

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проекту)

другий (магістерський)

(освітньо-науковий рівень)

на тему

«Удосконалення технологічного процесу виготовлення

Матриці Ш4-10502.01-06. шляхом оптимізації конструкції

пристрою для контролю співвісності»

Виконав: студент II курсу, групи ТМ.м-21
спеціальності:

131 «Прикладна механіка»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми:

«Технології машинобудування»

(назва освітньої програми)

Ярослав КЛОК

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник

Анна НЕШТА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Рецензент

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Суми – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Кафедра технології машинобудування, верстатів та інструментів

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ *Віталій ІВАНОВ*

«___» _____ 2023 р.

***УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ
МАТРИЦІ Ш4-10502.01-06. ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЇ
ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ СПІВВІСНОСТІ***

Кваліфікаційна робота (проект) магістра

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітня програма – «Технології машинобудування»

Студент

Ярослав КЛОК

Керівник

Анна НЕШТА

Консультант з охорони праці
та безпеки в надзвичайних ситуаціях

Віра ФАЛЬКО

Нормоконтроль

Артем ЄВТУХОВ

Суми – 2023

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 Аналіз технологічного процесу виготовлення деталі	6
1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації	6
1.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі	8
1.3 Визначення типу виробництва та організаційних умов роботи.....	9
1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі	11
1.5 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу	13
РОЗДІЛ 2 Удосконалення існуючого технологічного процесу.....	16
2.1 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального	16
2.2 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки	17
2.3 Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання	20
2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки ...	21
2.5 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів	22
2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів.....	24
2.8 Проектування контрольно-вимірювального пристрою	28
РОЗДІЛ 3 Структурно – параметрична оптимізація конструкції пристрою для контролю співвісності.....	44
ВИСНОВКИ.....	57
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	59
ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ «МАТРИЦЯ»	63
ДОДАТОК Б РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА.....	64
ДОДАТОК В КРЕСЛЕННЯ ЗАГОТОВКИ	65

ДОДАТОК Г КРЕСЛЕННЯ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	66
ДОДАТОК Д КРЕСЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ	67
ДОДАТОК Е СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ	68
ДОДАТОК Ж СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ	70
ДОДАТОК К СПЕЦИФІКАЦІЯ НА КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ	71
ДОДАТОК Л СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ	72
ДОДАТОК Н Охорона праці та безпека в НС.....	73

ВСТУП

Актуальність теми. Машинобудування, що поставляє нову техніку у всіх галузях народного господарства, визначає технічний прогрес країни і робить вирішальний вплив на створення матеріальної бази нового суспільства.

Основні проблеми машинобудівного комплексу України пов'язані із необхідністю розвитку економічних зв'язків у постачанні комплектуючих, втратою традиційних ринків збуту продукції, орієнтацією підприємств на випуск продукції військового призначення, а також технічною відсталістю і низькою, порівняно з міжнародними стандартами, якістю виробів.

Високий рівень зношуваності обладнання, відсутність передових технологій і нових розробок, а також низьке забезпечення кваліфікованими кадрами – все це призвело до занепаду розвитку наукомістких галузей в Україні. Вітчизняні підприємства не отримують достатнього фінансування для розроблення нових технологій. Курс на заміщення вітчизняного виробника взяли імпорتنі компанії, які оснащені значною кількістю високотехнологічних розробок і технологій.

Задля підвищення ефективності діяльності машинобудівного комплексу та вирішення вищезазначених проблем важливим є проведення таких заходів:

- використання новітнього обладнання та технологій для проектування нової продукції, тобто прискорити інноваційних розвиток;
- створювати стратегічні альянси підприємств, що будуть виробляти високоефективну продукцію із застосуванням сучасних енерго- та ресурсозберігаючих технологій;
- шляхом налагодження зв'язків із закордонними компаніями та активізації зовнішньоекономічної діяльності українських машинобудівних компаній розвивати експортний потенціал галузі;
- поліпшити матеріально-технічне забезпечення підприємств, провести переоснащення машинобудівного комплексу.

Метою дослідження є удосконалення технологічного процесу виготовлення матриці Ш4-10502.01-06 шляхом оптимізації конструкції пристрою для контролю співвісності.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виготовлення деталі Матриця Ш4-10502.01-06.

Предмет дослідження: контрольно-вимірвальний пристрій для ефективного контролю співвісності двох діаметральних розмірів.

Методи дослідження. Результати роботи базуються на теоретичних основах технології машинобудування, теорії різання, різального інструменту, чисельного моделювання. Також у роботі використовувались комп'ютерне моделювання в середовищі ANSYS.

Апробація результатів кваліфікаційної роботи магістра. Не має.

Публікації. Не має.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, трьох розділів, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 79 сторінок, у тому числі 29 рисунків, 11 таблиць, бібліографії із 34 джерел на чотирьох сторінках.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

1.1 Аналіз службового призначення машини, вузла, деталі. Опис конструктивних особливостей деталі та умов її експлуатації

Виріб, до якого входить деталь – «Матриця» Ш4-10502.01-06, є штампом.

Штамп – технологічне оснащення для обробки тиском, є інструментом в процесі обробки тиском, під впливом якого заготовка набуває форму і розміри, відповідні поверхні або контуру робочих органів штампа – матриць і пуансонів. Штампування й вирубка застосовуються в серійному і масовому виробництві заготовок.

Даний штамп призначений для формування контуру вирубних роторних і статорних пластин електродвигунів невеликої потужності, призначених для виробів народного споживання. Він відноситься до класу вирубних штампів для холодного штампування. В процесі експлуатації штамп знаходиться під дією значних навантажень. Ці навантаження різні за величиною і напрямком і залежать від характеру робіт які виконує штамп.

Як устаткування для штампування, в даному випадку, використовується прес моделі АГ6230. Штамп для преса моделі АГ6230 складається з нижньої плити з матрицетримачем, що прикріплюється до нерухомого (нижнього) робочого органу преса, і верхньої плити, яка прикріплюється до рухомого (верхнього) робочого органу преса, на який встановлюють пуансон.

Автомат листоштампувальний з нижнім приводом зусиллям 1000 кН моделі АГ6230 призначений для штампування деталей з металевої стрічки методом холодного штампування в масовому і великосерійному виробництвах. Автомат може бути використаний на заводах радіотехнічної і електричної промисловості і інших галузях промисловості, що випускають масову і великосерійну продукцію. Основні технічні дані і характеристики автомата листоштампувальні з нижнім приводом моделі АГ6230 наведені в таблиці 1.1 по [1].

Таблиця 1.1 – Основні технічні дані і характеристики автомата листоштампувального з нижнім приводом моделі АГ6230

Найменування параметрів		Дані
– основні розміри згідно		ГОСТ 10739-84
– номінальне зусилля		1000 кН (100 тс)
– хід траверси повзуна, мм		32±0,1мм
– регульована частота безперервних ходів, хв ⁻¹		80 - 400
– відстань між штампувальної плитою і траверсою повзуна в її нижньому положенні при верхньому положенні регулювання, мм		300 ±0,50
– величина регулювання відстані між штампувальної плитою і траверсою повзуна, мм		80±0,30
– відстань між напрямними втулками колон у світлі, мм	зліва направо	900±0,80
	спереду назад	450±0,80
– розміри отвору в столі, мм	довжина	710 ^{+2,0}
	ширина	280 ^{+1,3}
– найбільший крок кліщової подачі, мм		220
– точність кроку кліщової подачі, мм		±0,10
– вертикальна жорсткість, кН / мм		1500
– висота подачі стрічки над рівнем столу, мм		170...250
– швидкість подачі стрічки з кліщовою подачею, м / хв		до 35
– товщина підштамповою плити, мм		100 _{-0,87}
– габаритні розміри автомата, мм	зліва направо	3650±2,50
	спереду назад	2500±2,0
	висота	2880±2,0
– висота над рівнем підлоги		1130±2,0
– маса автомата, кг, не більше		14626

Штамп складається з нижньої і верхньої плити. До повзуна преса кріпиться верхня плита до якої за допомогою штифтів, шпильок кріпляться підкладки і матриці. В отворах матриці вставлені знімачі і пуансони, які разом з повзуном під час роботи преса переміщуються вгору – вниз. Пуансони виготовляються за формою відповідних отворів в матриці, але мають певні зазори.

На столі преса до нижньої основи за допомогою штифтів і гвинтів прикріплюється нижня плита з отворами для видалення вирубних елементів, матрицетримач (Ш4–10502.01–03) на 4 матриці. У матрицетримач, встановлюються 4 матриці робочою поверхнею догори. Циліндричні матриці встановлюються в матрицетримач по циліндричним посадочним поверхням (п6 / Н6), торцях і шпонках і кріпляться до нижньої плити за допомогою притиску матрицетримача гвинтами.

Принцип роботи штампа

Смугу електротехнічної сталі товщиною 0,5 мм і шириною 82,5-0,2 встановлюють на спеціальний подавальний пристрій, що здійснює автоматичну кліщову подачу на крок $P = 73$ мм. між верхньою і нижньою плитами, з пуансонами і матрицями, що мають гострі кромки. При опусканні повзуна вниз – плити змикаються, пуансон і матриці натискають на лист. При цьому, як при відрізанні, під впливом пуансона відбувається відносне зміщення металу в матрицю, що закінчується руйнуванням і вирубкою заготовки (виробу). Відокремлені частини металу провалюються в отвори матриці, а напівфабрикат переміщається на один крок (72 мм.) Для подальшої вирубки контурів, що формуються на чотирьох позиціях за допомогою трьох циліндричних і однієї прямокутної матриць і відповідних пуансонів. Готова роторна пластинка знімається з пуансона знімачем при ході пуансона вгору після другого кроку а на третій та четвертій матрицях остаточно формується профіль обмотки пластини.

1.2 Аналіз технічних вимог на виготовлення деталі

Деталь, яка розглядається в дипломному проекті – це «Матриця» Ш4-10502.01-06. Вона являє собою тіло обертання з відношенням довжини до діаметра $\frac{l}{d} < 1$, виготовлена із сталі Х12М, маса складає 1,05 кг.

Матриця є складовою частиною штампа для преса моделі АГ6230 і служить для формування внутрішніх отворів шайби яка вирубується. Матриця поряд з пуансоном безпосередньо виконують ту роботу, для якої призначений сам штамп.

Вона є деталлю технологічного призначення, безпосередньо бере участь у формоутворенні штампованих виробів.

Поверхня матриці вимагає високої якості обробки для забезпечення необхідної стійкості, а також для отримання при штампуванні високоякісних виробів.

«Матриця» – одна з основних деталей штампа необхідна для формування отворів роторної пластини що вирубуються.

В якості матеріалу, для виготовлення матриці використовується сталь X12M. Замінник – сталь X12.

Призначення сталі: холодні штампи високої стійкості проти стирання, не піддаються сильним ударам і поштовхам; волочильні дошки, вічка для калібрування пруткового металу під накатку різьблення, гнучкі і формувальні штампи, складні секції кузовних штамтів, штампування активної частини

Простановку розмірів виконано грамотно, відповідно до ДСТУ, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання і контроль розмірів в процесі механічної обробки.

На кресленні проставлений жорсткий допуск розташування отворів ($\pm 0,005$ мм.) та допуск соосності ($\pm 0,005$ мм.). Мала величина допуску потребує застосування верстата підвищеної точності і викличе складність його контролю.

1.3 Визначення типу виробництва та організаційних умов роботи

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудова. Тип виробництва по ГОСТ 3.1108-74 характеризується коефіцієнтом закріплення операцій $K_{з.о.}$. Виконаємо розрахунок $K_{з.о.}$ програмним методом за допомогою ЕОМ, використовуючи у якості вхідних даних норми часу по виготовленню деталі із базового технологічного процесу на відповідних операціях (табл. 1.2). В таблиці час вказано лише на механічні операції. Річний обсяг випуку – 8000 штук.

Таблиця 1.2 – Технологічний процес виготовлення деталі

№ операції	Найменування операції	$T_{ш-к}$, хв
015	Токарно-гвинторізна	6,00
020	Токарна з ЧПК	12,00
030	Вертикально-фрезерна	5,00
050	Внутрішньо-шліфувальна	15,00
065	Круглошліфувальна	10,00
070	Плоскошліфувальна	16,00
080	Електроерозійна	2,00

За результатами розрахунку, які наведені в додатку Б, $Kз.о. = 10$, що говорить про те, що тип виробництва середньосерійний і раціонально обрати форму організації робіт – групову.

Середньосерійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску і є основним типом сучасного машинобудівного виробництва. У середньосерійному типі виробництва використовуються універсальні і спеціалізовані, частково спеціальні верстати, які розташовуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що вимагають однакового порядку обробки, в тій же послідовності утворюється і рух деталей.

Також, при середньосерійному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним керуванням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПК. Переналагодження верстатів, пристосувань і інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньою технологічною підготовкою.

Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть дещо відрізнятися одна від одної розмірами або конструкцією, допускають обробку на одному і тому ж обладнанні. Середня кваліфікація робітників при середньосерійному типі виробництва вище, ніж в масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному.

1.4 Аналіз технологічності конструкції деталі

Базування деталі «Матриця» можливе на будь-якому верстаті. Для закріплення деталі не потрібні додаткові пристрої, найкраще базування в трьох кулачковому патроні. Деталь технологічна по відношенню до закріплення. Схема базування деталі показана на рисунку 1.1, матрицю зв'язків наведено в таблиці 1.3.

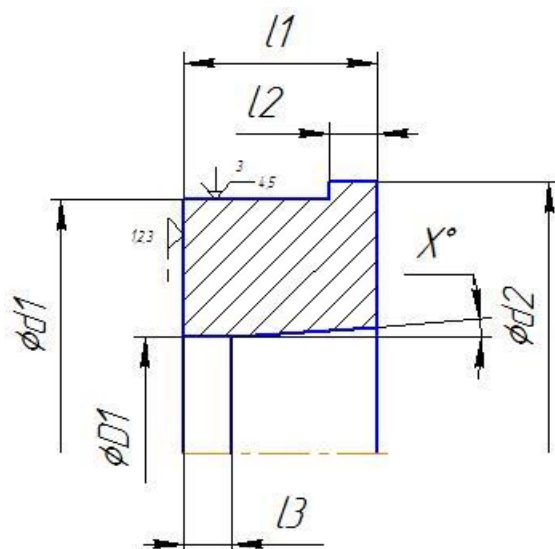


Рисунок 1.1 – Схема базування деталі «Матриця»

Таблиця 1.3 – Матриця зв'язків

Бази	Зв'язки	Ступені волі	Що забезпечують	Чим забезпечують
УБ	1,2,3	$\bar{z}, \hat{x}, \hat{y}$	11	$\bar{z},$
ПОБ	4,5	$\bar{y}, \bar{x},$	xx	$\bar{y}, \bar{x},$

**Подвійна опорна база забезпечує соосність діаметрів $d2, D1$ відносно діаметра $d1$, за який проводиться закріплення в трьох кулачковий патрон.

*Розміри $l2, l3, d1, d2, D1$ та конус X° залежать від налагодження верстату.

Проставлення розмірів виконано грамотно, відповідно до ДСТУ, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання і контроль розмірів в процесі механічної обробки. Варіації розмірів деталі та необхідного вимірювального інструменту приведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Контроль розмірів деталі

Розміри	Засоби вимірювання
$\varnothing 84n6$, $\varnothing 42,08JS5$, $\varnothing 2,75H5$, $\varnothing 7,05H5$, $110H7$, $113,02H5$, $12,36H5$, $\varnothing 90h7$	Калібр-пробка, калібр-скоба, калібр для пазів, мікрометр
132, 18, 142, $\varnothing 12$, h17	Штангенциркуль, глибиномір,

Фаски і конуси контролювати кутоміром.

Розміри поділяють на такі категорії:

а) розмір, що залежить від налагодження верстату.

б) розмір, що забезпечується інструментом.

До першої групи відносяться:

$\varnothing 90h7$, $\varnothing 84n6$; $\varnothing 42,08$; 132; 18; 142; 110H7; $\varnothing 7,05*0,3$; $\varnothing 42,08*2^\circ$; 18; 113,02; 13; $1 \times 45^\circ$; 110; 11; 115,6; 167,5; 182; 159; 118; 115,6; 120,8*; 130,5; 127,5*; $<36^*$; $<60^\circ$.

До другої групи відносяться:

R0,5; $\varnothing 42,6$; $\varnothing 12$; $\varnothing 7,05$; $\varnothing 2,75$; 12,36; 18,36; h17; h17; R0,188; R0,7; R5; R2,5; R1,18.

На кресленні проставлений жорсткий допуск розташування отворів ($\pm 0,005$ мм.) та допуск соосності ($\pm 0,005$ мм.). Мала величина допуску потребує застосування верстата підвищеної точності і викличе складність його контролю.

Наявність даних допусків на деталі робить деталь не технологічною.

а)

\equiv	0,005	Б
----------	-------	---

 – допуск симетричності двох отворів $\varnothing 2,75$ у вертикальній площині відносно центрального отвору Б $\varnothing 42,08$ становить 0,005 мм.

б)

\equiv	0,005	Б
----------	-------	---

 – допуск симетричності двох отворів $\varnothing 2,75$ у горизонтальній площині відносно центрального отвору Б $\varnothing 42,08$ становить 0,005 мм.

в)

\equiv	0,005	Б
----------	-------	---

 – допуск симетричності двох отворів $\varnothing 7,054$ відносно центрального отвору Б $\varnothing 42,08$ становить 0,005 мм.

г)

◎	0,005	Б
---	-------	---

 – допуск соосності зовнішнього циліндра $\varnothing 84_{\text{н6}}$ відносно центрального отвору Б $\varnothing 42,08$ становить 0,005 мм.

Нетехнологічними конструктивними елементами даної деталі є:

- пази на центральному отворі $\varnothing 42,08^{+0,005}$;
- глухий отвір $\varnothing 12$ з малим отвором $\varnothing 2,75$ на його конусі з між осевою відстанню 3мм;
- отвір $\varnothing 7,05$ з конусом 0,3 мм по контуру;
- наявність пазів складної форми, розташованих під певним кутом по колу.

Поверхні деталі точні і мають високий клас шорсткості, що робить деталь не технологічною.

Проаналізувавши дану деталь, робимо висновок, що деталь не технологічна.

1.5 Аналіз існуючого чи типового технологічного процесу

При проектуванні одним із завдань є створення такого технологічного процесу, який забезпечував би задану точність і шорсткість поверхонь деталі, потрібні фізико – механічні якості поверхневого шару матеріалу при найбільшій продуктивності і мінімальної собівартості виробництва.

Необхідна точність поверхні отримується завдяки використанню достатньої кількості стадій обробки, грамотному підбору обладнання, ріжучого інструменту, жорсткому закріпленню деталі.

Розглянемо питання забезпечення якості оброблюваних поверхонь за наступними критеріями:

а) Точність.

Всі розміри поділяються на три основні категорії:

6 – 7 квалітети I категорія, точні;

8 – 9 квалітети II категорія, середні ;

10 – 14 квалітети III категорія, грубі .


До першої категорії відносяться: паз 10H7, зовнішній циліндр $\varnothing 90h7$, зовнішній циліндр $\varnothing 84n6$, два отвори $\varnothing 7,054H5$, внутрішній циліндр $\varnothing 42,08JS5$, чотири отвори $\varnothing 2,754H5$, два пази 12,36H5, два внутрішні пази 113,02H5.

Всі інші поверхні відносяться до третьої категорії.


б) Дотримання вимог шорсткості

в) Дотримання допусків форми і взаємного розташування поверхонь

Забезпечення необхідних допусків форми і взаємного розташування поверхонь досягається на операціях кінцевої обробки з дотриманням принципів сталості та суміщення баз, завдяки вибору високоточних, прогресивних верстатних пристосувань, які зводять похибку установки до мінімальних значень.

	0,005	Б
---	-------	---

– досягається методом сумісності баз, шляхом встановлення на гідропластову оправку отвором Б, який водночас є вимірювальною, технологічною і конструкторською базою.

	0,005	Б
--	-------	---

– досягається методом жорсткої системи ВПД, шляхом встановлення на спеціальному установчому пристрої.

Обробка всіх отворів ведеться на одному установі шляхом електроерозійної обробки деталі графітним електродом, внаслідок чого досягається необхідна точність.

г) Дотримання необхідної твердості поверхонь

Вид і режим термічної обробки залежать від її призначення, хімічного складу матеріалу поковки, термо-механічного режиму попереднього штампування, від габаритів і товщини оброблюваної поковки.

Твердість деталі складає 55...58HRCэ дана вимога досягається у результаті проведення термічної обробки – загартування 960-980°C, охолодження в маслі, відпуску 400-450°C, охолодження на повітрі.

Базовий технологічний процес наведено в таблиці 1.5

Таблиця 1.5 – Базовий технологічний процес

№ операції	Найменування операції	Устаткування
005	Відрізна	BS712
010	Технічний контроль	
015	Токарно-гвинторізна	16K20
020	Токарна з ЧПК	16A20Ф3
025	Технічний контроль	
030	Вертикально-фрезерна	6P12
035	Слюсарна	
040	Термічна обробка	ТП-61
045	Технічний контроль	
050	Внутрішньо-шліфувальна	M2120A
055	Технічний контроль	
060	Круглошліфувальна	3A110B
065	Технічний контроль	
070	Плоскошліфувальна	3П722
075	Технічний контроль	
080	Електроерозійна	4732Ф3М
085	Технічний контроль	

Існуючий на підприємстві технологічний процес відбувається в умовах одиничного або дрібносерійного типу виробництва. При виробництві використовуються технологічні верстати багатофункціонального призначення, де заготовки оброблюються різними методами з використанням чорнових та чистових режимів обробки. Структура операцій складається із переходів, на яких використовуються різні режими різання, різальний інструмент застарілий (з напайними пластинами), застосовується універсальна технологічна оснастка.

Через таку структуру технологічного процесу за принципом концентрації операцій виникає значний штучно-калькуляційний час та велика кількість допоміжних переходів при обробленні заготовок.

Виходячи із умов середньосерійного типу виробництва існуючий технологічний процес обробки «Матриці» не є раціональним.

РОЗДІЛ 2

УДОСКОНАЛЕННЯ ІСНУЮЧОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

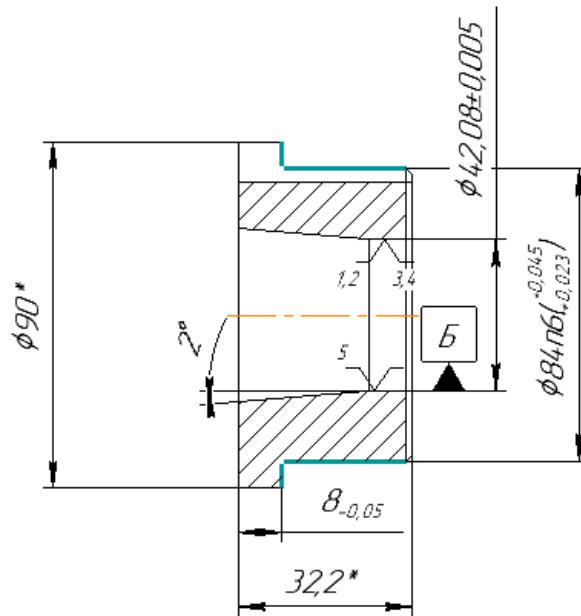
2.1 Складання варіантів технологічних маршрутів та вибір оптимального

При проектуванні пропонованого технологічного процесу в умовах серійного виробництва можливі зміни заводського технологічного процесу в області використаного обладнання, устаткування, ріжучого, вимірювального та допоміжного інструменту, принципів побудови та структури технологічного процесу, використання принципу концентрації операцій. Концентрація операцій сприяє зменшенню кількості установок, скороченню тривалості виробничого циклу, скороченню штучного часу на обробку, збільшенню точності деталі та зниженню кількості робітників та можливість використання робітників нижчого розряду.

Таблиця 2.1 – Пропонований технологічний процес

№ операції	Найменування операції	Устаткування
005	Обробка тиском	
010	Технічний контроль	
015	Комплексна на ОЦ з ЧПК	DS-30SSY
020	Технічний контроль	
025	Термообробка	ТП-61
030	Технічний контроль	
035	Внутрішньо-шліфувальна	ЗК228А
040	Технічний контроль	
045	Круглошліфувальна	ЗУ12В
050	Технічний контроль	
055	Плоскошліфувальна	ЗЕ710В-1
060	Технічний контроль	
065	Промивання	АМ900 АК
070	Електроерозійна	Joemars JMNC32А
075	Слюсарна	
080	Технічний контроль	
085	Маркування	

В якості технологічної операції, для якої буде проводитися подальший аналіз, приймаю операцію 045 «Круглошліфувальна». На даній операції обробляються поверхні, показані на рисунку 2.1



1 * Розмір для довідок

Рисунок 2.1 – Схема базування заготовки на операції 045

2.2 Вибір та обґрунтування способу отримання заготовки

Основні способи виробництва заготовок – лиття, обробка тиском, зварювання. Спосіб отримання тієї чи іншої заготовки залежить від службового призначення деталі і вимог, пред'явлених до неї, від її конфігурації і розмірів, виду конструкційного матеріалу, типу виробництва та інших чинників [4].

Одним з основоположних принципів вибору заготовки є орієнтація на такий спосіб виготовлення, який забезпечить їй максимальне наближення до готової деталі. В цьому випадку істотно скорочується витрата металу, обсяг механічної обробки і виробничий цикл виготовлення деталі.

Вибір оптимального способу виробництва заготовок здійснюють шляхом зіставлення техніко-економічних показників розглянутих технологічних варіантів. Завдання полягає в тому, щоб визначити, який з порівнюваних варіантів економічно більш доцільний.

У базовому технологічному процесі заготовки отримували з круглого прокату, шляхом відрізання на стрічкопильному верстаті BS712 кола з розмірами $\varnothing 100 / 40$. Перевага цього способу отримання заготовки - дешевизна і простота. Однак, точність отримання заготовок низька, виходять великі припуски і напуски, і як наслідок, низькі коефіцієнти використання заготовки і матеріалу.

Залежно від матеріалу деталі, типу виробництва, розмірів і конфігурації деталі по [6], пропонується метод отримання заготовки: поковка штампована на кривошипному горячештамповочному пресі (КГШП) виконана в закритих штампах.

Таблиця 2.2 – Зведена таблиця для визначення розмірів заготовки, в міліметрах

Розмір деталі	Ra	Z припуски			Допуски	Розміри заготовки	
		основні	додаткові	загальні		Розрах.	Прийняті
d90	0,8	1,6	0,2	1,8	+1,1 -0,5	93,6	94
d84	0,8	1,6	0,2	1,8	+1,1 -0,5	87,6	88
D42,08	0,8	1,6	0,2	1,8	+0,5 -1,1	38,48	38
L32	0,8	1,5	0,2	1,7	+0,9 -0,5	35,4	36
L8	0,8	1,5	0,2	1,7	+0,9 -0,5	11,5	12

Допустима висота торцевої задирки, що утворилася по контуру пуансона при штампуванні в закритих штампах – 3,0 мм [5, таблиця 11];

Допустиме відхилення по зігнутості, від площинності і прямолінійності – 0,5 мм [5, таблиця 13];

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою (2.3):

$$K_3 = \frac{1,05}{1,6} = 0,66.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою (2.4) (для штамповок на КГШП $m_{ВВЗ}=10\% \cdot m_3 = 10\% \cdot 1,575=0,16$ кг):

$$K_{\text{ВМ}} = \frac{1,05}{1,6+0,16} = 0,6.$$

Остаточні розміри штамповки з призначеними на неї основними припусками наведені на рисунку 2.2.

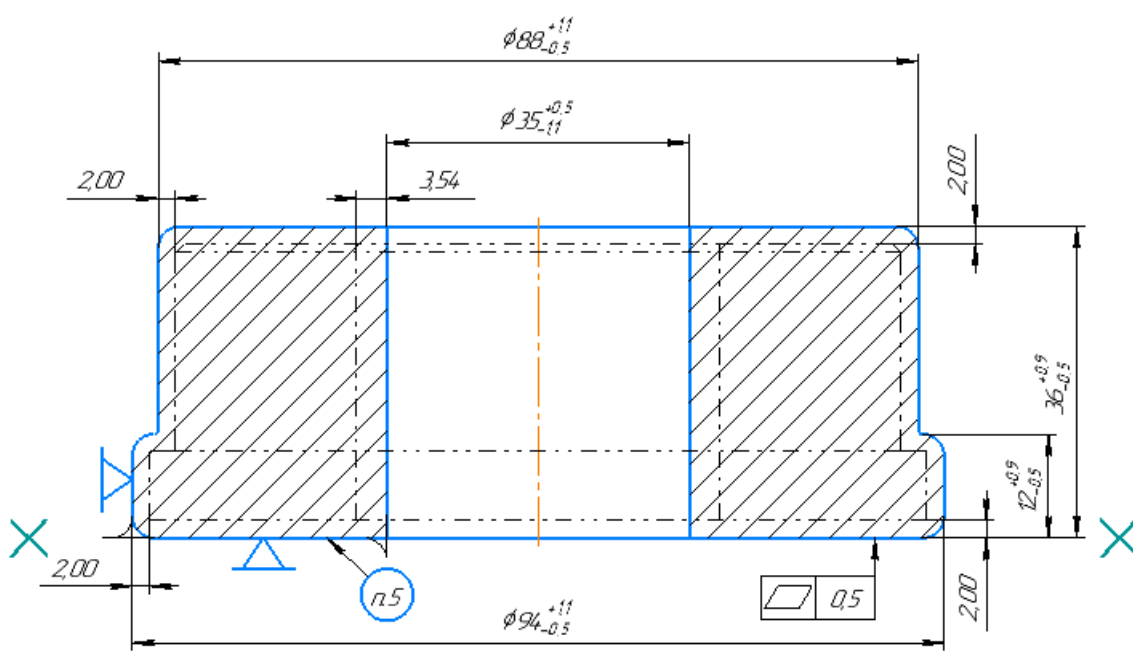


Рисунок 2.2 – Остаточні розміри штамповки з призначеними на неї основних припусками

В результаті розрахунків, наведених вище, ми бачимо, що вигідніше використовувати заготовку-поковку штамповану на кривошипному горячештампочному пресі (КГШП) виконану в закритих штампах, ніж використання заготовки із прокату. Це пояснюється тим, що коефіцієнти використання заготовки і матеріалу в першому випадку (пропонованому) вище, ніж ті ж коефіцієнти в другому випадку (базовому).

2.3 Розрахунок припусків на оброблення поверхні обертання

Величина припуску впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу і інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків для внутрішньої поверхні тіла обертання $\varnothing 42,08 \pm 0,005$, по [6, с. 175].

Відповідно до таблиці припусків і посадок призначаємо квалітет на розмір $\varnothing 42,08 \pm 0,005$. Для отвору з такими розмірами і граничними відхиленнями квалітет – JS5.

Таблиця 2.3 – Досягнутий квалітет точності і шорсткості на операціях

Найменування операції (переходу)	Точність	Якість	
		Ra,(мкм)	Rz,(мкм)
1. Заготовка	H14	25	160
2. Напівчистове розточування	H12	12,5	45
3. Чистове розточування	H9	6,3	40
4. Розточування оздоблювальне	H7	1,6	30
5. Шліфування	JS5	0,8	–

Схему розташування припусків і допусків приведено в додатку В пояснювальної записки.

2.4 Призначення та обґрунтування схем базування та закріплення заготовки

З усієї сукупності поверхонь, що утворюють деталь, претендувати на базові можуть дві: внутрішня циліндрична поверхня $\phi 42,08$, яка являється базою Б та конус, який відходить від цього діаметру на 2° по контуру. Цей вибір обумовлений можливістю поєднання конструкторської, технологічної та вимірювальних баз, що визначають допуск співвісності 5 мкм.

Проведемо уточнення й аналіз параметрів точності цих поверхонь.

Складемо таблицю параметрів точності базових і контрольованої поверхонь (дивись таблицю 2.4). Наявність такої таблиці дозволить ухвалити обґрунтоване рішення про придатність розглянутих поверхонь як базових.

Таблиця 2.4 – Параметри точності базових і контрольованої поверхонь

Найменування показника точності	Вимірюваний параметр (допуск співвісності 0,005 мм на діаметрі 84пб)	Базові поверхні	
		Циліндричний отвір $\phi 42,08 \pm 0,005$ (База Б)	Конусний отвір $\phi 43,69$ (2° по контуру)
Точність розміру (квалітет)	6	5	14
Точність форми (ступінь точності)	7	6	14
Точність розміщення (ступінь точності)	3	2	12
Шорсткість, Ra, мкм	0,8	0,8	6,3

Оцінюючи дані таблиці 2.4, приходимо до висновку, що якість базових поверхонь забезпечує задану точність положення контрольованої деталі в процесі контролю. Наведемо схему базування деталі під час вимірювання контрольованого параметру на рисунку 2.3 а.

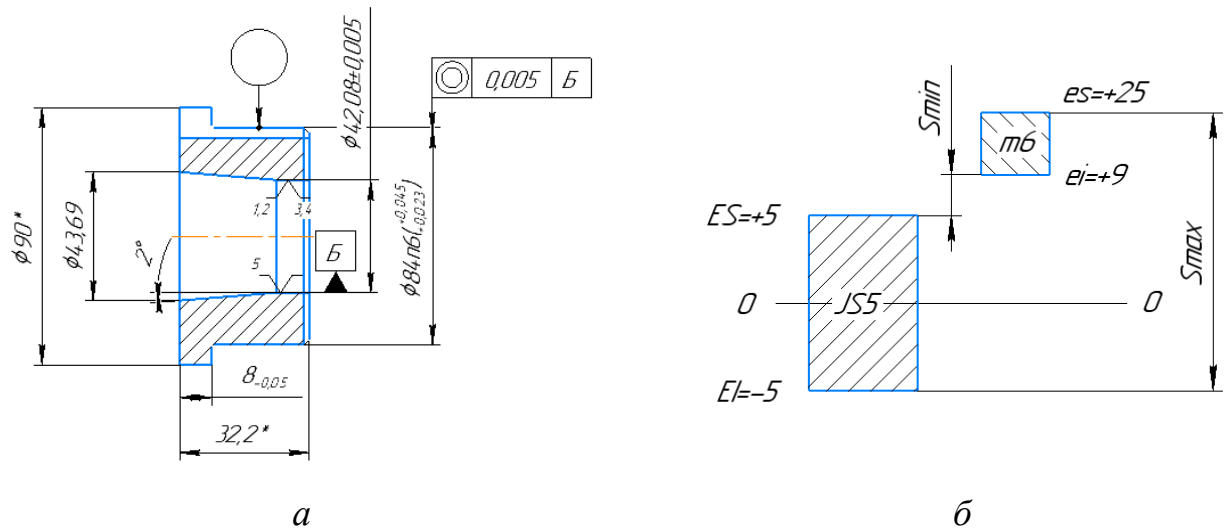


Рисунок 2.3 – Схема базування деталі

Із рисунка 2.3 (а) видно, що базування деталі за отвором $\varnothing 42,08$ на гідропластовій оправці, після її розтискання реалізує посадку з натягом JS5/m6 (див. рис. 2.2 б). В цілому деталь позбавлена трьох ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази:

- подвійна напрямна база, центральний отвір $\varnothing 42,08$ мм, позбавляє деталь чотирьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі Z і Y і обертання навколо цих осей;
- опорна, центральний отвір $\varnothing 42,08$ мм, позбавляє деталь одного ступеню свободи: переміщення уздовж осі X.

2.5 Обґрунтування та вибір моделей металорізальних верстатів

Аналіз вихідної моделі верстатного обладнання дозволяє застосувати його на операції. Верстат дозволяє забезпечити продуктивність залежно від типу виробництва, конфігурації та точності розмірів, технічних вимог щодо якості оброблених поверхонь заготовки. Потужність верстата достатня для виконання операції із використанням різних режимів різання. Технічна характеристика верстата наведена у таблиці 2.5[9].

Таблиця 2.5 – Технічна характеристика верстата мод. 3У12В

Найбільші розміри встановлюваної заготовки, мм:	
діаметр	200
довжина	500
Рекомендований діаметр шліфування, мм:	
зовнішнього	60
внутрішнього	50
Найбільша довжина шліфування, мм:	
зовнішнього	450
внутрішнього	40
Висота центрів над столом, мм	125
Найбільше поздовжнє переміщення столу, мм	500
Кут повороту столу, град	±8,5
Швидкість автоматичного переміщення столу (безступінчасте регулювання), м / хв	0,03-5
Частота обертання шпинделя заготовки з безступінчатим регулюванням, об / хв	55-900
Конус Морзе шпинделя передньої бабки і пінолі задньої бабки	4
Найбільші розміри шліфувального круга, мм:	
зовнішній діаметр	400
висота	40
Переміщення шліфувальної бабки, мм:	
найбільше	100
на одну поділку лімба	0,002
за один оборот поштовхової рукоятки	0,0005
Частота обертання шпинделя шліфувального круга, об / хв	2390; 2000; 1670
Швидкість врізної подачі шліфувальної бабки, мм / хв	0,025-15
Потужність електродвигуна приводу, кВт	5,5
Габаритні розміри, мм:	
довжина	3600
ширина	2260
висота	2040
маса, кг	4200

2.6 Обґрунтування та вибір верстатних пристроїв, різального та вимірювального інструментів

а) Вибір верстатного пристрою

Тип верстатного пристрою – оправка гідропластова, підбирається згідно з розмірами заготовки. Оскільки діаметр базового отвору заготовки становить $\varnothing 42,08$ мм, то беремо спеціальну оправку діаметром 42 мм.

б) Вибір різального інструменту

Ріжучий інструмент: шліфувальний круг вибираємо по [11].

Для параметра шорсткості поверхні $R_a = 0,8$ мкм, штампувальної сталі рекомендується характеристика 14А, 15А50СМ2-7К, приймаємо 15А50СМ2-7К.

У характеристиці прийняті:

- матеріал абразивних зерен – електрокорунд нормальний 15А;
- зернистість шліфувального зерна – 50;
- твердість – см² (середньо-м'яка);
- структура – 7 (середня);
- зв'язка – К2 (керамічна).

У використовуваних нормативах не наведено деякі елементи характеристики шліфувального круга, передбачені діючими стандартами. Встановлюємо їх по [12, с.348, малюнок 143]:

- індекс зернистості – П (при зернистості 50 зміст основних фракцій 50%);
- різновид прийнятої керамічної зв'язки – К2 (для електрокорундного круга);
- тип круга – ПП (плоский);
- клас круга – А;
- допустима швидкість обертання круга – 35 м / с.

Маркування повної характеристики круга: ПП 15А50ПСМ2-7К2А 35м / с.

Висоту круга ВК приймаємо, згідно з рекомендацією [10, с.300], що дорівнює 25 мм. Діаметр під оправлення $d = 32$ мм.

Маркування круга: ПП 200x25x32 15A50ПСМ2-7К2А 35м/с
ГОСТ 2424-83.

Допоміжний інструмент: Оправка 32x25 ГОСТ 2270-78.

в) Вибір вимірювального інструменту

Оскільки квалітет точності 6-тий, прийнятий вимірювальний інструмент – Мікрометр МК 75–100 ГОСТ 6507-90. Контроль шорсткості поверхонь можна виконати за допомогою профілографа-профілометра згідно з ГОСТ 9405-85 (цеховий варіант виконання) або зразками шорсткості згідно з ГОСТ 9378-93.

2.7 Визначення режимів різання та технічне нормування операцій

Перевіряємо швидкість круга $V_{кр}$ за його максимальними обертами $n_{кр}$:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{кр}}{1000} = \frac{\pi \cdot 200 \cdot 2390}{1000 \cdot 60} = 25,03 \text{ м/с}$$

Якщо $[V_{кр}] = 35 \text{ м/с} > V_{\phi} = 25,03 \text{ м/с}$, то використання круга із такими розмірами допустимо.

Беремо частоту обертів заготовки $n_d = 205 \text{ об/хв}$ [8, карта 6, лист 1]. Потім визначаємо швидкість обертання деталі V_d :

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D_d \cdot n_d}{1000} = \frac{\pi \cdot 84 \cdot 205}{1000} = 54,1 \text{ м/хв}$$

Беремо табличне значення повздовжньої хвилинної подачі $S_{хвт} = 0,7 \cdot 25 \cdot n = 450 \text{ мм/хв}$ [8, карта 6, лист 1].

Вибрану подачу коригуємо поправочними коефіцієнтами:

$K_{хв1} = 1,0$ – вплив шорсткості поверхні заготовки [8, карта 6, лист 3];

$K_{хв2} = 0,95$ – вплив форми поверхні (циліндрична із торцем з однієї сторони) [8, карта 6, лист 4].

$$S_{хв} = S_{хвт} \cdot K_{хв1} \cdot K_{хв2} = 425 \cdot 1 \cdot 0,95 = 404 \text{ мм/хв.}$$

Беремо табличне значення поперечної подачі $St_{хп} = 0,0065 \text{ мм/хв}$ [8, карта 6, лист 2].

Вибрану подачу $St_{хп}$ коригуємо поправочними коефіцієнтами:

$K_{st1}=1,0$ – вплив оброблюваного матеріалу і якості точності поверхні заготовки [8, карта 6, лист 2];

$K_{st2}=1,15$ – вплив припуску заготовки [8, карта 6, лист 3];

$K_{st3}=0,9$ – вплив розміру і швидкості шліфувального круга [8, карта 6, лист 3];

$K_{st4}=1,0$ – вплив методу шліфування і контролю розмірів поверхонь [8, карта 6, лист 3];

$K_{st5}=0,9$ – вплив форми поверхні і жорсткості заготовки [8, карта 6, лист 3];

$K_1=1,0$ – вплив твердості шліфувального круга [8, карта 3];

$K_{ж}=1,0$ – вплив точності і жорсткості верстата [8, карта 2].

$$Stx = Stx_{п} \cdot K_{st1} \cdot K_{st2} \cdot K_{st3} \cdot K_{st4} \cdot K_{st5} \cdot K_1 \cdot K_{ж} = 0,0065 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0061 \text{ мм/хід.}$$

Визначаємо табличне значення потужності різання $N_T=2,1$ кВт і коригуємо її коефіцієнтом $K_N=1,16$ – твердості та швидкості круга [8, карта 7, листи 1 та 2]:

$$N = N_T \cdot K_N = 2,1 \cdot 1,16 = 2,44 \text{ кВт.}$$

Вибираємо допустиму питому потужність $[N_{п}]=0,1$ кВт/мм за межами якої при шліфуванні з'являються пропали на оброблювальній поверхні [8, карта 7, лист 2].

Перевіряємо визначену N потужність шліфування в залежності від ширини круга H за умов обробки загартованої сталі (HRC 55...58) без її пропалу:

$$N_{п} = \frac{N}{H} = \frac{2,44}{25} = 0,098 \text{ кВт/мм}$$

Якщо виконується умова $[N_{п}] = 0,1 \text{ кВт/мм} > N_{п} = 0,098 \text{ кВт/мм}$, то шліфування заготовки без прожогу можлива.

Перевіряємо потужність різання N із потужністю $N_{в}$ верстата:

$$N = 2,44 \text{ кВт} < N_{в} = 5,5 \text{ кВт} \text{– обробка можлива.}$$

Визначаємо основний (машинний) час T_0 (хв) при обробки поверхні діаметром $84_{пб}$ і довжиною $L_3=24$ мм, з величиною перебігу $0,5$ мм [8, карта 6, лист 4]:

$$T_0 = \frac{L_3 \cdot 2\Pi}{2 \cdot S_{\text{ХВ}} \cdot S_{tx}} = \frac{24 \cdot 0,5}{2 \cdot 404 \cdot 0,0061} = 2,4 \text{ хв}$$

У середньосерійному виробництві штучно-калькуляційний час $T_{\text{ш-к}}$ розраховується за формулою

$$T_{\text{ш-к}} = (T_{\text{п-з}}/N_{\text{п}}) + T_0 + T_{\text{д}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{від}}$$

де $T_0 = 2,4$ хв – основний (машинний) час;

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{д}},$$

$$\text{де } T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{д}} = 2,4 + 0,4 = 2,8 \text{ хв}$$

$$T_{\text{шт}} = 2,8 + 0,4 = 3,2 \text{ хв}$$

$N_{\text{п}} = 101$ шт – кількість деталей в партії;

$T_{\text{п-з}} = 6$ хв – підготовчо – завершальний час [4, П.6.8, с. 220];

$T_{\text{д}} = 0,85$ хв – допоміжний час, який складається із часу:

$T_{\text{вс}} = 0,23$ хв – установлення заготовки [4, П.5.3, с. 198];

$T_{\text{зв}} = 0,12$ хв – закріплення і відкріплення заготовки в пристрої [4, П.5.7, с. 201];

$T_{\text{кер}} = 0,01 + 0,04 = 0,05$ хв (вмикання і вимикання верстата, його частин 0,01 хв [4, П.5.8, с. 203], підвести або відвести шліфувальний круг до заготовки із появою спалаху 0,04 хв [4, П.5.8, с. 203]);

$T_{\text{вим}} (100\%) = 0,09 \cdot 5 = 0,45$ хв – вимірювання заготовки мікрометром (п'ять вимірювань) [4, П.5.12, с. 207].

Час технічного обслуговування $T_{\text{тех}}$ робочого місця визначається у відсотках від основного часу ($P_{\text{тех}} = 4\%$) [4, П.5.20, с. 212]:

$$T_{\text{тех}} = \frac{4 \cdot T_0}{100} = \frac{4 \cdot 2,4}{100} = 0,096 \text{ хв}$$

Час організаційного обслуговування $T_{\text{орг}}$ робочого місця визначається у відсотках від оперативного часу ($P_{\text{орг}} = 1,7\%$) [4, П.5.21, с. 213]:

$$T_{\text{орг}} = \frac{1,7 \cdot T_{\text{оп}}}{100} = \frac{1,7 \cdot 2,8}{100} = 0,047 \text{ хв}$$

Час відпочинку $T_{\text{від}}$ визначається у відсотках від оперативного часу ($P_{\text{від}} = 5\%$) [4, П.6.2, с. 215]:

$$T_{\text{від}} = \frac{5 \cdot T_{\text{оп}}}{100} = \frac{5 \cdot 2,8}{100} = 0,14 \text{ хв}$$

$$T_{\text{ш-к}} = (6/101) + 2,4 + 0,85 + 0,096 + 0,047 + 0,14 = 3,59 \text{ хв.}$$

2.8 Проектування контрольно-вимірювального пристрою

Згідно з завданням необхідно спроектувати КВП для вимірювання співвідношення розміру $\phi 84 \text{ н}6$ відносно центрального отвору $\phi 42,08$ (бази Б), що становить $0,005$ мм деталі «Матриця Ш4 – 10502.01 – 06» (див. додаток А) після оброблення поверхні на круглошліфувальному верстаті.

Річна програма випуску визначена в 8000 деталей. Це відповідає середньосерійному типу виробництва. Такт випуску деталей у разі двозмінної роботи дорівнює $28,7$ хв., що свідчить про середню інтенсивність процесу оброблення. За умови заданого періоду виробництва виробів 3 роки (36 місяців), а також при суцільного контролю КВП повинен здійснити 24000 циклів для перевірки запланованого обсягу випуску.

Відповідно до завдання контроль співвідношення $0,005$ мм буде здійснюватися після оброблення поверхні деталі на круглошліфувальному верстаті на робочому місці шліфувальника.

Установимо такі показники операції контролю: за обсягом – вибірковий контроль; за часом – періодичний; за структурою – одноразовий [20].

У зв'язку з тим, що контрольованого розміру на операції досягають шліфуванням на круглошліфувальному верстаті за допомогою шліфувального круга, а точність параметра відповідає $IT6$, вимірюванню підлягають 50% виготовленої продукції або кожна друга деталь, що сходить із верстата.

З урахуванням цього під час випуску запланованого обсягу продукції за розміром допуску співвідношення $0,005$ мм належить перевірити $24\ 000 : 2 = 12\ 000$ деталей.

Вимірювана величина співвідносності $0,005\text{мм}$ характеризує відхилення між контрольними точками А і Б на діаметрі $\phi 84\text{н}6$ (дивись рисунок 2.4).

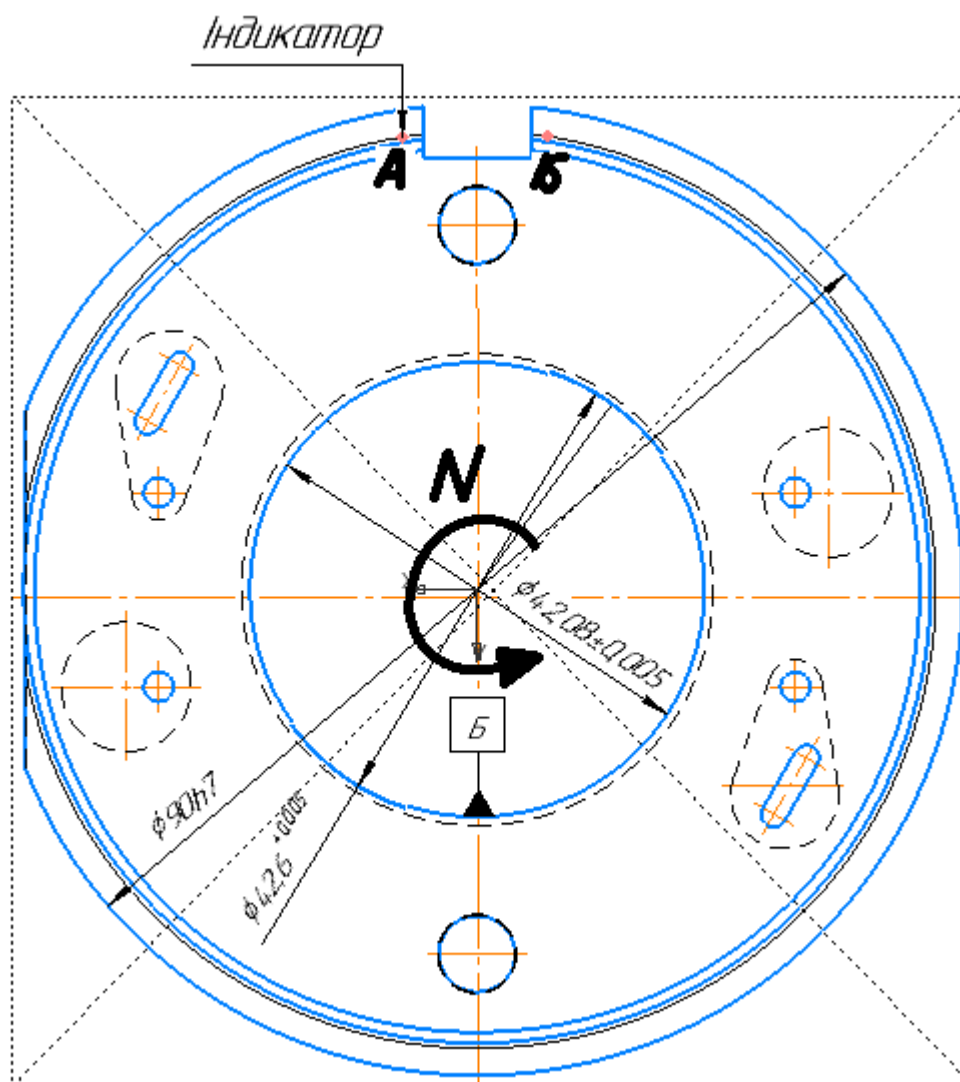


Рисунок 2.4 – Вибір контрольних точок об'єкта вимірювання

Саме на діаметрі 84мм об'єкта контролю знімають інформацію стосовного заданого параметру.

За контрольовану поверхню беремо зовнішню циліндричну поверхню матриці $\phi 84\text{н}6$. Визначимо кількісно параметри точності цієї поверхні.

Точність розміру згідно з кресленням деталі регламентується 6-м квалітетом точності. Верхнє відхилення – $es = 45$; нижнє відхилення – $ei = 23$ мкм. У результаті маємо допуск $T_{84} = 22$ мкм відповідно до [6, с. 357, табл. 1].

Точність форми контрольованої поверхні не регламентовано кресленням деталі (див. додаток А). Як похибку форми розглянемо відхилення від круглості (частковими випадками якої є овальність та огранювання) для контрольованої поверхні в діаметральному перерізі. Оскільки допуск на відхилення форми контрольованої поверхні не вказано, беремо його величину в межах допуску на контрольований розмір ($T_{84} = 22$ мкм). У цьому разі, для нормального рівня відносної геометричної точності «А» допуск на відхилення від круглості контрольованої поверхні становитиме 60 % від допуску на контрольований розмір:

$\Delta\phi = 0,6 \cdot T_{84} = 0,6 \cdot 22 = 13,2$ мкм, що відповідає найближчому стандартному значенню 16 мкм та 7-му ступеню точності згідно з [21, с. 442, табл. 28].

Точність розміщення контрольованої поверхні регламентовано кресленням деталі (див. додаток А). Як похибку розміщення конструктором було проставлено відхилення від співвісності контрольованої поверхні щодо центрального отвору $\phi 42,08$, який являється базою Б, що становить 0,005 мм. У разі призначення допуску на відхилення розміщення потрібно керуватися рекомендаціями [21, с. 414–450]. Допуск співвісності відповідає 3-му ступеню точності згідно з [21, с. 444, табл. 30].

Шорсткість контрольованої поверхні «Матриці» регламентовано кресленням деталі (див. додаток А) на рівні 0,8 мкм за критерієм *Ra*.

Із можливих альтернатив прямого й непрямого методу віддаємо перевагу прямому, оскільки його простіше реалізувати під час контролю допуску співвісності. Водночас немає необхідності в перерахунку розміру та одержувана точність є цілком достатньою для допуску, що перевіряється.

Під час вибору контактної або безконтактної способів надають перевагу контактному способу. Це обумовлено тим, що характеристики міцності матеріалу деталі є досить високими й контрольована поверхня без деформацій і змінання може сприймати значне вимірювальне зусилля. У наших умовах, коли на контрольовану поверхню можливе попадання масла, ЗОР, стружки, вимірювальне зусилля буде сприяти видаленню бруду та сторонніх тіл із місця вимірювання.

Для забезпечення точкового контакту беремо наконечник сферичної форми з радіусом сфери не менше ніж 5 мм (див. рис. 2.5).

Наконечник типу НР має твердосплавну вставку [19, с. 155].

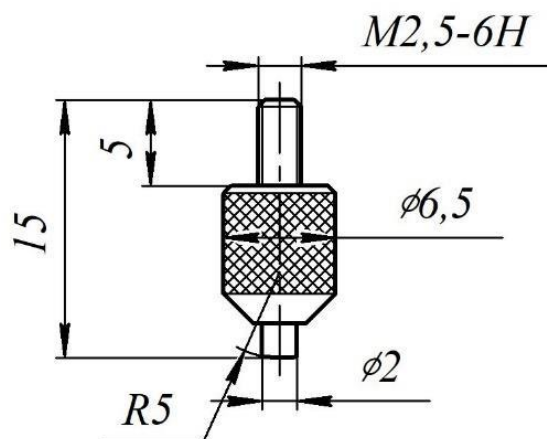


Рисунок 2.5 – Вимірювальний наконечник

З огляду на значну твердість контрольованої поверхні та допуск вимірюваного розміру $T_{\phi 4} = 22$ мкм, геометричні параметри вставки (див. рис. 2.5), орієнтовно призначаємо вимірювальне зусилля 500 сН (5 Н). У цьому разі очікувану похибку від вимірювального зусилля визначимо за формулою Герца :

$$\Delta_{зус} = 0,43 \cdot K \cdot \sqrt[3]{\frac{P_{зус}^2}{r}} \quad (2.8)$$

де $\Delta_{зус}$ – величина похибки, обумовленої контактною деформацією контрольованої поверхні, мкм;

K – коефіцієнт, що залежить від матеріалу вимірювального наконечника. Для твердого сплаву $K = 0,81$;

$P_{зус}$ – вимірювальне зусилля, Н;

r – радіус сфери вимірювального наконечника, мм.

У результаті маємо:

$$\Delta_{зус} = 0,43 \cdot 0,81 \cdot \sqrt[3]{\frac{25}{5}} = 0,596 \text{ мкм}$$

Деталь може контролюватися або в стані спокою (статичний метод), або переміщуватися (обертатися). Характер контрольованого параметра (допуск

співвісності двох циліндричних поверхонь) й час такту випуску деталей, що дорівнює 28,7 хв, накладають обмеження на більш простий статичний метод контролю, тому приймаємо динамічний (обертвий) метод.

Із двох можливих методів – абсолютного й відносного – кращим є другий (відносний), оскільки він надає більш широкі можливості для різноманітних конструктивних рішень, дозволяє здійснити більш точні вимірювання.

Налаштування КВП робити не потрібно, тому немає необхідності у виготовленні еталону, отже $\Delta e = 0$ мкм.

Використовуємо активний метод контролю.

Тривалість операції оброблення матриці на шліфувальному верстаті не перевищує 5 хв. Згідно із цим установлюємо час на контрольну операцію 1 хв. Така тривалість контролю не вимагає високого рівня механізації, оскільки може бути здійснена вручну на простому вимірювальному пристрої. КВП повинен мати шкальний відліковий пристрій, що забезпечує достатню точність відліку без надмірного напруження зору.

Вибираємо механічний принцип перетворення вимірювальної інформації. Це рішення зумовлене здебільшого контактним методом контролю.

Допустиму сумарну похибку вимірювання КВП визначають як частину допуску T контрольованого параметра (допуску співвісності на діаметрі 84 мм $T = 5$ мкм):

$$[\Delta_{\text{вим}}] = K \cdot T,$$

де K – коефіцієнт, що залежить від якості або ступеня точності контрольованого параметра й може набувати значення від 0,2 до 0,35. Для 5-го квалітету точності беремо $K = 0,35$.

У результаті маємо:

$$[\Delta_{\text{вим}}] = K \cdot T = 0,35 \cdot 5 = 1,75 \text{ мкм.}$$

Відповідно до [21] рекомендовано брати $[\Delta_{\text{вим}}] = 6$ мкм.

Допустиму похибку засобу вимірювання (інструментальну похибку) визначимо згідно з рекомендаціями [19, с. 127] за формулою:

$$[\Delta i_n] = 0,7 \cdot [\Delta v_{им}] = 0,7 \cdot 6 = 4,2 \text{ мкм.}$$

Допустиму ціну поділки розраховують залежно від величини допустимої інструментальної похибки ЗВ.

Беремо:

$$[c] = [\Delta i_n] = 3 \text{ мкм.}$$

Допустимий інтервал поділки шкали $[a]$ беремо 0,01 мм, оскільки більша відстань між сусідніми штрихами шкали може ускладнити зчитування показань ЗВ. Тут необхідно враховувати умови, у яких буде функціонувати КВП, насамперед освітленість.

Допустима межа вимірювання за шкалою $[A]$ повинна перевищувати допуск контрольованого параметра T , щоб зняття показань не викликало складнощів.

Беремо:

$$[A] = 4 \cdot T = 4 \cdot 5 = 20 \text{ мкм.}$$

Допустиму межу вимірювання ЗВ $[B]$ (діапазон вимірювання) визначають умовами експлуатації. Беремо $[B] = 1 \text{ мм.}$

Допустима величина зусилля вимірювання $[P_{зус}]$ обумовлена характером контрольованих поверхонь під час вимірювання, жорсткістю контрольованої поверхні, величиною допуску контрольованого параметра. Значення зусилля вимірювання ухвалене в п. 3. Оскільки обмеження на його величину відсутні, беремо $[P_{зус}] = 500 \text{ сН (5 Н).}$

Допустиме коливання зусилля вимірювання беремо на рівні $[\Delta P_{зус}] = 100 \text{ сН (1 Н).}$

Основним нормованим показником надійності ЗВ є напрацювання $[t(p)]$ до першої відмови за ймовірності безвідмовної роботи p . Відповідно до РД 50-650-87 обговоримо кількість циклів вимірювань, що забезпечують задану кількість контрольних операцій: $[t(p)] = 24\ 000 : 2 = 12\ 000$ циклів. Задамося ймовірністю безвідмовної роботи на рівні $p = 0,85$, ураховуючи можливості вимірювальних засобів, що випускає інструментальна галузь машинобудування.

Згідно з усталеними цінами на контрольно-вимірювальні засоби вітчизняного виробництва, установлюємо витрати на придбання ЗВ на рівні $[L] = 3500$ грн.

Після того, як стали відомі допустимі значення з метрологічних, експлуатаційних показників та показників надійності, можна приступати до пошуку ЗВ. Прийнятним вважають ЗВ, значення характеристик якого знаходяться в такому співвідношенні щодо допустимих:

$$\begin{aligned} \Delta i_n &\leq [\Delta i_n], & P_{зус} &\leq [P_{зус}], \\ c &\leq [c], & \Delta P_{зус} &\leq [\Delta P_{зус}], \\ a &\geq [a], & t(p) &\geq [t(p)], \\ A &\geq [A], & p &\geq [p], \\ B &\geq [B], & Ц &\leq [Ц]. \end{aligned}$$

Пошук здійснюємо відповідно до таблиць технічних характеристик важільно-зубчастих вимірювальних головок. Найбільш близьким за показниками є індикатор годинникового типу моделі МИГ-2 (клас 0) з таким параметрами:

$$\begin{aligned} \Delta i_n &= 0,004 \text{ мм}, & P_{зус} &= 200 \text{ сН}, \\ c &= 0,002 \text{ мм}, & \Delta P_{зус} &= 70 \text{ сН}, \\ a &= 0,02 \text{ мм}, & t(p) &= 300000, \\ A &= 400 \text{ мкм}, & p &= 0,9, \\ B &= 2 \text{ мм}, & Ц &= 2600 \text{ грн}. \end{aligned}$$

Порівнявши ці значення з допустимими (розрахунковими), приходимо до висновку, що задані умови точності, надійності та економічності дотримані:

$$\begin{aligned} \Delta i_n &= 4 \text{ мкм} \leq [\Delta i_n] = 4,2 \text{ мкм}, & P_{зус} &= 2 \text{ Н} \leq [P_{зус}] = 5 \text{ Н}, \\ c &= 2 \text{ мкм} \leq [c] = 3 \text{ мкм}, & \Delta P_{зус} &= 0,7 \text{ Н} \leq [\Delta P_{зус}] = 1 \text{ Н}, \\ a &= 0,02 \text{ мм} \geq [a] = 0,01 \text{ мм}, & t(p) &= 300000 \geq [t(p)] = 12000, \\ A &= 400 \text{ мкм} \geq [A] = 20 \text{ мкм}, & p &= 0,9 \geq [p] = 0,85, \\ B &= 2 \text{ мм} \geq [B] = 1 \text{ мм}, & Ц &= 2600 \text{ грн} \leq [Ц] = 3500 \text{ грн}. \end{aligned}$$

Інші ЗВ мають недостатню точність і меншу надійність. Тому для нашого КВП найбільш підходящим можна вважати індикатор годинникового типу моделі МІГ-2 (клас точності – 0).

Ескіз вибраної важільно-зубчастої інструментальної головки наведено на рисунку 2.7. Габаритні розміри індикатора: $l \times \phi \times b = 106 \times 70 \times 25$ мм, маса – 0,15 кг. Приєднувальний діаметр – $8h7$ мм. Вимірювальний наконечник оснащений вставкою з твердого сплаву.

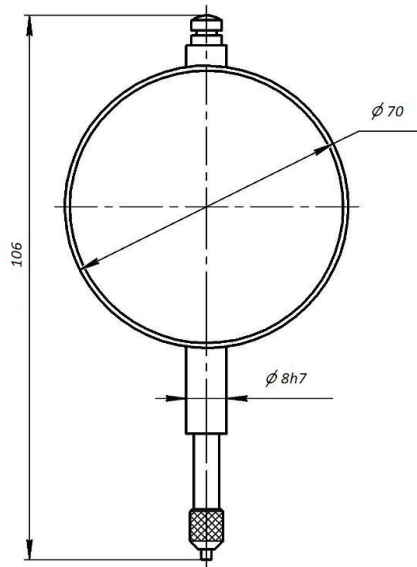


Рисунок 2.6 – Загальний вигляд індикаторної головки МІГ-2

Ескізне проектування КВП

Під час контрольної операції в пристрої реалізують такі часткові функції:

- 1) базування вимірюваної деталі;
- 2) установлення та закріплення ЗВ;
- 3) приймання, передавання, перетворення вимірювальної інформації;
- 4) переміщення ЗВ з установлювальної на робочу позицію;
- 5) об'єднання функціональних вузлів (корпус).

Отже, структурна схема КВП буде виглядати так, як показано на рисунку 2.7.

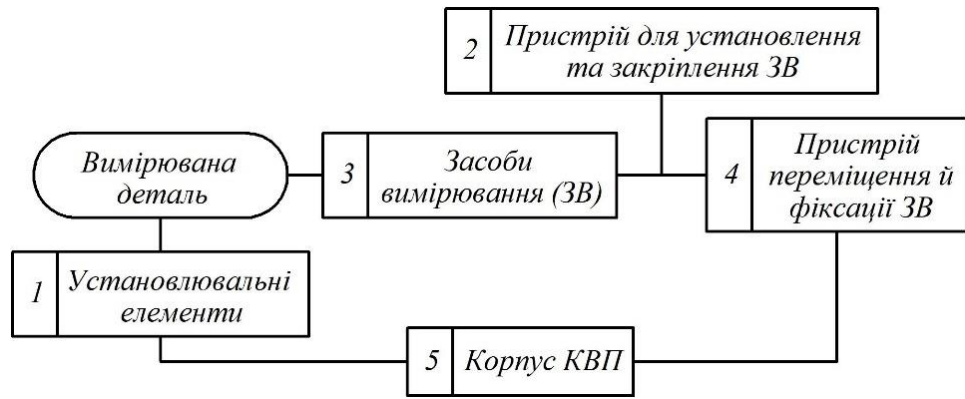


Рисунок 2.7 – Структурна схема КВП

На кінематичній схемі КВП нанесено в спрощеному вигляді його основні механізми (функціональні вузли (див. рис. 2.8).

Рішення про компоувальну схему є результатом оброблення інформації, одержаної на різних етапах проектування КВП. Беручи до уваги дані і інформацію, розглянуту раніше – приходимо до висновку, що найбільш зручною для конкретних умов є горизонтальна схема компоування КВП, наведена на рисунку 2.9.

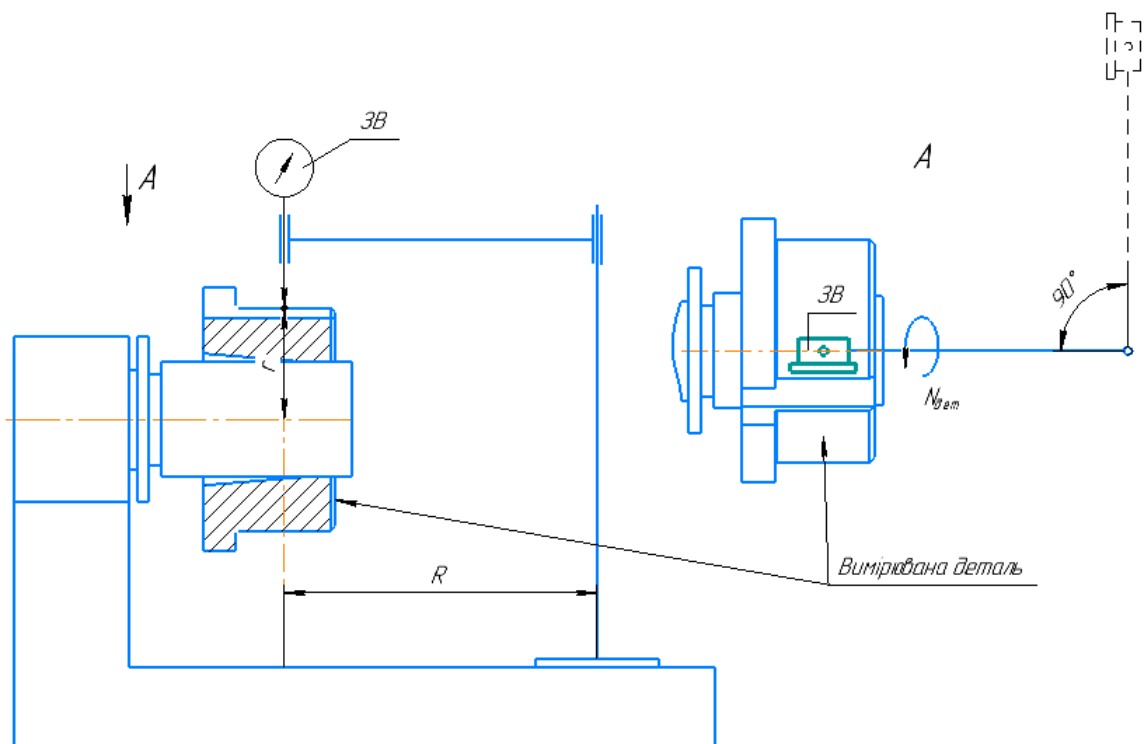


Рисунок 2.8 – Кінематична схема КВП

Горизонтальна схема компоновки забезпечує компактність і жорсткість КВП. Досягається зручність установлення деталі на вимірювальну позицію. Обертання навколо горизонтальної осі сприяє проведенню операції контролю. Закріпленні деталі в КВП відбувається шляхом розтискання оправки і подальшого заклинювання деталі. Забезпечується найкоротший шлях проходження сигналу від точки вимірювання до шкали – запорука простоти й точності. Досягається вертикальне розташування вимірювальної головки, що створює найбільш сприятливі умови надійності її експлуатації.

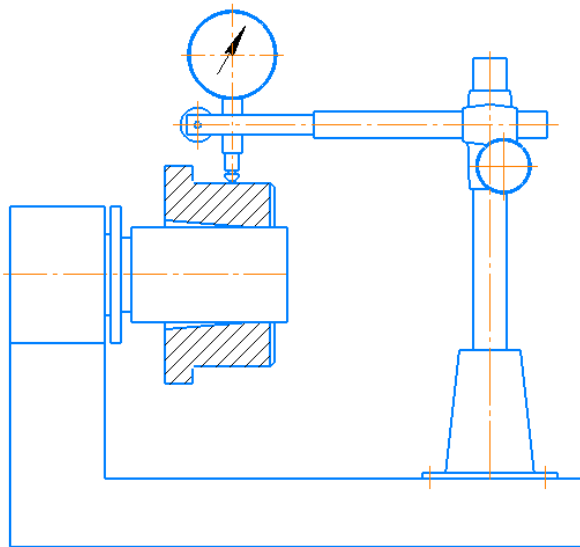


Рисунок 2.9 – Компоновальна схема КВП

Проведемо аналіз двох технічних рішень, що дозволяють реалізувати переміщення ЗВ на вимірювальну позицію. Переміщення вимірювальної головки на вимірювальну (робочу) позицію та повернення її на установлювальну (початкову) позицію з метою зняття (переустановлення) деталі можна здійснювати або обертальним [19] (див. рис. 2.10а), або прямолінійним [19] (див. рис. 2.10б) рухом. Звісно ж, обертальний рух є більш доцільним. Його відрізняють простота реалізації, більш висока технологічність виготовлення напрямних обертального руху.

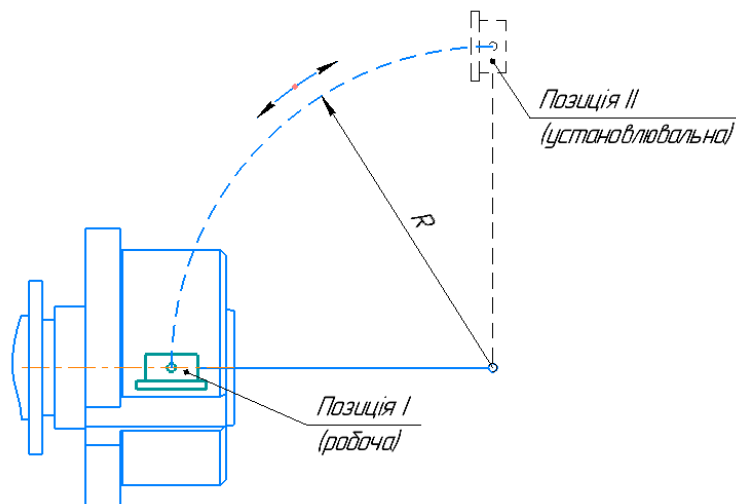


Рисунок 2.10 а) - Технічні рішення для переміщення засобу вимірювання з установлювальної на робочу позицію

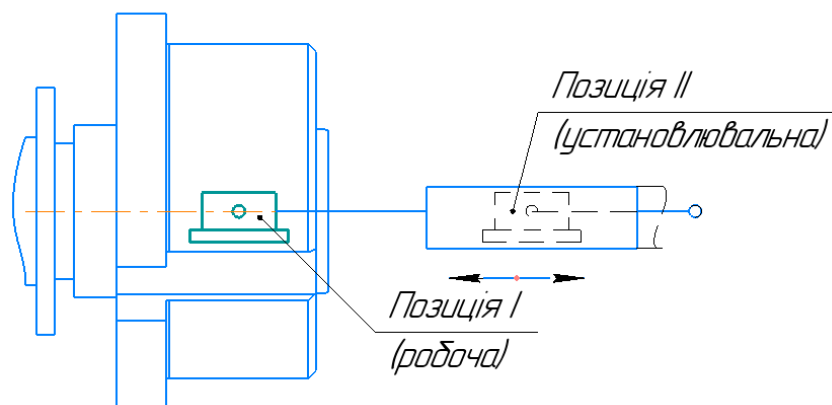


Рисунок 2.10 б) - Технічні рішення для переміщення засобу вимірювання з установлювальної на робочу позицію

Розглянуті функціональні вузли є ланками розмірного ланцюга. Стабільність їх положення визначають точністю виготовлення й складання.

Необхідно знати, що причинами виникнення похибки положення найчастіше є зазори, технологічні похибки виготовлення, недостатня жорсткість елементів розмірного ланцюга, зношення сполучених деталей, тому розглянемо можливі спотворення положення вимірювального наконечника, обумовлені зазорами й технологічними допусками.

Виділимо такі можливі похибки положення вимірювального наконечника.

1. Зміщення $\Delta 1$ осі наконечника в площині креслення без порушення паралельності щодо осі колонки.

Відхилення положення наконечника від заданої точки вимірювання не буде викликати спотворення показань ЗВ.

Тому беремо $\Delta 1 = 0$ мкм.

2. Похибка вимірювання $\Delta 2$, спричинена перекосом осі отвору кронштейна і колонки обумовлений зазором у сполученні та дією вимірювального зусилля, прикладеного вздовж вимірювального наконечника

Оскільки у нас відсутній зазор у з'єднанні через фіксоване положення кронштейна затискним гвинтом то беремо $\Delta 2 = 0$ мкм.

3. Похибка вимірювання $\Delta 3$, викликана відхиленням від паралельності переміщення вимірювального наконечника щодо осі отвору в кронштейні. Цю похибку визначають величиною допуску на паралельність осей отвору $\phi 25H7$ і $\phi 8H7$ (див. рис. 2.11).

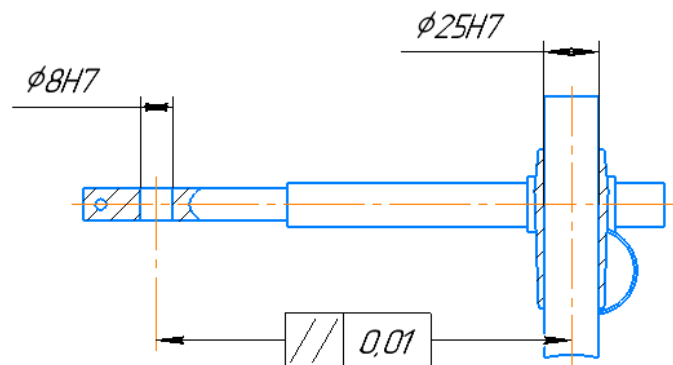


Рисунок 2.11 – Розрахункова схема для визначення похибки вимірювання $\Delta 3$

Керуючись рекомендаціями [17], задаємося допуском на паралельність $\Delta_{II} = 10$ мкм. Тоді від розбіжності напрямків переміщення наконечника й вимірюваного параметра виникає похибка на рівні сотої частки мікрометра, якою можна знехтувати: беремо $\Delta 3 = 0$ мкм.

Фактичну сумарну похибку КВП можна розрахувати за формулою:

$$\Delta_{КВП} = \varepsilon + \Delta v + \Delta e + \Delta in + \Delta t + \Delta зус, \quad (2.9)$$

де ε – похибка положення контрольованої деталі в пристрої, величину якої можна розрахувати за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_0^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2} \quad (2.10)$$

де ε_0 – похибка базування деталі. Згідно з п. 2.6 маємо $\varepsilon_0 = 0$ мкм;

ε_3 – похибка закріплення деталі. Згідно з п. 2.7 маємо $\varepsilon_3 = 0$ мкм;

$\varepsilon_{пр}$ – похибка, пов'язана з неточністю виготовлення елементів пристрою, що беруть участь у формуванні розмірного ланцюга.

Похибку $\varepsilon_{пр}$ визначають квадратичним підсумовуванням елементарних похибок, спричинених як неточністю виготовлення деталей для установлення ЗВ, так і для базування об'єкта контролю.

Деякі з них були розглянуті в п. 5: $\Delta_1 = 0$ мкм, $\Delta_2 = 0$ мкм, $\Delta_3 = 0$ мкм.

Залишається знайти елементарні похибки виготовлення установлювальних елементів пристрою. У зв'язку з тим, що контрольовану деталь установлюють на циліндричну гідропластову оправку за посадкою із натягом то викликає настільки малу похибку, що нею можна знехтувати, $\Delta_5 = 0$ мкм.

Гідропластова оправка пристрою вставляється перпендикулярно в отвір корпусу з посадкою $\varnothing 20H7/h6$ з подальшим насадженням валу оправки на кульковий радіальний підшипник з посадкою $\varnothing 15H7/k6$. Отвір повинний бути розточений під кутом $\alpha = 90^\circ$, щодо осі отвору під колонку.

Призначимо допуск на кут за 6-им ступенем точності $AT'\alpha = 32''$, $ATh = 15$ мкм [21, с. 411, табл. 24].

У такому разі похибка від розбіжності напрямків вимірювання й розміру ε також мізерно малою: беремо $\Delta_6 = 0$ мкм.

У результаті маємо:

$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2 + \Delta_6^2}$$
$$\varepsilon_{пр} = \sqrt{0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0} = 0 \text{ мкм}$$

Похибку положення вимірюваної деталі розраховуємо за формулою (2.10)

$$\varepsilon = 0 \text{ мкм}$$

Розглянемо інші складові формули (2.9):

Δv – похибка передаточного пристрою. Оскільки в конструкції нашого КВП передаточний пристрій відсутній, беремо $\Delta v = 0$ мкм;

Δe – похибка виготовлення еталонної деталі. $\Delta e = 0$ мкм, похибка еталону при даному контролі не використовується;

Δi_n – похибка вибраного засобу вимірювання, $\Delta i_n = 4$ мкм;

Δz_{yc} – похибка, обумовлена контактною деформацією контрольованої поверхні. Згідно з характеристиками вибраного ЗВ маємо: зусилля вимірювання $P_{зyc} = 2$ Н; радіус сфери вимірювального наконечника $r = 5$ мм; коефіцієнт, що залежить від матеріалу вимірювального наконечника $K = 0,81$ (для твёрдосплавного наконечника). У результаті маємо:

$$\Delta_{зyc} = 0,43 \cdot 0,81 \cdot \sqrt[3]{\frac{4}{5}} = 0,32 \text{ мкм}$$

Δm – похибка, обумовлена зміною температури навколишнього середовища:

$$\Delta m = l \cdot \alpha \cdot (t_1 - t_2),$$

де l – розмір вимірюваного об'єкта: $\phi 84$ мм;

α – коефіцієнт лінійного розширення. Беремо для сталі Х12М $\alpha = 10,9 \cdot 10^{-6} \text{ К}^{-1}$.

Оскільки вимірювання будуть проводитися після вирівнювання температури КВП і деталі, то можливий перепад температури приймаємо $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$\Delta m = 84 \cdot 10^{-3} \cdot 10,9 \cdot 10^{-6} \cdot 1 = 0,92 \text{ мкм.}$$

З урахуванням одержаних величин елементарних похибок визначимо фактичну сумарну похибку КВП за формулою (2.9):

$$\Delta_{KBП} = 0 + 0 + 0 + 4 + 0,92 + 0,32 = 5,24 \text{ мкм}$$

Зіставивши фактичну сумарну похибку $\Delta_{KBП}$ з допустимою $[\Delta_{вим}] = 6 \text{ мкм}$, робимо висновок про те, що необхідної умови точності додержано:

$$\Delta_{KBП} = 5,24 \text{ мкм} < [\Delta_{вим}] = 6 \text{ мкм}.$$

Використовуючи положення Н. Н. Маркова, визначимо питому вагу сумарної похибки в допуску виробу в разі $T_{84} = 22 \text{ мкм}$, $[\Delta_{вим}] = 6 \text{ мкм}$:

$$A_{мет} = \frac{[\Delta_{вим}]}{T} = \frac{6}{22} = 0,272 \text{ або } A_{мет} = 27\%$$

За умови розкиду розмірів під час оброблення зовнішніх поверхонь виробів на шліфувальному верстаті в межах 22 мкм ($\sigma_{тех} = 22 \text{ мкм}$) маємо:

$$\sigma_{тех} = \frac{22}{6} = 3,7 \text{ мкм}$$

У нашій ситуації як контрольований параметр (допуск співвісності = 5 мкм), так і похибка вимірювання підпорядковані закону нормального розподілення. Тому відсоток неправильно прийнятих деталей m , неправильно забракованих деталей n , а також відносну величину виходу розміру за межу поля допуску визначимо за графіками [22, с. 346, рис. 211].

Для цього спочатку обчислимо:

$$\frac{T}{\sigma_{тех}} = \frac{5}{3,7} = 1,35 \text{ мкм}$$

Із графіків знайдемо, що кількість неправильно прийнятих деталей $m = 2,2 \%$, тобто 264 деталі з 12 000 перевірених деталей. Кількість неправильно забракованих деталей $n = 3,5 \%$, тобто 420 деталей із 12 000 перевірених деталей (див. п. 2.1).

Відносна величина виходу розміру за межу поля допуску $c/T_{84} = 0,02$.
Граничний вихід розміру за межу поля допуску:

$$c = 0,02 \cdot 22 = 0,44 \text{ мкм}.$$

Опис конструкції та роботи КВП

Закріплений в оправці 2 на плиті 1 нерухомий стрижень 4 за допомогою гвинта 11 несе на собі кронштейн 6. Надійність фіксації, точність розміщення і можливість повороту рухомого стрижня 5 з індикаторною головкою 7 забезпечується відтисканням гвинта і звільненням втулки фіксуєчої 18. На лівій частині плити 1 закріплений корпус 3, в якому на двох радіальних підшипниках 14 базується гідропластова оправка 9. На цій оправці здійснюють базування контрольованої деталі 8 на вимірювальній позиції, під час якого рухомий стрижень 5 з індикатором 7 знаходиться в установлювальній позиції (повернутий у бік на 90°). Після установлення деталі наконечник індикатора доводять до розрахункової точки контакту, його наконечник вступає в контакт із деталлю, й спостерігач зчитує показання зі шкали, повільно прокручуючи деталь навколо осі.

Результати вимірювання слугують основою для ухвалення рішення про регулювання елементів технологічного процесу.

Спроектований КВП призначений для операційного контролю та забезпечений необхідною документацією, у якій висвітлюють результати перевірок, здійснюваних метрологічною службою підприємства відповідно до встановлених локальними перевіряльними схемами: під час випуску з виробництва та експлуатації.

Пристрій потрібно зберігати в інструментальній шафі верстатника, накриваючи його ковпаком з органічного скла.

РОЗДІЛ 3

СТРУКТУРНО – ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ ДЛЯ КОНТРОЛЮ СПІВВІСНОСТІ

3.1 Технологічні особливості деталей типу втулок

До виробів типу порожнистих циліндрів відносяться деталі (наприклад, диски, кільця, маточини коліс, шківни, маховики, втулки, поршневі пальці, гільзи, чашки сателітів, поршень двигуна та ін.), для яких характерне концентричне розташування поверхонь.

Вони поділяються на два класи: втулки (довжина деталі L дещо менша або більша зовнішнього діаметра D) та диски (довжина L набагато менша їх діаметра D).



Рисунок 3.1 – Приклад деталей типу «Втулки»

У багатьох випадках заготовки типу втулок обробляють з базуванням по отвору на оправці. Оправка - це стрижень, зовнішній діаметр якого відповідає діаметру базового отвору заготовки (деталі). Оправка забезпечує точне центрування втулки по отвору, швидко і надійне її закріплення [23].

Найпростіша оправка – конічна. Заготовка заклинюється на ній легким постукуванням по торцю. Базування по отвору здійснюють також за допомогою гладкої циліндричної оправки – заготовку затискають гайкою.

На рис. 3.2 (а, б, в) показані нескладні конструкції оправок для центрування та закріплення заготовки.

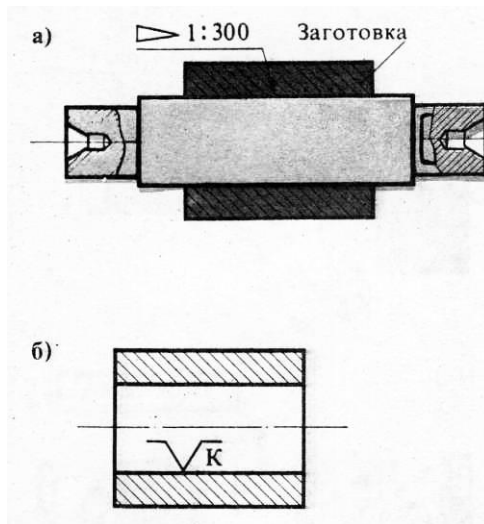


Рисунок 3.2 а – Закріплення втулки на конусній оправці

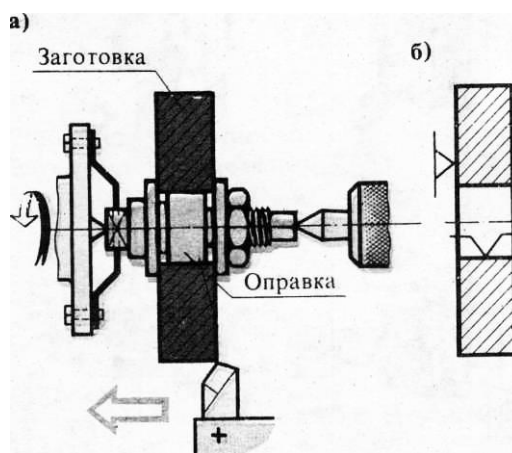


Рисунок 3.2 б – Закріплення втулки на циліндричній оправці

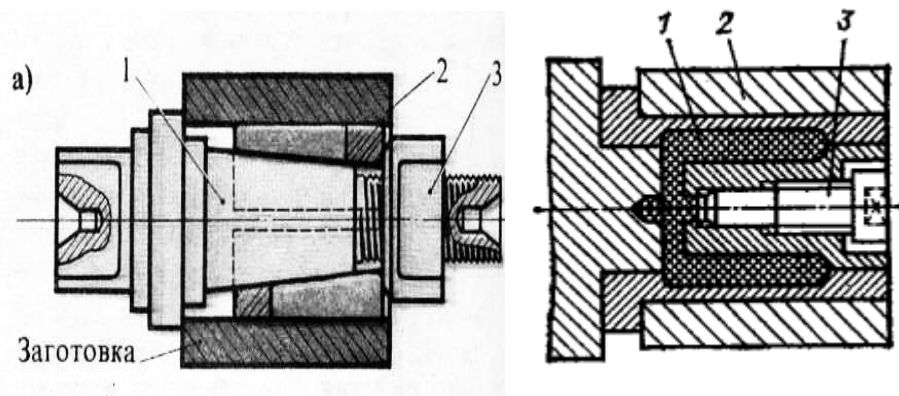


Рисунок 3.2 в – Закріплення втулки на конічній та гідропластовій оправках

Втулки - деталі, часто зустрічаються в машинах. Вони характеризуються наявністю отворів і вимогою співвісності зовнішньої і внутрішньої поверхонь.

Контроль якості виробів займає важливу позицію у сучасному машинобудуванні. Особливо велика роль контролю під час виробництва за принципом взаємозамінності. Застосування універсальних вимірювальних інструментів і калібрів малопродуктивно, але в той самий час забезпечує потрібну точність і зручність контролю. Контрольні пристрої підвищують продуктивність праці контролерів, покращують умови їх роботи, підвищують якість контролю.

Співвісність (відхилення осі) являє собою зсув номінально – співпадаючих осей, який вимірюється на довжині нормованої ділянки. Під час вимірювання за базу приймають або вісь однієї з поверхонь, або загальну вісь номінально – співвісних поверхонь обертання [24].

За відхилення від співвісності щодо осі базової поверхні приймають найбільшу відстань Δ між віссю відповідної поверхні обертання і віссю базової поверхні на довжині нормованої ділянки.

На рис. 3.3 а, б показано приклади вимірювання відхилення від співвісності. Цифрами // позначено задані перерізи, цифрою / - крайні. Переміщуючи в межах цих перерізів вимірювальні головки, одночасно обертають деталь і за відхилення від співвісності приймають радіальне биття однієї поверхні щодо іншої. У схемі (рис. 3.3, а) використовуються два прилади з відліковими пристроями, що ускладнює процес вимірювання. Перевірку співвісності двох отворів, розточених у корпусі, здійснюють за допомогою двох оправок і кільця з вимірювальною голівкою. Кільце переміщують по оправці в межах перерізів і обертають.

У процесі складальних та ремонтних робіт іноді співвісність контролюють за допомогою двох оправок і перехідної втулки. Втулка з оправками має з'єднання по ковзній посадці. Оправка вставляється в один з отворів, і на неї надівається перехідна втулка. Потім в інший отвір вставляють іншу оправку, кінці їхні зводять і втулку намагаються перемістити з одної оправки на іншу через стик. По тому, як втулка долає місце стику (вільно, із зусиллям, зі стуком, не переходить), судять про співвісність. Цей спосіб вимагає відповідних навичок. Його використовують

для забезпечення співвісності окремих вузлів верстата під час складання їх на станині.

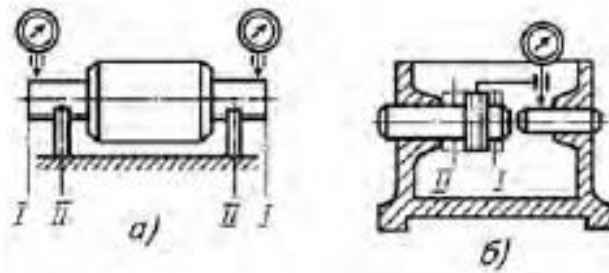


Рисунок 3.3 – Приклади вимірювання відхилень співвісності

В навчальній роботі [25] авторами наведений варіант контролю співвісності зображений на рисунку 3.4.

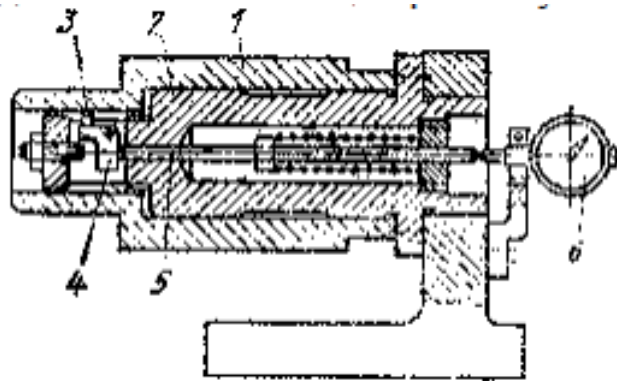


Рисунок 3.4 – Індикаторне пристосування для перевірки співвісності двох отворів

Контрольовану деталь 1 надягають на консольний пустотілий палець 2 і в процесі перевірки повертають рукою на один оберт. При ексцентриситеті малого отвору вимірювальний наконечник 3 передає рух через важіль 4 і штифт 5 на індикатор 6. На його шкалі відзначається подвоєна величина ексцентриситету.

Компанією SKF [26] розроблено застосунок SKF Shaft alignment для свого приладу контролю співвісності валів ТКSA 11(рисунок 3.5). Цей застосунок надає інтуїтивно зрозуміле, покрокове керівництво з точного вирівнювання вала за допомогою приладу контролю співвісності валів ТКSA 11. Застосунок також

можна використовувати без приладу через наявність повнофункціонального демонстраційного режиму, який дає змогу показати весь процес контролю співвісності. Застосунок може працювати в середовищах iOS і Android.



Рисунок 3.5 – Інструмент контролю співвісності валів TKSA 11

У роботах [27–29] авторами розроблена скінченно – елементна модель контрольного пристрою із деталлю, що дає можливість визначати похибки поверхонь деталей залежно від точності контролю та проводити їх автоматизовану оптимізацію. При цьому модель враховує зміну коефіцієнта тертя між пристроєм та елементом вимірювання у розрахунку та величину мікронерівностей на контактних поверхнях.

В результаті аналізу літературних джерел, можна дійти висновку, що у наш час науковці займаються розрахунками та розробкою нових моделей контрольних пристроїв, програмного забезпечення для автоматизації і оптимізації процесів вимірювання, процесів взаємодії поверхонь контрольного пристрою та деталі, а також дослідженнями спрямованими на точність установки при зміні різних параметрів пристрою. При всьому цьому мало уваги приділяється дослідженню жорсткості контрольних пристроїв, зниженню металомісткості їх конструкції при забезпеченні достатньої точності в межах певного діапазону розмірної групи контрольованих деталей, що являється актуальною задачею.

3.2 Теоретичне обґрунтування вибраного методу дослідження

Методологія наукового дослідження – це сукупність принципів, засобів, методів і форм організації та проведення наукового пізнання поставленої проблеми.

У вітчизняній науковій традиції методологію розглядають як учення про науковий метод пізнання або як систему наукових принципів, на основі яких базується дослідження і здійснюється вибір сукупності пізнавальних засобів, методів, прийомів дослідження [30].

Найчастіше методологію тлумачать як теорію методів дослідження, створення концепцій, як систему знань про теорію науки або систему методів дослідження. Методику розуміють як сукупність прийомів дослідження, включаючи техніку і різноманітні операції з фактичним матеріалом.

Методологія виконує такі функції:

- визначає способи здобуття наукових знань, які відображають динамічні процеси та явища;
- направляє, передбачає особливий шлях, на якому досягається певна науково – дослідницька мета;
- забезпечує всебічність отримання інформації щодо процесу чи явища, що вивчається;
- створює систему наукової інформації, яка базується на об'єктивних фактах, і логіко – аналітичний інструмент наукового пізнання.

Методологія визначення динамічних характеристик конструкцій шляхом випробувань їх окремих складових частин полягає в проведенні випробувань підконструкцій, створенню математичних моделей цих підконструкцій за результатами випробувань, генерації узагальненої математичної моделі всієї конструкції на підставі синтезу моделей підконструкцій, визначенні динамічних характеристик всієї конструкції по повній математичній моделі.

Ці ознаки поняття "методологія", що визначають її функції в науці, дають змогу зробити такий висновок: методологія – це концептуальний виклад мети,

змісту, методів дослідження, які забезпечують отримання максимально об'єктивної, точної, систематизованої інформації про процеси та явища.

Метод модального аналізу (визначення власних частот та форм власних коливань) – важливий засіб вивчення вібраційних характеристик механічних конструкцій. Суть його в тому, що сигнали вібраційного збудження та виміряні сигнали відгуку складної конструкції, важкі для безпосереднього сприйняття, перетворюються на набір модальних параметрів, що легко прогнозуються. Фізико – математичне підґрунтя цього методу непросте, але за допомогою теоретичних відомостей та прикладів можна легко усвідомити його основну ідею та способи застосування.

Модальне уявлення, або подання власних коливань – один із можливих способів розгляду вібрації конструкцій. Вібрація і деформації конструкцій при механічному збудженні на частотах характеризуються конкретними формами, які називаються власними формами коливань (коливальними модами). У типових умовах експлуатації характер вібрації буде складним, що включає усі власні форми. Але якщо вивчити кожну власну форму окремо, за допомогою цих знань можна аналізувати всі наявні типи вібрації. Крім того, в ході модального аналізу складна конструкція, яка важко сприймається у своїй цілісності, перетворюється на набір простих для розуміння незалежних систем з одним ступенем свободи. Визначення власних частот, коефіцієнтів демпфування та форм коливань конструкції за результатами вимірювань частотної передавальної функції (ЧПФ) називається модальним аналізом.

Для прогнозування вібраційних характеристик проекрованої конструкції можна використовувати динамічний аналіз шляхом кінцевих елементів. При такому аналізі всю конструкцію репрезентують теоретично у вигляді набору пружин і мас, після чого можна скласти систему матричних рівнянь, що описують конструкцію. Потім до отриманих матриць застосовується математичний алгоритм визначення власних частот і форм коливань конструкції. За допомогою цього методу прогнозують модальні параметри конструкції до виготовлення, щоб

завчасно виявити можливі проблеми і усунути їх на ранніх стадіях процесу проектування [31,32,33].

Модальний аналіз, виконаний на базі структурного моделювання методом кінцевих елементів, допоможе:

- зрозуміти як вібрація впливає на виріб та деформує його;
- приводити в відповідність та оновлювати моделі;
- прискорення віброакустичних розрахунків і розрахунків довговічності;
- додати гнучкість в моделі аналізу багатотілих деталей

3.3 Розроблення 3D-моделі контрольно-вимірювального пристрою та його модальний аналіз

Для проведення розрахунків на початковому етапі була виконана побудова 3D – моделі контрольно – вимірювального пристрою разом із деталлю (рисунок 3.6). В подальшому конструктивні елементи моделі було максимально спрощено з метою забезпечення більш швидких розрахунків, але при цьому не щоб не втрачалась їх точність (рисунок 3.7).

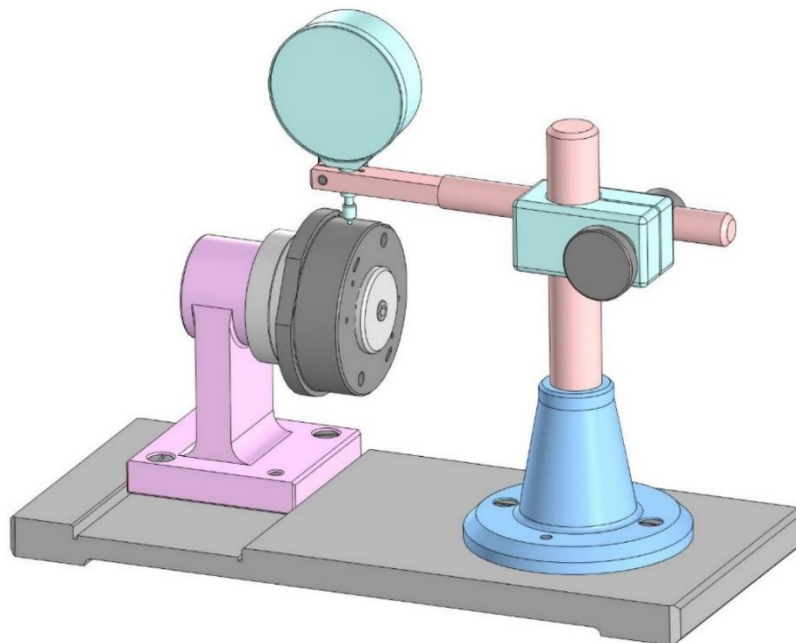


Рисунок 3.6 – Спроектований контрольний пристрій з деталлю

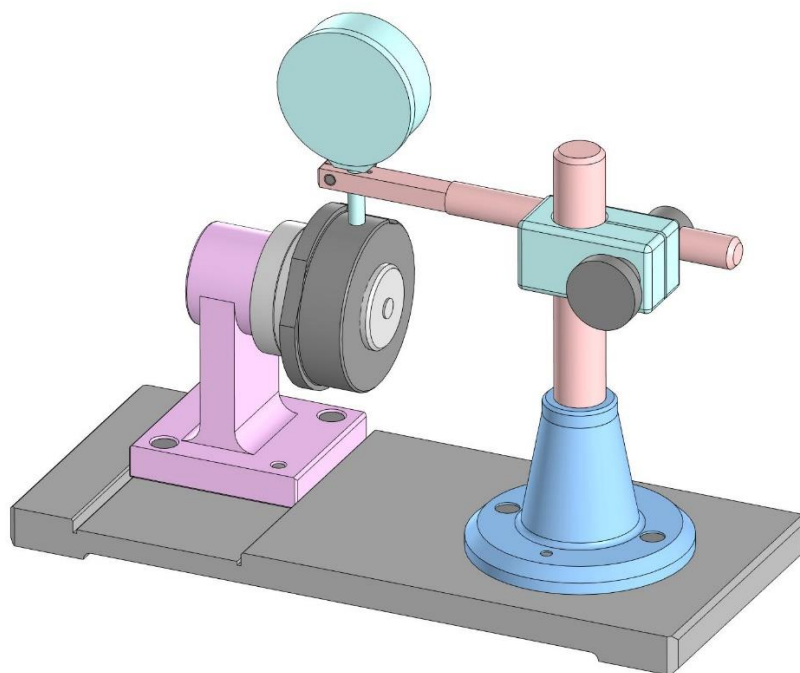


Рисунок 3.7 – Спрощена модель пристрою з деталлю

Для подальшого аналізу було створено окрему модель самої індикаторної стійки задля виявлення її самостійних коливань і порівняння із основними коливаннями конструкції.

Так як контроль буде відбуватися безпосередньо в цеху, де відбувається виробництво деталей та наявні коливання і вібрації обладнання від роботи, то необхідно провести аналіз частоти коливань контрольно – вимірювального пристрою, щоб запобігти виникненню резонансу в процесі вимірювання, адже це може вплинути на точність вимірювання. Для цього потрібно, щоб вимірювальний пристрій витримував більші частоти коливань ніж ті, що можуть виникати від працюючого обладнання. За допомогою програмного комплексу ANSYS визначимо частоти коливань КВП і потім порівняємо їх з частотами, що можуть виникати при роботі цеху. За результатами розрахунків за необхідності буде можливість удосконалити пристрій, щоб підвищити точність вимірювань.

Механічні властивості матеріалів, які використовуються у моделі, наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Механічні властивості матеріалів контрольного пристрою

Матеріал	Модуль пружно-сті E, ГПа	Коефіцієнт Пуа-ссона μ	Густина ρ , кг/м ³	Границя міцності при розтягуванні [$\sigma_{раст}$], ГПа	Границя міцності при стисненні [$\sigma_{сж}$], ГПа	Границя текучості σ_T , ГПа
Сталь 45 ГОСТ 1050-88	200	0,3	7850	0,950	0,950	0,726

Умовно розділимо визначення частот коливань КВП на дві частини:

1-ша частина – розрахунок стійки КВП;

2-га частина – розрахунок всієї конструкції КВП.

Граничними умовами під час моделювання являється закріплення КВП за нижньою поверхнею основи (Fixed Support), що імітує встановлення пристрою на стіл, а також всі поверхні об'єднані між собою з типом контакту «Bonded», що виключає всі можливі переміщення. В місцях установлення підшипників задані типи контактів «Bearing» з указанням параметрів їх жорсткості за технічними характеристиками кожного з них. Також однією з граничних умов є створення скінчено – елементної сітки пристрою.

Вигляд скінчено – елементної сітки показано на рисунку 3.8. Вона робиться для отримання більш точних результатів, та більш якісного відображення можливих деформацій.

На рисунках 3.9–3.11 зображені ілюстрації коливань індикаторної стійки, а на рисунках 3.12–3.14 наведено коливання всього досліджуваного вимірювального пристрою.

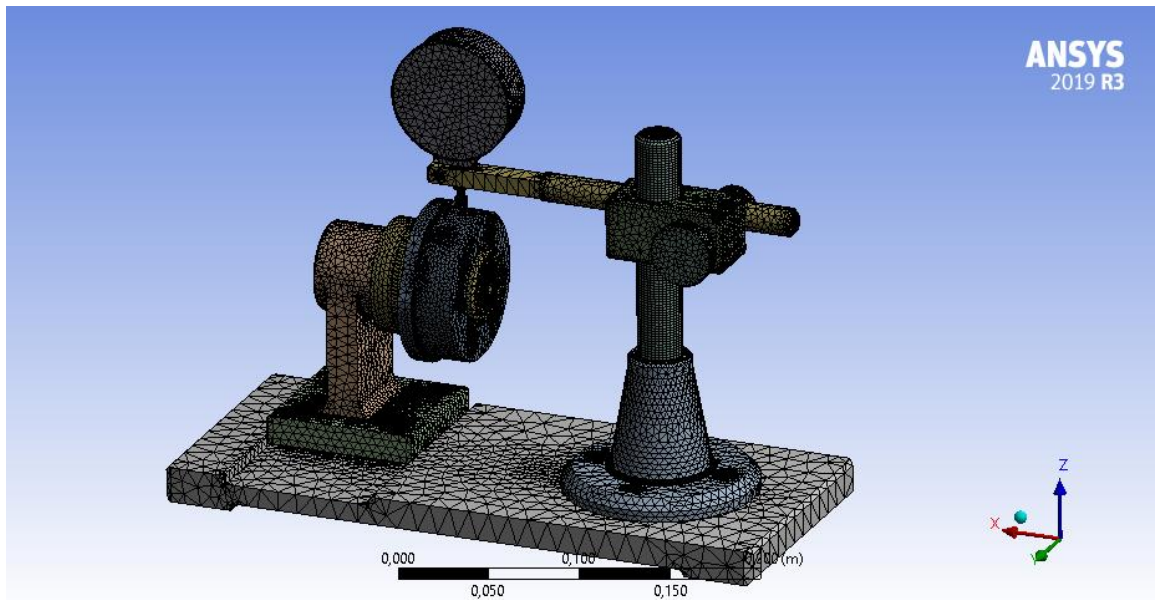


Рисунок 3.8 – Контрольно-вимірювальний пристрій із згенерованою сіткою

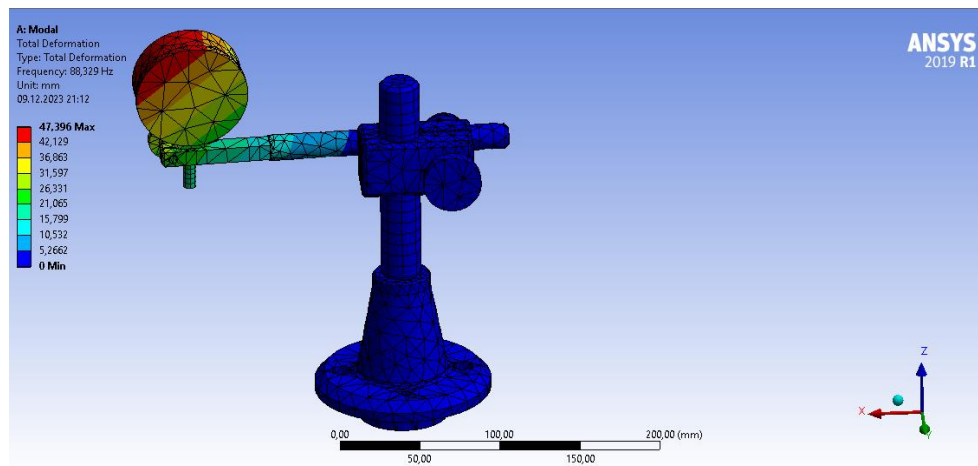


Рисунок 3.9 – Ілюстрація першої власної частоти для індикаторної стійки

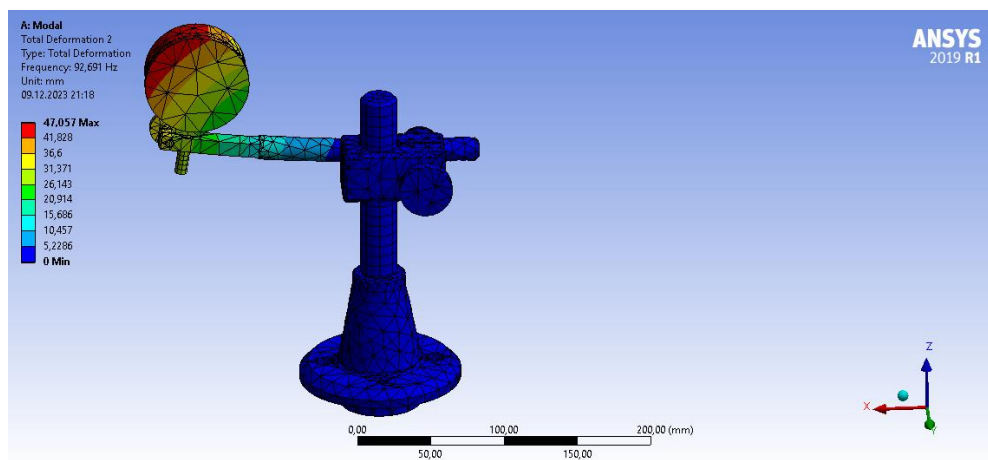


Рисунок 3.10 – Ілюстрація другої власної частоти для індикаторної стійки

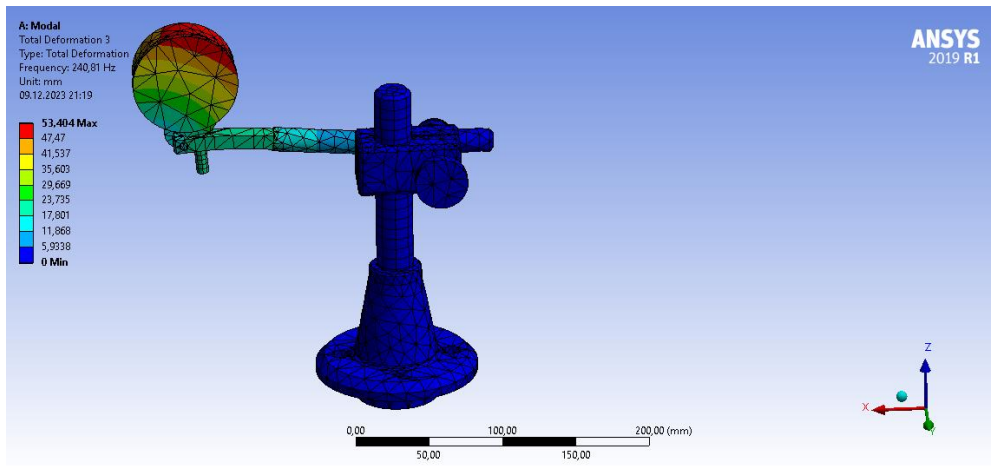


Рисунок 3.11 – Ілюстрація третьої власної частоти для індикаторної стійки

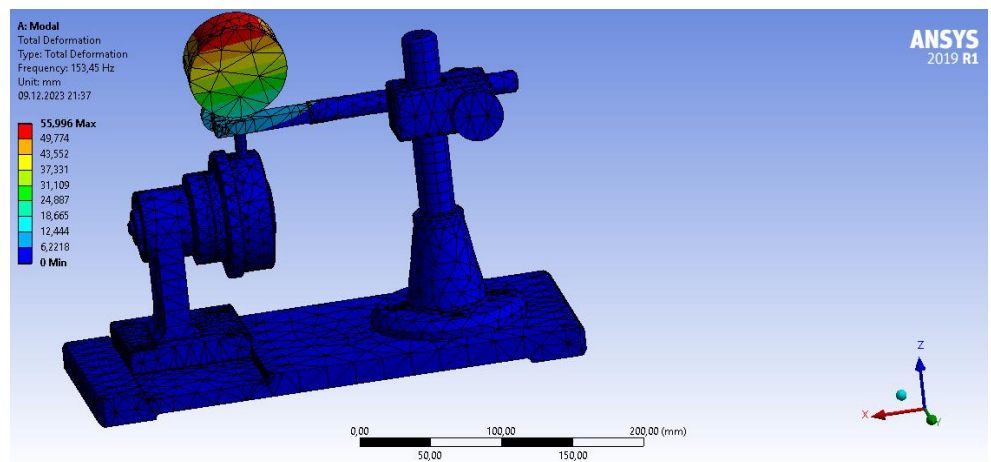


Рисунок 3.12 – Ілюстрація першої власної частоти для всього КВП

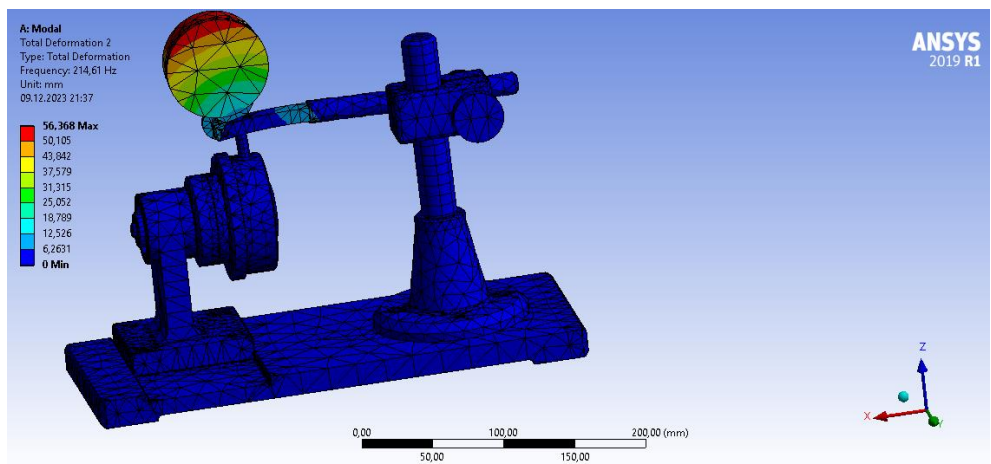


Рисунок 3.13 – Ілюстрація другої власної частоти для всього КВП

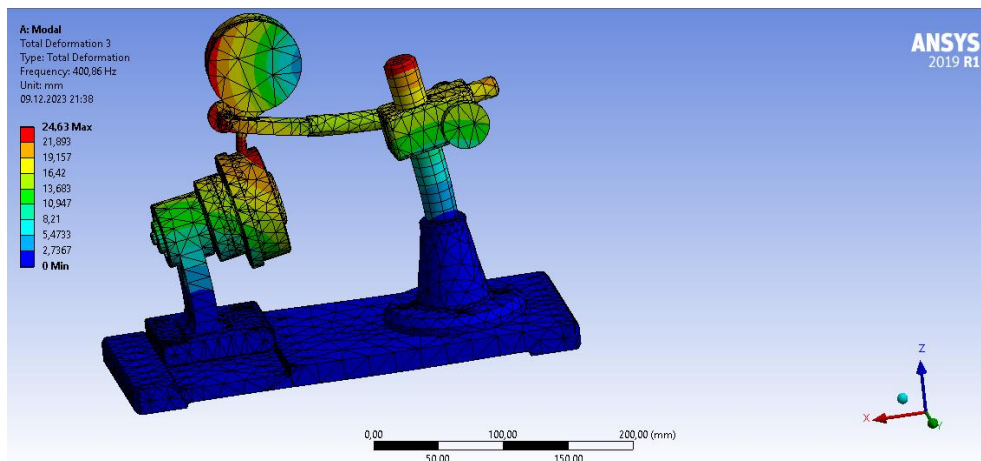


Рисунок 3.14 – Ілюстрація третьої власної частоти для всього КВП

По отриманим результатам та величинам коливань, при яких відбуваються деформації, можемо зробити висновок, що розроблений КВП буде добре функціонувати і коливання обладнання в цеху ніяк не вплинуть на точність вимірювання.

Результати модального аналізу дозволяють зробити висновок, що розрахунки виконано вірно і модель є робочою. Оптимізація конструкції КВП не потребує. Зменшення розмірів стінок та базових поверхонь є конструктивно недоцільним через ускладнення технології виготовлення вихідних заготовок деталей пристрою та зменшення його жорсткості.

ВИСНОВКИ

Запропонований новий варіант технологічного процесу виготовлення деталі «Матриця», було внесено такі зміни у базовий технологічний процес у порівнянні із запропонованим:

1. Токарно-гвинторізна, токарна з ЧПК та вертикально-фрезерна операції із базового технологічного процесу були об'єднані в одну операцію комплексну (багатоцільову) на обробних центрах з ЧПК. Операція виконується на обробному центрі HAAS DS-30SSY. Різці з напайними пластинами було замінено на різці з механічним кріпленням багатогранних непереточуваних пластинок. Концентрація операцій сприяє зменшенню кількості установок, скороченню тривалості виробничого циклу, скороченню штучного часу на обробку, збільшенню точності деталі та зниженню кількості робітників та можливість використання робітників нижчого розряду;

2. Було замінено матеріал ріжучого інструменту на операціях на більш сучасні аналоги;

3. Верстати, що використовувались в базовому технологічному процесі було замінено сучасними аналогами;

4. За техніко – економічним обґрунтуванням вибраний новий спосіб виготовлення заготовки – штамповка на КГШП;

5. Розрахунково-аналітичним методом на ЕОМ розраховано припуск для внутрішньої поверхні тіла обертання $\varnothing 42,08 \pm 0,005$,

6. Запропонована раціональна схема базування та закріплення заготовки на операції 045 «Круглошліфувальна», вибрана нова модель верстата, технологічна оснастка, різальний та вимірювальний інструменти. На операцію розрахунково – аналітичним методом розраховані режими різання та норми часу.

7. Спроектовано контрольно – вимірювальний пристрій для вимірювання співвісності розміру $\varnothing 84 \pm 0,005$ відносно центрального отвору $\varnothing 42,08$ (бази Б), що становить 0,005мм.

8. У розділі «науково-дослідна частина» розглянуті питання проектування контрольно – вимірювального пристрою для ефективного контролю співвідношення двох діаметральних розмірів, що належить до класу втулок, дисків. Визначені власні частоти коливань запропонованого КВП та встановлено, що при обраній сфері застосування резонанс не виникне, також визначено, що динамічна жорсткість є достатньою.

9. Для спроектованого технологічного процесу виготовлення матриці розроблена технологічна документація (маршрутний технологічний процес, креслення заготовки, верстатного пристрою, КВП, операційне налагодження).

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Маш. інформ [Електронний ресурс]: Автомати листоштампувальні – технічна характеристика преса моделі АГ6230 – режим доступу: <https://mashinform.ru/kpo/avtomaty/ag6230-01.shtml>.
2. Марочник сталей та сплавів. 2-ге вид., дод. І випр. / А. С. Зубченко, М.М. Колосків, Ю.В. Каширський та ін. За заг. ред. А.С. Зубченко – М: Машинобудування, 2003. – 784 с.
3. **Добриднєв, І. С.** Курсове проектування на уроках «Технологія машинобудування»: Навч. посібник для технікумів за спеціальністю "Обробка металів різанням". - М: Машинобудування, 1985. – 184 с.
4. Проектування та виробництво заготовок у машинобудуванні: Навч. посібник / П. А. Руденко, Ю. О. Харламов, В.М. Плескач / За заг. ред. В.М. Піскача. – К.: Вища шк., 1991. – 247 с.
5. ГОСТ 7505-89 Поковки сталеві штамповані. Допуски, припуски та ковальські напуски».
6. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т.1 / За ред. А. Г. Косилової та Р.К. Мещерякова. – 4-те вид., перероб. та дод. – М: Машинобудування, 1985. 656 с.
7. **Кирилюк, Ю. Є.** Допуски та посадки: Довідник. 2-ге видання, перероб. та дод. – К.: Вища шк. Головне видавництво, 1989. – 135.
8. HAAS Automation, Inc [Електронний ресурс]: Обробний центр HAAS DS-30SSY. Технічна характеристика, – режим доступу: <https://www.haascnc.com/ru/machines/lathes/dual-spindle/models/ds-30y.html>.
9. Маш. інформ [Електронний ресурс]: Круглошліфувальні верстати, технічна характеристика верстата моделі 3У12В, – режим доступу: <https://passportastankov.wordpress.com/>.

10. TaeguTec Cutting Tools [Електронний ресурс]: Точіння ISO, – режим доступу: <https://www.imc-companies.com/taegutec/ttkcatalog/Applications.aspx?map=IS>.

11. Обробка металів різанням: Довідник технолога/О.О. Панов, В.В. Анікін, Н.Г. Бойм та ін; За заг. ред. А.А. Панова. - М: Машинобудування. 1988. – 736 с., іл.;

12. Довідник технолога-машинобудівника. У 2-х т. Т. 2/ За ред. А. Г. Косилової та Р. К. Мещерякова. – 4-те вид., перероб. та дод. – М: Машинобудування, 1986. – 496 с.

13. Загальномашинобудівні нормативи режимів різання для технічного нормування робіт на металорізальних верстатах. Частина 1. Токарні, карусельні, токарно-револьверні, алмазно-розточувальні, свердлильні, стругальні, довбані та фрезерні верстати. Вид. 2-ге. – М: Машинобудування, 1974. – 406 с.

14. Загальномашинобудівні нормативи часу допоміжного, на обслуговування робочого місця та підготовчо-заключного для технічного нормування верстатних робіт. Серійне виробництво. Вид. 2-ге, уточн. та дод. - М: Машинобудування, 1974. – 411 с.

15. **Гжиров Р.І.** Короткий довідник конструктора: Довідник-Л: Машинобудування, Ленінгр. вид-ня, 1983. – 464 с.

16. Методичні вказівки до практичних занять з курсу “Технологічна оснастка”/Укладач П.В. Кушніров. – Суми: Вид-во Сум ДУ, 2009. – Ч.1. – 52с.

17. 5125 Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи з дисципліни «Основи конструювання контрольно-вимірювальних пристроїв» / укладачі А. В. Євтухов, О. В. Івченко, П. В. Кушніров, І. М. Дегтярьов. – Суми: Сумський державний університет, 2021. – 83 с.

18. Дунаев И. М. Организация проектирования системы технического контроля / И. М. Дунаев, Т. П. Скворцов, В. Н. Чупырин. – Москва: Машиностроение, 1981. – 191 с.

19. Гжиров Р. И. Краткий справочник конструктора: справочник: / Р. И. Гжиров. – Ленинград: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. – 464 с.
20. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т. / под ред. И. Н. Жестковой. Москва: Машиностроение, 2001. Т. 1. – 920 с.
21. ДСТУ ISO 286-1-2002. Допуски і посадки за системою ISO. Частина 1. Основи допусків, відхилів та посадок (ISO 286-1: 1988. IDT).
22. Городецкий Ю. Г. Конструкции, расчет и эксплуатации измерительных инструментов и приборов. Москва : Машиностроение, 1971. 367 с.
23. Технологічні особливості виготовлення деталей типу втулок [Електронний ресурс]: – режим доступу: <https://obrobka.pp.ua/1238-tehnologchn-osoblivost-vigotovlennya-detaley-tipu-vtulok.html>
24. Допуски, посадки та технічні вимірювання [Електронний ресурс]: – режим доступу: https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidrucnyky-posibnyky-profosvita/PTO-Dopopusky_blok-min.pdf
25. Змістовий модуль2. Методика проектування верстатних пристроїв [Електронний ресурс]: – режим доступу: <https://vpu17.dp.ua/navchalna-robot/navchalno-metodichne-ta-informatsiyne-zabezpechennya/133-galuzeve-mashinobuduvannya/tehnologichne-osnashchennya/%D0%9B%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%97%20%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%96.pdf>
26. SKF Shaft alignment [Електронний ресурс]: – режим доступу: <https://www.skf.com/ua/support/engineering-tools/shaft-alignment-tool-TKSA-11-app>
- 27 **Amaral N.** Finite Element Analysis Study on Fixtured Workpiece Deformation : Bachelor of Science Thesis – Worcester, USA, 2000. – 109 p.
28. **Papastathis T. N.** Modelling and Design Methodology for Fully-Active Fixtures : PhD Thesis. – The University of Nottingham, Great Britain, 2010.
29. Clamping force optimization for minimum deformation of workpiece by dynamic analysis of workpiece-fixture system / S.Selvakumar, K. P. Arulshri, K. P.

Padmanaban, K. S. Sasikumar // World Applied Sciences Journal. – 2010. – Vol. 7. – P. 840–846.

30. Наукове дослідження: методи та методологія. Реферат [Електронний ресурс]: – режим доступу: <https://ru.osvita.ua/vnz/reports/pedagog/14098/>

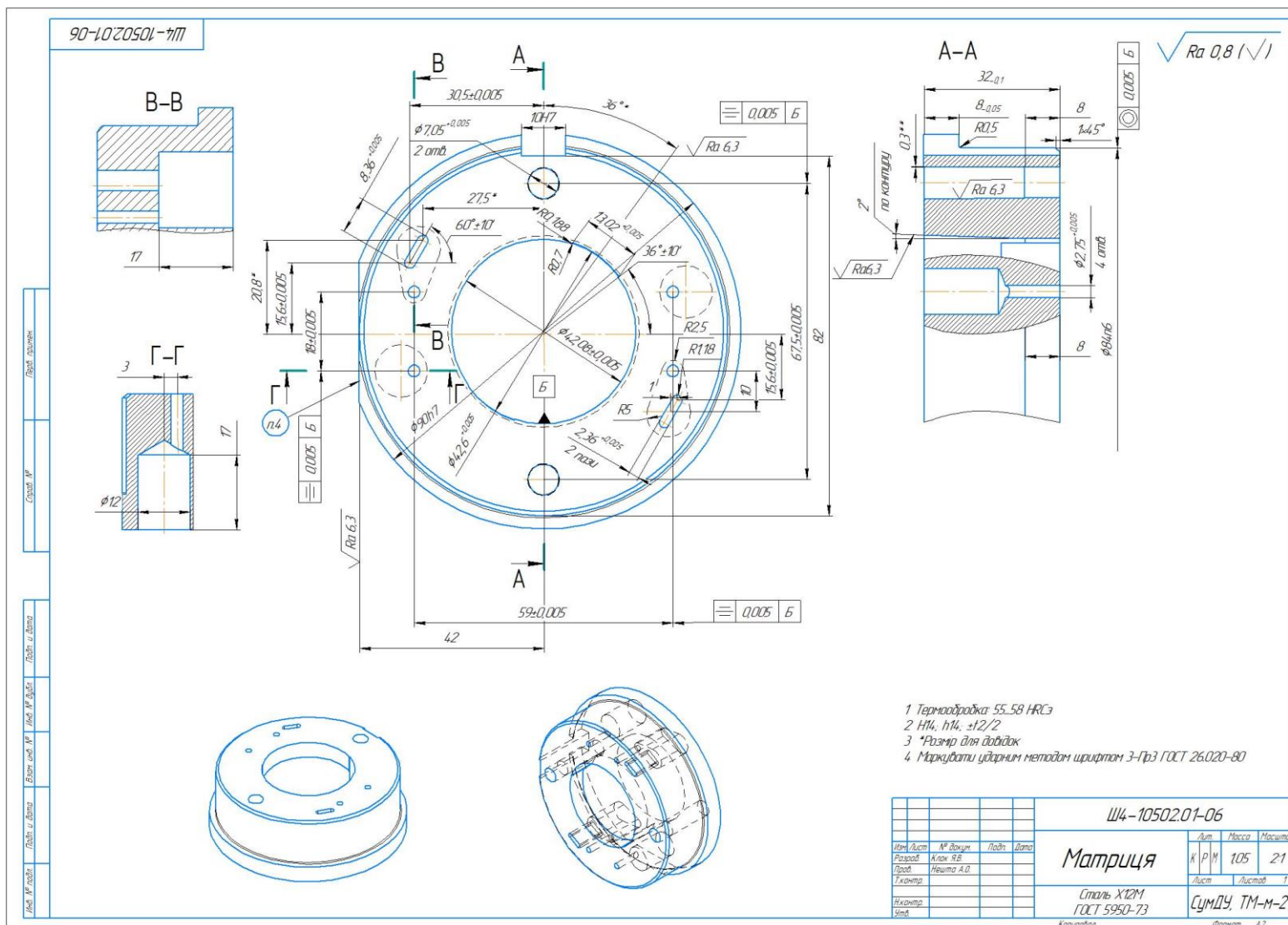
31. **Дубенець В. Г.** Основи методу скінченних елементів: Навчальний посібник. / В. Г. Дубенець, В. В. Хільчевський, О. В. Савченко.– Чернігів: ЧДТУ, 2017. – 288 с..

32. **Пасічник В. А.** Конструктивно-технологічне моделювання композиційних конструкцій з використанням системного аналізу / В. А. Пасічник, О. О. Хмуренко. // Східноєвропейський журнал передових технологій. – 2015. – № 4. – С. 15–20.

33. **Карвацький А. Я.** Метод скінченних елементів у задачах механіки суцільних середовищ (практикум) : навчальний посібник. / А. Я. Карвацький. - Київ : «КПІ ім. Ігоря Сікорського» – 2018. – 392 с.

34. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов, Р. В. Сабарно, О. І. Полукаров, В. С. Коз'яков, Л. О. Мітюк. За ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа, 2006 – 448 с.

ДОДАТОК А КРЕСЛЕННЯ ДЕТАЛІ «МАТРИЦЯ»



ДОДАТОК Б

РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКУ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА

Розрахунок коефіцієнту закріплення операцій $K_{з.о}$

№ операції	Найменування операції	$T_{шт.}$, хв.	m_p	P	$\eta_{з.ф}$	O
1	Токарно-гвинторізна	6,00	0,23	1	0,23	3,63
2	Токарна з ЧПК	12,00	0,47	1	0,47	1,81
3	Вертикально-фрезерна	5,00	0,20	1	0,20	4,35
4	Внутрішньо-шліфувальна	15,00	0,59	1	0,59	1,45
5	Круглошліфувальна	10,00	0,39	1	0,39	2,18
6	Плоскошліфувальна	16,00	0,63	1	0,63	1,36
7	Електроерозійна	2,00	0,08	1	0,08	10,88
				Сума:	7	25,65

$T_{шт.}$ - штучний час, m_p - кількість необхідного обладнання, P - кількість робочих на кожній операції, $\eta_{з.ф}$ - фактичний коефіцієнт завантаження робочого місця, O - кількість операцій, виконуваних на даному робочому місці.

Річний обсяг випуску виробів N_p 8000 шт.
Дійсний річний фонд часу роботи обладнання $F_{д.о}$ 4015 годин
Нормативний коефіцієнт завантаження обладнання $\eta_{з.н}$ 0,85

Коефіцієнт закріплення операцій $K_{з.о}$

10,66

ТИП ВИРОБНИЦТВА

Середньосерійний

Визначення розміру партії запуску n

Кількість робочих днів на рік k 254 дн.
Період запуску a 24 дн.

Партія запуску n

756 шт.

ДОДАТОК Г

КРЕСЛЕННЯ МАРШРУТНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

ТМ 20510109-02 МТ		№ операції	Назив операції / Установлення	Технологічне оснащення	№ операції	Назив операції / Установлення	Технологічне оснащення	Операційні ескизи	Технологічне оснащення
065	Крулошліфувальна верстат мод. 3У12В	065	Крулошліфувальна верстат мод. 3У12В	Патрон А2-6 #254; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець S25S TELAR 12-Z T18105; Фреза CFM 8 4080M T15525; Фреза TSE 5 4050M T15525; Сверло DORNEMER 12 A022; Сверло DORNEMER 6 A022; Блок E2-40x25 ГОСТ 24-800-81; Блок E2-40x25 ГОСТ 24-800-81; Циркуль патрон; Линейка 200 мм 0101832; ДМ 69877 А01/Б; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Кутникер ГОСТ 5378-88; Зразки шорсткості ГОСТ 9378-83; Калібр спеціальний для лазів 10Н1; Калібр скоба палітра «90Н1 8113-0157 ГОСТ 6507-80	Патрон А2-6 #254; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець PCNL 2525-M12 T18105; Резець S25S TELAR 12-Z T18105; Фреза CFM 8 4080M T15525; Фреза TSE 5 4050M T15525; Сверло DORNEMER 12 A022; Сверло DORNEMER 6 A022; Блок E2-40x25 ГОСТ 24-800-81; Блок E2-40x25 ГОСТ 24-800-81; Циркуль патрон; Линейка 200 мм 0101832; ДМ 69877 А01/Б; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89; Кутникер ГОСТ 5378-88; Зразки шорсткості ГОСТ 9378-83; Калібр спеціальний для лазів 10Н1; Калібр скоба палітра «90Н1 8113-0157 ГОСТ 6507-80	Операційні ескизи	Технологічне оснащення		
066	Ленточний верстат	066	Ленточний верстат	Плати малярна 7208-0001 ГОСТ 16528-87; Шліфувальний круг Шліфувальний круг 35# / ГОСТ 2424-83 Опрацювання МК 25-50 ГОСТ 6507-80 Зразки шорсткості ГОСТ 9378-83;	066	Ленточний верстат	Плати малярна 7208-0001 ГОСТ 16528-87; Шліфувальний круг Шліфувальний круг 35# / ГОСТ 2424-83 Опрацювання МК 25-50 ГОСТ 6507-80 Зразки шорсткості ГОСТ 9378-83;	Операційні ескизи	Технологічне оснащення
067	Полірувальна верстат мод. 3Е7108-1	067	Полірувальна верстат мод. 3Е7108-1	Полірувальна верстат мод. 3Е7108-1	067	Полірувальна верстат мод. 3Е7108-1	Полірувальна верстат мод. 3Е7108-1	Операційні ескизи	Технологічне оснащення
068	Електрошліфувальна верстат	068	Електрошліфувальна верстат	Електрошліфувальна верстат	068	Електрошліфувальна верстат	Електрошліфувальна верстат	Операційні ескизи	Технологічне оснащення
069	Сверлильний верстат	069	Сверлильний верстат	Сверлильний верстат	069	Сверлильний верстат	Сверлильний верстат	Операційні ескизи	Технологічне оснащення
070	Машинний верстат	070	Машинний верстат	Машинний верстат	070	Машинний верстат	Машинний верстат	Операційні ескизи	Технологічне оснащення

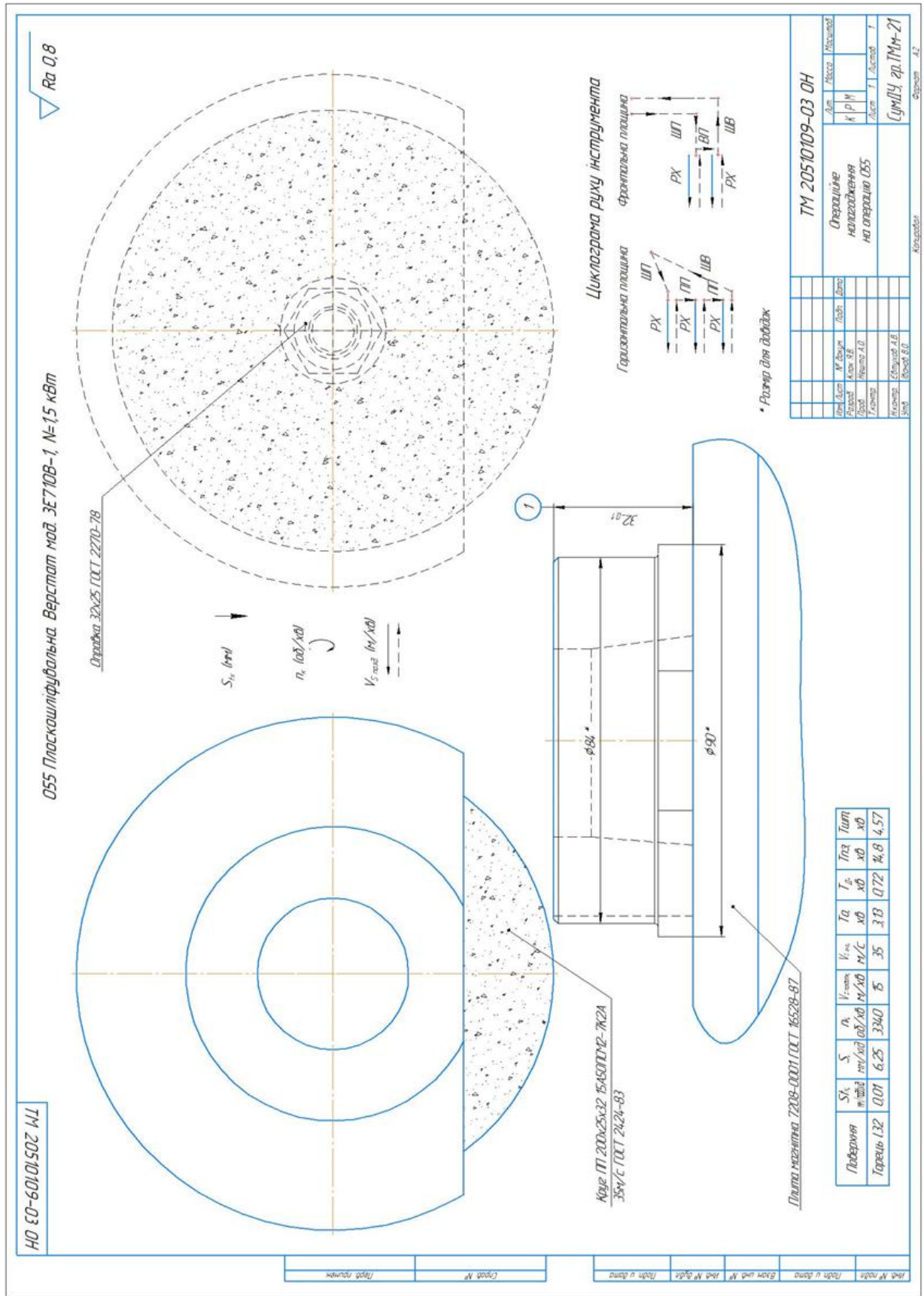
ТМ 20510109-02 МТ

№	Відп.	Відп.	Відп.	Відп.
1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20

(всього ар. 15м-21)

ДОДАТОК Д

КРЕСЛЕННЯ ОПЕРАЦІЙНОГО НАЛАГОДЖЕННЯ



Лист	Маса	Масштаб
1		

ТМ 20510109-03 ОН

Операційне налагодження на операцію 055

Суміш ар.ПМ-21

Лист № розр.

Вказ. № розр.

Лист у ділян.

Лист № розр.

Лист № ділян.

Лист у ділян.

Лист № розр.

Лист № ділян.

Лист у ділян.

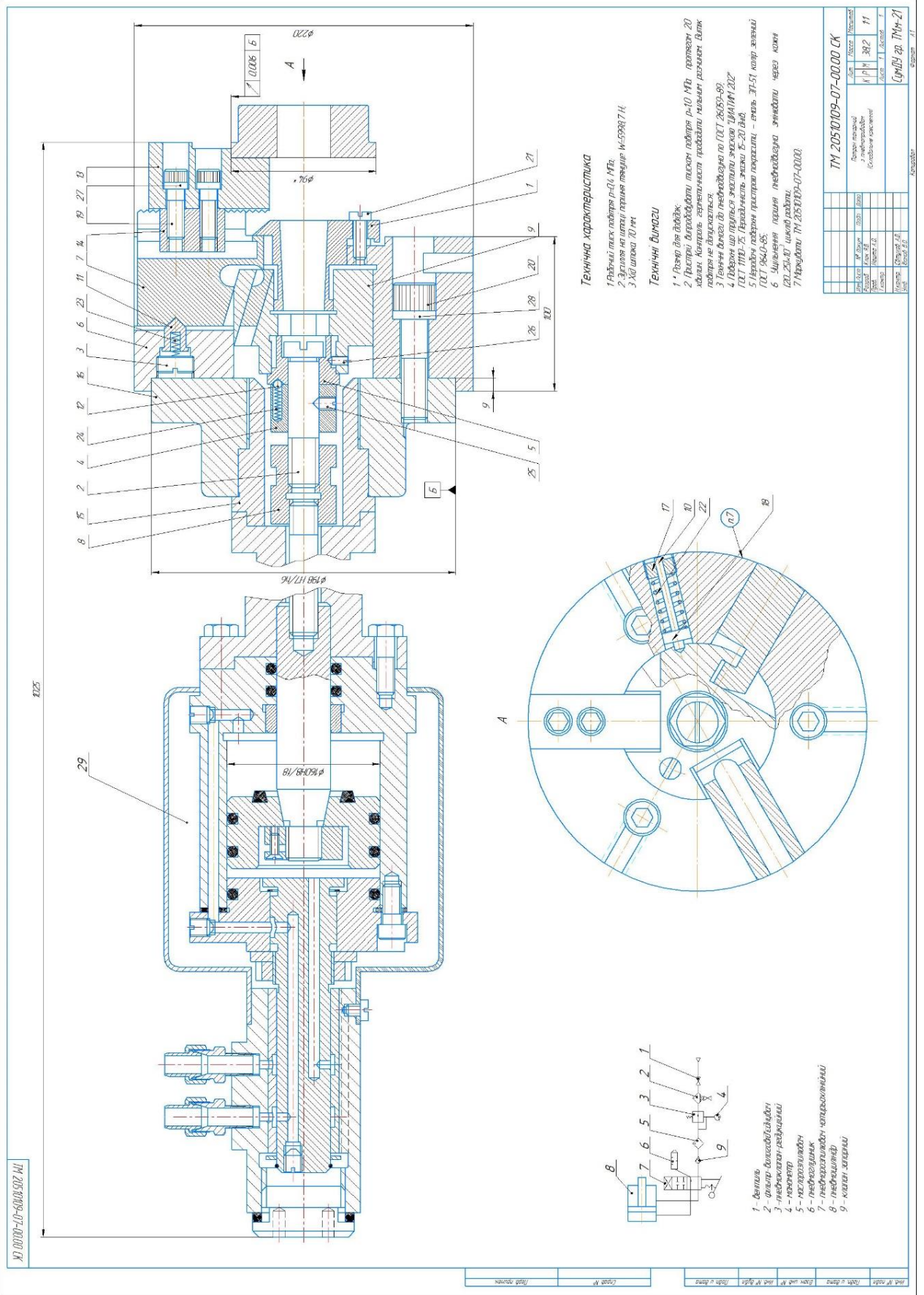
ДОДАТОК Е

СПЕЦИФІКАЦІЯ НА ВЕРСТАТНИЙ ПРИСТРІЙ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Замітки
□	□	□	□	<u>Документація</u>	□	□
A1□	□	□	TM-20510109-07-00.00-СК□	Складальне креслення	□	□
□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	<u>Складальні одиниці</u>	□	□
□	□	29□	TM-20510109-07-01.00□	<u>Пневмокамера</u>	1□	□
□	□	□	□	□	□	□
□	□	□	□	<u>Деталі</u>	□	□
□	□	1□	TM-20510109-07-00.01□	Втулка	1□	□
□	□	2□	TM-20510109-07-00.02□	Гвинт	1□	□
□	□	3□	TM-20510109-07-00.03□	Пружинний штифт	3□	□
□	□	4□	TM-20510109-07-00.04□	Гільза	1□	□
□	□	5□	TM-20510109-07-00.05□	Обойма	1□	□
□	□	6□	TM-20510109-07-00.06□	Корпус	1□	□
□	□	7□	TM-20510109-07-00.07□	Кулачок	3□	□
□	□	8□	TM-20510109-07-00.08□	Втулка	1□	□
□	□	9□	TM-20510109-07-00.09□	Муфта	1□	□
□	□	10□	TM-20510109-07-00.10□	Штифт	3□	□
□	□	11□	TM-20510109-07-00.11□	Упор	3□	□
□	□	12□	TM-20510109-07-00.12□	Підкладка	3□	□
□	□	13□	TM-20510109-07-00.13□	Накладний кулачок	3□	□
□	□	14□	TM-20510109-07-00.14□	Сухар	3□	□
□	□	15□	TM-20510109-07-00.15□	Маточина	1□	□
□	□	16□	TM-20510109-07-00.16□	Фланець	1□	□
□	□	17□	TM-20510109-07-00.17□	Планка	3□	□
□	□	18□	TM-20510109-07-00.18□	Стопор	3□	□
□	□	19□	TM-20510109-07-00.19□	Гвинт	6□	□
□	□	20□	TM-20510109-07-00.20□	Гвинт	3□	□
□	□	□	□	□	ТМ-20510109-07-00.00□ Патрон токарний з пневмоприводом□ СумДУ-гр. ТМ.м-21□	
□	□	□	□	□		
Изм.	Лист	№ документа	Поз.	Дата		
Розроб.	Клок Я.В.		□	□		
Пров.	Ненца А.О.		□	□		
Н. бюрос	□		□	□		
Н. контр.	Євдокимов А.В.		□	□		
Утв.	□		□	□		

ДОДАТОК Ж

КРЕСЛЕННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ



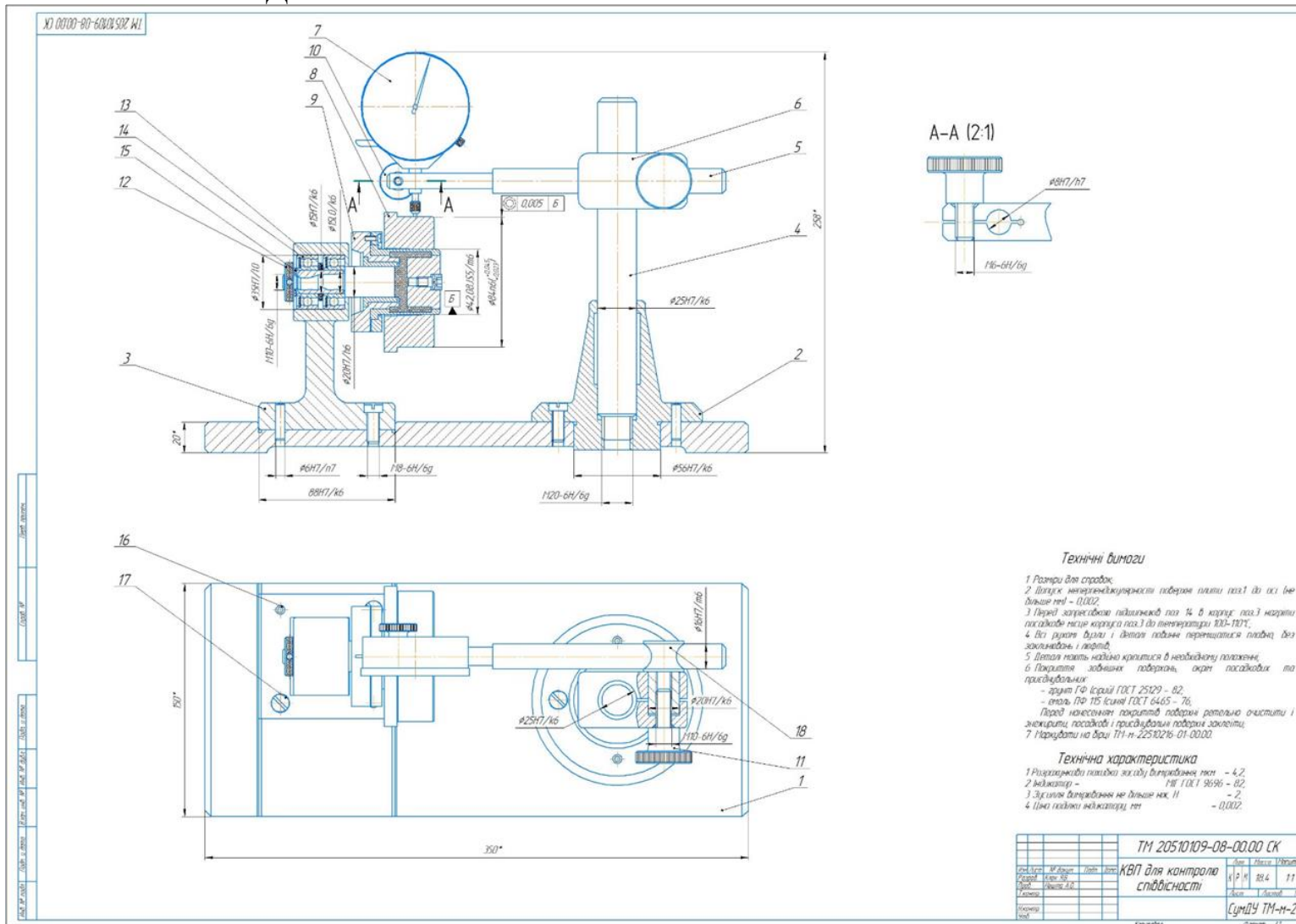
ДОДАТОК К

СПЕЦИФІКАЦІЯ НА КОНТРОЛЬНО-ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Кількість	Замітки
				<u>Документація</u>		
A1			TM-20510109-08-00.00-СК	Складальне креслення		
				<u>Деталі</u>		
		1	TM-20510109-08-00.01	Плита	1	
		2	TM-20510109-08-00.02	Оправка-стрижня	1	
		3	TM-20510109-08-00.03	Корпус	1	
		4	TM-20510109-08-00.04	Нерухомий-стрижень	1	
		5	TM-20510109-08-00.05	Рухомий-стрижень	1	
		6	TM-20510109-08-00.06	Кронштейн	1	
		18	TM-20510109-08-00.18	Втулка-фіксувач	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10	TM-20510109-08-00.10	Гвинт-М6х12-ГОСТ-21331-75	1	
		11	TM-20510109-08-00.11	Гвинт-М10х1,25х25-ГОСТ-21331-75	1	
		12	TM-20510109-08-00.12	Гайка-М10х1,25-6Н-ГОСТ-8381-73	1	
		13	TM-20510109-08-00.13	Кільце-СП-23-14-2,5-ГОСТ-6308-71	1	
		14	TM-20510109-08-00.14	Підшипник-160502-ГОСТ-8882-75	2	
		15	TM-20510109-08-00.15	Кільце-захисне-2-18х10-ГОСТ-14896-84	1	
		16	TM-20510109-08-00.16	Штифт-6х24-ГОСТ-3128-70	4	
		17	TM-20510109-08-00.17	Гвинт-М8-6х20,35-ГОСТ-92-0725-72	4	
				<u>Інші вироби</u>		
		7	TM-20510109-08-00.07	Індикатор-годинниковий-МІГ-2	1	
		8	TM-20510109-08-00.08	Деталь-«Матриця»	1	
		9	TM-20510109-08-00.09	Оправка-гідропластова-в-зборі	1	
				TM-20510109-08-00.00		
Изм.	Лист	№ документа	Подп.	Дата		
Разраб.		Клок Я.В.				
Пров.		Нешта А.О.				
Н. бюро						
Н. клас		Белухов А.В.				
КВП-для контролю-співвісності					Лист	Листів
КВП-для контролю-співвісності					К	Р
КВП-для контролю-співвісності					М	1
КВП-для контролю-співвісності						1
КВП-для контролю-співвісності					TM-217	

ДОДАТОК Л

СКЛАДАЛЬНЕ КРЕСЛЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ



ДОДАТОК Н – Охорона праці та безпека в НС

Створення безпечних умов праці на виробництві було і залишається одним з головних пріоритетів. Найбільшою цінністю держави є людина – це означає, що для кожного конкретного працівника повинні бути створені безпечні умови на виробництві.

Безпека праці являє собою сукупність вимог, встановлених законодавчими актами, нормативно-технічними та проектними документами, правилами та інструкціями, виконання яких забезпечує безпечні умови праці і регламентує поведінку працюючого, по [34].

Безпека людини – це поняття, що відображає саму суть людського життя, її ментальні, соціальні і духовні надбання. Безпека людини є невід'ємною складовою характеристики стратегічного напрямку людства, що визначений ООН як «сталий людський розвиток», такий розвиток, який веде не тільки до економічного, а й до соціального, культурного, духовного зростання, що сприяє гуманізації менталітету громадян і збагаченню позитивного загальнолюдського досвіду.

Небезпечна зона – це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини. Небезпека локалізована навколо рухомих елементів: ріжучого інструменту, оброблюваних деталей, планшайби, зубчастих, ремінних та ланцюгових передач, робочих столів верстатів, конвеєрів, що переміщуються підйомно-транспортних машин, вантажів і т.д. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою ураження електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки.

Засоби захисту працюючих за характером їх застосування поділяються на дві категорії: колективні та індивідуальні.

Засоби колективного захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи:

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць;
- нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць;
- засоби захисту від іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів, виробів, заготовок, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на: ізолюючі костюми, засоби захисту органів дихання, спеціальний одяг, спеціальне взуття, засоби захисту рук, голови, обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

- охоронні;
- запобіжні;
- блокуючі;
- сигналізуючі;
- системи дистанційного керування; спеціальні пристрої (вентиляція, освітлення, глушники шуму, заземлення);
- індивідуальні захисні засоби (ЗІЗ).

Загальні вимоги до засобів захисту:

- створення оптимальних умов для трудової діяльності
- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту.

Захисні пристрої – це засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону. Захисні пристрої: стаціонарні (незнімні); рухомі (знімні), переносні. Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих ечовин. Конструктивно вирішення цього питання залежить від різновидів устаткування, місця роботи працівника, специфіки шкідливих виробничих факторів, що супроводжують технологічний процес.

Стаціонарні огорожі демонтуються лише періодично. Вони виконуються так, що пропускають оброблювану деталь, але не пропускають руки робочого. Такі огорожі можуть бути повними, коли локалізується небезпечна зона разом із машиною, або частковою, коли ізолюється лише небезпечна частина машини.

Рухома огорожа закриває доступ в робочу зону при настанні небезпечного моменту (особливо поширено у верстатобудуванні).

Переносні огорожі використовуються при ремонтних і налагоджувальних роботах для захисту від випадкових дотиків до струмопровідних частин, а також від механічних травм і опіків. Крім того, їх застосовують на постійних робочих місцях зварювачів.

Запобіжні захисні засоби застосовуються для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра за межі допустимих значень. На установках, що працюють під тиском більше атмосферного, використовуються запобіжні клапани важеля, пружинного і мембранного типу.

Блокуючі пристрої виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний чинник на час перебування людини в цій.

Сигналізуючі пристрої – це засоби інформації про роботу технологічного устаткування, а також про небезпечні і шкідливі чинники, які при цьому виникають. За призначенням системи сигналізації діляться на оперативні; попереджуючі; пізнавальні..

До сигналізуючих пристроїв візуальної інформації можна віднести опізнавальне забарвлення трубопроводів, електропроводів і знаки безпеки.

Трубопроводи фарбують в наступні кольори: вода – зелений; пара – червоний; повітря – синій; горючі і негорючі гази - жовтий; кислоти – оранжевий; луж – фіолетовий, горючі рідини – коричневий; інші речовини – сірий.

Електричні дроти по приналежності виконують з ізоляцією наступних кольорів: чорний – для провідників в силових ланцюгах; червоний – для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації змінного струму; синій – для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації постійного струму; зелено-жовтий (двобарвний) – для провідників в ланцюгах заземлення; блакитний – для провідників, сполучених з нульовим дротом і не призначених для заземлення.

Знаки безпеки широко застосовуються практично у всіх сферах діяльності, на транспорті, наприклад: що забороняють (не включати – працюють люди; наскрізний проїзд заборонений); застережливі (стій – напруга; не влізай – уб'є; небезпечний поворот); що вирішують (працювати тут); вказівні (заземлено).

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відносяться: ізолюючі костюми; засоби захисту органів дихання (респіратори, марлеві пов'язки, протигази і ін.); спецодяг (костюми, фуфайки, халати і ін.); спецвзуття (черевики, чоботи і ін.); засоби захисту голови (каска, шапки і ін.); засоби захисту особи, очей, органів слуху; захисні дерматичні засоби.

Відповідно до вимог техніки безпеки, викладеними в стандартах ДСТУ:

– для запобігання контакту робочого з рухомими частинами обладнання, передбачити відповідно до застосування додаткових захисних пристроїв, відповідних вимогам. Це, зокрема, додаткові огороження, що закривають рухомі частини

обладнання (супорт, стіл, інструментальний магазин верстата);

– відповідно до пристосування в комплекті з гідроприводом передбачити запобіжні пристрої – зворотні клапани для запобігання розкріплення деталей при раптовому припиненні подачі масла;

– для запобігання замикання через тіло людини електричного кола з підвищеним значенням напруги відповідно передбачаються наступні заходи: підключення виробничого обладнання до заземлювального пристрою; наявність подвійної або посиленої ізоляції з пробивним напругою не менше 4000 В; на кожному робочому місці близько верстата повинні бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони, а за шириною не менше 0,6 м від частин верстата. Передбачається також застосування засобів індивідуального захисту (гумові калоші, килимки);

– для забезпечення освітленості робочих місць передбачити використання додаткових світильників місцевого освітлення на токарних операціях;

– для запобігання контакту робочого з поверхнями мають гострі кромки, задирки, шорсткість передбачити індивідуальні засоби захисту (рукавиці);

– для обмеження зони поширення стружки використовувати захисні екрани, як стаціонарно встановлені на обладнанні, так і окремо. На металорізальних верстатах зону обробки закривати захисними кожухами;

– для запобігання контакту робочого з поверхнями мають підвищену температуру (в основному поверхні обладнання, інструменту, стружки і оброблюваних деталей) використовувати захисні кожухи, індивідуальні засоби захисту (рукавиці). Для зниження температури в зоні різання використовувати МОР;

– для зменшення рівня шумів на робочому місці передбачити раціональну розстановку устаткування, що враховує фактор спрямованості, рекомендувати для облицювання стін і стель використовувати шумопоглинаючі матеріали для покриття внутрішніх поверхонь виробничих будівель, уникати по можливості переривчастого різання;

– для зменшення вібрації використовувати віброізоляцію обладнання. У конструкції виробничого обладнання передбачити виконання всіх вимог вібраційної безпеки. Уникати переривчастих процесів різання. Для підтримки обладнання у відповідності з його технічними характеристиками передбачити систему планово – попереджувальних ремонтів;

– для недопущення перевищення гранично-допустимих значень концентрацій шкідливих речовин і пилу в повітрі робочої зони зазначених використовувати систему загальнообмінної вентиляції та очищення повітря.

Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація (НС) – стан, при якому в результаті виникнення джерела надзвичайної ситуації на об'єкті, визначеній території порушуються нормальні умови життя і діяльності людей, виникає загроза життю і здоров'ю, завдається шкода населенню, народному господарству, навколишньому природному середовищу.

За характером джерел виникнення НС діляться на:

- а) природні явища і процеси;
- б) техногенні промислові аварії і катастрофи (радіаційні, хімічні, біологічні, гідродинамічні аварії);
- в) пожежі, вибухи, небезпечні пригоди на транспорті або транспортні аварії;
- г) інфекційні хвороби людей (епідемії);
- д) криміногенні.

Осередком ураження називається територія з розташованими на ній будівлями, спорудами, інженерними мережами, комунікаціями, обладнанням і людьми, які постраждали від руйнування або зараження в результаті виникнення НС.

Безпека в НС – стан захищеності населення.

Захищеність в НС – стан, при якому запобігають, долають або гранично знижують негативні наслідки виникнення потенційних небезпек при НС для людей.

Одним з основних способів захисту є своєчасний і швидкий вивіз людей з небезпечної зони, тобто евакуація.

Вид евакуації визначається видом, характером і умовами НС. Екстрена евакуація викликається швидкоплинними накопиченнями негативних факторів в зоні НС або від самого початку високими рівнями цих факторів. У числі заходів щодо захисту персоналу підприємства, які розробляються об'єктовою комісією, вказуються дії по евакуації, як при загрозі так і при виникненні НС.

Питання евакуації для вивчення включаються в тематику занять робітниками і службовцями в системі цивільної оборони. З урахуванням аналізу визначається вид евакуації, проводиться розрахунок службовців і робітників, встановлюються заходи щодо безаварійної зупинки виробництва, намічаються схеми руху евакуйованих із зони НС до пунктів тимчасового розміщення.

Керівник об'єктової комісії з НС приймає одне з рішень:

- а) провести евакуацію всередині цеху;
- б) вивести персонал за межі об'єкта;
- в) застосувати комбінований метод.

На проектованій ділянці повинен бути передбачений план евакуації.

У цеху повинні бути передбачені первинні засоби пожежогасіння:

- а) ящики з піском;
- б) пожежні відра;
- в) лопати;
- г) пожежний інструмент (лом, сокира);
- д) вогнегасники.

Відповідно до ГОСТ 12.1.004-91 планування будівель і споруд повинні забезпечувати швидку евакуацію людей у разі виникнення пожежі.