, мм.

$$\sigma = 0.836 \sqrt{\frac{3500}{0.012} \cdot \frac{2.1 \cdot 10^6 \cdot 2.1 \cdot 10^6}{0.026(2.1 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10^6)}} = 286.9 \text{ Па.}$$

Порівнюємо отримане значення σ з $[\sigma_d] = 510 \text{ Па}$: $[\sigma_d] > \sigma$, отже конструкція обрана правильно і дозволяє захопити деталь, не ушкоджуючи її поверхні.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Структура САПР і склад основних компонентів

Структурними елементами САПР, які жорстко зв'язані з організаційною структурою проектної організації, є підсистеми, в яких за допомогою спеціалізованих комплексів засобів вирішується функціонально завершена послідовність задач САПР.

В якості основної структурної частини САПР приймають підсистему проектування, яка володіє всіма властивостями системи, має об'єктну орієнтацію і реалізує функції проектування.

Другою структурною частиною САПР є підсистема обслуговування, яка має загальне системне використання і забезпечує підтримку функціонування підсистеми проектування, а також оформлення, передачу і вивід результатів.

Підсистема САПР складається із компонентів, об'єднаних загальною для даної підсистеми цільовою функцією і які забезпечують функціонування цієї системи.

Компонент являє собою елемент забезпечення, який виконує окрему функцію в підсистемі. В залежності від виду забезпечення виділяють компоненти:

- математичне забезпечення – методи, математичні моделі, алгоритми;
- лінгвістичне забезпечення – мови проектування, термінологія;
- технічне забезпечення – засоби обчислювальної та організаційної техніки, передачі даних, вимірювальні та інші пристрої;
- інформаційне забезпечення – документи з описом стандартних проектних процедур, типових рішень, типових елементів, і т.п.; програмне забезпечення – документи з текстами програм, програми на машинних носіях і експлуатаційні документи;
- методичне забезпечення – документи, в яких відображені склад, правила вибору та експлуатації засобів автоматизації проектування;
- організаційне забезпечення – положення, інструкція, накази, штатні розклади і інші документи, які регламентують організаційну структуру підрозділів організації при функціонуванні САПР.

Структурна єдність підсистеми забезпечується зв'язками між компонентами різних видів забезпечення, які утворюють підсистему, а структурне об'єднання підсистем в систему – зв'язками між компонентами, як правило, однорідного забезпечення підсистем.

Для побудови структури САПР, їх підсистем і для розробки компонентів важливо виділити загальносистемні принципи, до яких відносять принципи сумісності, системної єдності, стандартизації і розвитку.

Принцип сумісності полягає в тому, що мови, символи, коди, інформаційні і технічні характеристики структурних зв'язків між засобами забезпечення і компонентами САПР повинні бути узгоджені так, щоби забезпечувалось сумісне функціонування підсистем і зберігалась відкрита структура системи в цілому. При створенні САПР необхідно забезпечити сумісність неавтоматизованого і автоматизованого проектування, підсистем САПР і САПР із зовнішнім середовищем.

Принцип системної єдності полягає в тому, що на всіх стадіях створення, функціонування і розвитку САПР цілісність системи повинна досягатися шляхом врахування зв'язків між підсистемами і компонентами САПР. Розробка всіх видів забезпечення повинна вестись так, щоби при функціонуванні всі компоненти утворювали систему.

Принцип стандартизації полягає в проведенні уніфікації і типізації компонентів і комплексів засобів, інваріантних до об'єктів проектування і галузевої специфіки, а також у встановленні правил з метою впорядкування діяльності в сфері створення і розвитку САПР. Вона повинна розроблятися так, щоби більша частина засобів автоматизації, які входять в неї, могла бути використана без істотних змін і доопрацювань при змін об'єкту проектування.

Принцип розвитку полягає в тому, що САПР повинна функціонувати як система, що розвивається, яка допускає поповнення, вдосконалення і оновлення підсистем і компонентів. В процесі розвитку САПР повинна розширюватися не тільки номенклатура проектно-конструкторської документації, яка розробляється системою, але і підвищення якості цієї документації за рахунок багатоваріантної оптимізації проектних рішень.

Компоненти окремих видів забезпечення САПР можуть бути об'єднані в

комплекси засобів одного виду або комбіновані комплекси для виконання процедур проектування або обслуговування.

5.2 Вибір програмного забезпечення та технічних засобів для вирішення задач дипломної роботи

Однією з задач, яку необхідно розв'язати в ході виконання дипломної роботи, є розроблення технології виготовлення деталі. Проте, проектування технології не є основним завданням дипломної роботи, а служить лише для підготовки вихідних даних для науково-дослідної та конструкторської частини. Тому розроблення технології виготовлення можна провести укрупнено, зокрема із застосуванням систем автоматизованого проектування технологічних процесів.

Для вирішення задач, поставлених в дипломній роботі, вибрано САПР ТП «ТехноПро», яка являє собою універсальну систему автоматизації технологічного проектування і підготовки виробництва і містить усі засоби, необхідні для діалогового проектування технологічних процесів (ТП), включаючи автоматичний підбір оснащення, проведення розрахунків і вибір даних з таблиць, а також використання «Умов» і «Сценаріїв».

«ТехноПро» забезпечує проектування операційної технології, включаючи операції: заготівельні; механічної і термічної обробки; нанесення покриттів, слюсарні, технічного контролю, зборки, штампування, зварювання і будь-які інші. Система формує операційні, маршрутно-операційні і маршрутні технологічні карти, карти контролю, відомості оснащення, матеріалів і комплектуючих, титульні аркуші й інші технологічні документи.

В базі даних Конкретних технологічних процесів (КТП) для кожного технологічного процесу є поля посилань на креслення або моделі деталей. Використовуючи засоби класифікації і пошуку, переглядаючи креслення або тривимірну модель, технолог знаходить необхідний техпроцес-аналог. Знайдений техпроцес-аналог копіюється з новим ім'ям і позначенням, а потім проглядається і коректується. Коректування полягає в додаванні, видаленні, редагуванні або зміні положення в маршруті операцій і переходів.

При коректуванні ТП вибір оснащення (устаткування, пристосувань, інструментів, матеріалів) здійснюється по технологічному класифікатору з Інформаційній базі системи. Записи оснащення можуть мати різну структуру. Кожен запис може містити параметри для автоматичного підбору або пошуку в діалозі, а також може бути проілюстрований рисунком. Кожне устаткування забезпечується паспортними й обліковими даними.

«ТехноПро» забезпечує гнучкість настроювання вибору даних з довідкових баз, таблиць і проведення розрахунків. Користувач може сформувати «Сценарії», що складаються з набору процедур і підключити їх до будь-якого поля операції, переходу, оснащення або груп Інформаційної бази. При цьому немає необхідності заповнення ніяких проміжних таблиць – досить вказати зв'язки курсором.

Такий підхід дозволяє визначати послідовність діалогового проектування, при якій запропоновані технологічні варіанти залежать від вибору, виконаного на попередньому кроці проектування.

Технологічні операційні ескізи і карти налагодження можуть виконуватися в будь-якому графічному редакторі. У розроблюваному ТП ці графічні документи підключаються до переходів операцій з можливістю їхнього перегляду. При необхідності користувач може відредагувати зображення, а також переглянути його в збільшеному вигляді. Зображення ескізів і карт налагодження автоматично вставляються у сформовані технологічні карти.

«ТехноПро» органічно включається в інтегровані комплекси з будь-якими сучасними конструкторськими САПР, так як може поставлятися з інтерфейсами до безлічі систем, наприклад, T-FLEX CAD, SolidWorks, SolidEdge, Unigraphics, Pro/ENGINEER, Компас-Графік і інших. Досвід експлуатації системи «ТехноПро» на сотнях підприємств також показав високий ступінь готовності бази даних цієї системи до інтеграції з багатьма АСУП і системами PDM.

5.3 Розрахунок режимів обробки і норм виготовлення

Формули розрахунків режимів і норм в системі «ТехноПро» вводять в Умови в Базі умов і розрахунків. Кожна така умова відповідає одному виду обробки.

У перший рядок з оператором «Обчислити» введена формула розрахунку числа оборотів шпинделя верстата: $N=1000*V/(\Pi*D)$. Підстановка в цю формулу змінних, використовуваних у Технопро, приводить формулу до вигляду: $[N;Режим] = 1000 * [V;Режим]/(3.14*[D;Оброб])$. Для округлення числа обертів використовується функція $CInt$ і в остаточному підсумку формула приймає вид: $[N;Режим] = cInt(1000 * [V;Режим]/(3.14*[D;Оброб]))$.

У другий рядок «Обчислити» введена формула розрахунку основного часу по формулі: $T_o=(L+W)/(N*S)$. Підставивши в цю формулу змінні, використовувані в Технопро, одержуємо: $[T_o; Норма] = ([L] + [W;Режим])/([N;Режим] * [S;Режим])$. Для округлення до сотих необхідно розраховане значення помножити на 100, округлити до цілого функцією $CInt$ і розділити на 100: $[T_o;Норма] = cInt((([L]+[W;Режим])/([N;Режим] * [S;Режим])*100)/100$.

У третьому рядку «Обчислити» стоїть формула присвоєння значення допоміжного часу: $[T_v;Норма] = 3$.

У четвертому рядку розраховується глибина різання, при свердлінні вона дорівнює половині оброблюваного діаметра: $[t;Режим]=[D;Оброб]/2$.

У п'ятому й шостому рядках параметрам $[D;Режим]$ й $[L;Режим]$ привласнюються значення діаметра й довжини оброблюваної поверхні: $[D;Режим]=[D;Оброб]$, $[L;Режим]=[L;Оброб]$. Це необхідно для видачі цих значень у карту ТП.

Значення параметрів, використовуваних у правій частині формул необхідно визначити заздалегідь – до розрахунку цих формул. Інакше система не зможе розрахувати формули, про що дасть повідомлення в «Журнал формування КТП». Значення діаметра, оброблюваної поверхні $[D;Оброб]$ розраховується системою автоматично, довжина $[L]$ визначається параметром оброблюваної поверхні. Значення швидкості різання $[V;Режим]$, подачі $[S;Режим]$, глибини врізання й переперегони інструмента $[W;Режим]$, необхідно задати у вихідних даних (у закладці «Режим» у переході ОТП) або розрахувати заздалегідь.

У закладці «Режим» переходу ОТП можна задати всі вихідні дані, необхідні для розрахунку: швидкість різання V , глибина різання t , подача S , глибина врізання й переперегони інструмента W . Допускається ввід будь-яких інших параметрів. Можна задати вибір значення параметра режиму залежно від якого-небудь

параметра оброблюваної поверхні.

Задавати вихідні значення в закладках «Режим» й «Час» зручно, якщо в переході визначені тільки один різальний інструмент або кілька інструментів з подібними характеристиками, що не впливають на розрахунок режиму різання.

5.4 Підготовка вихідної інформації

Для розробки технологічного процесу механічної обробки з допомогою ППП «ТехноПро» необхідна така вихідна інформація:

- 1) робоче креслення деталі, технічні умови на виготовлення;
- 2) базовий технологічний процес виготовлення деталі;
- 3) типовий технологічний процес;
- 4) змінна інформація, оформлена у вигляді таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідна інформація для автоматизованого проектування технологічного процесу виготовлення деталі

Назва виробу	Редуктор		Назва деталі	Вал		
Позначення ск. од.	Ц2НШ-315		Позначення деталі	КСД 27.04.04		
Матеріал деталі	Заготовка / Сортамент	Профіль і розміри	Твердість	Маса, кг		Програма випуску
				деталі	заготовки	
12ХНЗА ГОСТ 4543-71	Штамповка	—	НВ241	30	45	7000

5.5 Блок-схема алгоритму автоматизованого проектування технологічного процесу

ППП «ТехноПро» містить обслуговуючі підсистеми вводу та контролю вихідної інформації, документування, адаптації інформаційного забезпечення системи до умов конкретного виробництва, інформаційно-пошукову. Інформаційно-пошукова підсистема здійснює зберігання типових технологічних

процесів та їх пошук. Вихідним документом є маршрутний опис технологічного процесу. Підсистема адаптації САПР призначена для внесення нових типових процесів в архів і видалення непотрібних.

Укрупнена блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування приведена на рисунку 5.1.

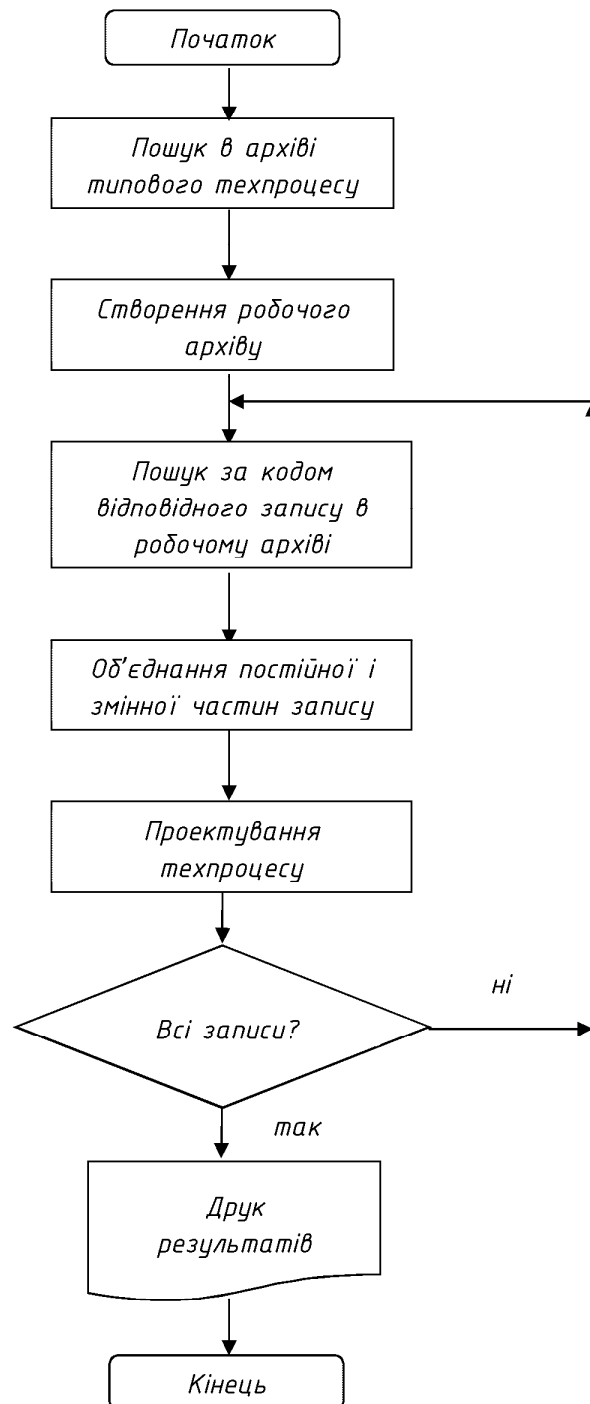


Рисунок 5.1 – Блок-схема алгоритму роботи підсистеми проектування ТехноПро

Для зменшення машинного часу проектування спочатку проводиться пошук на магнітному диску потрібного типового процесу і перезапис його в пам'ять ЕОМ,

тобто створення тимчасового робочого архіву. Потім з робочого архіву вибирається запис з кодом, який відповідає коду першого запису в вихідному документі. Вибраний таким чином запис містить постійну частину опису першого переходу з вихідного документа.

В четвертому блоці виконується формування переходу для робочого процесу. Для цього в опис переходу або операції (постійна частина), взятий з архіву операцій і переходів, заноситься відповідна інформація (змінна частина) з вхідного документа. Після читання і обробки першого запису вихідного документа відбувається перехід до наступної і так далі до кінця документа. Після закінчення проектування проводиться формування і друк вихідного документа.

5.6 Аналіз технологічного процесу, отриманого з допомогою САПР ТП

Проаналізувавши технологічний процес механічної обробки вала-шестерні, отриманий з допомогою САПР ТП, приходимо до висновку, що побудова операцій і вибір технологічних баз проведений правильно.

На першій операції проводиться підготовка базових поверхонь для наступної обробки.

Першою операцією є фрезерно-центрувальна, після неї – токарні, а далі – контроль оброблених поверхонь. Після контрольної виконуються всі інші операції технологічного процесу.

Пристрої, різальний та вимірювальний інструмент вибрано правильно з урахуванням типу виробництва і забезпеченням мінімального оперативного часу.

Інструмент для обробки вибрано такий, що дозволяє використовувати високопродуктивні методи обробки.

Даний технологічний процес носить реальний характер, забезпечує отримання якісної деталі у відповідності з робочим кресленням і технічними вимогами, проте побудований на базі типового техпроцесу і не може використовуватись в умовах сучасного автоматизованого виробництва.

6 ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Організаційна підготовка автоматизованого виробництва (АВ)

При організаційній підготовці АВ структуру виробничої системи визначають по етапах.

На першому етапі здійснюються аналіз складу виробів, які випускаються підприємством; відбір виробів, перспективних для виробництва і характерних для спеціалізації підприємства; розрахунок подетальної річної програми; аналіз і уточнення типу заготовок і маршрутів виготовлення деталей по видах виробництва, встановлення номенклатури деталей по видах виробництва, їх класифікація і аналіз по основних конструктивно-технологічних ознаках. Мета аналізу в даному випадку полягає в тому, щоби визначити розподіл деталей по номенклатурі і трудомісткості їх виготовлення у відповідності з найважливішими конструктивно-технологічними ознаками. Аналіз деталей доцільно проводити як для всіх виробів, які випускаються, так і по окремих найбільш складних і серійних моделях.

На другому етапі проводиться групування деталей за конструктивно-технологічними ознаками для попереднього визначення складу і спеціалізації цехів основного виробництва, в тому числі і подетальної спеціалізації механічних цехів. Групування деталей в межах всієї номенклатури виробів і подетальна спеціалізація механічних цехів продиктовані загальним підходом до формування організаційно-технологічної структури виробничої системи в умовах багатноменклатурного одиничного і серійного виробництв.

Проте при такому підході не виключається доцільність створення предметно-замкнутих цехів і виробництв, які спеціалізуються на випуску складної і стабільної серійної продукції.

В зв'язку з цим основна задача даного етапу полягає в визначенні раціонального рівня предметної замкнутості цехів по виробам і деталях на основі результатів проведеного раніше аналізу продукції, яка випускається підприємством. Роботи по цьому етапу завершуються розподілом номенклатури деталей і складальних одиниць по цехах основного виробництва.

На третьому етапі визначаються склад і спеціалізація виробничих дільниць в кожному цеху основного виробництва. Переважаючою формою спеціалізації виробничих дільниць є подетально-групова. Для встановлення подетальної спеціалізації групових дільниць поводиться групування деталей в межах номенклатури цеху. Роботи завершуються розподілом номенклатури деталей по виробничих дільницях всередині автоматизованого цеху.

Четвертий етап починається з відпрацюванням деталей, закріплених за дільницею, на технологічність виходячи з умов їх сумісної обробки. Підвищення технологічності досягається, головним чином, уніфікацією конструктивних елементів деталей, в першу чергу тих, які найбільше впливають на технологічний процес і засоби технологічного оснащення. Далі проводиться вибір деталей-представників або формування комплексних деталей. На кожному деталь-представник або комплексну деталь розробляється маршрутний технологічний процес, на основі якого потім встановлюється груповий маршрутний технологічний процес виготовлення решти деталей групи. Після укрупненого нормування трудомісткості розраховують кількість технологічного обладнання і його завантаження; потім здійснюється дозавантаження обладнання за рахунок введення міждільничних кооперативних зв'язків. Склад і кількість технологічного обладнання уточнюються з урахуванням фактично наявного на підприємстві.

На п'ятому етапі визначається раціональна структура виробничих дільниць шляхом групування деталей за ознакою спільності технологічних процесів і операцій. На перших кроках групування виявляються можливість і доцільність створення групових поточкових ліній, подетально-замкнених мікродільниць; визначається спеціалізація окремих робочих місць. Одночасно з цим приймаються попередні рішення по розміщенню технологічного обладнання на площах виробничих дільниць.

Шостий етап є по відношенню до другого етапу уточнюючим на основі даних, отриманих в результаті формування виробничих дільниць. Остаточне рішення по компоновці і спеціалізації цехів основного виробництва повинно прийматися з врахуванням наступних факторів: спільності типу технологічного обладнання; єдності транспортно-нагромаджувальних і завантажувально-розвантажувальних засобів; міждільничної кооперації; організації матеріальних

потоків на рівні цехів і підприємства в цілому; обмежень по виробничих площах; приблизної однорідності продукції по серійності і стабільності випуску. Цей етап завершується розрахунком витрат основним і допоміжних матеріалів, заготовок і напівфабрикатів, енергії, внутріцехового вантажообігу; визначенням складу допоміжних цехів, служб; основних параметрів і характеристик цехів основного виробництва, а також техніко-економічним обґрунтуванням нової організаційно-технологічної структури виробничої системи.

Сьомий етап – розробка технічного завдання (ТЗ) на створення підрозділів АВ – здійснюється після встановлення доцільності реорганізації виробничої системи. При цьому розробляється план наступних робіт по проектуванню і впровадженню виробничої системи АВ.

Для підприємств, які підлягають повній реконструкції, необхідно послідовно виконувати всі перераховані етапи робіт. При частковій реорганізації виробництва, починаючи з третього етапу, доцільно обмежитися пропрацюванням наступних рішень для номенклатури виробів того цеху, в якому планується створення підрозділу АВ.

6.2 Визначення економічної ефективності прийнятих рішень

Визначення економічної ефективності передбачає розрахунок кількості основного технологічного обладнання та кількісного складу працюючих в цеху на основі даних, отриманих в технологічній частині, визначення розмірів всіх грошових затрат на будівництво, оснащення цеху (дільниці) і його експлуатацію.

Розрахунки, які виконують, дозволяють зробити висновки про технічну доцільність і економічну ефективність розробок.

При цьому визначають:

- величину капітальних вкладень;
- втрати виробництва;
- собівартість одиниці продукції;
- величину нормованих оборотних засобів;
- техніко-економічні показники цеху.

Вихідними даними для розрахунку є:

- річна програма випуску;
- тип виробництва;
- кількість операцій механічної обробки;
- характеристика операцій: штучний час, потужність, вартість і категорія ремонтної складності обладнання, розряд робіт;
- маса деталі, вид заготовки, вартість матеріалу та відходів;
- ціни на електроенергію, воду, пару, стиснене повітря.

Характеристику варіантів технологічного процесу і склад технологічного обладнання оформляють у вигляді таблиць 1, 2.

Розрахункову кількість робочих місць визначають за формулою:

$$C_p = T / \tau \quad (6.1)$$

де T – трудомісткість механічної обробки;

τ – такт випуску, визначений в технологічній частині.

Отримане розрахункове значення округляють до найближчого цілого і на основні цих даних визначають коефіцієнт завантаження обладнання.

Кількість основних виробничих робітників визначають за формулою:

$$P_c = \frac{C_n \cdot F_d \cdot k_3}{F_{dp} \cdot k_6}; \quad (6.2)$$

де C_n – прийнята кількість обладнання;

F_d – дійсний річний фонд часу роботи обладнання;

k_3 – коефіцієнт завантаження обладнання;

F_{dp} – дійсний річний фонд часу роботи робітників;

k_6 – коефіцієнт багатостанкового обладнання.

Кількість допоміжних робітників визначають в процентному відношенні до основних робітників і приймають 35...50% в крупносерійному і масовому виробництві, 18...25% в серійному і одиничному. Кількість молодшого

обслуговуючого персоналу приймають 2...3%, інженерно-технічного персоналу 10...13%, лічильно-контрського персоналу 4...5% від загальної кількості робітників.

Результати розрахунків оформляють у вигляді таблиці 4.

При проведенні економічного аналізу визначають тривалість життєвого циклу технології і технологічну собівартість – сукупність витрат, пов'язаних з реалізацією технології. Технологічну собівартість операції технологічного процесу в загальному випадку визначають за формулою:

$$C_{то} = M_{\text{дт}} + П_m + E_m + З_{\text{ор}} + З_{\text{ір}} + B_{\text{то}} + B_{\text{пр}} + B_{\text{ін}} + B_{\text{вим}} + B_{\text{пч}} + B_{\text{пл}} + B_i \quad (6.3)$$

де $M_{\text{дт}}$ – вартість допоміжних матеріалів для технологічних цілей;

$П_m$ – вартість технологічного палива;

E_m – вартість технологічної енергії;

$З_{\text{ор}}$ – оплата праці основних виробничих робітників з відрахуваннями;

$З_{\text{ір}}$ – оплата праці з відрахуваннями інших категорій працюючих, які забезпечують технологічний процес;

$B_{\text{то}}$ – вартість утримання та експлуатації технологічного обладнання;

$B_{\text{до}}$ – вартість утримання та експлуатації допоміжного обладнання, яке безпосередньо забезпечує даний процес;

$B_{\text{пр}}$ – витрати на утримання та експлуатації пристроїв;

$B_{\text{ін}}$ – витрати на різальний інструмент;

$B_{\text{вим}}$ – витрати на вимірювальний інструмент;

$B_{\text{пч}}$ – витрати на підготовку програм для верстатів з ЧПК та промислових роботів;

$B_{\text{пл}}$ – витрати на утримання та експлуатацію виробничих площ;

B_i – інші витрати.

Технологічна собівартість виготовлення деталі є сумою технологічних собівартостей операції за всіма цехами і дільницями:

$$C_{\text{твд}} = SC_{\text{то}}; (\text{грн./дет.}) \quad (6.4)$$

Технологічна собівартість деталі:

$$C_{md} = M_o + SC_{mo}; \text{ (грн./дет.)}, \quad (6.5)$$

де M_o – витрати на основні матеріали з відрахуваннями вартості відходів, які реалізуються.

Розрахунок витрат, пов'язаних з виконанням технологічних операцій виконують на базі нормативів різних витрат, які припадають на 1 годину роботи обладнання. Для операцій механічної обробки технологічна собівартість операції:

$$C_{mo} = HT_n/60 \cdot 100 \text{ (грн.)} \quad (6.6)$$

де T_n – норма часу на виконання операції, хв.;

H – сума нормативів, коп./год., в яку входять:

$H_{зв}$ – норматив витрат на оплату праці верстатника;

$H_{зн}$ – норматив витрат на оплату праці наладчиків;

$H_{се}$ – норматив витрат на силову електроенергію;

$H_{дм}$ – норматив витрат на допоміжні матеріали;

$H_{пр}$ – норматив витрат на пристрої;

$H_{вим}$ – норматив витрат на вимірювальний інструмент;

$H_{рі}$ – норматив витрат на ріжучий інструмент;

$H_{ао}$ – норматив витрат на амортизацію обладнання;

$H_{пл}$ – норматив витрат на площу.

Витрати на оплату праці (з відрахуваннями) основних робітників, які забезпечують даний технологічний процес визначають за залежністю:

$$Z_{op} = T_n \Gamma_{мс} \cdot Ч_{ор} K_{дн} K_{дв} K_{сс} / 60 H_{об} \text{ (грн.)}; \quad (6.7)$$

де T_n – норма часу на виконання процесу, операції (в масовому виробництві $T_{ум}$, в серійному – $T_{умк}$), хв.;

$\Gamma_{мс}$ – годинна тарифна ставка відповідного тарифного розряду роботи з виконання

процесу, грн.;

$Ч_{бр}$ – кількість чоловік в бригаді, які забезпечують даний технологічний процес;

$K_{дн}$ – коефіцієнт доплат за відпрацьований час;

$K_{дв}$ – коефіцієнт доплат за невідпрацьований час;

$K_{сс}$ – коефіцієнт відрахувань на соціальне та медичне страхування;

$H_{об}$ – норма обслуговування верстатів, агрегатів.

Витрати на оплату праці з відрахуваннями інших категорій працюючих, які безпосередньо забезпечують виконання технологічного процесу, визначаються відповідно до конкретної ситуації:

а) якщо наладчику оплачується кожне налагоджене обладнання, то витрати на одну операцію складатимуть:

$$З_{ір} = T_{нал} \Gamma_{тс} K_n K_{дн} K_{дв} K_{сс} / Ч_p \text{ (грн.)}; \quad (6.8)$$

де $T_{нал}$ – час налагодження, год.;

$\Gamma_{тс}$ – годинна тарифна ставка наладчика, грн.;

K_n – кількість налагоджень на рік;

$Ч_p$ – річний обсяг операцій.

б) якщо операція виконується на верстаті, за яким постійно закріплено наладчика:

$$З_{ір} = \Phi_{др} \Gamma_{тс} K_{дн} K_{дв} K_{сс} / H_{об} Ч_p \text{ (грн.)}; \quad (6.9)$$

де $\Phi_{др}$ – річний фонд часу роботи наладчика, год.;

$H_{об}$ – норма обслуговування наладчиком групи подібних верстатів.

в) якщо операція виконується на обладнанні, роботу якого безпосередньо забезпечує кілька працівників, то витрати на оплату праці сумують (наприклад, у випадку обробляючого центру враховується необхідність роботи оператора, наладчика, електронника, слюсаря).

Розрахунок річного фонду зарплати оформляється у вигляді таблиці 5.

Витрати на утримання та експлуатацію технологічного обладнання є комплексними і включають наступні елементи:

$$B_{mo} = B_a + B_p + B_e + B_d \text{ (грн.);} \quad (6.10)$$

де B_a – витрати на амортизацію обладнання;

B_p – витрати на технічне обслуговування і ремонт;

B_e – витрати на енергію;

B_d – витрати на допоміжні матеріали для утримання обладнання.

Амортизаційні відрахування по універсальному обладнанню на операцію:

$$B_{ay} = B_{\delta} H_{ap} E_n / \Phi_{\delta o} 60 100 \quad (6.11)$$

де B_{δ} – балансова вартість обладнання (з урахуванням транспортних, монтажних і пусконаладжувальних робіт), грн.;

H_{ap} – норма амортизації обладнання на реновацію, %;

$\Phi_{\delta o}$ – річний фонд часу роботи обладнання, год.

Амортизаційні відрахування на спеціальне та прирівняне до нього обладнання:

$$B_{ac} = B_{\delta} H_{ap} / \mathcal{U}_p 100 \text{ (грн.).} \quad (6.12)$$

Значення H_{ap} приймаються за нормативними документами або за даними базового підприємства.

Витрати на технічне обслуговування і ремонти охоплюють витрати на всі види ремонтів, міжремонтне обслуговування і огляди. Ці витрати становлять:

для універсального обладнання:

$$B_{py} = (P_{cm} H_{em} + P_{ce} H_{ee} + H_{en}) T_n / \Phi_{\delta o} 60 \text{ (грн.);} \quad (6.13)$$

для спеціального обладнання

$$V_{pc} = (P_{cm}H_{\text{вм}} + P_{ce}H_{\text{ве}} + H_{\text{вн}})T_n/U_p \text{ (грн.);} \quad (6.14)$$

де P_{cm} – група (категорія) ремонтної складності механічної частини обладнання в ремонтних одиницях;

P_{ce} – група ремонтної складності електричної частини обладнання в ремонтних одиницях;

$H_{\text{ве}}$ – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності механічної частини, грн.;

$H_{\text{вн}}$ – норматив річних витрат на технічне обслуговування і ремонт пристрою програмного управління, грн.

Значення P_{cm} , P_{ce} , $H_{\text{вм}}$, $H_{\text{вн}}$, $H_{\text{ве}}$ приймають по даних нормативних документів.

Витрати на енергію, не враховані при попередніх розрахунках (електроенергію, пару, газ, стиснене повітря, воду для технічних потреб), залежать від виду енергоносія, який застосовується. Зокрема витрати на силову енергію визначаються за залежністю:

$$V_{e\partial} = P_{\partial}T_nK_{\text{ч}}K_nU_e/K_{\partial}K_M60 \text{ (грн.);} \quad (6.15)$$

де P_{∂} – сумарна потужність електродвигунів обладнання, кВт;

$K_{\text{ч}}$ і K_n – коефіцієнти використання двигунів за часом і потужністю;

K_{∂} і K_M – коефіцієнти корисної дії електродвигунів і мережі, $K_{\partial} = 0.8\dots0.9$,

$K_M = 0.9\dots0.94$.

Потужність електродвигунів приймають за паспортними даними обладнання, значення коефіцієнтів $K_{\text{ч}}$ і K_n приймають з довідкової літератури.

Витрати на стиснене повітря з розрахунку на операцію становлять:

$$V_{cn} = H_{\text{вно}}U_{cn}/1000 = H_{\text{вн2}}T_nU_{cn}/1000 \text{ 60 (грн.);} \quad (6.16)$$

де $H_{\text{вно}}$ – норма витрат повітря з розрахунку на операцію, м³;

$H_{\text{вн2}}$ – годинна норма витрати стисненого повітря, м³;

C_{cn} – ціна 1000 м³ стисненого повітря.

Витрати на допоміжні матеріали для утримання обладнання (змащувально-обтиральні, масла для гідроприводів, МОР тощо) визначають з нормативу даних витрат на 1 ремонтну одиницю, на 1 верстат, на одиницю транспортних засобів.

Для універсального обладнання:

$$V_{\partial y} = H_{\partial \partial m} P_{cm} T_n / \Phi_{\partial \partial} 60 \text{ (грн.);} \quad (6.17)$$

для спеціального обладнання:

$$V_{\partial c} = H_{\partial \partial m} P_{cm} / \chi_p \text{ (грн.);} \quad (6.18)$$

де $H_{\partial \partial m}$ – норматив річних витрат на одиницю ремонтної складності.

Розрахунок затрат на матеріали та напівфабрикати оформляють у вигляді таблиці 6.

Витрати на експлуатацію технологічного оснащення, що використовується при виконанні операції, доцільно враховувати лише по складних і дорогих пристроях і приладах. Ці витрати з розрахунку на операції становлять:

для універсальних пристроїв (приладів):

$$V_{np y} = V_{\partial np} K_{ep} T_n / \Phi_{\partial \partial} T_a 60 \text{ (грн.);} \quad (6.19)$$

для спеціальних пристроїв (приладів):

$$V_{np c} = K_{\partial} V_{\partial np} K_{ep} / \chi_p T_a \text{ (грн.);} \quad (6.20)$$

де $V_{\partial np}$ – балансова вартість пристрою, приладу, грн.;

K_{ep} – коефіцієнт витрат на утримання і ремонт;

T_a – термін амортизації, років;

K_{∂} – кількість дублерів оснащення.

Балансову вартість універсального оснащення визначають за її преїскурантною ціною та транспортно-заготівельними витратами, спеціального – за кошторисом витрат на проектування, виготовлення і налагодження.

Значення нормативів K_{ep} і T_a приймають за даними базового підприємства. Значення T_a для спеціальних пристроїв не повинно перевищувати тривалості життєвого циклу.

В разі використання універсально-збірного оснащення витрати на нього визначають як вартість її прокату.

Якщо універсальне оснащення застосовується лише при виконанні даної операції і використовувати його в інших технологічних процесах неможливо, то витрати на нього визначають як для спеціального оснащення.

Витрати на різальний інструмент, що припадають на операцію, включають витрати на заточування, ремонт і відновлення.

Ці витрати становлять:

на універсальний різальний інструмент:

$$V_{iny} = (C_{in}K_{yb}K_{ep} + B_{nep})T_{май} / T_{cm}(K_{nep} + 1)60 \text{ (грн.);} \quad (6.21)$$

спеціальний різальний інструмент:

$$V_{inc} = (C_{in}K_{зб}K_{ep} + K_{nep}B_{nep})/C_p T_a \text{ (грн.);} \quad (6.22)$$

де C_{in} – вартість інструменту (в точу числі і транспортно-заготівельні витрати), грн.;

$K_{зб}$ – коефіцієнт випадкових збитків;

K_{nep} – кількість переточувань;

B_{nep} – витрати на переточування;

$T_{май}$ – машинний час виконання операції, хв.;

T_{cm} – стійкість інструменту, год.

Ціни на інструмент наведені у відповідних преїскурантах. Нормативи $K_{зб}$, K_{nep} , T_{cm} приймають за даними базового підприємства.

Витрати на переточування інструменту:

$$B_{пер} = T_{пер} \Gamma_{mc} K_{дп} K_{дв} K_{се} K_{нв} \text{ (грн.);} \quad (6.23)$$

де $T_{пер}$ – середня норма часу на переточування інструменту, хв.;

$K_{нв}=1.8\dots2.2$ – коефіцієнт, який враховує накладні витрати;

Витрати на вимірювальний інструмент визначають за тою ж методикою, що і витрати на різальний інструмент. Нормативи приймають по даних базового підприємства.

Витрати на розробку і відлагодження програм для верстатів з ЧПК і промислових роботів залежать від складності операції та способу розробки програм і визначаються за методикою і нормативами базового підприємства.

В загальному випадку ці витрати з розрахунку на одну операцію становлять:

$$B_{нз} = B_{пр} K_{вдн} / \mathcal{U}_p T_a \text{ (грн.);} \quad (6.24)$$

де $B_{пр}$ – витрати на розробку та відлагодження програм, грн.;

$K_{вдн}$ – коефіцієнт, який враховує відновлення програмоносія;

T_a – термін амортизації витрат, років.

Витрати на експлуатацію виробничих площ охоплюють амортизацію, витрати на ремонт, опалення, освітлення та прибирання з розрахунку на площу, зайняту робочим місцем (включаючи обладнання), де виконується операція.

Для робочих місць, де встановлено спеціальне обладнання, витрати щодо площі в розрахунку на одну операцію становлять:

$$B_{плс} = P_{рм} H_{рпл} / \mathcal{U}_p \text{ (грн.),} \quad (6.25)$$

для робочих місць з обладнанням універсального типу:

$$B_{плу} = P_{рм} H_{рпл} T_n / \Phi_{до} 60 \text{ (грн.);} \quad (6.26)$$

де $P_{рм}$ – площа робочого місця, м²;

$H_{рпл}$ – нормативи річних витрат на утримання 1м² виробничої площі, грн., прийняті за даними базового підприємства.

На основі отриманих результатів складають кошторис цехових витрат, який оформляють у вигляді таблиці 7.

Розрахунок затрат на виробництво продукції та собівартості одиниці продукції виконують окремо для кожної деталі по статтях затрат і оформляють у вигляді таблиць 8 і 9 відповідно.

Інші елементи витрат, які мають безпосереднє відношення до певної операції, визначають, виходячи з конкретних умов виконання даної операції.

Результати всіх розрахунків по визначенню основних техніко-економічних показників оформляють у вигляді таблиці 10.

Базовий варіант

Таблиця 1 – Характеристика варіантів технологічного процесу

№ операції	Програма запуску, шт.	T _{шт} , хв.	Трудомісткість на деталь, н-год.	Трудомісткість на програму, н-год.	Розряд робітника
005	7368	0.41	0,007	51,576	3
010	7368	0.35	0,006	44,208	3
015	7368	0.75	0,012	88,416	3
020	7368	0.44	0,007	51,576	3
025	7368	1.9	0,032	235,776	3
030	7368	1.69	0,028	206,304	3
035	7368	1.51	0,025	184,2	3
040	7368	1.46	0,024	176,832	3
045	7368	0.69	0,012	88,416	3
050	7368	0.87	0,014	103,152	3
055	7368	4.26	0,071	523,128	3
060	7368	12.46	0,208	1532,544	3
065	7368	1.32	0,022	162,096	3
070	7368	0.202	0,003	22,104	3
075	7368	0.193	0,003	22,104	3
Сума		28,505	0,474	3492,432	

Таблиця 2 – Склад технологічного обладнання

№ операції	Кількість місць	Потужність електро- двигуна 1-го верстага, кВт	Потужність електро- двигунів всіх верстагів, кВт	Вартість 1-го верстага, грн.	Вартість всіх верстагів, грн.	Витрати на перевезення і монтаж, грн.	Сума всіх витрат, грн.	Категорія ремонтної складності
005	1	7.5	7,5	50000	50000	4000	54000	12
010	1	7.5	7,5	50000	50000	4000	54000	12
015	1	10	10	55000	55000	4400	59400	12

№ операції	Кількість місць	Потужність електро- двигуна 1-го верстата, кВт	Потужність електро- двигунів всіх верстатів, кВт	Вартість 1-го верстата, грн.	Вартість всіх верстатів, грн.	Витрати на перевезення і монтаж, грн.	Сума всіх витрат, грн.	Категорія ремонтної складності
020	1	10	10	55000	55000	4400	59400	12
025	1	10	10	55000	55000	4400	59400	12
030	1	10	10	55000	55000	4400	59400	12
035	1	10	10	55000	55000	4400	59400	12
040	1	10	10	55000	55000	4400	59400	12
045	1	1.5	1,5	15000	15000	1200	16200	12
050	1	1.5	1,5	15000	15000	1200	16200	12
055	1	6	6	24000	24000	1920	25920	12
060	1	6	6	24000	24000	1920	25920	12
065	1	7.5	7,5	28000	28000	2240	30240	12
070	1	15.2	15,2	60000	60000	4800	64800	12
075	1	15.2	15,2	60000	60000	4800	64800	12
Сума	15		127,9		656000	52480	708480	12

Таблиця 3 – Зведена відомість складу працюючих

№ з/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	Виробничі робітники	15	-
2	Допоміжні робітники	6	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	2	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		25	

Таблиця 4 – Капітальні витрати по основних фондах

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн.	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн.	Питома вага в заготовках
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	144	15,64	1094,8	0,16
	б) допоміжні приміщення	50,4	5,47	382,9	0,05
	в) адмін.-побутові	96,25	10,45	731,5	0,1
	ВСЬОГО:	290,65		2209,2	0,31
2	Споруди і передаючі пр.	14,5325	1,58	110,6	0,02
3	Обладнання:				
	а) виробниче	708,48	76,93	5385,1	0,77
	б) енергетичне	9,5925	1,04	72,8	0,01
	в) транспортне	70,848	7,69	538,3	0,08
	г) контр.-вимірвальне	35,424	3,85	269,5	0,04
	ВСЬОГО:	824,3445		6265,7	0,9
4	Інструмент і пристрої	85,0176	60	51010,56	7,29

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн.	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн.	Питома вага в заготовках
5	Виробн. і госп. інвентар	7,0848	24	1700,352	0,24
	ВСЬОГО:	1221,6294		61296,412	8,76

Таблиця 5 – Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн.	Доплата, тис. грн.	Всього фонд основної зарплати, тис. грн.	Додаткова зарплата, тис. грн.	Річний фонд зарплати, тис. грн.	Нарахування на зарплату, тис. грн.	Всього витрати на зарплату, тис. грн.	Середньо-місячна зарплата одного працівника, грн.
Робітники:								
- основні	29,21	8,763	37,973	1,7526	39,73	11,0998	50,8298	220,72
- допоміжні	90,52	22,63	113,15	5,4312	118,58	34,3976	152,9776	1646,94
ІТП	33,22	8,305	41,525	1,9932	43,52	12,6236	56,1436	1813,33
ЛКП	15,09	3,7725	18,8625	0,9054	19,77	5,7342	25,5042	1647,5
МОП	15,09	3,7725	18,8625	0,9054	19,77	5,7342	25,5042	1647,5
ВСЬОГО:	183,13	47,243	230,373	10,9878	241,37	69,5894	310,9594	

Таблиця 6 – Відомість витрат на матеріали

№ з/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т.	Вартість, грн.	Загальні трансп. витрати, грн.	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матеріалу, грн.
1	Основні матеріали	57.86	426,31	18510380,2	1480830,42	903198,91	19088011,71
2	Допоміжні матеріали	1,013	7,46	323931,65	25914,53	15805,98	334040,2

Таблиця 7 – Кошторис цехових витрат

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ	
1	Амортизація обладнання	6,27
2	Експлуатація обладнання	
	а) допоміжні матеріали	334,04
	б) електроенергія	0,05
	в) стиснуте повітря	0,032
	г) вода для виробничих потреб	2,885
	д) пара для виробничих потреб	142,68
	е) зарплата основна і додаткова	50,83
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	35,424
	б) цінний інструмент	12,75
4	Внутрішні переміщення вантажів	3,54
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	56,68
6	Інші витрати	17,29

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	ВСЬОГО по розділу А:	662,471
	Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	56,1436
	б) службовці (ЛКП)	25,5042
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	25,5042
	б) доп. робітники, не вказані в розд. А	91,79
3	Амортизація будівель та інвентаря	4,02
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	22,62
	б) пара для опалення	101,15
	в) вода для побутових потреб	7,31975
	г) матеріальні та інші витрати	3,05
	д) інвентаря	7,08
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	9,37
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	1,52
7	Охорона праці	4,07
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	2,83
9	Інші витрати	7,24
	ВСЬОГО по розділу Б:	369,21
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	1031,681

Таблиця 8 – Кошторис витрат на виробництво продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, тис. грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	19088,01
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	37,97
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	1,75
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	11,1
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	662,47
6	Загальноцехові витрати	369,21
	Всього цехова собівартість	20170,51
7	Загальнозаводські витрати	75,56
	Всього виробнича собівартість	20246,07
8	Позавиробничі витрати	809,84
	Всього повна собівартість	21055,91
9	Плановий прибуток	3158,39
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	24214,3

Таблиця 9 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	2726,86
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	5,42

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	0,25
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	1,59
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	94,64
6	Загальноцехові витрати	52,74
	Всього цехова собівартість	2881,5
7	Загальнозаводські витрати	10,79
	Всього виробнича собівартість	2892,3
8	Позавиробничі витрати	115,69
	Всього повна собівартість	3007,99
9	Плановий прибуток	451,2
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	3459,19

Таблиця 10 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	7000
	б) у вартісному вираженні	грн.	24214300
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн.	1221,63
	б) питомі	грн./шт.	174,52
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	360
	г) кількість верстатів	шт.	15
	д) енергопотужність обладнання	кВт	127,9
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	290,14
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	25
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	310,9594
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн.	220,72
	б) ІТР	грн.	1813,33
7	Виробіток на одного працюючого	грн./чол.	968571,86
8	Випуск продукції:		
	а) на один грн. основних фондів	грн.	20864,54
	б) на один квадратний метр площі	грн.	67261,93
9	Завантаження верстатів	%	0,8
10	Собівартість деталі	грн.	3459,19
11	Побічні витрати цеху	грн.	809840
12	Рівень рентабельності виробу	%	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	226,79

Проектний варіант

Таблиця 1 – Характеристика варіантів технологічного процесу

№ операції	Програма запуску, шт.	Тшт, хв.	Трудомісткість на деталь, н-год.	Трудомісткість на програму, н-год.	Розряд робітника
005	7368	0.4	0,007	51,576	3
010	7368	0.43	0,007	51,576	3
015	7368	0.34	0,006	44,208	3

№ операції	Програма запуску, шт.	Тшт, хв.	Трудомісткість на деталь, н-год.	Трудомісткість на програму, н-год.	Розряд робітника
020	7368	1.96	0,033	243,144	3
025	7368	0.69	0,012	88,416	3
030	7368	0.51	0,008	58,944	3
035	7368	0.46	0,008	58,944	3
040	7368	0.893	0,015	110,52	3
045	7368	4.26	0,071	523,128	3
050	7368	12.46	0,208	1532,544	3
055	7368	1.32	0,022	162,096	3
060	7368	0.202	0,003	22,104	3
065	7368	0.193	0,003	22,104	3
Сума	7368	24,118	0,403	2969,304	3

Таблиця 2 – Склад технологічного обладнання

№ операції	Кількість місць	Потужність електро- двигуна 1-го верстата, кВт	Потужність електро- двигунів всіх верстатів, кВт	Вартість 1-го верстата, грн.	Вартість всіх верстатів, грн.	Витрати на перевезення і монтаж, грн.	Сума всіх витрат, грн.	Категорія ремонтної складності
005	1	10	10	55000	55000	4400	59400	18
010	1	8.5	8,5	48000	48000	3840	51840	18
015	1	8.5	8,5	48000	48000	3840	51840	18
020	1	8.5	8,5	48000	48000	3840	51840	18
025	1	8.5	8,5	48000	48000	3840	51840	18
030	1	8.5	8,5	48000	48000	3840	51840	18
035	1	8.5	8,5	48000	48000	3840	51840	18
040	1	4	4	25000	25000	2000	27000	18
045	1	6	6	24000	24000	1920	25920	18
050	1	6	6	24000	24000	1920	25920	18
055	1	7.5	7,5	28000	28000	2240	30240	18
060	1	15.2	15,2	60000	60000	4800	64800	18
065	1	15.2	15,2	60000	60000	4800	64800	18
Сума	13	15.2	114,9	60000	564000	45120	609120	18

Таблиця 3 – Зведена відомість складу працюючих

№ з/п	Категорія працюючих	Кількість	Процентне відношення
1	Виробничі робітники	13	-
2	Допоміжні робітники	6	42
3	Молодший обслуговуючий персонал	1	2-3
4	Інженерно-технічні працівники	2	10-13
5	Лічильно-конторський персонал	1	4-5
Всього		23	

Таблиця 4 – Капітальні витрати по основних фондах

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн.	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн.	Питома вага в заготовках
1	Будівлі:				
	а) виробничі приміщення	124,8	13,55	948,5	0,14

№ з/п	Назва основних фондів	Вартість, тис. грн.	Норма амортизації	Сума амортизації, тис. грн.	Питома вага в заготовках
	б) допоміжні приміщення	43,68	4,74	331,8	0,05
	в) адмін.- побутові	88,55	9,61	672,7	0,1
	ВСЬОГО:	257,03		1953	0,29
2	Споруди і передаючі пр.	12,8515	1,4	98	0,01
3	Обладнання:				
	а) виробниче	609,12	66,14	4629,8	0,66
	б) енергетичне	8,6175	0,94	65,8	0,01
	в) транспортне	60,912	6,61	462,7	0,07
	г) контр.-вимірювальне	30,456	3,31	231,7	0,03
	ВСЬОГО:	709,1055		5390	0,77
4	Інструмент і пристрої	73,0944	60	43856,64	6,27
5	Виробн. і госп. інвентар	6,0912	24	1461,888	0,21
	ВСЬОГО:	1058,1726		52759,528	7,55

Таблиця 5 – Зведена відомість річного фонду зарплати

Категорії працюючих	Основна зарплата, тис. грн.	Доплата, тис. грн.	Всього фонд основної зарплати, тис. грн.	Додаткова зарплата, тис. грн.	Річний фонд зарплати, тис. грн.	Нарахування на зарплату, тис. грн.	Всього витрати на зарплату, тис. грн.	Середньо-місячна зарплата одного працівника, грн.
Робітники:								
- основні	24,72	7,416	32,136	1,4832	33,62	9,3936	43,0136	215,51
- допоміжні	90,52	22,63	113,15	5,4312	118,58	34,3976	152,9776	1646,94
ІТП	33,22	8,305	41,525	1,9932	43,52	12,6236	56,1436	1813,33
ЛКП	15,09	3,7725	18,8625	0,9054	19,77	5,7342	25,5042	1647,5
МОП	15,09	3,7725	18,8625	0,9054	19,77	5,7342	25,5042	1647,5
ВСЬОГО:	178,64	45,896	224,536	10,7184	235,26	67,8832	303,1432	

Таблиця 6 – Відомість витрат на матеріали

№ з/п	Матеріали	Розхід на деталь, кг	Річна витрата, т.	Вартість, грн.	Загальні трансп. витрати, грн.	Загальна вартість відходів, грн.	Загальна вартість матеріалу, грн.
1	Основні	45	331,56	8952120	716169,6	486288	9182001,6
2	Допоміжні	0,788	5,8	156662,1	12532,97	8510,04	160685,03

Таблиця 7 – Кошторис цехових витрат

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	А. НА УТРИМАННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЮ ОБЛАДНАННЯ	
1	Амортизація обладнання	5,39
2	Експлуатація обладнання	

№ з/п	Найменування статей витрат	Витрати, тис. грн.
	а) допоміжні матеріали	160,69
	б) електроенергія	0,03
	в) стиснуте повітря	0,028
	г) вода для виробничих потреб	2,433
	д) пара для виробничих потреб	110,968
	е) зарплата основна і додаткова	43,01
3	Черговий ремонт	
	а) обладнання	30,456
	б) цінний інструмент	10,96
4	Внутрішні переміщення вантажів	3,05
5	Зношення малоцінного і швидкозношуваного інструменту	48,73
6	Інші витрати	14,86
	ВСЬОГО по розділу А:	430,605
	Б. ЗАГАЛЬНОЦЕХОВІ ВИТРАТИ	
1	Утримання апарату управління цехом	
	а) ІТП	56,1436
	б) службовці (ЛКП)	25,5042
2	Утримання решти цехового персоналу	
	а) МОП	25,5042
	б) доп. робітники, не вказані в розд. А	91,79
3	Амортизація будівель та інвентаря	3,51
4	Утримання будівель, споруд та інвентаря	
	а) електроенергія для освітлення	19,61
	б) пара для опалення	87,664
	в) вода для побутових потреб	6,65425
	г) матеріальні та інші витрати	2,7
	д) інвентаря	6,09
5	Черговий ремонт будівель, споруд, інвентаря	8,28
6	Випробування, досліди та дослідження, раціоналізація і винахідництво	1,29
7	Охорона праці	3,44
8	Зношення малоцінного та швидкозношуваного інвентаря	2,44
9	Інші витрати	6,81
	ВСЬОГО по розділу Б:	347,43
	ВСЬОГО цехових (побічних) витрат	778,035

Таблиця 8 – Кошторис витрат на виробництво продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, тис. грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	9182
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	32,14
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	1,48
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	9,39
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	430,6
6	Загальноцехові витрати	347,43
	Всього цехова собівартість	10003,04
7	Загальнозаводські витрати	72,64
	Всього виробнича собівартість	10075,68

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, тис. грн.
8	Позавиробничі витрати	403,03
	Всього повна собівартість	10478,71
9	Плановий прибуток	1571,81
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	12050,52

Таблиця 9 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Найменування статей витрат	Сума, грн.
1	Основні матеріали з врахуванням транспортних витрат та з вирахуванням відходів	1311,71
2	Основна зарплата основних виробничих робітників	4,59
3	Додаткова зарплата основних виробничих робітників	0,21
4	Відрахування на соцстрах із зарплати основних виробничих робітників	1,34
5	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	61,51
6	Загальноцехові витрати	49,63
	Всього цехова собівартість	1429,01
7	Загальнозаводські витрати	10,38
	Всього виробнича собівартість	1439,38
8	Позавиробничі витрати	57,58
	Всього повна собівартість	1496,96
9	Плановий прибуток	224,54
	Всього випуск в оптових цінах підприємства	1721,5

Таблиця 10 – Калькуляція собівартості одиниці продукції

№ з/п	Нормативні показники	Одиниця виміру	Величина показника
1	Річний випуск продукції:		
	а) в натуральному вираженні	шт.	7000
	б) у вартісному вираженні	грн.	12050520
2	Капітальні затрати:		
	а) загальні	тис. грн.	1058,17
	б) питомі	грн./шт.	151,17
	в) виробнича площа загальна	кв. м.	312
	г) кількість верстатів	шт.	13
	д) енергопотужність обладнання	кВт	114,9
3	Оборотні засоби, що нормуються	тис. грн.	251,32
4	Загальна чисельність працюючих	чол.	23
5	Річний фонд зарплати	тис. грн.	303,1432
6	Середньомісячна зарплата:		
	а) виробничих робітників	грн.	215,51
	б) ІТР	грн.	1813,33
7	Виріток на одного працюючого	грн./чол.	523935,5
8	Випуск продукції:		
	а) на один грн. основних фондів	грн.	11987,42
	б) на один квадратний метр площі	грн.	38623,45
9	Завантаження верстатів	%	0,68
10	Собівартість деталі	грн.	1721,5
11	Побічні витрати цеху	грн.	403030
12	Рівень рентабельності виробу	%	15
13	Рівень рентабельності цеху	%	130,3

Річний економічний ефект від впровадження нового технологічного процесу:

$$E = (C_1 - C_2) \cdot N \text{ (грн.);} \quad (6.27)$$

де C_1 і C_2 – приведені капітальні затрати за варіантами;

N – річна програма випуску.

Отже, $E = (558.85 - 525.38) \cdot 7000 = 234290$ грн.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1.1 Характеристика небезпечних зон обладнання і розроблення заходів безпеки

Безпека технологічних процесів визначається безпекою виробничого обладнання, оснащення, сировини і матеріалів, що використовуються. Вона повинна забезпечуватися комплексом проектно-конструкторських та організаційно-технологічних рішень, які полягають в раціональному виборі як усього технологічного процесу, так і окремих технологічних операцій; підборі виробничого обладнання та приміщень; у виборі способів транспортування та умов зберігання матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції та відходів виробництва.

Для забезпечення вимог безпеки виробниче обладнання повинно бути безпечним при монтажі, експлуатації та ремонті як окремо, так і в складі комплексів і технологічних схем.

Небезпечна зона обладнання – це простір, у якому можливий вплив на працюючого небезпечного або шкідливого виробничого фактора. Небезпечна зона може бути локалізована навколо або поблизу рухомих елементів обладнання (зубчастих, пасових або ланцюгових передач, обертових частин, різального інструменту тощо), або зумовлюватися можливістю враження електричним струмом, дією електромагнітних, іонізуючих, лазерних, ультрафіолетових та інфрачервоних випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих газів, парів і пилу, а також можливістю травмування стружкою, що відлітає.

Розміри небезпечної зони в просторі і в часі можуть бути постійними (наприклад, зона між пуансоном і матрицею в пресах) і змінними (наприклад, радіус відльоту стружки може змінюватися в залежності від властивостей матеріалу, що обробляється і режимів різання).

Для забезпечення безпеки повинні передбачатися пристрої, які виключають або можливість попадання працюючих в небезпечну зону обладнання, або послаблюють чи виключають дію небезпечного фактора.

Конструктивні частини обладнання повинні виключати можливість їх випадкового пошкодження, яке може викликати небезпеку. Конструктивні матеріали не повинні бути небезпечними або шкідливими. Застосування нових матеріалів та речовин, які не пройшли відповідних перевірок, не допускається.

Рухомі частини обладнання, які становлять небезпеку для працюючих, повинні огорожуватися або оснащуватися іншими засобами захисту. Конструкція обладнання повинна виключати можливість випадкового дотику працюючих до гарячих чи переохолоджених частин, а також елементів, що мають гострі кромки і кути. Повинен бути передбачений захист від враження електричним струмом, в тому числі і у випадку помилкових дій персоналу, а також виключена можливість нагромадження зарядів статичної електрики в небезпечній кількості.

Конструкція обладнання повинна забезпечувати виключення або зниження до регламентованих рівнів шуму, вібрації, шкідливих випромінювань. Обладнання не повинно служити джерелом виділення в робочу зону виробничих приміщень шкідливих речовин вище гранично допустимих концентрацій, а також великих кількостей тепла і вологи, які погіршують метеорологічні умови.

Обладнання повинно оснащуватися засобами сигналізації про порушення нормального режиму роботи, а в необхідних випадках – засобами аварійного зупинки та відключення.

Для запобігання небезпеці при несподіваному відключенні енергії всі робочі, підйомні та захоплюючі органи і механізми повинні бути оснащені захисними пристроями, які виключають викид чи випадання виробів або інструменту. Також повинна бути виключена можливість самовільного включення приводів робочих органів при повторному включенні енергії після її випадкового відключення.

Органи управління повинні забезпечувати надійність запуску і швидкість зупинки, зручність застосування, зусилля для їх переміщення повинні бути невеликими. Вони повинні мати зручні для роботи і безпечні форму і розміри, а їх конструкція повинна виключати можливість мимовільного ввімкнення та вимкнення, а також здійснення неправильної послідовності операцій.

Органи управління повинні мати символічні позначенні або відповідні надписи. Органи аварійного управління повинні бути пофарбовані в червоний колір, оснащені відповідними надписами і розташовані в легкодоступних місцях.

Засоби захисту, яку є конструктивними елементами обладнання, повинні постійно виконувати свої захисні функції: спрацьовувати при проникненні людини в небезпечну зону обладнання, при появі небезпечного або шкідливого фактора. Їх дія повинна продовжуватися на протязі всього часу дії цього фактора.

При відключених, несправних або знятих засобах захисту обладнання не повинно функціонувати, тобто воно повинно автоматично відключатися і повинна бути виключена можливість його включення до відновлення засобів захисту. Засоби захисту повинні здійснювати самоконтроль або бути легкодоступними для контролю та обслуговування.

7.1.2 Заходи з механізації трудомістких робіт

Трудомісткі виробництва – виробництва з високою часткою витрат на робочу силу у витратах виробництва. Одним з шляхів зниження рівня цих витрат є механізація та автоматизація виробництва.

Основні цілі механізації виробництва – підвищення продуктивності праці і звільнення людини від виконання важких, трудомістких і втомливих операцій. Механізація виробництва сприяє раціональному і економному витрачання сировини, матеріалів та енергії, зниженню собівартості і підвищенню якості продукції. Поряд з вдосконаленням та оновленням технічних засобів і технології механізація виробництва нерозривно пов'язана з підвищенням рівня кваліфікації та організації виробництва, зміною кваліфікації працівників, використанням методів наукової організації праці. Механізація виробництва є одним з головних напрямків технічного прогресу, забезпечує розвиток продуктивних сил і служить матеріальною основою для підвищення ефективності суспільного виробництва, що розвивається інтенсивними методами.

Механізація трудомістких робіт має також велике значення в боротьбі з травматизмом у всіх галузях промисловості, але особливе значення вона має на підприємствах машинобудування.

До технічних засобів механізація виробництва належать робочі машини з двигунами і передавальними пристроями до них, які виконують задані операції, а

також всі інші машини та механізми, які безпосередньо не беруть участь в цих операціях, але необхідні для того, щоб даний процес виробництва міг взагалі відбуватися, наприклад вентиляційні установки.

Залежно від ступеня оснащення виробничих процесів технічними засобами і роду робіт розрізняють часткову і комплексну механізацію виробництва.

При частковій механізації виробництва механізуються окремі виробничі операції або види робіт, головним чином найбільш трудомісткі, при збереженні значної частки ручної праці, особливо в допоміжних вантажно-розвантажувальних і транспортних роботах.

Більш високим ступенем є комплексна механізація виробництва, при якій ручна праця замінюється машинною на всіх основних операціях технологічного процесу і допоміжних роботах виробничого процесу. Комплексна механізація виробництва здійснюється на основі раціонального вибору машин і іншого устаткування, що працюють у взаємно узгоджених режимах, ув'язаних за продуктивністю і забезпечують найкраще виконання заданого технологічного процесу. Ручна праця при комплексній механізації виробництва може зберігатися на окремих нетрудомістких операціях, механізація яких не має істотного значення для полегшення праці та економічно недоцільна. За людиною залишаються також функції управління процесом виробництва і контролю. Комплексна механізація виробництва зумовлює можливість застосування потокових методів виробництва продукції, сприяє підвищенню її якості, забезпечує збереження однорідності, ступеня точності і сталість заданих параметрів.

Наступним після комплексної механізації виробництва щаблем вдосконалення процесів виробництва є часткова або повна їх автоматизація.

В машинобудуванні механізація виробництва пов'язана головним чином з кількісним складом і структурою парку металообробного обладнання, так як найбільш трудомісткими при виготовленні виробів є операції механічної обробки деталей. В масовому машинобудівному виробництві комплексна механізація процесів механічної обробки здійснюється шляхом застосування агрегатних, спеціальних і спеціалізованих верстатів, верстатів-автоматів і напівавтоматів. Розширюється парк верстатів для електрофізичних і електрохімічних методів обробки, що дозволяють замінювати трудомісткі, виснажливі і шкідливі для

здоров'я ручні операції при виготовленні штампів, прес-форм, турбінних лопаток, твердосплавного інструменту, а також деталей особливо складної форми або з матеріалів, які важко піддаються обробці звичайними інструментами, розширюється використання верстатів з числовим програмним управлінням і адаптивними пристроями, створення та застосування різних видів програмованих маніпуляторів і роботів. На механізацію виробництва в машинобудуванні значний вплив має розвиток виробництва заготовок, які за формою і розмірами максимально наближаються до готових деталей. З цією метою здійснюється реконструкція діючих і створення нових спеціалізованих підприємств з виробництва виливків і поковок. Підвищується питома вага обробки металів тиском.

Істотний вплив на рівень механізації виробництва в машинобудуванні має розвиток уніфікації та стандартизації вузлів і деталей загальномашинобудівного застосування (підшипники, редуктори, муфти, фланці, ланцюги тощо), а також нормалізованих інструментів і типового оснащення, виготовлення яких організовується на спеціалізованих підприємствах.

Подальший розвиток механізації виробництва направлений на максимальну інтенсифікацію виробничих процесів, скорочення технологічного циклу, вивільнення робочої сили, здійснення комплексної механізації в найбільш трудомістких галузях виробництва.

7.1.3. Розрахунок природного освітлення для ділянки

Правильно спроектоване і раціонально виконане освітлення виробничих приміщень на підприємствах машинобудівної промисловості дає позитивну психологічну дію на працівників, сприяє підвищенню якості продукції і продуктивності праці, забезпеченню їх безпеки, зменшує втому і травматизм на виробництві, зберігає високу працездатність в процесі роботи.

Світло (видиме випромінювання) – електромагнітне випромінювання з $\lambda = 0,38 - 0,76$ мкм. Освітлення характеризується такими основними показниками:

- світловий потік Φ – частина променевого потоку, яка сприймається людиною як

світло (люмен, лм);

- освітленість E – відношення світлового потоку Φ , який рівномірно падає на освітлювану поверхню до площі поверхні S (м²);
- $E = \Phi/S$ (люкс, лк);
- КПО – (коефіцієнт природного освітлення) – це відношення освітленості $E_{вн}$ в даній точці приміщення до одночасної зовнішньої горизонтальної освітленості E_3 , яка створюється розсіяним світлом всього небосхилу;
- K_n – критерій глибини коливань освітленості в результаті зміни в часі світлового потоку, визначають за формулою:

$$K_n = \frac{100(E_{\max} - E_{\min})}{2E_{cp}}; (\%) \quad (7.1)$$

де $E_{\max}, E_{\min}, E_{cp}$ – максимальне, мінімальне і середнє значення освітленості за період коливань;

J – сила світла – відношення світлового потоку Φ до тілесного кута ω , в межах якого світловий потік рівномірно розподіляється:

$$J = \frac{\Phi}{\omega}; \text{ Кд}; \quad (7.2)$$

де B – яскравість поверхні під кутом α до нормалі – це відношення сили світла J_α випромінюваної поверхнею в цілому напрямку до площини S проекції поверхні, яка світиться на площину перпендикулярну до цього напрямку:

$$B_\alpha = \frac{J_\alpha}{S \cos \alpha}; (\text{Кд/м}^2); \quad (7.3)$$

Для створення світлового комфорту на машинобудівних підприємствах використовують природне освітлення, яке створюється прямими сонячними променями і розсіяним світлом небосхилу, яке змінюється в залежності від

географічної широти, пори року і години доби, степені хмарності. Природне освітлення в приміщенні регламентується СНіП 11-4-79 в залежності від характеристики зорової роботи, найменшого розміру об'єкту розпізнання, розряду зорової роботи, системи освітлення фаху, контрасту об'єкту з фоном.

Для природного освітлення нормованим параметром є КПО_н (l_i), який визначається з врахуванням характеру зорової роботи, системи освітлення, району розміщення, l_i слід розраховувати за формулою:

$$l_i = e \cdot m \cdot c, \quad (7.5)$$

де m – коефіцієнт світлового клімату;

c – коефіцієнт сонячності, визначається по СНіП 11-4-79 в залежності від орієнтації стін будівлі до сторін світу.

Прийнято окреме нормування КПО для бічного і вертикального освітлення. При бічному освітленні нормується КПО_{min} в межах робочої зони, яке повинно бути забезпечено в точках, найбільше віддалених від вікна: в приміщеннях з верхнім і комбінованим освітленням нормується середнє значення в межах робочої зони (рис. 7.1).

Основною задачею світлотехнічних розрахунків для природного освітлення є визначення необхідної площі світлових проломів. Розрахунок проводиться згідно рекомендацій СНіП 11-4-79.

Дільниця має верхнє природне освітлення:

$$100 \cdot \frac{S_\phi}{S_n} = \frac{l_n \cdot k_3 \cdot \eta_\phi}{\tau_0 \cdot r_r \cdot k_\phi}, \quad (7.5)$$

де S_ϕ – площа світлових проломів;

S_n – площа підлоги приміщення;

l_n – нормоване значення КПО;

$k_3 = 1,4$ – коефіцієнт запасу;

η_ϕ – світлова характеристика вікон;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5; \quad (7.6)$$

де $\tau_1 = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в світлопройомах;

$\tau_2 = 0,7$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в світлопройомах;

$\tau_3 = 0,8$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$\tau_4 = 1$ – коефіцієнт, який враховує втрати світла в сонцезахисних пристроях;

$\tau_5 = 0,9$ – коефіцієнт, який враховує (підвищення) втрати світла в захисній сітці, що встановлюється під світильниками;

$r_r = 1,4$ – коефіцієнт, який враховує підвищення КПО при верхньому освітленні завдяки світлу відбитому від поверхонь приміщення;

$\eta_\phi = 3,8$ – світлова характеристика світильника чи світлового пройому в площині покриття;

$k_\phi = 1,2$ – коефіцієнт, який враховує тип світильника.

Розрахунок коефіцієнта КПО при верхньому освітленні проводиться за формулою, використовуючи графоаналітичний метод Данилюка, який визначається при легкій суцільній хмарності, тобто при дифузному розповсюдженні світлового потоку.

$$e_p^e = \left[\varepsilon_g + \varepsilon_{cp} (r_r \cdot k_\phi - 1) \right] \frac{\tau_0}{k_3}; \quad (7.7)$$

де ε_g – геометричний КПО в розрахунковій точці при верхньому освітленні;

ε_{cp} – середнє значення геометричного КПО при верхньому освітленні на лінії перетину умовної робочої поверхні і площини характерного вертикального розрізу приміщення.

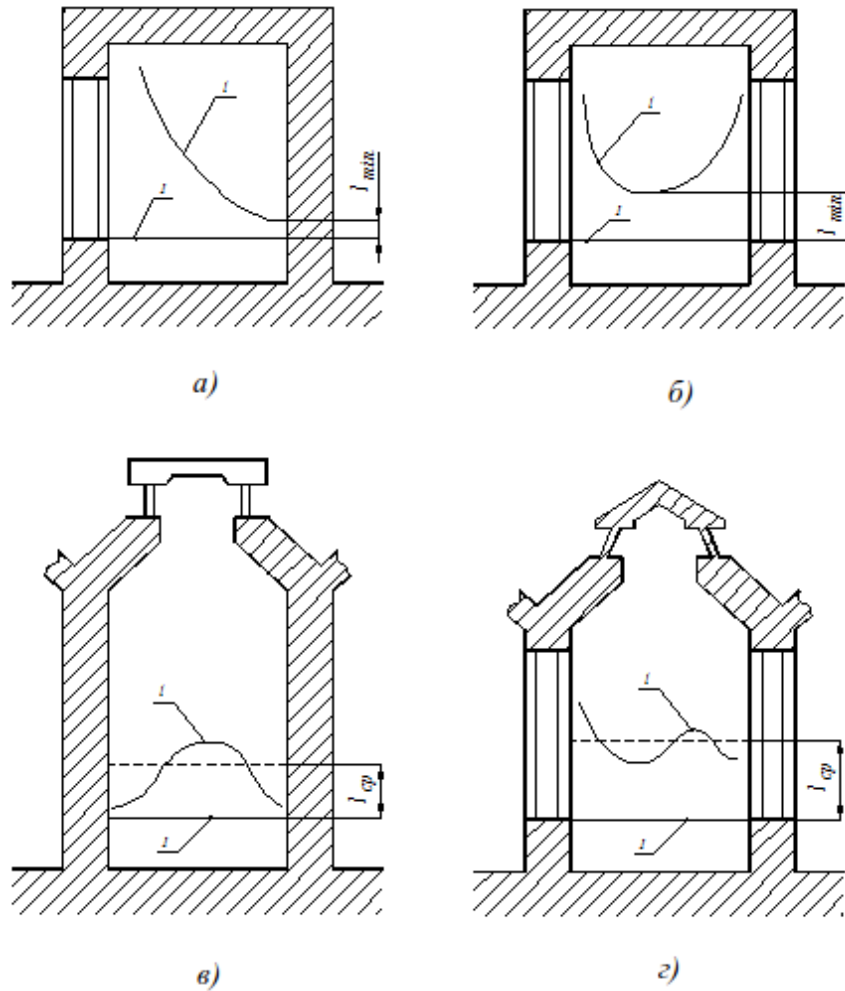


Рисунок 7.1 – Схема розподілу КПО по розрізу приміщення:
 а) одностороннє бічне; б) двостороннє бічне; в) верхнє; г) комбіноване

Середнє значення геометричного КПО при верхньому освітленні на лінії перетину умовної робочої поверхні і площини характерного вертикального розрізу приміщення, визначається за залежністю:

$$\varepsilon_{cp} = \frac{1}{N} (\varepsilon_{\varepsilon 1} + \varepsilon_{\varepsilon 2} + \varepsilon_{\varepsilon 3} + \dots + \varepsilon_{\varepsilon m}); \quad (7.8)$$

де N – кількість розрахункових точок;

$(\varepsilon_{\varepsilon 1}, \varepsilon_{\varepsilon 2}, \varepsilon_{\varepsilon 3} \dots \varepsilon_{\varepsilon N})$ – геометричний КПО в розрахункових точках.

Геометричний коефіцієнт природного освітлення в будь-якій точці

приміщення при вертикальному освітленні ε_e визначають за формулою:

$$\varepsilon_e = 0,01(n_3 \cdot n_3); \quad (7.9)$$

де $n_3 = 5$ – кількість проїомів по графіку III, які проходять від неба в розрахункову точку через світлові проїоми при повздовжньому перерізі приміщення:

$$\varepsilon_{e1} = 0,01 \cdot 5 \cdot 60 = 3.$$

Аналогічно $\varepsilon_{e2} = 0,01 \cdot 4 \cdot 75 = 3$, $\varepsilon_{e3} = 0,01 \cdot 3 \cdot 90 = 2,7$,

$$\varepsilon_{cp} = \frac{1}{3}(3 + 3 + 2,7) = 2,9.$$

Загальний коефіцієнт світлопропускання: $\tau_0 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,9 = 0,403$.

Знаходимо площу світлових проїомів:

$$S_\phi = \frac{230 \cdot 2,9 \cdot 14 \cdot 3,8}{0,403 \cdot 1,4 \cdot 1,2 \cdot 100} = 49,33 \text{ м}^2.$$

Приймаємо площу світлових проїомів $S_\phi = 50,0 \text{ м}^2$.

При площі проїому $1 \times 2 = 2 \text{ м}^2$ приймаємо 25 світильників.

В процесі експлуатації освітлювальних установок необхідно передбачити регулярне очищення від забруднення скляних проїомів, регулярне фарбування стін і стелі.

Контроль стану освітлення проводять регулярно не менше одного разу на рік. Освітленість на робочих місцях перевіряється за допомогою фотоелектричних приладів. Для вимірювання сили світла і яскравості застосовують фотометри типу ФП і ФПУ. Вимірювання освітленості проводиться по ГОСТ 24940-81.

Терміни чищення світильників і вікон залежать від запиленості приміщень. Для приміщень з незначним виділення пилу – 2 рази, для приміщень із значним виділенням – 4...12 разів на рік.

7.1.4 Аналіз умов праці на робочому місці оператора ЕОМ

Робота обслуговуючого персоналу обчислювального центру полягає в інсталяції необхідного програмного забезпечення і подальшому його використанні в діалоговому режимі роботи з ЕОМ. Іноді може виникати необхідність написання допоміжних програм для підвищення ефективності роботи або для зниження витрат. З точки зору забезпечення умов праці і вимог техніки безпеки для роботи оператора необхідно таке:

- достатнє освітлення екрана дисплея і робочого місця;
- повна технічна справність устаткування, його електробезпечність;
- достатня пожежобезпечність приміщення;
- оптимальний мікроклімат, що сприяє продуктивній роботі;
- відповідність робочого місця вимогам ергономіки.

До небезпечних і шкідливих чинників, впливу яких піддається оператор, можна віднести: можливість враження електричним струмом при електронесправності устаткування, порушенні заземлення або техніки безпеки; робота в мікрокліматі з неприпустимими параметрами; робота при недостатній освітленості екрана дисплея і робочого місця.

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 приміщення вузла можна віднести до приміщень без підвищеної небезпеки, тому що це приміщення безпилоче, сухе, із нормальною температурою й підлогою, що не має заземлених металоконструкцій.

Персональні ЕОМ можна віднести до першого класу електротехнічних виробів по засобі захисту людини від враження електричним струмом ГОСТ 12.2.007. 0-76, тому що їх корпуси зроблені з пластмаси і кожний пристрій має заземлення і вилку з заземленим контактом. Відповідно до правил влаштування електроустановок ЕОМ можна віднести до електроустановок із робочою напругою до 1000 В. Особам що допускаються до роботи з таким устаткуванням, присвоюється III - IV кваліфікаційна група з техніки безпеки.

Основними чинниками, які характеризують метеорологічні умови є: температура і вологість повітря; рухливість повітря; теплове випромінювання. Ці умови впливають на теплообмін організму з навколишнім середовищем.

Рух повітря на робочому місці оператора виникає за рахунок конвенції і має

швидкість порядку 0.01-0.05 м/с. Дія внутрішнього вентилятора ЕОМ на переміщення повітря на робочому місці значного впливу не робить внаслідок його малої продуктивності $Q = 32 \text{ м}^3/\text{год}$, що створює швидкість прямування повітря біля забірної шахти в бічній стінці корпусу приблизно 0.09-0.10 м/с. Виходячи з цього можна зробити висновок про наявність оптимальних умов, із погляду швидкості прямування повітря, на робочому місці оператора.

У якості джерела вологовиділення в приміщенні вузла можуть виступати користувачі мініЕОМ. Графік роботи вузла і кількість обслуговуючого персоналу передбачає максимальну кількість людей, що одночасно знаходяться в помешканні, рівним чотирьом.

Відповідно до СНіП II-68-78 площа кабінетів обчислювальної техніки з настільними обчислювальними машинами повинна задовольняти умові – не менше 3 м^2 на одне робоче місце. Кратність повітрообміну в приміщенні вузла також регламентується СНіП II-68-78, вона повинна складати $30 \text{ м}^3/\text{год}$ на одне місце. Виконання даних вимог забезпечить підтримку в приміщенні вузла оптимального значення вологості і складу повітря.

Відповідно до СНіП II-4-79 роботу оператора можна віднести до роботи з малою точністю (найменший розмір об'єкта розрізнення від 1 до 5 мм) V-ого розряду зорової роботи, із великою контрастністю об'єкта розрізнення (символів на екрані дисплея), із темним фоном (підрозряд зорової роботи V). Приміщення вузла можна віднести до 1 групи приміщень, у яких провадиться розрізнення об'єктів зорової роботи при фіксованому напрямку лінії зору працюючого на робочу поверхню. Для такого типу приміщень і розряду зорової роботи нормоване значення коефіцієнта природної освітленості (КЕО) робочої поверхні (при комбінованому освітленні), повинен складати 0,5%, освітленість при штучному освітленні повинна складати 150 лк. За результатами виміру освітленості відділом охорони праці розмір освітленості від системи загального штучного освітлення лежить у межах 400-500 лк, що відповідає вимогам, запропонованим до приміщення вузла.

Відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 рівні звукового тиску в робочому приміщенні не повинні перевищувати в октавних смугах із середньгеометричними частотами значень, приведених у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Рекомендовані значення частот

Робочі місця	Рівень звукового тиску, Дб, в октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								Рівні звуку, Дб
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
ОЦ	71	61	54	49	45	42	40	38	50

В приміщенні вузла знаходяться такі джерела шуму: електродвигуни внутрішнього вентилятора мініЕОМ; працюючі принтери; працюючі дисководи. Шум, вироблений вентилятором можна класифікувати як постійний, всі інші джерела шуму, як імпульсні. Відповідно до паспорта на приміщення рівень звуку, д(А), вимірюваний по шкалі А шумоміра досягає розміру 28,3 д(А) при роботі всього устаткування вузла, включаючи і ксерокс. Це дозволяє зробити висновок про відповідність рівня звуку в приміщенні вимогам ГОСТ 12.1.003-83.

Ергономічні вимоги до робочого місця нормуються ГОСТ 12.2.032-78 (таблиця 7.2). Оптимальне положення тіла працюючого забезпечується відповідною конструкцією робочого місця, а також регулюванням висоти робочої поверхні, сидіння, простору і підставки для ніг.

Таблиця 7.2 – Ергономічні вимоги до робочого місця оператора ЕОМ

Ріст людини	Висота робочої поверхні стола, мм	Висота простору для ніг, мм	Висота сидіння, мм
175	765	655	450

Для забезпечення безпечних умов праці на робочому місці оператора необхідним є проведення ряду заходів.

З точки зору забезпечення електробезпеки до цих заходів можна віднести такі: влаштування розподільних щитів спеціальними розетками з контактами, що заземляють; організація заземлення всіх приладів і пристроїв; періодична перевірка справності заземлення всіх приладів і пристроїв; щорічна здача екзамену з техніки безпеки із занесенням результатів в журнал.

З точки зору забезпечення оптимальних умов мікроклімату, рівня звуку й освітленості до цих заходів можна віднести: організацію природної вентиляції за допомогою дефлектора для забезпечення необхідного повітрообміну в приміщенні

вузла; організацію системи центрального опалення для підтримки оптимальної температури в холодний період року; організацію штучного загального освітлення для забезпечення необхідних умов зорової роботи, що відповідають СНіП II 4-79; оформлення паспорта на приміщення вузла із занесенням у нього вимірів освітленості і рівня звуку, зроблених відділом охорони праці.

З точки зору забезпечення пожежної безпеки до цих заходів можна віднести розробку схеми евакуації з приміщення вузла у випадку пожежі.

Для виконання вимог ергономіки можна запропонувати заміну нерегульованого сидіння на крісло з регульованими ергономічними параметрами, а також заміну використовуваного столу на робоче місце оператора ЕОМ, що відповідає ГОСТ 12.2.032-78.

7.1.5 Розробка і розрахунок місцевої вентиляції при абразивній обробці деталі

Вентиляція на промислових підприємствах влаштовується, щоб створити належні санітарно-гігієнічні умови для робітників у зоні їх перебування, а також, щоб успішно вести технологічний процес і зберігати устаткування.

При абразивній обробці деталі виділяється велика кількість абразивно-металевого пилу, який потрібно видаляти з робочої зони. Для цього необхідно встановлювати місцеву витяжну вентиляцію.

До місцевих відсмоктувачів закритого типу належать витяжні шафи, кожухи, вітринні відсмоктувачі. Кожухами, повітроприймачами обладнуються верстати з абразивними кругами.

Об'єм повітря, яке слід видалити від верстата, обчислюють за формулою:

$$L = 3600 \times F_k \times V_0 \quad (\text{м}^3/\text{год.}); \quad (7.10)$$

де F_k – площа поперечного кожуха на виході, м^2 ;

V_0 – швидкість у повітроприймачі отвору, $\text{м}/\text{с}$;

$V_0 = 0,25 V_k$, де V_k – максимальна колова швидкість обертання круга, $\text{м}/\text{с}$.

Для розрахунку візьмемо заточувальний верстат з діаметром круга $d_k=140$ мм, площа поперечного перерізу кожуха $F_k=0,0095$ м², колова швидкість обертання $V_k=30$ м/с.

Обчислюємо швидкість у повітроприймачі: $V_0=0,25 \times 30 = 7,5$ (м/с).

Тоді $L_0=3600 \times 0,0095 \times 7,5 = 257$ (м³/Год.).

Отже, для забезпечення нормальних умов праці від заточувального верстата слід видалити 257 м³/Год. забрудненого повітря.

Система вентиляції обладнується за схемою (рис. 7.2).

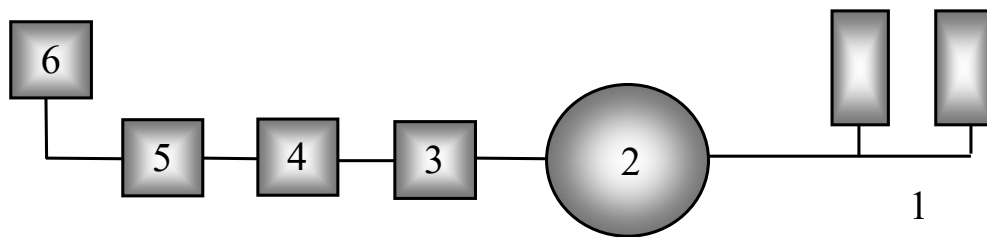


Рисунок 7.2 – Схема витяжної вентиляції:

- 1 – пристрій для видалення повітря; 2 – вентилятор; 3 – система повітропроводів;
4 – пиловловлювач; 5 – фільтри; 6 – пристрій для викиду повітря

7.1.6 Навчання з питань охорони праці при прийнятті на роботу і в процесі роботи

Організацію навчання та перевірки знань з питань охорони праці працівників при підготовці, перепідготовці, підвищенні кваліфікації на підприємстві здійснюють працівники служби кадрів або інші спеціалісти, яким керівником підприємства доручена організація цієї роботи.

Підготовка працівників для виконання робіт з підвищеною небезпекою здійснюється лише в закладах освіти, які одержали в установленому порядку ліцензію Міністерства освіти і науки, а також дозвіл Державного нагляду з охорони праці на проведення такого навчання. При підготовці працівників для робіт з підвищеною небезпекою дисципліна загального курсу «Охорона праці» вивчається в обсязі не менше ніж 30 годин.

Для решти робіт підготовка, перепідготовка працівників за професіями

можуть здійснюватися як в ЗО, так і на підприємстві. При цьому дисципліна загального курсу «Охорона праці» вивчається в обсязі не менше ніж 20 годин. Робочі навчальні плани і програми підготовки, перепідготовки, підвищення кваліфікації працівників розробляються на підприємстві на основі типових навчальних планів і програм, затверджених Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України з погодженням з департаментом нагляду за охороною праці. Навчальні плани та програми підготовки та перепідготовки працівників повинні передбачати теоретичне і практичне (виробниче) навчання з курсу «Охорона праці».

Працівники, яких приймають на роботу, проходять на підприємстві попереднє спеціальне навчання і перевірку знань з питань охорони праці стосовно конкретних робіт, які вони виконуватимуть. Попереднє спеціальне навчання і перевірка знань працівників за його результатами проводиться одноразово до початку самостійної роботи, а також у разі перерви в роботі понад 1 рік. Періодичні перевірки знань працівників проводяться в строки, встановлені відповідними міжгалузевими і галузевими нормативними актами, але не рідше 1 разу на рік.

На підприємствах для перевірки знань працівників з питань охорони праці наказом керівника створюються постійно діючі комісії. Головами комісій призначаються заступники керівників підприємств, в обов'язки яких входить організація роботи з охорони праці, а в разі потреби створення комісій в окремих структурних підрозділах їх очолюють керівники відповідних підрозділів чи їх заступники.

Перед перевіркою знань працівників з питань охорони праці на підприємстві організовуються заняття: лекції, семінари та консультації. Перелік питань для перевірки знань з охорони праці з урахуванням специфіки виробництва складають члени комісії з перевірки знань з питань охорони праці, погоджує служба охорони праці і затверджує керівник підприємства.

Посадові особи і спеціалісти зобов'язані проходити попередню і періодичну перевірку знань з охорони праці до початку виконання своїх обов'язків, а також періодично один раз на 3 роки, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці.

Одним з розділів «Типового положення про навчання з питань охорони

праці» є інструктажі з питань охорони праці. За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Усі працівники, яких приймають на постійну чи тимчасову роботу і при подальшій роботі, повинні проходити на підприємстві навчання в формі інструктажів з питань охорони праці, надання першої допомоги потерпілим від нещасних випадків, а також з правил поведінки та дій при виникненні аварійних ситуацій, пожеж і стихійних лих.

Вступний інструктаж проводиться спеціалістом служби охорони праці, а в разі відсутності на підприємстві такої служби – іншим фахівцем, на якого наказом по підприємству покладені ці обов'язки. Вступний інструктаж проводиться в кабінеті охорони праці або в приміщенні, що спеціально для цього обладнане, з використанням сучасних технічних засобів навчання, навчальних та наочних посібників за програмою розробленою службою охорони праці з урахуванням особливостей виробництва. Запис про проведення вступного інструктажу робиться в журналі реєстрації вступного інструктажу, який зберігається в службі охорони праці або в працівника, що відповідає за проведення вступного інструктажу, а також у документі про прийняття працівника на роботу.

Первинний інструктаж проводиться індивідуально або з групою осіб одного фаху за діючими на підприємстві інструкціями з охорони праці відповідно до виконуваних робіт, а також з урахуванням вимог орієнтовного переліку питань первинного інструктажу.

Повторний інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників, які виконують однотипні роботи, за обсягом і змістом переліку питань первинного інструктажу, але не рідше:

- на роботах з підвищеною небезпекою – один раз на 3 місяці;
- для решти робіт – один раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників одного фаху. Обсяг і зміст позапланового інструктажу визначаються в кожному окремому випадку залежно від причин і обставин, що спричинили потребу його проведення.

Наприклад:

- при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін та доповнень до них;
- при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, приладів та інструментів, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці;
- при порушеннях працівником вимог охорони праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо;
- при виявленні особами, які здійснюють нагляд за охороною праці, незнання вимог безпеки стосовно робіт, що виконуються працівником;
- при перерві в роботі більш ніж на 30 календарних днів – для робіт з підвищеною небезпекою, а для решти робіт – понад 60 днів.

Цільовий інструктаж проводиться індивідуально з окремим працівником або з групою працівників. Обсяг і зміст цільового інструктажу визначається залежно від виду робіт, що ними виконуватимуться. Первинний, повторний, позаплановий і цільовий інструктажі проводить безпосередній керівник. Ці види інструктажу завершуються перевіркою знань у вигляді усного опитування або за допомогою технічних засобів, а також перевіркою набутих навичок безпечних методів праці. Знання перевіряє особа, яка проводила інструктаж. При незадовільних результатах перевірки знань, умінь і навичок щодо безпечного виконання робіт після первинного, повторного чи позапланового інструктажів для працівника протягом 10 днів додатково проводяться інструктаж і повторна перевірка знань. При незадовільних результатах і повторної перевірки знань питання щодо працевлаштування працівника вирішується згідно з чинним законодавством.

При незадовільних результатах перевірки знань після цільового інструктажу допуск до виконання робіт не надається. Повторна перевірка знань при цьому не дозволяється. Про проведення первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів та про допуск до роботи особою, якою проводився інструктаж вноситься запис до журналу реєстрації інструктажів з питань охорони праці. При цьому обов'язкові підписи як того, кого інструктували, так і того, хто інструктував. Сторінки журналу реєстрації повинні бути пронумеровані, журнали прошнуровані і скріплені печаткою.

7.2 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.2.1 Визначення та причини виникнення надзвичайних ситуацій

Закон «Про цивільну оборону України» визначає надзвичайну ситуацію як порушення нормальних умов життя та діяльності людей на об'єкті чи території, спричинених аварією, катастрофою, стихійним лихом, епідемією, епізоотією, великою пожежею, використання засобів ураження, що призвели чи можуть призвести до людських чи матеріальних втрат.

Аварія – це небезпечна подія техногенного характеру, що створює на об'єкті, території або акваторії загрозу для життя і здоров'я людей і призводить до руйнування будівель, споруд, обладнання і транспортних засобів, порушення виробничого або транспортного процесу чи завдає шкоди довкіллю.

Катастрофа – це раптове лихо чи велика подія, яка тягне за собою тяжкі наслідки для людини, тваринного чи рослинного світу, змінюючи умови середовища існування. Це результат різкого чи стрибкоподібного переходу природного, біологічного чи соціально-економічного середовища з виникненням вражаючих факторів, які наносять значну шкоду соціальним і природним системам. Іноді, підкреслюючи всесвітній характер катастрофи, її називають катаклізмом. Залежно від масштабності та тривалості впливу на природне середовище, катастрофи розділяють на локальні, регіональні та глобальні. Прикладами глобальних катастроф можуть служити особливо тяжкі аварії, військові конфлікти, різні стихійні лиха, що заподіюють велику шкоду.

Спітакський землетрус (Вірменія, 1988 р.) за потужністю був не такий сильний, а за ступенем ураження та заподіяної шкоди являв собою національну катастрофу. А ось виверження Безіменного вулкана на Камчатці хоч і є найбільшим у ХХ столітті, проте його не можна катастрофою назвати, так як воно відбулося у безлюдній місцевості.

Події природного походження або результат діяльності природних процесів, які за своєю інтенсивністю, масштабом поширення і тривалістю можуть вражати людей, об'єкти економіки та довкілля, зветься небезпечними природними явищами. Руйнівне небезпечне природне явище – це стихійне лихо.

Епідемія – це масове розповсюдження інфекційної хвороби людей у часі та просторі, у межах певного регіону, що перевищує звичайний рівень захворюваності, який реєструється на цій території, в 1,5 раза протягом 3-х днів – в 1–2 районах.

Причинами надзвичайних ситуацій можуть стати також епізоотії – одночасне поширення інфекційної хвороби серед великої кількості одного чи багатьох видів тварин, що значно перевищує звичайний зареєстрований рівень захворюваності на певній території; та епіфітотії – масове інфекційне захворювання рослин, що супроводжується чисельною загибеллю культур і зниженням їх продуктивності.

В Україні щороку виникають тисячі надзвичайно складних ситуацій природного та техногенного характеру, внаслідок яких гине велика кількість людей, а матеріальні збитки сягають кількох мільярдів гривень. Сьогоднішня ситуація в Україні щодо небезпечних природних явищ, аварій і катастроф характеризується як дуже складна. Тенденція зростання кількості природних і особливо техногенних НС, складність цих наслідків змушують розглядати їх як серйозну загрозу безпеці окремої людини, суспільству та навколишньому середовищу, а також стабільності розвитку економіки країни. Для роботи в районі надзвичайної ситуації потрібно залучати значну кількість людських, матеріальних і технічних ресурсів.

Запобігання надзвичайним ситуаціям, ліквідація їх наслідків, максимальне зниження масштабів втрат та збитків перетворилося на загальнодержавну проблему і є одним з найважливіших завдань органів виконавчої влади і управління всіх рівнів.

7.2.2 Класифікація надзвичайних ситуацій

Постановою Кабінету Міністрів України № 1099 «Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій» затверджено «Положення про класифікацію надзвичайних ситуацій». Згідно з цим положенням, за характером походження подій, що зумовлюють виникнення надзвичайних ситуацій на території України, розрізняють 4 класи надзвичайних ситуацій: техногенного, природного, соціально-політичного

та військового характеру. Кожен клас надзвичайних ситуацій поділяється на групи, які містять конкретні їх види.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру – це наслідок транспортних аварій, катастроф, пожеж, неспровокованих вибухів чи їх загроза, аварій з викидом (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптового руйнування споруд та будівель, аварій на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічних аварій на греблях, дамбах тощо.

Надзвичайні ситуації природного характеру – це наслідки небезпечних геологічних, метеорологічних, гідрологічних, морських та прісноводних явищ, деградації ґрунтів чи надр, природних пожеж, змін стану повітряного басейну, інфекційних захворювань людей, сільськогосподарських тварин, масового ураження сільськогосподарських рослин хворобами чи шкідниками, зміни стану водних ресурсів та біосфери тощо.

Надзвичайні ситуації соціально-політичного характеру – це ситуації, пов'язані з протиправними діями терористичного та антиконституційного спрямування: здійснення або реальна загроза терористичного акту (збройний напад, захоплення і затримання важливих об'єктів ядерних установок і матеріалів, систем зв'язку та телекомунікації, напад чи замах на екіпаж повітряного чи морського судна), викрадення (спроба викрадення) чи знищення суден, встановлення вибухових пристроїв у громадських місцях, викрадення зброї, виявлення застарілих боєприпасів тощо.

Надзвичайні ситуації військового характеру – це ситуації, пов'язані з наслідками застосування зброї масового ураження або звичайних засобів ураження, під час яких виникають вторинні фактори ураження населення внаслідок зруйнування атомних і гідроелектричних станцій, складів і сховищ радіоактивних і токсичних речовин та відходів, нафтопродуктів, вибухівки, сильнодіючих отруйних речовин, токсичних відходів, транспортних та інженерних комунікацій.

Залежно від територіального поширення, обсягів, заподіяних або очікуваних економічних збитків, кількості людей, які загинули, розрізняють 4 рівні надзвичайних ситуацій – загальнодержавний, регіональний, місцевий та об'єктовий.

Надзвичайна ситуація загальнодержавного рівня – це надзвичайна ситуація,

яка розвивається на території двох та більше областей або загрожує транскордонним перенесенням, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріали і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремої області, але не менше 1% обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайна ситуація регіонального рівня – це надзвичайна ситуація, яка розвивається на території двох або більше адміністративних районів (міст обласного значення) або загрожує перенесенням на територію суміжної області, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості окремого району, але не менше 1 % обсягів видатків відповідного бюджету.

Надзвичайні ситуації місцевого рівня – це надзвичайна ситуація, яка виходить за межі потенційно-небезпечного об'єкта, загрожує поширенням самої ситуації або її вторинних наслідків на довкілля, сусідні населені пункти, інженерні споруди, а також у разі, коли для її ліквідації необхідні матеріальні і технічні ресурси в обсягах, що перевищують власні можливості об'єкта. До місцевого рівня також належать всі НС, які виникають на об'єктах житлово-комунальної сфери та інших, що не входять до затверджених переліків потенційно-небезпечних об'єктів.

Надзвичайна ситуація об'єктового рівня – це НС, яка не підпадає під зазначені вище визначення, тобто така, що розгортається на території об'єкта або на самому об'єкті, її наслідки не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони.

8 ЕКОЛОГІЯ

8.1 Сучасний екологічний стан України

Нинішню екологічну ситуацію в Україні можна охарактеризувати як кризову, що формувалася протягом тривалого періоду через нехтування об'єктивними законами розвитку і відтворення природно-ресурсного комплексу України. Відбувалися структурні деформації народного господарства, за яких перевага надавалася розвитку в Україні сировинно-видобувних, найбільш екологічно небезпечних галузей промисловості.

Економіці України притаманна висока питома вага ресурсомістких та енергоємних технологій, впровадження та нарощування яких здійснювалося найбільш «дешевим» способом – без будівництва відповідних очисних споруд. Це було можливим за відсутності ефективно діючих правових, адміністративних та економічних механізмів природокористування та без урахування вимог охорони довкілля.

Ці та інші чинники, зокрема низький рівень екологічної свідомості суспільства, призвели до значної деградації довкілля України, надмірного забруднення поверхневих і підземних вод, повітря і земель, нагромадження у дуже великих кількостях шкідливих, у тому числі високотоксичних, відходів виробництва. Такі процеси тривали десятиріччями і призвели до різкого погіршення стану здоров'я людей, зменшення народжуваності та збільшення смертності, а це загрожує вимиранням і біологічно-генетичною деградацією народу України. Винятковою особливістю екологічного стану України є те, що екологічно гострі локальні ситуації поглиблюються великими регіональними кризами. Чорнобильська катастрофа з її довготривалими медико-біологічними, економічними та соціальними наслідками спричинила в Україні ситуацію, яка наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

Що стосується промисловості, то головними причинами, що призвели до загрожуючого стану довкілля, є:

- застаріла технологія виробництва та обладнання, висока енергомісткість та матеріаломісткість, що перевищують у два-три рази відповідні показники

розвинутих країн;

- високий рівень концентрації промислових об'єктів;
- несприятлива структура промислового виробництва з високою концентрацією екологічно небезпечних виробництв; відсутність належних природоохоронних систем (очисних споруд, оборотних систем водозабезпечення тощо), низький рівень експлуатації існуючих природоохоронних об'єктів;
- відсутність належного правового та економічного механізмів, які стимулювали б розвиток екологічно безпечних технологій та природоохоронних систем;
- відсутність належного контролю за охороною довкілля.

Головним завданням на найближчу перспективу є запобігання збільшенню рівня забруднення та виснаженню природних об'єктів. Розв'язання проблем техногенно-екологічної безпеки потребує:

- здійснення перебудови техногенного середовища, технічного переозброєння виробничого комплексу на основі впровадження новітніх наукових досягнень, енерго- і ресурсозберігаючих технологій, безвідходних та екологічно безпечних технологічних процесів, застосування відновлюваних джерел енергії, розв'язання проблем знешкодження і використання всіх видів відходів;
- налагодження ефективного екологічного контролю за науково-дослідними роботами із створення об'єктів штучного походження, їх проектуванням, будівництвом та функціонуванням з метою управління техногенними навантаженнями, раціональним використанням природних ресурсів і розміщенням продуктивних сил; проведення класифікації регіонів України за рівнями техногенно-екологічних навантажень, створення карт техногенно-екологічних навантажень;
- розробки методології визначення ступеня екологічного ризику для довкілля, обумовленого техногенними об'єктами; проведення досліджень з метою створення системи моделей моніторингового контролю за об'єктами спостережень у промисловості, енергетиці, будівництві, транспорті і сільському господарстві.

На початку третього тисячоліття екологічну ситуацію на Україні можна розглядати як кризову. Для її покращення потрібні дуже значні фінансові та людські ресурси, значний відрізок часу. Все це повинно прискорюватись ефективними державними механізмами. Але всі ці властивості притаманні економічно розвинутим країнам, якою Україна не є. Проаналізувавши всю складність проблеми, виявивши чинники, а також враховуючи що питома вага бюджетних витрат на природозахисні проекти має тенденцію до скорочення, ми можемо зробити прогноз з великим рівнем імовірності, що стан довкілля наступні 10-15 років не стане кращим. Розроблені механізми державного природокористування, деякі правові та господарчі переваги ринкової економіки, прогресивні напрямки охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки значною мірою лишуться лише як вдалі проекти із за відсутності фінансування, бажання, а також тому що екологічне питання не є досить важливим для нашого сучасного суспільства, особливо на стадії первинного накопичення капіталу.

8.2 Актуальність охорони навколишнього середовища

До найактуальніших проблем сьогодення, що торкаються кожного жителя планети й від яких залежить майбутнє людства, треба віднести проблеми екологічні. Викликані недалекоглядним, нерозумним, необґрунтованим ставленням людини до природи, вони виникли надзвичайно давно. Як свідчить історія, ще близько 4 тис. років тому правителі дбали про збереження природи й видавали накази про охорону лісів, трав'яного покриву степів, водних джерел.

Із розвитком цивілізації проблеми стосунків між людиною та природою дедалі загострювалися. Інтенсивне зростання населення Землі та розвиток науково-технічної революції протягом останніх 40-50 років призвели до погіршення стану більшості екосистем біосфери, значного зменшення біопродуктивності й біорізноманіття, катастрофічного виснаження ґрунтів і мінеральних ресурсів при одночасному небаченому зростанні забруднення всіх геосфер. Саме необхідність задоволення зростаючих потреб людської спільноти призвела до небаченого

розширення масштабів господарської діяльності, якісних змін у пропорціях світового господарства, у виробничих силах, характері виробничих потужностей, техніці і технологіях, асортименті продукції, виробничому й особистому споживанні. Моделі виробництва і споживання, які склалися у світі, перестали відповідати умовам нормального співіснування людини й природи. Таким чином, до розвитку глобальної екологічної і тісно пов'язаної з нею соціально-економічної кризи, які сьогодні загрожують існуванню нашої цивілізації, призвели кілька “вибухів”: демографічний, тобто надзвичайно швидке, вибухоподібне зростання кількості населення Землі за останнє століття, промислово-енерготехнічний і викликаний першими двома вибух насильства над природою.

Екологічна криза нависла над усім світом. Спричинений економічними, політичними помилками та серйозними екологічними прорахунками теперішній стан природного середовища України оцінюється фахівцями як критичний, коли вже неможливі його самовідновлення й самоочищення: відбуваються активна деградація й небезпечне знищення останніх природних ресурсів. Саме тому в наш час спостерігається бурхлива екологізація різних технічних дисциплін, під якою слід розуміти процес неухильного та послідовного впровадження систем технологічних, управлінських та інших рішень, котрі дозволяють підвищувати ефективність використання природних ресурсів поряд з поліпшенням або хоча б зі збереженням якості природного середовища (або життєвого середовища взагалі) на локальному, регіональній і глобальному рівнях.

Існує й поняття екологізації технологій виробництва, суть якого полягає в застосуванні заходів щодо попередження негативного впливу виробничих процесів на природне середовище. Екологізація технологій досягається шляхом розробки маловідходних технологій з мінімумом шкідливих речовин на виході.

Вивчення процесу суспільного виробництва з навколишнім середовищем вимагає не лише інженерних, але й екологічних методів, що призвело до розвитку нового наукового напрямку на стику технічних, природничих та соціальних наук, що називається інженерною екологією.

Інженерна екологія вивчає вплив промисловості на природу і природи на промисловість, вплив умов природного середовища на функціонування підприємств та їх комплексів. Тобто об'єктом дослідження інженерної екології є

системи, що утворилися та тривалий час функціонують внаслідок взаємодії конкретного виду суспільного виробництва з навколишнім природним середовищем, що його оточує. Інженерна екологія, на відміну від всіх інших наукових напрямків, котрі вивчають взаємодію суспільства з природою, базується на повному та глибокому знанні технології виробництва. Вона використовує якісні та кількісні параметри технологічних процесів для оцінки їх впливу на природне середовище. Наслідком інженерно-екологічного аналізу є визначення взаємозв'язків між параметрами технологічних процесів та змінами природного середовища. Їх визначальною рисою є те, що вони є прикладними, оскільки їх результати є вихідними даними для розробки конкретних природоохоронних заходів даного виробництва. У такому випадку екологія є теоретичною базою, котра встановлює обмеження на параметри виробництва, а інженерні дисципліни – підґрунтям реалізації технічних рішень у даній виробничій сфері для дотримання екологічних обмежень.

При функціонуванні промислових підприємств інженерно-технічним працівникам доводиться мати справу не з екологією, а з охороною навколишнього середовища. Охорона навколишнього середовища – система заходів, скерованих на підтримку взаємодії людини та навколишнього природного середовища, що забезпечують збереження та відновлення природних багатств, раціональне використання природних ресурсів, попередження безпосереднього або опосередкованого впливу результатів діяльності суспільства на природу та здоров'я людини. Державна політика в цій галузі у розробці необхідних заходів щодо охорони та науково обґрунтованого раціонального використання землі та її надр, водних ресурсів, рослинного та тваринного світу, для збереження чистоти повітря та води, забезпечення відтворюваності природних ресурсів та поліпшення оточуючого людину середовища. Цей підхід до охорони навколишнього середовища підкріплено системою законодавчих актів та нормативно-технічних документів у галузі охорони природи. Основним з них є Закон України «Про охорону навколишнього і природного середовища» від 25 червня 1991 року в останній чинній редакції від 12 жовтня 2018 року, який визначає правові, економічні та соціальні основи організації охорони навколишнього середовища в інтересах нинішнього і майбутнього поколінь.

8.3 Формування екологічної культури машинобудівних підприємств в середовищі національної інноваційної системи

Проблема побудови національної інноваційної системи в Україні не є новою, проте залишається достатньо актуальною. Українські науковці продовжують доводити необхідність інноваційно-інвестиційного напрямку розвитку економіки країни та її регіонів, вказують на потребу його якнайшвидшого запровадження в життя. Основною силою і виконавцем інноваційної діяльності виступають підприємства, які орієнтуються, перш за все, на ринкові сигнали та можливість отримання комерційної вигоди. Тому, в процесі побудови національної інноваційної системи суттєвою проблемою є активізація інноваційної діяльності цих підприємств.

При розгляді даного питання зупинимося на підприємствах машинобудівної галузі, оскільки саме ця галузь економіки вважається певним «локомотивом», успішна діяльність якого визначає ефективне функціонування супутніх йому комплексів та галузей. Можна стверджувати, що від рівня розвитку машинобудування залежить промисловий потенціал держави, її конкурентоспроможність на зовнішніх ринках, рівень соціального розвитку держави.

Активізацію інноваційної діяльності машинобудівних підприємств в Україні, на нашу думку, може забезпечити процес формування екологічної культури (ЕК) на цих підприємствах. Під екологічною культурою слід розуміти сукупність нематеріальних цінностей та норм розвитку відносин підприємства з природним середовищем для збереження природних ресурсів, забезпечення здоров'я працівників та споживачів, стійкого розвитку підприємства, екологічно безпечного розвитку суспільства.

Формування ЕК підприємства сприяє розвитку його конкурентоспроможності через: поліпшення екологічних характеристик продукції, дотримання підприємством природоохоронних норм, забезпечення екологічної безпеки виробництва, підвищення кваліфікації персоналу, економію сировини, заощадження енергоресурсів. Підтримка і розвиток ЕК дозволяє ефективно

знаходити можливості зниження витрат підприємства – вона стимулює управлінські і технологічні інноваційні рішення, що знижують загальну собівартість продукції або підвищують її цінність.

Необхідною умовою позитивного впливу ЕК на ефективність підприємства в цілому є здійснення цілеспрямованого управлінського впливу на її формування. Процес управління ЕК може бути деталізований за різними напрямками такими як: управління фінансуванням ЕК підприємства, управління організацією процесів з формування ЕК, управління маркетинговими дослідженнями, управління виробничими процесами та природоохоронними заходами в процесі виробництва, управління персоналом в сфері формування і розвитку ЕК підприємства. Таким чином, ЕК машинобудівного підприємства складається з елементів, кожен з яких має своє функціональне значення, впливає на її розвиток та підтримку стану. До елементів ЕК машинобудівного підприємства можна віднести фінансову, виробничу, організаційну культуру та культуру управління персоналом.

Зв'язок ЕК із інноваційним розвитком підприємства спостерігається саме в структурі культури виробництва, в якій можна виокремити інноваційну культуру. Інноваційна культура залежить від інноваційної спрямованості менеджерів, які володіють науково-технічним і економіко-психологічним потенціалом, мають потребу в інженерно-економічних знаннях враховують екологічну спрямованість продукції підприємства. Для інновації в рівній мірі стають важливими всі п'ять властивостей: науково-технічна новизна, виробнича застосовність, комерційна реалізація, екологічна безпека і екологічна ефективність. Відсутність будь-якого з них негативно позначається на інноваційному процесі підприємства. Комерційний і екологічний аспект визначає інновацію як економіко-екологічну необхідність, усвідомлену через потреби ринку. Науково-технічні інновації з урахуванням ЕК підприємства повинні володіти новизною; задовольняти ринковому попиту і приносити прибуток виробникові, враховувати вірогідну дію на навколишнє природне середовище життєвого циклу нових видів продукції, прагнення до відповідності екологічним нормативам, а також вести до запобігання забрудненню. Результат такої інноваційної діяльності веде до економії енергії і ресурсів, за рахунок ефективнішого управління ними, зниження витрат, збільшення прибутків, ефективно знаходити можливості зниження витрат, стимулювати

управлінські і технологічні інноваційні рішення, що знижують загальну собівартість продукції або що підвищують її цінність. Ці інновації дозволяють підприємствам більш продуктивно використовувати ресурси на вході: від сировини і енергії, до трудових ресурсів, таким чином, забезпечується додатковий ефект від інновацій, а саме, зменшення негативного впливу на навколишнє природне середовище.

8.4 Екологічне ліцензування і природоохоронна діяльність у виробництві

Законодавчий економічний механізм охорони природи вимагає: обов'язковість обліку і соціально-економічної оцінки природних ресурсів державними органами статистики й природокористування; планування, фінансування і матеріально-технічне забезпечення державних екологічних програм та заходів для збереження природи; фінансування екологічних програм і заходів з охорони природного середовища всіх видів бюджету, засобів підприємств і установ, організацій. Видача договорів і ліцензій на комплексне природокористування, які передбачають умови і порядок використання природних ресурсів, права й обов'язки користувача, розміри платежів за користування природними ресурсами, а також відповідальність сторін за відшкодування шкоди.

Ліцензія – дозвіл на комплексне природокористування визначає види, обсяги і ліміти господарської діяльності, екологічні вимоги і наслідки їхнього недотримання.

Важливою є система обмежень, яка встановлює об'єктам-природокористувачам граничні обсяги використання ресурсів та їх вилучення, обсягів викидів, скидів забруднюючих речовин у природне середовище, розміщення відходів виробництва.

Платність користування природними ресурсами в межах установлених лімітів, понадлімітне і нераціональне використання природних ресурсів (забруднення природного середовища, розміщення відходів) необхідно суспільству для відтворення й охорони природних ресурсів. Для цього існує також система

позабюджетних державних екологічних фондів – добровільні внески населення, громадських організацій, іноземних юридичних осіб і громадян, інших джерел. Актуальним в цьому є екологічне страхування, яке передбачає відповідальність підприємств, установ і організацій за збиток, заподіяний державі, громадянам в результаті раптового, ненавмисного чи несподіваного забруднення навколишнього природного середовища на території країни.

Об'єкт екологічного страхування – ризик відповідальності, що виражається в пред'явленні підприємству майнових претензій постраждалими організаціями, громадянами про відшкодування збитку за забруднення природного середовища на території дії конкретного договору страхування. За висновком такого договору обумовлюється перелік забруднюючих речовин і причин, що їх викликають, розміри збитків, які підлягають відшкодуванню. Важливою є система стимулювання діяльності з охорони природного середовища. Вона повинна забезпечити звільнення від податків екологічних фондів; встановлення менших розмірів податків, збільшення пільг, наданих державному та підприємствам інших форм власності, установам, організаціям.

Важливою є оцінка впливу на навколишнє середовище – врахування екологічних вимог законодавства при підготовці і прийнятті рішень про соціально-економічний розвиток суспільства. Її мета – виявлення негативних для суспільства екологічних і зв'язаних з ними соціальних, економічних та інших наслідків, а також застосування необхідних і достатніх заходів для попередження можливих порушень.

8.5 Забруднення довкілля, що виникає внаслідок реалізації дипломної роботи

В процесі реалізації технологічного процесу механічного оброблення неминуче виникає забруднення навколишнього середовища промисловими відходами, до яких належать залишки сировини, матеріалів та напівфабрикатів, сталева стружка, а також браковані деталі.

Механічний цех містить у своєму складі заготівельні та обробні виробництва,

більшість з яких є в процесі виконання операцій технологічного процесу джерелом забруднення атмосферного повітря. Так, при заточуванні різального інструменту та при фінішній обробці, у повітря виділятиметься абразивний та абразивно-металевий пил.

Вода при абразивній обробці використовується для приготування активних розчинів, промивання деталей і при обробці приміщень, при цьому стічні води забруднюються мінеральними маслами, милами, металевим і абразивним пилом і емульгаторами.

Окремим джерелом забруднення є побутові стічні води підприємства. За складом і концентрацією забруднюючі речовини подібні міським стічним водам, що очищаються на міських станціях каналізації. До них належать води, що надходять із раковин, санітарних вузлів, душових тощо. Основні забруднювачі побутових стічних вод: крупні домішки (залишки їжі, ганчірки, пісок, фекалії); домішки органічного та мінерального походження в нерозчиненому, колоїдному та розчиненому станах; різні, в тому числі хвороботворні, бактерії. Концентрація забруднень у побутових стічних водах залежить від ступеня розведення побутових стоків водопровідною водою.

8.6 Заходи зі зменшення забруднення довкілля

Для зменшення забруднення довкілля, яке виникає в результаті реалізації технологічного процесу механічної обробки, необхідний цілий комплекс заходів, направлених як на розв'язування конкретних задач, наприклад, очищення повітря, води, ґрунту, так і на вирішення всієї проблеми в цілому.

Очищення забрудненого повітря від газів, які утворюються при технологічних процесах і викидаються в атмосферу, від отруйних речовин, які в них містяться, рідких і газоподібних домішок є основним способом охорони повітряного басейну від забруднення, що виникає в усіх випадках, коли використання активних методів поки неможливе або економічно не вигідне. Задача промислового газоочищення полягає у вилученні або нейтралізації шкідливих речовин з організованих газових викидів від стаціонарних джерел.

Першим етапом очищення викидів в атмосферу є вловлювання аерозолів і газоподібних домішок із забрудненого повітря і газів. Для цього використовують установки ЕФП 535 для затримання пилу і газів, які встановлюють в джерелі виділення забруднень. В цих установках здійснюється очищення газів за допомогою гідрофобних мембранних фільтруючих елементів з фторопласту з порогом затримки частинок 0.1-0.2 мкм.

Найкращим рішенням задачі вловлювання пилу і газів є повне укриття джерела їх виділення кожухом, який забезпечує практично повну герметичність. Цим гарантується висока ефективність вловлювання пилу і газів при роботі системи з мінімальними витратами повітря.

Одним з варіантів вирішення проблеми очищення викидів в атмосферу, який вимагає менших затрат, є очищення газів, яке в даному випадку реалізується за допомогою циклонів типу ЦН 11. Використання циклонів є найбільш поширеним засобом очищення газів. В цих пристроях відокремлення від газу твердих та рідких частинок під дією відцентрової сили (при обертанні газового потоку). Оскільки відцентрова сила в багато разів перевищує силу тяжіння, в циклонах осідає дрібний пил з розміром частинок 10-20 мкм. Продуктивність циклона сягає 6500 м³/год.

Для очищення стічних вод машинобудівних підприємств використовують головним чином такі методи:

- механічні (проціджування, відстоювання, фільтрування);
- хімічні (нейтралізація, коагуляція, флокуляція);
- фізико-хімічні (флотація, електрохімічні методи);
- комбіновані.

Для попереднього видалення плаваючих крупних або волокнистих забруднень застосовують проціджування через решітки і сита.

Для видалення високодисперсних мінеральних домішок і легких органічних частинок застосовують відстійники і масловловлювачі. Конструкції застосовуваних в промисловості використовуються різні конструкції відстійників. Найбільш поширені горизонтальні відстійники, в яких частинки, осідаючи на дно чи спливаючи, рухаються горизонтально разом з водою. Застосовуються також радіальні відстійники, метод флотації, фільтрування через шар зернистого чи пористого матеріалу (найчастіше кварцового піску).

Для фільтрування стічних вод, забруднених мінеральними маслами, мазутом, застосовують в якості фільтра кварцову крихту, а також фільтруючі матеріали. Фільтри повинні піддаватись промивці водою, направленою в зворотному напрямку руху. Для видалення менших частинок застосовують реагентну обробку з допомогою коагулянтів, флокулянтів, десорбцію і віддування.

Як уже відмічалось, очищення викидів в атмосферу і стічних вод є вимушеним заходом, зумовленим недосконалістю технологічних процесів, що застосовуються на виробництві. Тому найбільш ефективний шлях рішення екологічних проблем виробництва – комплексне вдосконалення технології в напрямку мінімізації шкідливих відходів і широке впровадження екологічно чистих технологічних процесів.

На шліфувальних і заточувальних операціях перспективно застосовувати алмазно-абразивний інструмент і круги з нового синтетичного матеріалу – ельбору, що дозволяє зменшити кількість абразивних відходів і збільшує терміни заміни змащувально-охолоджувальних рідин, які містять шкідливі речовини.

При розробці нових технологічних процесів необхідно передбачити знешкодження відходів на стадії виходу з технологічних процесів. Проте, навіть при сучасному розвитку науки і техніки, неможливо виключити утворення твердих відходів, які не підлягають знешкодженню чи нейтралізації. В цьому випадку доцільно передбачити зберігання відходів в спеціальних сховищах.

Середній термін використання поверхнево-активних речовин (ПАР) коливається від двох тижнів до півтора місяців. Основними причинами заміни поверхнево-активних речовин при обробці металів є наявність у них великої кількості зважених речовин (металевий пил, сажа, частки абразивних матеріалів).

Регенерація відпрацьованих ПАР, що полягає у видаленні з них сторонніх домішок, дозволяє повертати їх у виробництво, досягаючи тим самим економії мінеральних масел і інших компонентів, що входять до складу емульсолів.

Зменшити забруднення навколишнього середовища можна також шляхом мінімізації відходів металів за рахунок проведення комплексу конструкторських, технологічних та організаційних заходів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ЩОДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

За результатами виконаної роботи можна зробити такі висновки.

1. Розроблено груповий техпроцес виготовлення деталі.
2. Результати роботи покладені в основу рекомендацій із застосування методів активного контролю при шліфуванні.
3. Розроблена, теоретично обґрунтована та експериментально апробована методика активного контролю при шліфуванні.
4. Запропоновано заходи із забезпечення ефективності процесу оброблення та контролю при шліфувальному обробленні валів.
5. Використання перевіреної та апробованої елементної бази дозволили значно скоротити затрати на впровадження систем активного контролю.
6. Економічна доцільність застосування методу активного контролю полягає у зменшенні штучного часу, а також скороченні кількості персоналу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматизация производственных процессов в машиностроении. : Учеб. для вузов / Под ред. Н.М. Капустина. М.: Высш. шк., 2004. 415 с: ил.
2. Активный контроль в машиностроении: Справочник. / Под ред. Е.И. Педя. М.: Машиностроение, 1978. 352 с.
3. Акулович,Л.М. Шелег В.К. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении: учеб. пособие. М. : ИНФРА-М, 2012. – 488 с.
4. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. «Вимірювальні пристрої» / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, М.О. Подустов та ін. Х.: НТУ «ХП», 2001. 470 с.
5. Бабіченко А.К. Промислові засоби автоматизації, Ч. 2. «Регулювальні і виконавчі пристрої» / А.К. Бабіченко, В.І. Тошинський, В.С. Михайлов та ін. Х.: НТУ «ХП», 2003. 658 с.
6. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления. М.: Профессия, 2003. 751 с.
7. Вальков В.М. Контроль в ГАП. М.: Машиностроение, 1989. 232 с.
8. Волосов С.С., Педь Е.И. Приборы для автоматического контроля в машиностроении. М.: Издательство стандартов. 1975. 336 с.
9. Гайченко В.А., Коваль Г.М. Основы безопасности жизнедеятельности людини: Навчальний посібник. К.: МАУП, 2002. 226 с.
- 10.ГОСТ 8517-90. Приборы управляющие при шлифовании. Общие технические условия. М.: Стандартиформ, 1990. 10 с.
- 11.ГОСТ 2.316-2008. ЕСКД. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. М.: Стандартиформ, 2009. 10 с.
- 12.ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. М.: Стандартиформ, 2009. 16 с.
- 13.Грабець О.Я., Коник Ю.П. Огляд сучасних методів та засобів активного контролю при шліфуванні. Збірник тез доповідей VIII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів 27-28 листопада 2019 року. Т1. Тернопіль. 2019. С. 72-73.

14. Джигирей В.С. Екологія та охорона навколишнього середовища: Навчальний посібник. К.: Знання, 2002. 203 с.
15. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. структура та правила оформлення. [Чинний від 2017-07-01]. Вид. офіц. Київ, 2017. 26 с. (Інформація та документація).
16. ДСТУ 8302:2015. «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні вимоги та правила складання». [Чинний від 2016-03-04]. Вид. офіц. Київ, 2016. 16 с. (Інформація та документація).
17. Законодавство України про охорону праці. Збірник нормативних документів. В 4 т. Київ: 1995. 1997.
18. Іщенко І.І., Терещенко С.П. Оцінка економічної ефективності виробництва і затрат. Київ: Вища школа, 1991. 173 с.
19. Капаціла Ю.Б. Паливода Ю.Є., Ткаченко І.Г. Технологія оброблення валів. Навчальний посібник для студентів напрямку підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» з професійною орієнтацією на спеціальності 7.05050201 та 8.05050201 «Технології машинобудування» Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя – Тернопіль.: ТНТУ, 2016. 198 с.
20. Козырев Ю.Г. Промышленные роботы. Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение. 1988. 392 с.
21. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Санкт-Петербург.: Питер, 2005. 511 с.
22. Марущак П.О., Савків В.Б., Коноваленко І.В., Шкодзінський О.К. Методичний посібник з дипломного проектування за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр» для студентів спеціальності 151 «Автоматизоване управління технологічними процесами. Тернопіль : ТНТУ. 66 с.
23. Мягков В.Д. Допуски и посадки: Справочник. В 2т. Л.: Машиностроение, 1982.
24. Подчукаев В.А. Аналитические методы теории автоматического управления. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002. 256 с.
25. Проць Я.І. Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. / Я.І. Проць, В.Б. Савків, О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2011. 344 с.
26. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и

- Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985.
- 27.Фэльдштейн Е. Э., М.А. Корниевич. Металлорежущие инструменты: справочник конструктора. Минск: Новое знание. 2009. 1039 с.
- 28.Технический контроль в машиностроении : Справочник проектировщика / Под. общ. ред. В. Н. Чупырина, А.Д. Никифорова, М.: Машиностроение, 1987. 512 с.
- 29.Шандров Б.В., Чудаков А.Д.. Технические средства автоматизации: учебник для студ. высш. учеб. заведений М.: Издательский центр «Академия», 2007. 368 с.
- 30.Шейко В. М., Кушнарченко Н.М. Організація та методика науково-дослідницької діяльності : 7-є видання, перероблене і доповнене. Київ: Знання, 2010. 295 с.
- 31.Kalechman M. Practical MATLAB application for engineers. CRC Press, 2008. 708 p.
- 32.Активный контроль. URL: <http://bse.sci-lib.com/article064176.html> (дата звернення: 10.10.2019).
- 33.Приборы активного контроля (ПАК). URL: <http://appribor.narod.ru/product/klur/pak/pak.html> (дата звернення: 12.10.2019).

Тексти програм моделюючих обчислень

Файл-сценарій w_h_init.m

```
% Файл визначення змінних
```

```
%
```

```
% Параметри моделювання для mdl файлу
```

```
t_end = 1; %максимальний крок моделювання
```

```
h_max = 0.01; %час завершення моделювання
```

```
% Параметри досліджуваної системи
```

```
a1 = 2;
```

```
a2 = 3;
```

```
k1 = 1;
```

```
k2 = 6;
```

```
% Побудова графіків елементів матричної вагової функції (файл w_stop.m)
```

```
%
```

```
close all
```

```
figure
```

```
plot(t_, w11_s, 'r-', t_, w11_vm, 'b-', t_, w11_a, 'm- .')
```

```
grid on
```

```
xlabel('t, c')
```

```
ylabel('w11')
```

```
title('Графіки елемента w11 матричної вагової функції')
```

```
legend('w11 struct', 'w11 VM', 'w11 analit', 0)
```

```
figure
```

```
plot(t_, w21_s, 'r-', t_, w21_vm, 'b-', t_, w21_a, 'm- .')
```

```
grid on
```

```
xlabel('t, c')
```

```
ylabel('w21')
```



```
title ('Графіки елемента w21 матричної вагової функції')
```

```
legend ('w21 struct', 'w21 VM', 'w21 analit', 0)
```

```
figure
```

```
plot (t_, w12_s, 'r-', t_, w12_vm, 'b-', t_, w12_a, 'm - .')
```

```
grid on
```

```
xlabel ('t, c')
```

```
ylabel('w12')
```

```
title ('Графіки елемента w12 матричної вагової функції')
```

```
legend ('w12 struct', 'w12 VM', 'w12 analit', 0)
```

```
figure
```

```
plot (t_, w22_s, 'r-', t_, w22_vm, 'b-', t_, w22_a, 'm - .')
```

```
grid on
```

```
xlabel ('t, c')
```

```
ylabel('w22')
```

```
title ('Графіки елемента w22 матричної вагової функції')
```

```
legend ('w22 struct', 'w22 VM', 'w22 analit', 0)
```

```
% Побудова графіків елементів матричної перехідної функції (файл h_stop.m)
```

```
%
```

```
close all
```

```
figure
```

```
plot (t_, h11_s, 'r-', t_, h11_vm, 'b-', t_, h11_a, 'm - .')
```

```
grid on
```

```
xlabel ('t, c')
```

```
ylabel('h11')
```

```
title ('Графіки елемента h11 матричної перехідної функції')
```

```
legend ('h11 struct', 'h11 VM', 'h11 analit', 0)
```

```
figure
```

```
plot (t_, h21_s, 'r-', t_, h21_vm, 'b-', t_, h21_a, 'm - .')
```

```
grid on
```

```
xlabel ('t, c')
ylabel('h21')
title ('Графіки елемента h21 матричної перехідної функції')
legend ('h21-struct', 'h21-VM', 'h21- analit', 0)
figure
plot (t_, h12_s, 'r-', t_, h12_vm, 'b-', t_, h12_a, 'm - .')
grid on
xlabel ('t, c')
ylabel('h12')
title ('Графіки елемента h12 матричної перехідної функції')
legend ('h12- struct', 'h12-VM', 'h12-analit', 0)
figure
plot (t_, h22_s, 'r-', t_, h22_vm, 'b-', t_, h22_a, 'm - .')
grid on
xlabel ('t, c')
ylabel('h22')
title ('Графіки елемента h22 матричної перехідної функції')
legend ('h22- struct', 'h22-VM', 'h22- analit', 0)
```