

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра механічної інженерії та технології машинобудування

**Кваліфікаційна робота
на правах рукопису**

ОСТАПЕНКО АНДРІЙ ПЕТРОВИЧ

УДК 621.9

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ
РЕВОЛЬВЕРНОЇ ГОЛОВКИ ДЛЯ ТОКАРНИХ ВЕРСТАТІВ
СЕРЕДНЬОГО ТИПОРОЗМІРУ**

133 «Галузеве машинобудування»

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

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

_____ Остапенко А.П.

Керівник роботи

Шубенко В.О.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир - 2025

АНОТАЦІЯ

Остапенко А.П. Модернізація конструкції інструментальної револьверної головки для токарних верстатів середнього типорозміру. - Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування». – Поліський національний університет, Житомир, 2025 р.

В першому розділі здійснено аналіз типових конструкцій інструментальних головок із визначенням впливу їх технічних параметрів на ефективність та точність обробки. Розглянуто конструктивні особливості наявних інструментальних головок токарних оброблювальних центрів. Також описано нормативні вимоги до технічних характеристик, точності параметрів та технологічних можливостей токарних оброблювальних центрів, пов'язаних з інструментальними головками.

В другому розділі виконано аналіз технічних характеристик і точності параметрів типових конструкцій інструментальних головок. Досліджено точність фіксації револьверних головок на верстатах мод. 1П420ПФ40, 1В340Ф30, 1341, а також результати експериментальних перевірок жорсткості закріплення цих головок і точності закріплення інструментальних тримачів у їх отворах.

Третій розділ містить опис і розрахунки нових конструктивних елементів інструментальних головок. Модернізовано конструкцію модульної револьверної інструментальної головки на основі головки верстата 1П420ПФ40. Описано методи покращення швидкодії та системи вибору напрямку повороту головки. Запропоновано універсальний підхід для визначення найкоротшого шляху повороту інструментальних магазинів. Наведено схеми та розрахунки для забезпечення точності базування та стабільності закріплення головки як модульної конструкції. Вбудовано системи безконтактних датчиків для пошуку позицій револьверних головок і контролю їх фіксації.

Ключові слова: токарний верстат, інструментальна револьверна головка, модернізація.

ANNOTATION

Ostapenko A.P. Modernization of the design of the tool turret for medium-sized lathes. - *Qualification work in the form of a manuscript.*

Qualification work for the first bachelor's degree in specialty 133 "Industrial mechanical engineering". - Polesie National University, Zhytomyr, 2025.

The first section analyzes typical designs of tool heads with the determination of the influence of their technical parameters on the efficiency and accuracy of processing. The design features of existing tool heads of turning machining centers are considered. The regulatory requirements for technical characteristics, accuracy of parameters and technological capabilities of turning machining centers associated with tool heads are also described.

The second section analyzes the technical characteristics and accuracy of parameters of typical designs of tool heads. The accuracy of fixing turret heads on machine tools of mod. 1P420PF40, 1V340F30, 1341, as well as the results of experimental tests of the rigidity of fastening of these heads and the accuracy of fastening of tool holders in their holes.

The third section contains a description and calculations of new structural elements of tool heads. The design of a modular turret tool head based on the 1P420PF40 machine head has been modernized. Methods for improving the speed and system for selecting the direction of rotation of the head are described. A universal approach is proposed for determining the shortest path of rotation of tool magazines. Schemes and calculations are given to ensure the accuracy of basing and stability of fastening the head as a modular design. Non-contact sensor systems are built in to search for the positions of turret heads and control their fixation.

Keywords: lathe, tool turret head, modernization.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ	5
1.1. Аналіз існуючих конструкцій інструментальних головок.....	5
1.2. Нормативні вимоги до технічних характеристик, точнісних параметрів і технологічних можливостей токарних верстатів, пов'язаних з інструментальними головками.....	16
2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	21
2.1. Точність базування інструментальних тримачів і іншого оснащення в револьверних головках.....	21
2.2. Розрахунок зусиль закріплення і жорсткості інструментальних головок.....	25
3. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ РЕВОЛЬВЕРНОЇ ГОЛОВКИ І ЇЇ ОПТИМІЗАЦІЯ	30
3.1. Удосконалення швидкодії і системи вибору напрямку повороту револьверної головки.....	30
3.2. Вбудова системи безконтактних датчиків пошуку позицій револьверних головок і контролю їх закріплення.....	36
3.3. Моделювання револьверної головки в програмному продукті SolidWorks.....	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	43
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Остапенко А.П.			<i>Пояснювальна записка</i>		
Перевір.		Шубенко В.О.					
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.		Медведський О.В.					
					Літ.	Арк.	Акрушів
					ПНУ, група ГМз-21+23ск		

ВСТУП

Актуальність теми. Токарно-револьверні верстати різного ступеня автоматизації вироблялися у двох виконаннях: із горизонтальною віссю револьверної головки (моделі 1Г340П, 1341) та із вертикальною віссю револьверної головки (моделі 1В340П, 1Е340П, 1В340Ф30).

Аналіз виробництва верстатів цих типів провідними компаніями у галузі машинобудування на основі звітів з останніх виставок і ярмарків (Ганновер, Мілан, Париж) показав суттєві зміни в компонуванні цих машин. Особливо це стосується автоматизованих моделей, призначених для дрібносерійного виробництва, які автоматично змінюють режими різання залежно від положення револьверної головки та забезпечують зупинку супорта у крайніх, наперед заданих положеннях за допомогою упорів.

Відомо, що верстати із горизонтальною віссю револьверної головки, яка розташована паралельно осі шпинделя (наприклад, моделі 1Г340П), призначені для обробки заготовок із пруткового матеріалу діаметром до Ø400 мм і простих за формою. Це обмеження пояснюється впливом розмірів заготовок на кількість та виліт інструментів у револьверній головці.

На верстаті моделі 1Г340П під час обробки прутків діаметром Ø40 мм та довжиною 100–120 мм можна встановити до 10 інструментів, хоча наявні 16 інструментальних отворів. При діаметрі заготовки Ø100 мм кількість інструментів зменшується до 6–8, а для Ø200 мм і більше – лише кілька інструментів. Таким чином, ці верстати призначені для роботи з прутками обмеженого діаметра.

Через це виникла потреба у розробці токарно-револьверних верстатів із вертикальною віссю револьверної головки, представниками яких є моделі 1В340П, 1Н318 і 1Н318Р.

Ці верстати, маючи лише 6–8 позицій у револьверній головці, для забезпечення обробки як пруткових заготовок, так і штучних деталей оснащуються двохкоординатним супортом із 4-позиційним різцетримачем, що розширює технологічні можливості верстатів. Водночас це ускладнює виготовлення, збільшує вартість обладнання та ускладнює управління через

						Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідність відводити один із супортів у безпечне положення під час роботи іншого.

На основі аналізу недоліків двох типів токарно-револьверних верстатів розроблено нову конструкцію револьверної головки, яка усуває ці недоліки та значно розширює технологічні можливості для обробки деталей з прутків і штучних заготовок.

Мета роботи. Оптимізація конструкції револьверної головки для токарних верстатів середнього типорозміру шляхом створення нових елементів конструкції, підвищення швидкодії, удосконалення системи вибору напрямку повороту, забезпечення точності базування та стабільності кріплення револьверної головки, а також інтеграції системи безконтактних датчиків для визначення позицій і контролю їх закріплення.

Для досягнення мети визначено такі **завдання**:

1. Провести аналіз типових конструкцій револьверних головок і оцінити їхній вплив на продуктивність та точність обробки.
2. Виконати патентний пошук інноваційних рішень ключових елементів револьверних головок.
3. Дослідити нормативні вимоги до технічних характеристик та точності оброблювальних центрів, пов'язаних із револьверними головками.
4. Теоретично обґрунтувати необхідні технічні параметри револьверних головок.
5. Проаналізувати результати досліджень характеристик і точності типових конструкцій головок.
6. Розробити та оптимізувати нові конструктивні елементи револьверних головок.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Основний текст роботи викладений на 38 сторінках, повний обсяг роботи становить 44 сторінки, включаючи 20 рисунків. Список використаних джерел нараховує 12 найменувань.

						Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Аналіз існуючих конструкцій інструментальних головок

1.1.1. Револьверні головки фірми DUPLOMATIC (Італія)

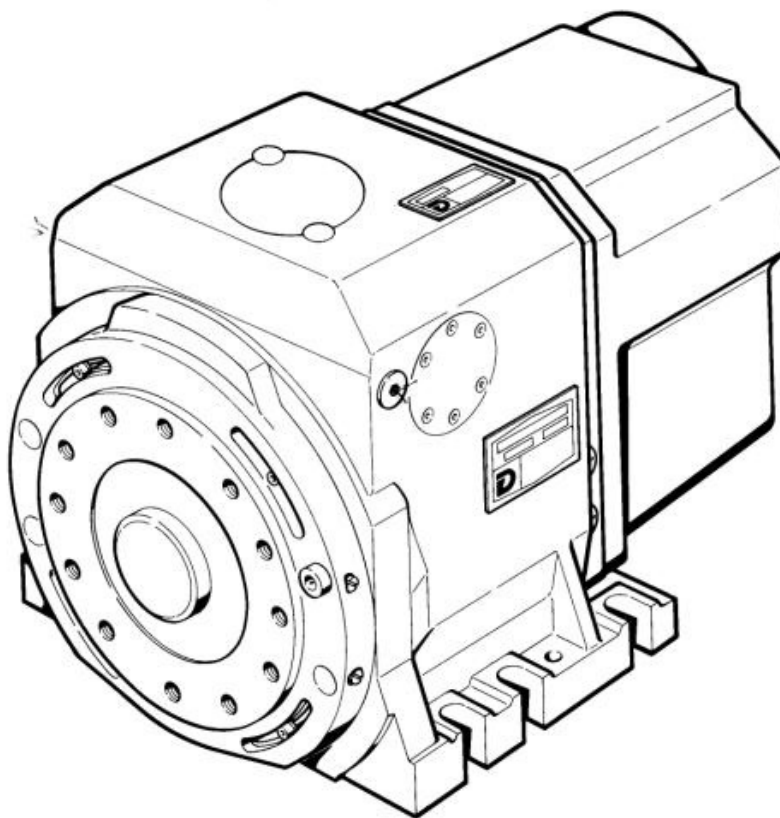


Рис.1.1. Револьверна головка фірми DUPLOMATIC (Італія)

Фірма Duplomatic випускає револьверні інструментальні головки з електромеханічним приводом, які призначені для використання у токарних і багатофункціональних токарних верстатах.

Новітня лінійка головок моделі BSV/N (рис. 1.1), створена для токарних верстатів, включає п'ять типорозмірів: 120, 160, 200, 250 і 320. Число у назві моделі вказує на подвоєну відстань від базової площини до осі обертання головки. Всі головки передбачають 8–12 інструментальних позицій, причому їхній поворот може здійснюватися у будь-якому напрямку.

						Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Час повороту головки становить:

- 30° (одна позиція) – від 0,55 до 1,78 с залежно від розміру, включаючи затиск.
- 180° – від 1,35 до 3,68 с.
- Кутова точність фіксації головки не перевищує 2".
- Максимальний тангенціальний момент на планшайбі варіюється в межах 700–1200 Н·м залежно від моделі.

Особливості конструкції:

- Револьверні головки виконують цикл розтиску, обертання і затиску за допомогою торцевого кулачка. Попередня індексація здійснюється через електромагніт, а точна позиція визначається за допомогою датчика кутового положення. Планшайба обертається без її підняття. Особлива плосkozубчата передача, розроблена компанією, підвищує точність фіксації шляхом усунення впливу зазору в шпонковому з'єднанні.

Для моделі BSV/N розроблено модульний привід обертання інструменту, який позначається аббревіатурою MDT. Він доступний у чотирьох типорозмірах головок: 120, 160, 200 і 250.

Привід обертання інструменту:

Передача обертання від електродвигуна здійснюється через зубчасті ремені до робочої позиції планшайби. Інструментальні головки, що потребують обертання, автоматично підключаються до приводу через кулачкову муфту. Напівмуфта приводиться в дію пневмо- чи гідроциліндром і очищується стисненим повітрям.

Параметри приводу:

- Для моделей малого розміру встановлюється привід потужністю 1,5 кВт із максимальним обертовим моментом 12 Н·м і частотою обертання до 3500 хв.⁻¹ (опційно до 4000 хв.⁻¹). Час підключення муфт – 1 с, роз'єднання – 0,5 с.

						Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Для більших головок використовується привід потужністю 3,5 кВт із моментом до 45 Н·м і частотою до 3000 хв.⁻¹. Маса приводів становить 22 і 30 кг відповідно.

Переваги модульного приводу:

Цей тип приводу дозволяє швидко перетворити звичайний токарний верстат у багатофункціональний завдяки простій кінематиці, яка забезпечує мінімальні втрати потужності та високу надійність у роботі.

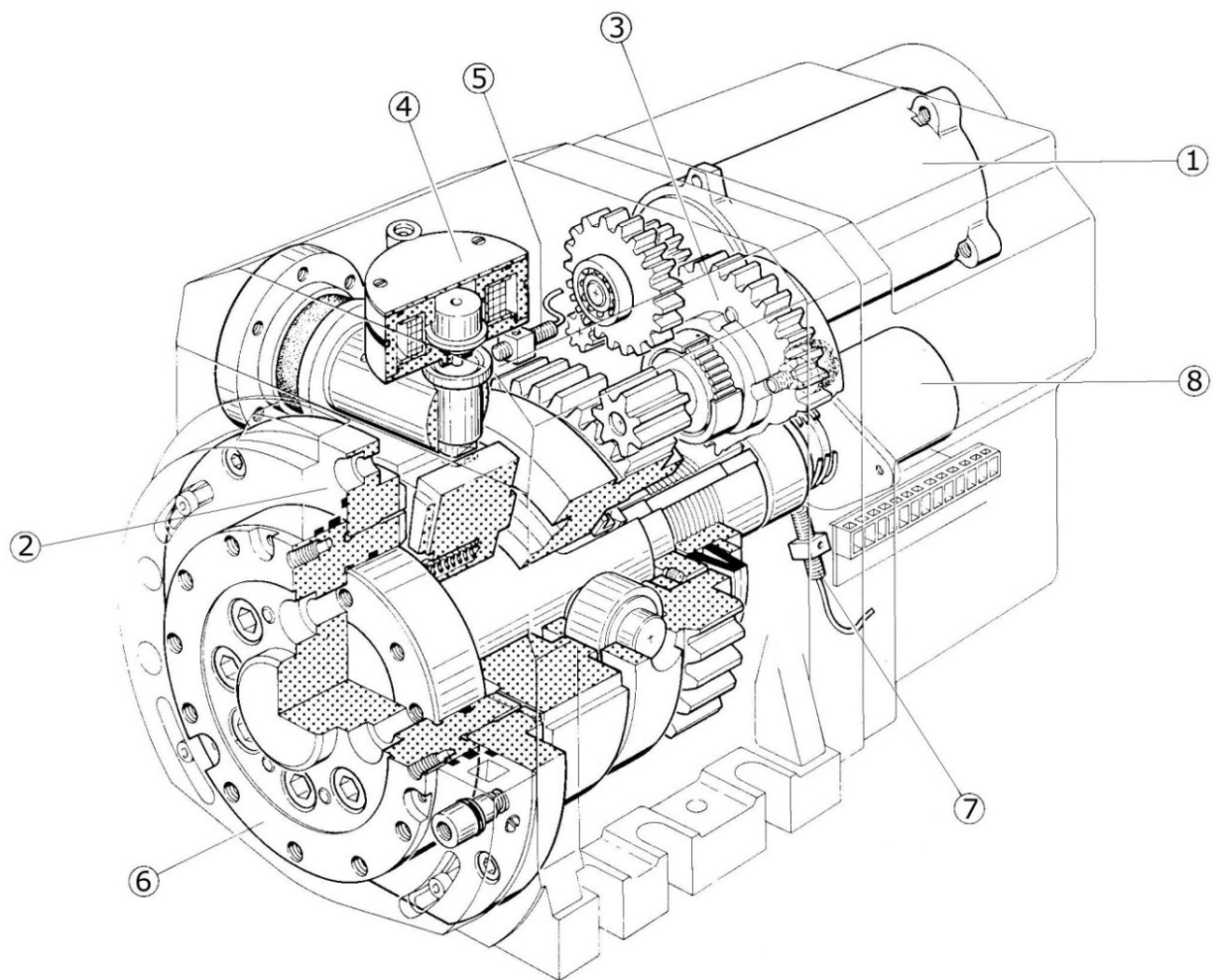


Рис.1.2. Конструкція револьверної головки фірми DUPLOMATIC моделі BSV/N: 1 – асинхронний електродвигун з термозахистом; 2 – фланець для підведення МОР; 3 – гальмо; 4 – електромагніт фіксатора; 5 – контроль фіксації; 6 – планшайба; 7 – контроль затиску; 8 – датчик кутового повороту

1.1.2. Револьверні головки з обертним інструментом

Фірма Baruffaldi (Італія) пропонує серію електромеханічних револьверних головок моделі RDW, доступних у п'яти типорозмірах: 150, 200, 250, 300 та 400. Ці головки оснащені вбудованим приводом для обертового інструменту, блоки якого розташовуються на торці інструментальної планшайби. Висота від опорної площини до осі обертання револьверної головки становить 75, 100, 125, 150 та 200 мм залежно від моделі.

Привід обертання інструменту включає регульований електродвигун, вал, що проходить через головку, і систему зубчастих передач. Передаточне відношення між валом двигуна та зубчастою напівмуфтою, яка підключається до інструментального блоку, варіюється залежно від розміру головки в діапазоні 1,25–2,007. Допустимий крутний момент на зубчастій напівмуфті становить 15–100 Н·м.

Розташування інструментальних блоків для осевого та радіального обертового інструменту демонструється на рис. 1.3.

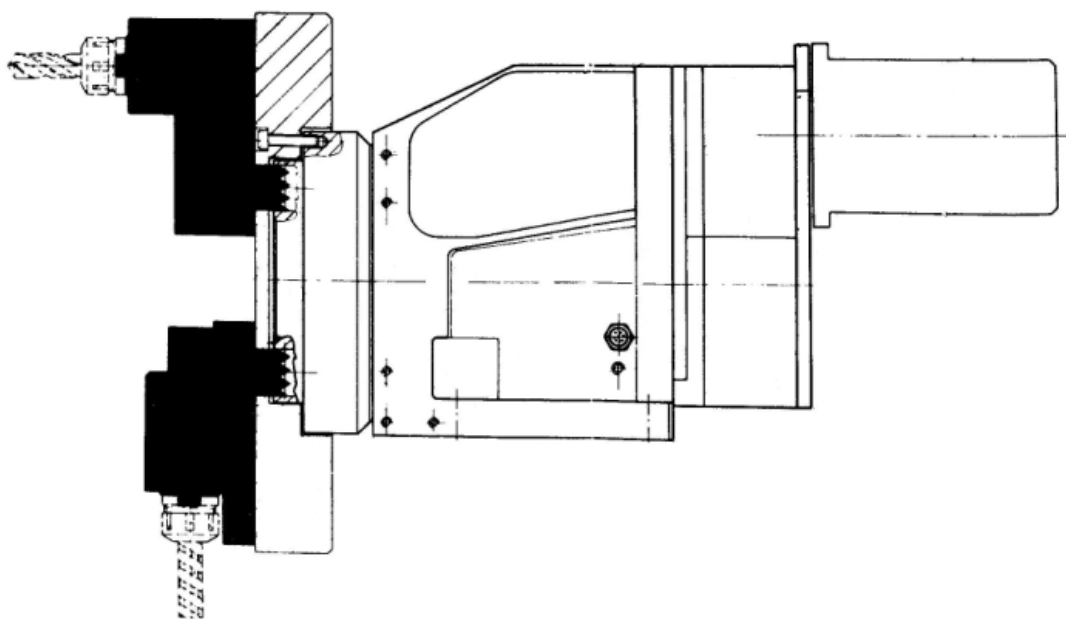


Рис.1.3. Установка інструментальних блоків на торці планшайби

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	8

Одночасно в головку можна встановити до чотирьох блоків серії DW, які доступні в чотирьох розмірах із різними передаточними відношеннями. Револьверні головки та блоки адаптовані для роботи на токарних верстатах. Завдяки тому, що привід для обертового інструменту інтегрований у головку, поруч із нею можуть бути розміщені інші компоненти конструкції верстата.

Особливості:

- Планшайба може доопрацьовуватися для установки токарних різців, а вільні позиції для обертового інструменту використовуються для закріплення токарного.
- Обертання інструменту відбувається виключно у робочій позиції, що виключає необхідність у захисних щитках для інших блоків.
- Передаточне відношення може підбиратися залежно від характеру виконуваних робіт.

Електродвигун приводу, розташований на протилежній стороні планшайби, може повертатися навколо осі головки на 45° або 90°, щоб уникнути контакту з іншими елементами верстата.

Револьверні головки забезпечують планшайби на 8 або 12 позицій. Ось обертання інструменту може бути суміщена з віссю повороту або зміщена на 30° чи 45°. У випадку зміщення, висота осі обертання інструменту зменшується залежно від розміру головки на 31,12; 42,43; 54,8; 63,64 або 87,68 мм.

На замовлення блоки можуть оснащуватися циліндричними виступами на торці для більшої стабільності. Подача мастильно-охолоджувальної рідини (MOP) здійснюється через блоки. У найменшому розмірі блоку передбачено кріплення інструменту діаметром до 16 мм, тоді як інші блоки оснащуються конічними отворами типу ISO 30, 40, 50. Фіксація блоків на планшайбі здійснюється за допомогою чотирьох болтів.

Для встановлення блоків обертового інструменту на периферії інструментальної планшайби компанія Baruffaldi (рис. 1.4) розробила електромеханічні револьверні головки моделі RDWR, доступні у трьох

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

типорозмірах: 150, 200 та 250. Привід для обертання інструменту забезпечується через регульований електродвигун, який передає рух через центральний вал і конічну зубчасту передачу. Головка має чотири позиції для обертового інструменту, а за необхідності кількість позицій може бути збільшена до шести.

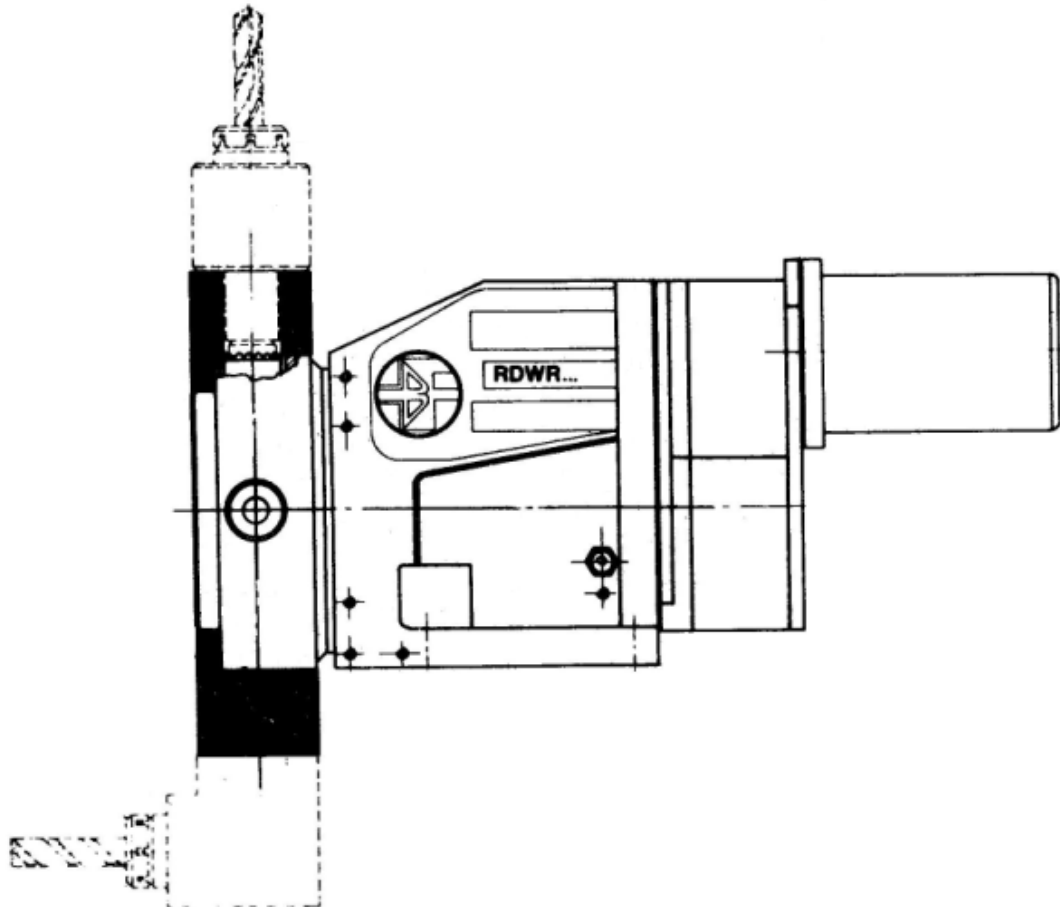


Рис.1.4. Установка інструментальних блоків на периферії планшайби

Для автоматизації заміни блоків обертового інструменту фірма представила нову конструкцію з циліндричним хвостовиком за стандартом DIN 3435, спеціально адаптовану для револьверних головок моделі RDW. Циліндричний хвостовик автоматично фіксується в отворах, які зазвичай використовуються для встановлення токарного інструменту. При цьому всі привідні компоненти блоку залишаються такими ж, як і в серії DW. Для кріплення інструменту використовується стандартний конус ISO 30.

						Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.3. Силова головка з автоматичною зміною інструменту

На підприємствах з дрібносерійним виробництвом активно впроваджуються металорізальні верстати, оснащені програмним управлінням. Особливу увагу серед них привертають моделі з автоматичною зміною інструменту.

Такі верстати, окрім усіх переваг програмно-керованого обладнання, забезпечують підвищення якості деталей за рахунок зниження впливу людського фактора та значно збільшують продуктивність, оскільки обробка здійснюється з мінімальною кількістю переналаштувань.

Автоматична заміна інструментів знаходить своє застосування переважно на свердлильно-розточувальних верстатах із позиційною системою програмного управління, зокрема на координатно-розточувальних, горизонтально-розточувальних і вертикальних свердлильно-розточувальних верстатах.

У цій статті розглядається несамохідна силова головка з функцією автоматичної зміни інструменту, призначена для виконання таких операцій, як свердління, розточування, зенкерування, розвертання, цековка, нарізання різьби та фрезерування. Технічні характеристики головки включають:

- Діапазон швидкості обертання шпинделя – від 36 до 2000 об/хв.
- Кількість швидкостей шпинделя – 36.
- Точність розточування – 3-й клас.
- Місткість магазину для інструментів – 12 позицій.
- Швидкість обертання магазину – 0,8 об/хв.
- Максимальний діаметр інструменту – 250 мм.
- Час заміни інструменту – 6–8 секунд.

Привод автоматичної зміни інструменту реалізовано на базі пневматичної системи, а керування циклом здійснюється автоматично за програмою, зчитуваною з перфострічки.

						Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ця силова головка може бути інтегрована в різні компонування верстатів або використана у складі автоматичних ліній. Установочні та робочі переміщення виконуються через приводи самого верстата. На рис.1.5 зображена головка, встановлена на верстаті, а на рис. 1.6 наведено її кінематичну схему.

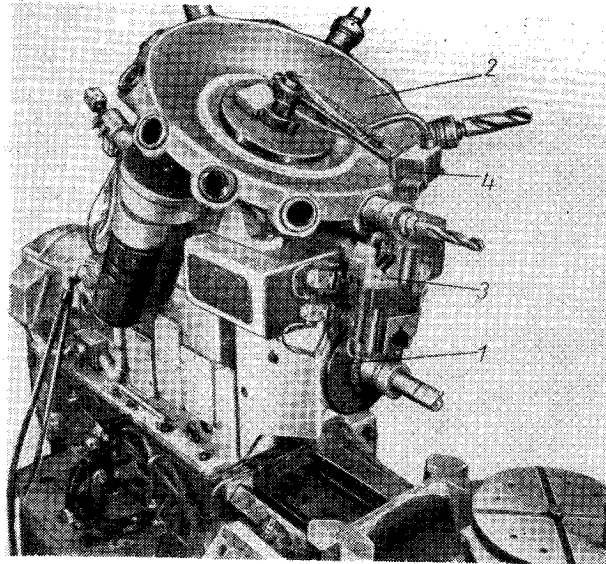


Рис.1.5. Силова головка, що встановлена на верстаті:

- 1 – шпиндель; 2 – магазин з інструментами;
3 – маніпулятор; 4 – датчик пошуку інструмента

Конструкція головки включає шпиндель 21 (рис. 1.6), його привід та механізм автоматичної заміни інструменту, що змонтовані в одному корпусі. Електродвигун постійного струму потужністю 4,5 кВт, з можливістю регулювання швидкості від 1000 до 3000 об/хв., у поєднанні з чотириступінчастою коробкою передач 22, яка керується чотирма електромагнітними муфтами 23, забезпечує 36 швидкостей обертання шпинделя в межах 36–2000 об/хв.

Пристрій для автоматичної заміни інструменту складається з магазину 6, його приводу, датчика 7 для визначення інструменту 8, маніпулятора та механізму закріплення інструментів у шпинделі. Магазин 6 має конічну форму, і вздовж його утворюючих поверхонь розташовані 12 інструментів,

						Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідних для виконання заданих операцій. Магазин нахилено під кутом 60° до горизонтальної площини, що забезпечує розташування осі інструменту, підготовленого до роботи, паралельно до осі шпинделя.

Обертання магазину здійснюється малоінерційним пневмодвигуном типу РПД-М, який передає рух через понижувальний редуктор 15.

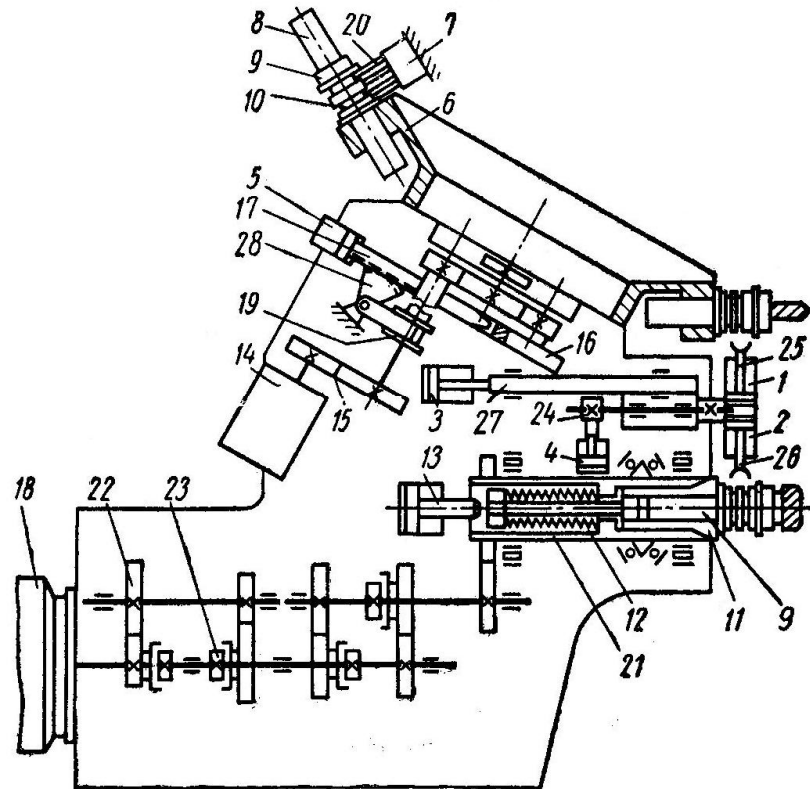


Рис.1.6. Кінематична схема силової головки

1.1.4. Автоматичні різцеві головки токарно-карусельних верстатів

На сьогодні актуальним завданням є автоматизація зміни позицій різцевих головок у токарних верстатах. Це сприяє підвищенню рівня автоматизації управління верстатами, скороченню допоміжного часу обробки, полегшенню праці оператора та створенню умов для інтеграції систем програмного управління.

					Арк.
					13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

На рис. 1.7 зображено автоматичний бічний супорт верстата моделі 42, розроблений компанією Gidding-Lewis (США). У порожнину 1 гідроциліндра 2 під тиском подається робоча рідина, в результаті чого штанга 4 зсувається вправо, а втулки 5 і 6, жорстко пов'язані між собою, починають обертатися. У сферичних виїмках втулки 6 і фланця 8 розташовані кілька пальців 7. У положенні затиснутої різцевої головки 9 ці пальці розташовані перпендикулярно до торцевих поверхонь втулки та фланця.

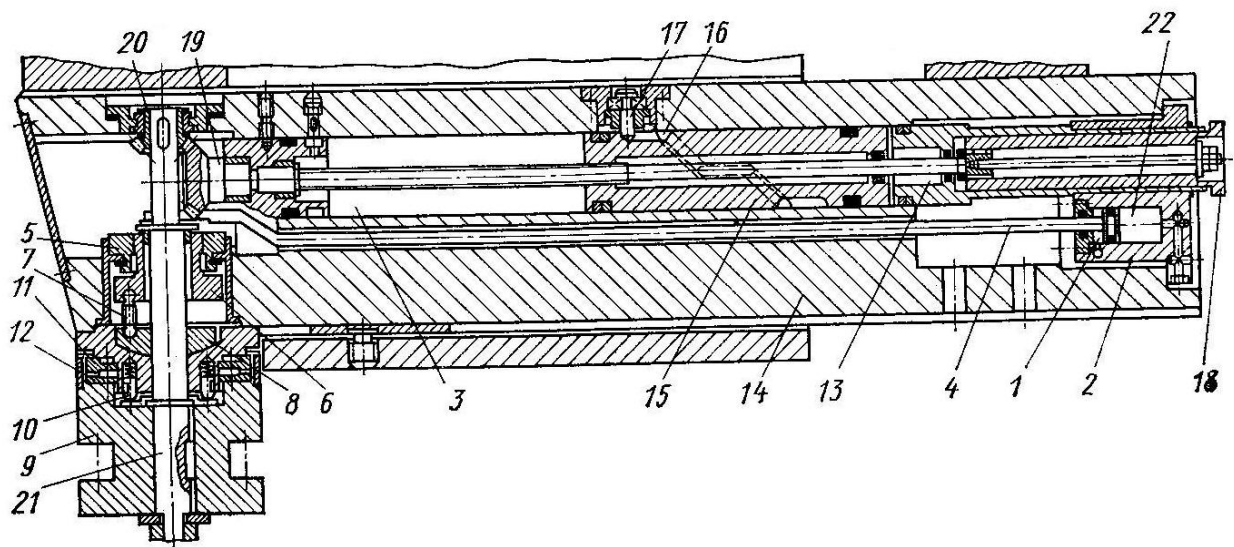


Рис.1.7. Автоматичний бічний супорт верстата моделі 42, розроблений компанією Gidding-Lewis (США)

При повороті втулки 6 пальці займають похиле положення щодо опорних поверхонь, через що сила притиску перестає діяти на різцеву головку 9. Завдяки підпружиненим штифтам 10 індексуючі зубчасті диски 11 і 12 виходять із зачеплення, що підготовлює різцеву головку до подальшого обертання.

Далі робоча рідина надходить у порожнину 13 гідроциліндра, розташованого в корпусі повзуна 14. Це викликає поступальний рух поршня 15, на периферії якого виконано фігурний паз 16 із чотирма поздовжніми та трьома спіральними ділянками. Завдяки взаємодії цього паза з пальцем 17 поршень 15 обертається навколо своєї осі. Обертання передається через вал-

					Арк.
					14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

шестірню 19 на конічне колесо 20, яке пов'язане з валом 21, а далі через шпонку – до корпусу різцевої головки 9.

Для повернення різцевої головки в попереднє положення робоча рідина подається в порожнину 3. Завершення обертання контролюється кулачком 18, який впливає на мікроперемикач. Потім рідина надходить у порожнину 22 гідроциліндра 2, забезпечуючи зворотний поворот втулок 5 і 6 та затиск різцевої головки.

На рис. 1.8 зображено різцеву головку горизонтального супорта з механічним приводом для повороту [1]. Обертання передається від електродвигуна 1 до черв'ячної передачі 2. На тому ж валу, де розташоване черв'ячне колесо, встановлений ексцентрик 5, який передає обертальний рух кулачковому диску 6 через поводок 7.

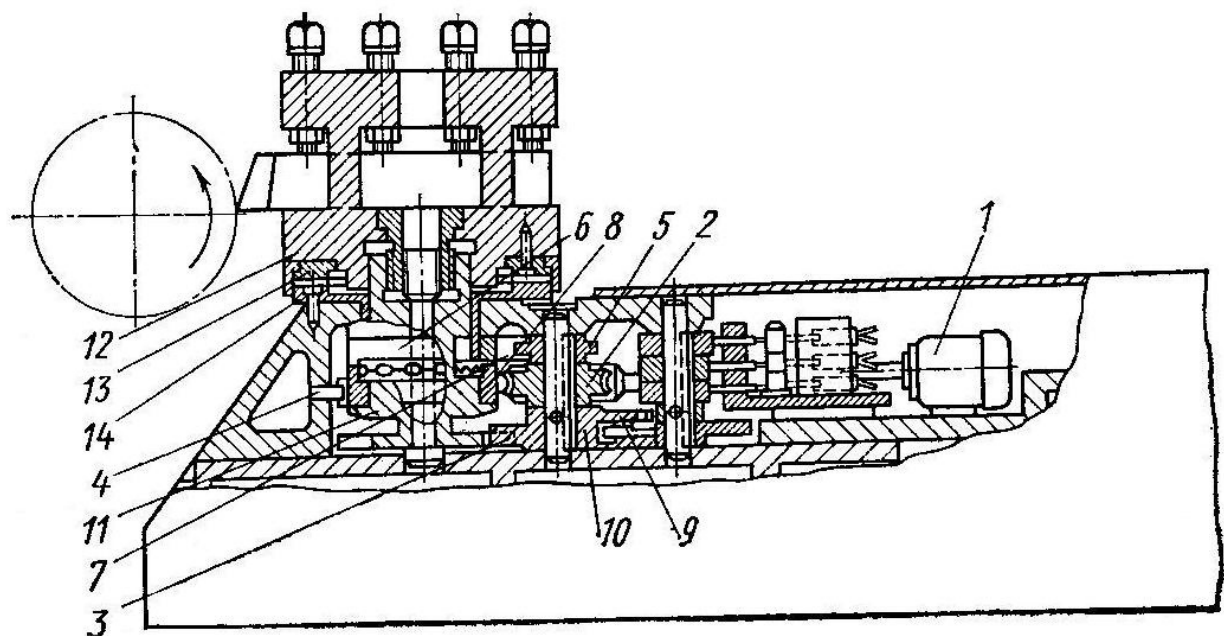


Рис.1.8. Різцева головка горизонтального супорта з механічним приводом для повороту

Під час обертання кулачки диска 6 зміщуються та розташовуються навпроти западин кулачкового диска 8. При подальшому русі ексцентрик 5 перестає взаємодіяти з диском 6. У цей момент штовхач 9, пов'язаний із

ведучим диском 10 мальтійського механізму, своїми похилими поверхнями впливає на відповідні скоси центрального валу 11, піднімаючи його вгору. Корпус 12 різцевої головки, закріплений на валу 11, також зміщується вгору, роз'єднуючи зубчасті диски 13 і 14.

Після цього водило 3 ведучого диска 10 обертає вал 11 разом із корпусом 12 різцевої головки на чверть обороту. У цей час кулачковий диск 8 залишається нерухомим завдяки упору 4, що утримує його від обертання.

Заключна частина циклу відбувається під час зворотного обертання диска 6 під впливом ексцентрика 5 і повідка 7. Завершальний етап – точне індексування різцевої головки, яке досягається через сполучення зубчастих дисків 13 і 14, що завершує автоматичний цикл повороту.

1.2. Нормативні вимоги до технічних характеристик, точнісних параметрів і технологічних можливостей токарних верстатів, пов'язаних з інструментальними головками

Призначення токарно-револьверного верстата моделі 1341

Токарно-револьверний верстат моделі 1341 призначений для обробки деталей обертальної форми, виготовлених як із пруткового матеріалу, так і зі штучних заготовок, у серійному та дрібносерійному виробництві.

На цьому верстаті можна виконувати такі операції: чорнове та чистове точіння, відрізання, розточування, нарізання канавок (зовнішніх і внутрішніх), свердління, зенкерування, розгортання отворів, а також нарізання різьб за допомогою мітчиків, плашок і різців із використанням різьбонарізного пристрою.

Застосовуючи копіювальний пристрій, на верстаті можливо здійснювати обробку конічних і фасонних поверхонь під час поздовжнього переміщення револьверного супорта, а також виконувати торцеве копіювання.

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

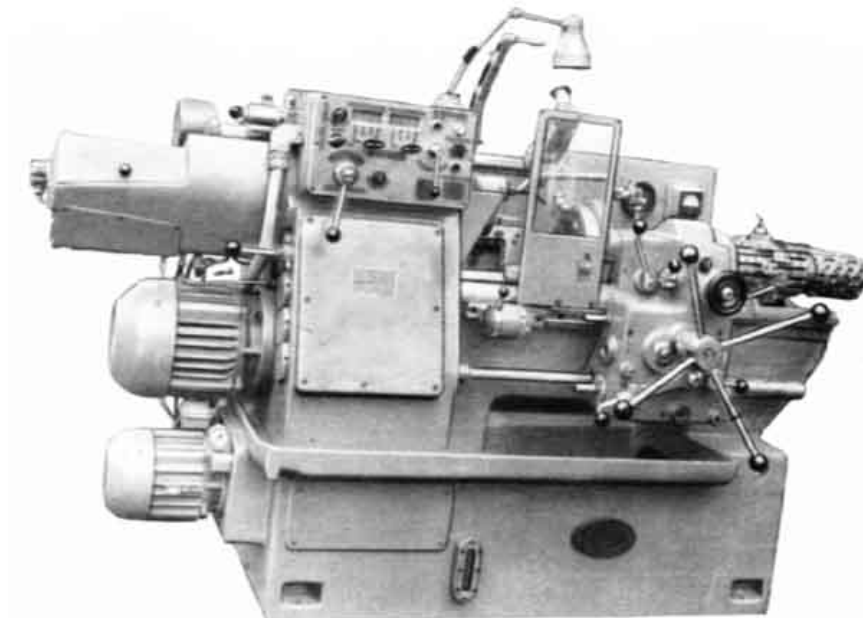


Рис.1.9. Токарно-револьверний верстат моделі 1341

Технічні характеристики:

Точність обробки по довжині, мм 0,12 ... 0,14

Точність обробки по діаметру 8-й квалітет

Найбільші розміри прутка, мм:

довжина 3000

круглого (діаметр)..... 40

шестигранного (розмір під ключ)..... 32

квадратного (сторона квадрата)..... 27

довжина подачі 100

діаметр оброблюваного виробу над станиною400

Відстань від торця шпинделя до револьверної головки, мм:

найменша 82

найбільша 630

Висота осі шпинделя над станиною, мм 200

Кількість швидкостей шпинделя в двох діапазонах:

прямого обертання 8

зворотного обертання 4

Межі частот обертання шпинделя, хв-1:

прямого 60 ... 2000
зворотного 60 ... 265

Межі подач, мм / об:

поздовжніх 0,03 ... 2
поперечних 0,02 ... 0,6

Револьверний супорт і командоапарат. Револьверний супорт забезпечує як поздовжнє, так і поперечне (кругове) переміщення револьверної головки. Обидва типи подачі можуть виконуватись як у ручному, так і в механічному режимі.

Револьверна головка 1 (рис. 1.10) монтується на маточині зубчастого колеса 5, яке закріплене на валу 7. Вал обертається на двох радіально-упорних шарикопідшипниках 9, захищених ущільнювальними кільцями 6, 8 та 10. Підшипники отримують мастило через маслорозподільник під час змащування напрямних.

На правому кінці вала 7 встановлений барабан 11 з 16 упорами. Корпус 13 упору фіксується на барабані гвинтами 14 та 15. Для налаштування упорного гвинта 16 необхідно послабити стопорний гвинт 14.

Інструментальні державки фіксуються в отворах револьверної головки за допомогою сухарів 4 та гвинтів 3, які загвинчуються у втулки 2. Барабан 11 упорів пов'язаний із барабаном командоапарата 24, що містить 16 поздовжніх пазів, відповідних 16 позиціям револьверної головки. Командоапарат 24 закріплений на шпинделі головки за допомогою різьбової шпильки 12 і гайки 22.

У кожному пазу командоапарата розташовані два пересувні кулачки 21, які утримуються кульками та пружинами: один із них фіксується в чотирьох положеннях, інший – у шести. Кулачки обмежені кільцями 23 і переміщуються між ними.

						Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У корпусі 19 командоапарата, встановленому на полозку супорта, знаходяться шість кінцевих вимикачів 17, які активують електромагнітні муфти для перемикання швидкостей і подач. Кулачки 21 натискають на штовхачі 18, які, у свою чергу, передають рух на важелі 25, хитні на осі 20, і через регульовальні гвинти 26 впливають на кінцеві вимикачі.

Для обмеження кругового переміщення головки використовується висувний жорсткий упор 5 (рис. 1.10), корпус 4 якого закріплений на полозку супорта. На торці головки встановлений кронштейн 3 із упорним гвинтом 1, який фіксується гайкою 2. Цей упор застосовується для точного обточування зовнішніх поверхонь, розточування отворів або прорізки канавок із високою точністю.

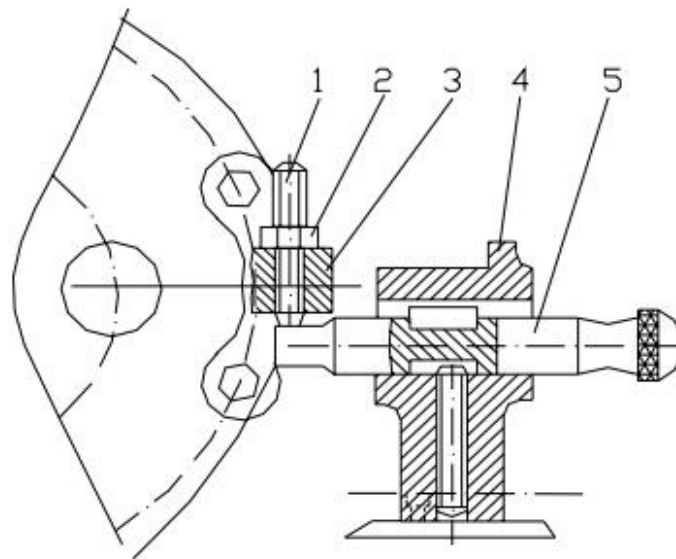


Рис.1.10. Схема обмежувача кругової подачі револьверної головки

Токарні верстати з інструментальними головками повинні відповідати певним нормативним вимогам, що забезпечують їх безпечну та ефективну експлуатацію. В Україні такі вимоги регламентуються державними стандартами, зокрема:

1. ДСТУ EN 13788:2008 – "Металообробчі верстати. Безпека. Верстати токарні багатошпиндельні автоматичні". Цей стандарт встановлює вимоги щодо безпеки та заходів з обмеження ризиків для багатошпиндельних

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

автоматичних токарних верстатів. Він охоплює аспекти, пов'язані з конструкцією, експлуатацією та технічним обслуговуванням верстатів, включаючи інструментальні головки.

2. ДСТУ EN 12478:2008 – "Безпечність металооброблювальних верстатів. Верстати великі токарні з числовим програмним керуванням і великі токарні оброблювальні центри". Цей стандарт визначає вимоги до безпеки великих токарних верстатів з ЧПК та оброблювальних центрів, включаючи параметри точності та технологічні можливості, пов'язані з інструментальними головками.

Основні технічні характеристики та точнісні параметри інструментальних головок:

- Кількість інструментальних позицій: Визначає кількість інструментів, які можуть бути встановлені одночасно.

- Максимальний діаметр та довжина інструменту: Обмежує розміри інструментів, що можуть бути використані.

- Точність позиціонування: Визначає здатність головки точно встановлювати інструмент у робоче положення, що впливає на якість обробки.

- Час зміни інструменту: Впливає на загальний час обробки деталі та продуктивність верстата.

Технологічні можливості інструментальних головок:

- Автоматична зміна інструменту: Забезпечує безперервність обробки без втручання оператора.

- Підтримка різних типів інструментів: Дозволяє використовувати різноманітні інструменти для виконання складних операцій.

- Синхронізація з ЧПК: Забезпечує точне керування процесом обробки та оптимізацію траєкторій руху інструментів.

Дотримання цих нормативних вимог та характеристик забезпечує високу якість обробки, безпеку експлуатації та ефективність виробничих процесів на токарних верстатах з інструментальними головками.

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Точність базування інструментальних тримачів і іншого оснащення в револьверних головках

Оскільки базування за циліндричною поверхнею не забезпечує необхідної точності, кафедра розробила вдосконалену конструкцію різцетримача для автоматичної зміни ріжучого інструменту. У цьому варіанті базування здійснюється одночасно по трьох поверхнях. На рис. 2.1 представлена вдосконалена конструкція різцетримача із зазначенням точнісних параметрів.

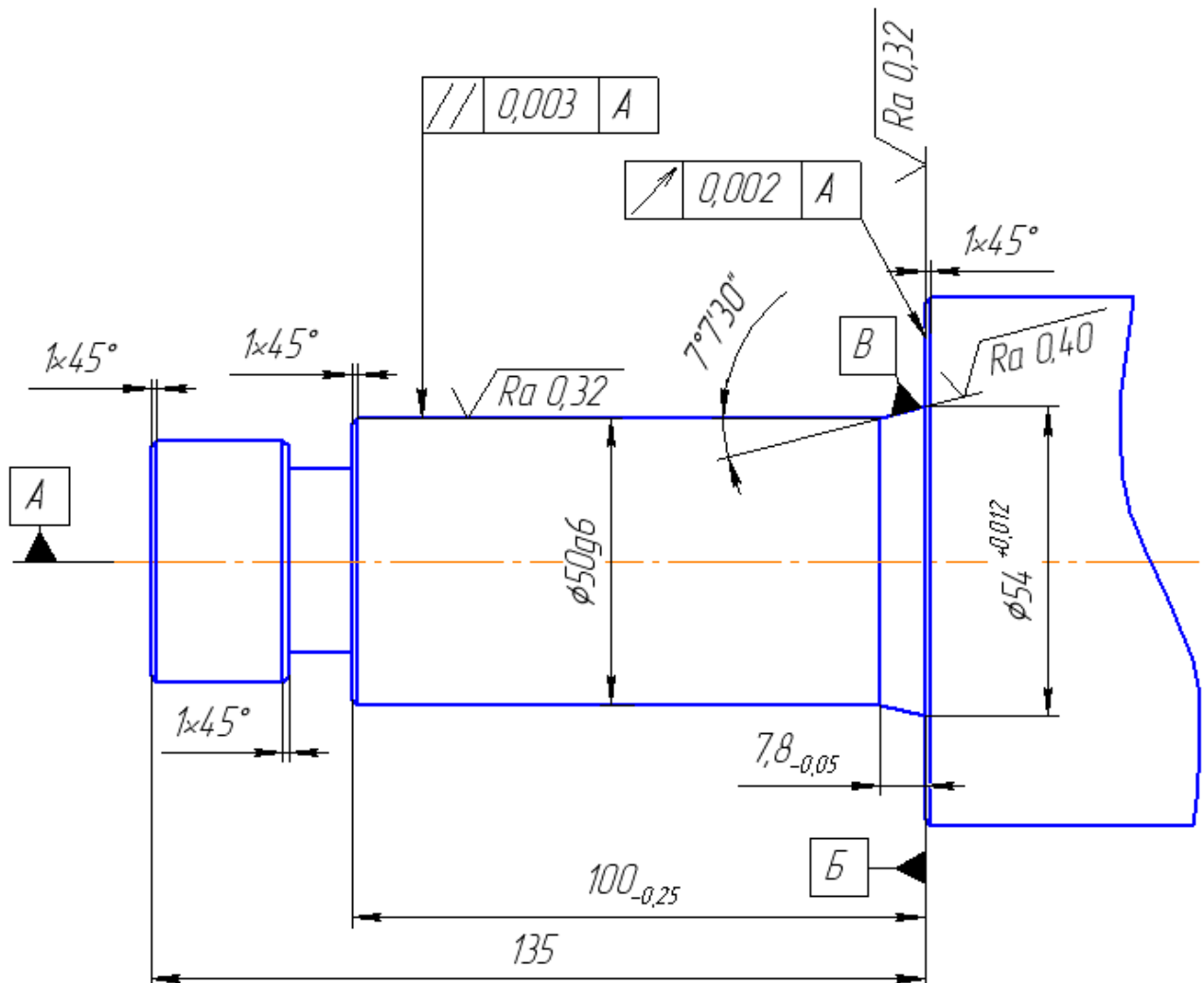


Рис.2.1. Вдосконалена конструкція різцетримача

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	21

Точність базування та закріплення забезпечується завдяки високій якості виготовлення різцетримача. Циліндрична поверхня запобігає перекосам під час установки та фіксації різцетримача, а конічна поверхня, з кутом, який відповідає куту шпиндельного кінця, усуває можливість порушення співвісності між віссю інструментальної головки та віссю різцетримача. Точне виготовлення торцевої поверхні виключає похибки встановлення відносно необхідного розміру.

На рис. 2.2 зображено схему базування різцетримача в інструментальній головці із зазначенням всіх діючих сил.

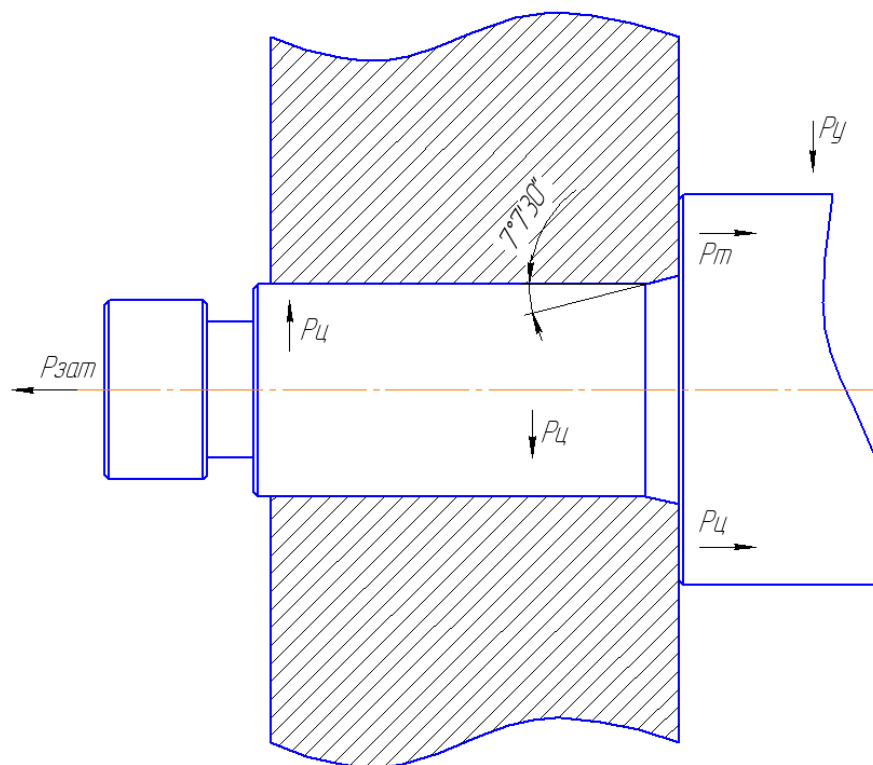


Рис.2.2. Схема базування різцетримача в інструментальній головці

На рис. 2.3 представлено нову конструкцію базування циліндричного хвостовика, яка фіксується за допомогою рифлення хвостовика через сухар, клин або гвинти. Це виключає паралельне зміщення щодо фаски на величину $\pm \Delta e$ завдяки спеціальному заглибленню, яке рівномірно розподіляє силу затиску на дві частини, спрямовані до центру хвостовика.

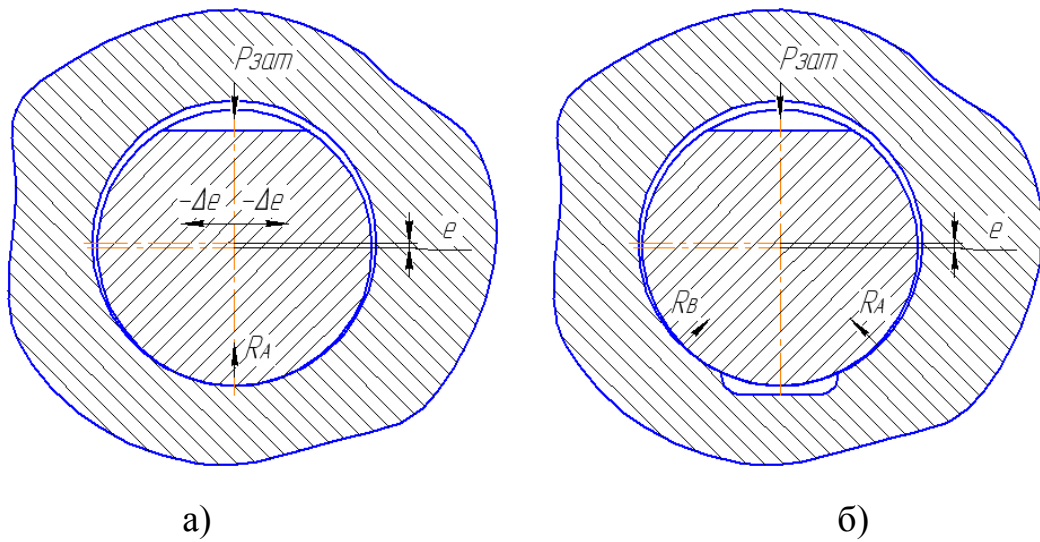


Рис. 2.3. Схема базування циліндричного хвостовика:

а) існуюча; б) запропонована

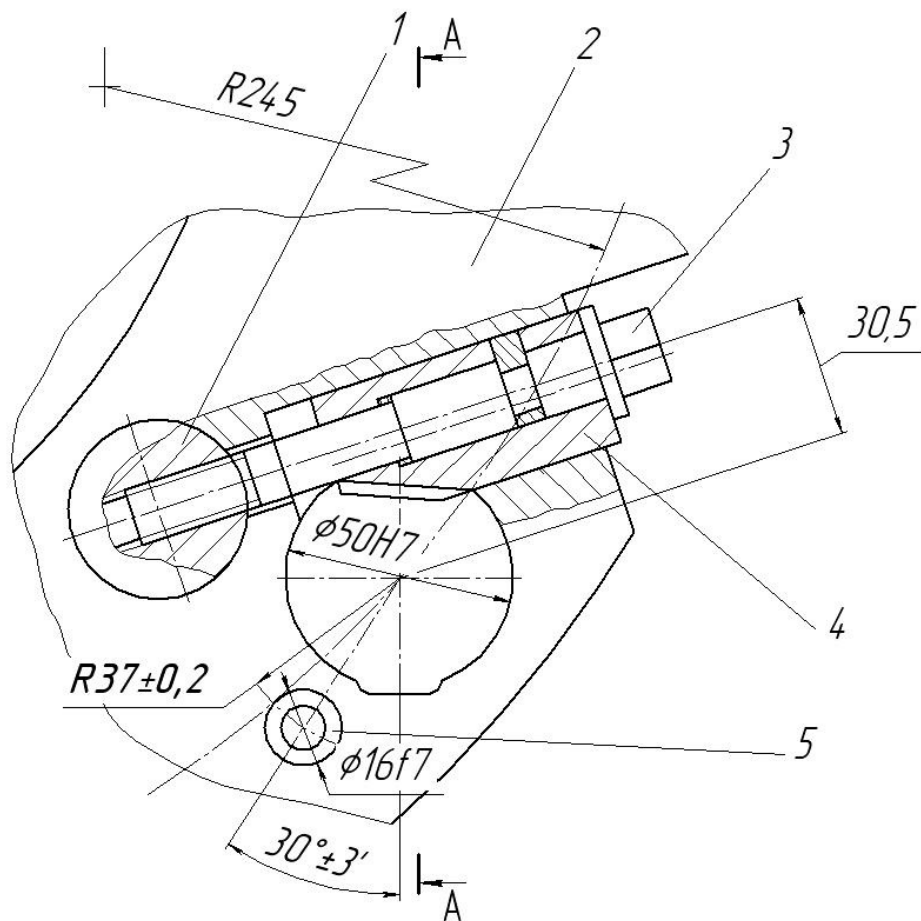


Рис.2.4. Схема затиску різцетримача за допомогою клину

Оскільки стандартні способи затиску інструментальних різцетримачів із використанням сухарів, клинів або гвинтів не забезпечують необхідної точності фіксації, кафедра розробила вдосконалений механізм затиску. У конструкції передбачено зуби затискного механізму (сухаря або клину) з кутом 30° , а рифлення на циліндричному хвостовику виконано під кутом 45° . Зуби затискного механізму спроектовані таким чином, що взаємодіють із рифленням хвостовика тільки внутрішньою стороною, забезпечуючи достатню силу затиску $P_{зат}$, яка щільно притискає різцетримач до планшайби револьверної головки.

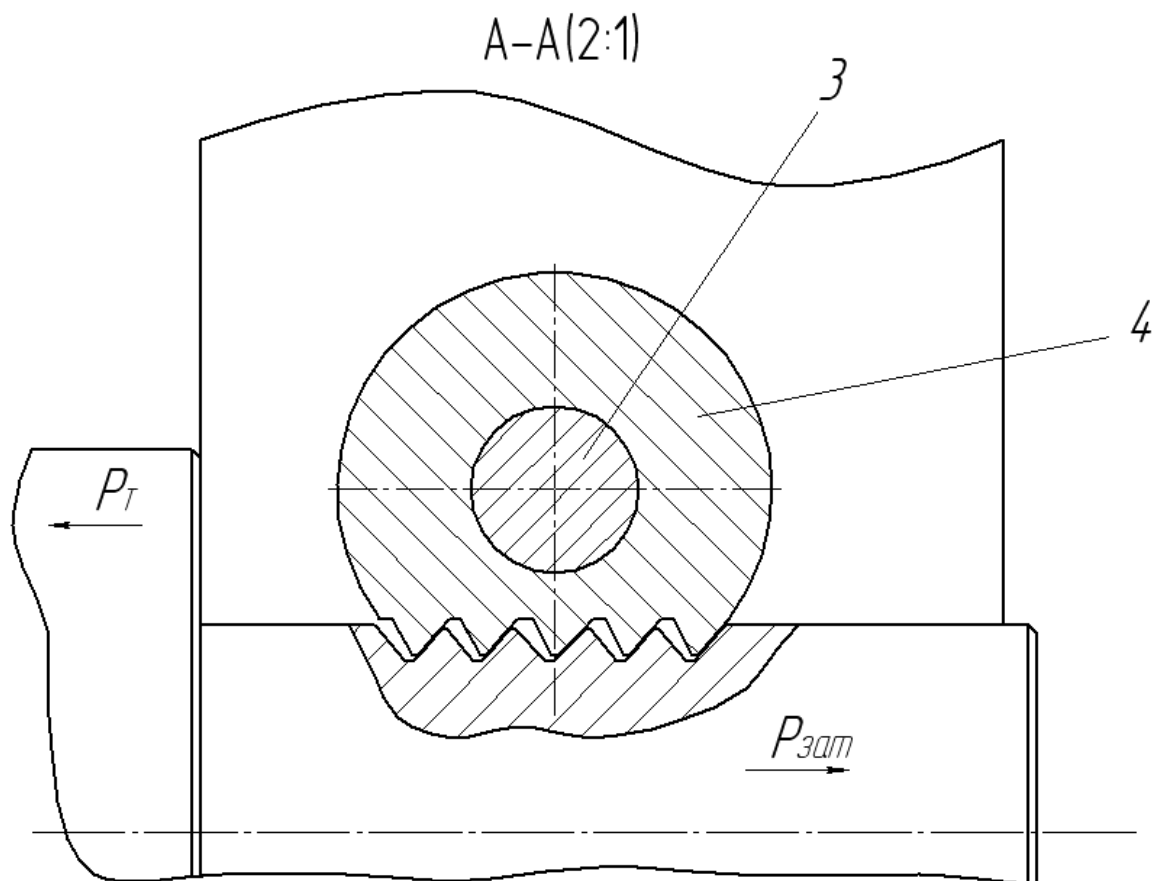


Рис.2.5. Розроблена конструкція зубчастого сухаря для затиску циліндричного хвостовика: 1. Циліндрична гайка; 2. Револьверна головка; 3. Гвинт; 4. Зубчастий сухар; 5. Орієнтаційний палець

2.2. Розрахунок зусиль закріплення і жорсткості інструментальних головок

Дослідження та практичний досвід використання токарно-револьверних верстатів показали, що застосування плоских зубчастих вінців у якості фіксуючих елементів значно підвищує жорсткість і стабільність фіксації револьверних головок. Ефективність використання таких фіксуючих елементів значною мірою залежить від правильного вибору конструктивних параметрів зубчастих вінців.

Часто параметри зубчастих вінців визначаються довільно, що може призводити до їх неправильного підбору, а також до невідповідності зусиль затяжки R_z . Неправильний вибір параметрів може спричинити або завищення габаритів механізму затяжки револьверної головки, або підвищення пружних зміщень головки при недостатньому розмірі вінців. Для оптимізації параметрів зубчастих вінців зазвичай проводять стендові випробування, що вимагає додаткових фінансових і часових витрат.

Існує методика, яка дозволяє розрахувати необхідне зусилля затяжки револьверної головки, закріпленої за допомогою двох плоских зубчастих вінців. При цьому параметри вінців мають бути заздалегідь відомі, а у розрахунку R_z , що забезпечує максимальну жорсткість з'єднань зубців, не враховуються пружні зміщення револьверної головки під навантаженням.

Використання цієї методики дозволяє раціонально обирати конструктивні параметри зубчастих вінців, які мінімізують їх габарити, забезпечуючи водночас достатню жорсткість з'єднання і необхідне зусилля затяжки R_z . Як критерій жорсткості приймаються пружні зміщення ріжучої кромки інструменту, встановленого в револьверній головці, в площині стику та перпендикулярно до неї.

Схема навантаження і позитивні напрямки діючих сил показано на рис. 2.6. Система координат вибрана таким чином, що координатна площина XOY збігається з площиною Q стику вінців; вісь Z проходить через їх геометричні

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

центри. Нижче наведені основні вихідні залежності, що відповідають прийнятій схемі навантаження:

$$P_z \geq \frac{[q_{min}]F_Q + P_z + \left(2\sqrt{M_x^2 + M_y^2} + |M_z| \operatorname{tg} \alpha\right)}{R_{сер}};$$

$$F_Q = 2bhz\beta \operatorname{tg} \alpha; \quad (2.2.2)$$

$$M_x = P_y z_p + P_z y_p; \quad M_y = -P_x z_p - P_z x_p; \quad M_z = P_x y_p - P_y x_p$$

де $[q_{min}]$ – мінімально допустимий питомий тиск в точці стику, розташованої на середньому радіусі $R_{сер}$;

F_Q – площа проекції контактних поверхонь на площину Q ;

M_x, M_y, M_z – моменти діючих сил відносно осей координат;

α – половина кута профілю зубців;

b, h, z – довжина, середня глибина заходу і кількість зубців;

β – коефіцієнт, враховуючий нерівномірність і переривчастість контакту;

P_x, P_y, P_z – складові сили різання;

x_p, y_p, z_p – координати точки прикладення сили різання.

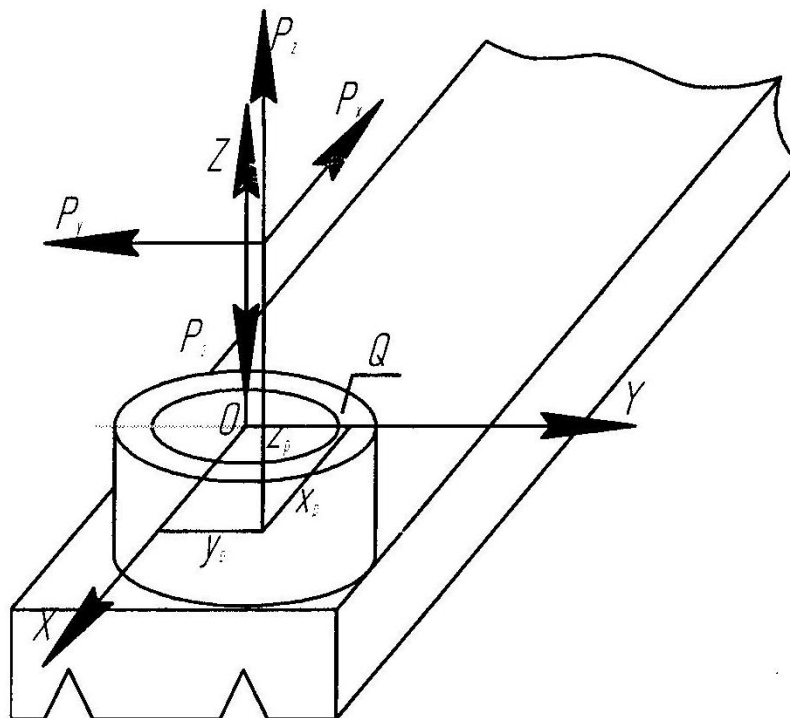


Рис.2.6. Схема навантаження і позитивні напрямки діючих сил

Для розглянутої схеми навантаження зміщення ріжучої кромки інструмента в напрямку осі Z (виникаюче внаслідок пружних деформацій в стику зубців) можна представити у вигляді:

$$\delta_z = \frac{M_x e_{\varphi x} y_p - M_y e_{\varphi y} x_p + P_z k}{F_Q},$$

де $e_{\varphi x}, e_{\varphi y}$ – кутова контактна податливість стику зубців відносно осей X і Y;

k – коефіцієнт питомої контактної податливості у стику. Пружну деформацію стику від зусилля P не враховували, так як її величина постійна і може бути компенсована наперед.

Очевидно, що $e_{\varphi x} = e_{\varphi y} = \frac{k}{1}$, де:

$$I = \frac{F_Q R_{\text{сер}}^2}{m} \quad (2.2.3)$$

– осьовий момент інерції площі стику. Враховуючи, що $Z = \frac{(2R_{\text{сер}} + b)}{m}$, і позначивши $k_b = \frac{b}{m}$; $k_h = \frac{h}{m}$; $k_m = \frac{R_{\text{сер}}}{m}$ і $k_F = 2k_b k_h \beta \left(2 + \frac{k_b}{k_m}\right) \frac{t g \alpha}{k_m}$

(m – модуль) запишемо формулу у вигляді:

$$F_Q = k_F R_{\text{сер}}^2 \quad (2.2.4)$$

Тоді з урахуванням формул (2.2.3) і (2.2.4) отримаємо:

$$\delta_z = \frac{(M_x y_p - M_y x_p) 2k}{k_F R_{\text{сер}}^2} + \frac{P_z k}{k_F R_{\text{сер}}^2},$$

ввівши позначення: $U = \frac{(M_x y_p - M_y x_p) 2k}{k_F}$ і $V = \frac{P_z k}{k_F}$,

знаходимо $\delta_z = \frac{U}{R_{\text{сер}}^4} + \frac{V}{R_{\text{сер}}^2}$.

Остання формула наочно показує, що абсолютна величина зменшується зі збільшенням $R_{\text{сер}}$.

Задавши допустиме абсолютне значення δ_z , отримаємо величину

$$R_{\text{сер}}^2 = \left(\frac{1}{[\delta_z]} \right) \left| \frac{U}{R_{\text{сер}}^2 + V} \right|, \quad (2.2.5)$$

забезпечуючи виконання умови:

$$|\delta_z| \leq [\delta_z] \quad (2.2.6)$$

					Арк.
					27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

де $[\delta_z]$ – допустиме пружне зміщення ріжучої кромки.

Використовуючи приведені вище залежності, визначимо зміщення ріжучої кромки (в напрямку осі Y) $\delta_z = \frac{(M_z x_p \operatorname{tg} \alpha - 2 M_z z_p) k}{k_F R_{\text{сер}}^2}$ (через малість

деформації від зусилля P_y його дію не враховували). Позначимо

$$\delta_z = \frac{(M_z x_p \operatorname{tg} \alpha - 2 M_z z_p) k}{k_F R_{\text{сер}}^2} = W;$$

тоді умова $|\delta_z| \leq [\delta_z]$ (2.2.7)

виконується при найменшому значенні

$$R_{\text{сер}} = \sqrt[4]{\frac{|W|}{[\delta_z]}} \quad (2.2.8)$$

а для нерівності справедливо:

$$P_z = [q_{\min}] F_Q + P_z + \frac{S}{R_{\text{сер}}}, \quad (2.2.9)$$

$$\text{де } S = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} + |M_z| \operatorname{tg} \alpha.$$

Для визначення конструктивних параметрів зубчатих вінців (в мм) і необхідного зусилля затяжки (в кгс) рекомендується наступний порядок розрахунку, причому P_x , P_y , P_z , x_p , y_p , z_p , $[q_{\min}]$, k , β , α , k_b , k_n , k_m , $[\delta_z]$, $[\delta_y]$ повинні бути задані. За формулою знаходять значення $R_{\text{сер}}$, задовольняюче умову, а за формулою – задовольняюче умову, що представлено нижче. Вибравши більше з двох значень $R_{\text{сер}}$, визначають модуль m , округлюють його значення до 0,5 в більшу сторону:

$$m = \frac{E(a)}{2} + 0,5,$$

де $E(a)$ – ціла частина числа: $a = \frac{2 R_{\text{сер}}}{k_m}$.

Потім вираховують $b = m k_b$; $h = m k_h$; $z = p E(a) + p$.

де p – задане число позицій;

$E(a)$ – ціла частина числа $a = \frac{(2 R_{\text{сер}} + b)}{m p}$;

діаметр ділильного кола вінця $D = m z$

						Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і кінцеве значення $R = \frac{(D-b)}{2}$. Потім по формулі (2.2.2) визначають F_Q , а за формулою – необхідне зусилля P_z .

До зубчастих вінців, як до елементів фіксації револьверних головок, пред'являються наступні вимоги: зміщення ріжучої кромки інструменту не повинно позначатися на точності обробки; для запобігання вібрацій при чорновому режимі величина натягу в стику зубів не повинна істотно коливатися. Ці вимоги визначають вибір навантаження. При визначенні попередніх значень $R_{сер}$ потрібно вибирати навантаження, що відповідають типовому напівчистовому режиму. Зусилля P_z розраховують з урахуванням навантажень, що відповідають типовому чорновому режим обробки.

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. МОДЕРНІЗАЦІЯ КОНСТРУКЦІЇ ІНСТРУМЕНТАЛЬНОЇ РЕВОЛЬВЕРНОЇ ГОЛОВКИ І ЇЇ ОПТИМІЗАЦІЯ

3.1. Удосконалення швидкодії і системи вибору напрямку повороту револьверної головки

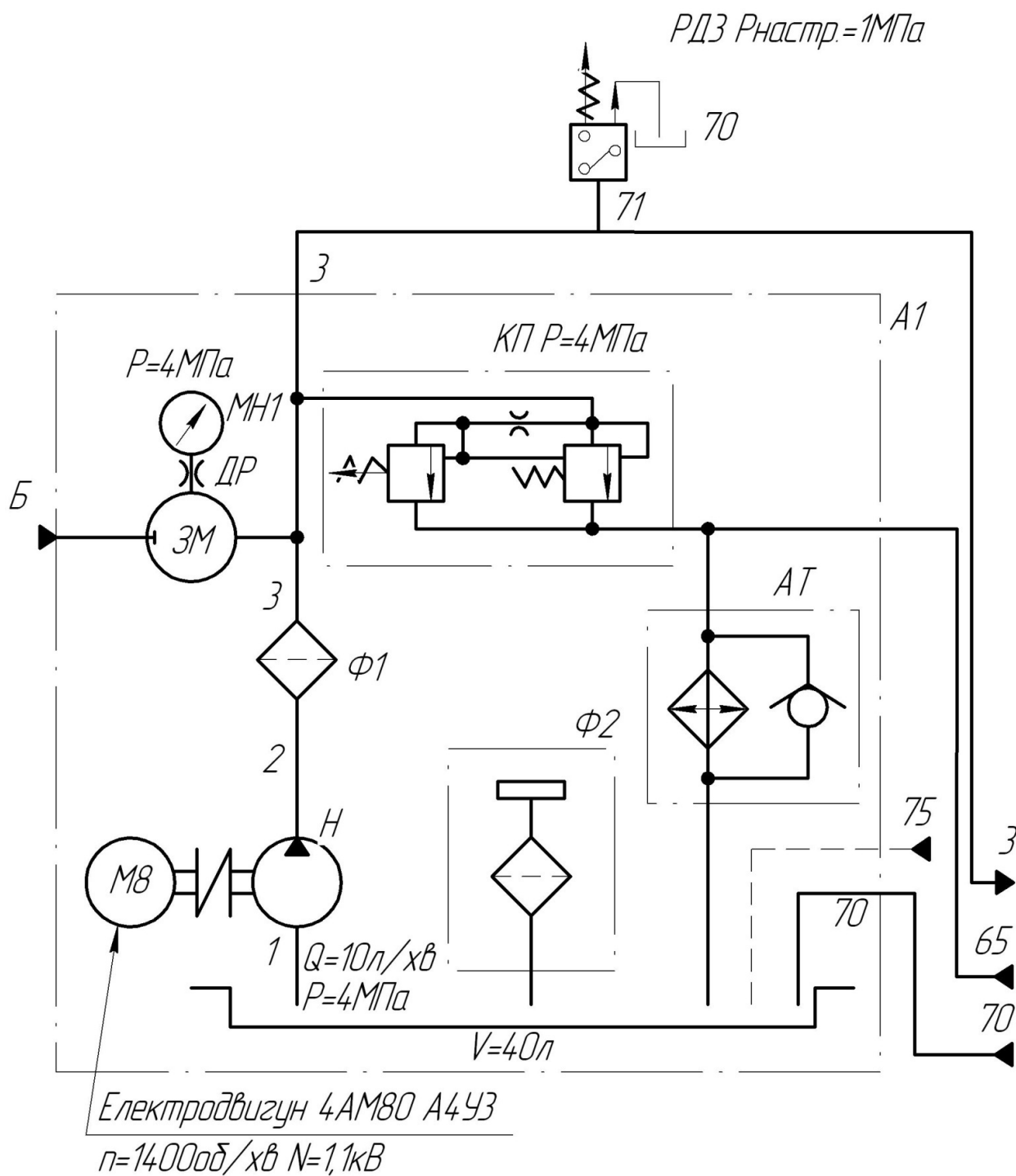


Рис.3.1. Насосна установка гідросистеми верстата

Гідравлічна схема револьверної головки - це схема, що демонструє, як саме влаштована та працює гідравлічна система, що забезпечує рух револьверної головки на верстатах, таких як токарні чи фрезерні машини. Револьверна головка є механізмом, який дозволяє швидко змінювати інструменти на робочому місці, що забезпечує підвищену ефективність і автоматизацію процесів.

Затиск, розтиск револьверної головки	Розфіксація, поворот, фіксація револьверної головки	Урівноваження поперечної каретки	Привід насосу системи
--------------------------------------	---	----------------------------------	-----------------------

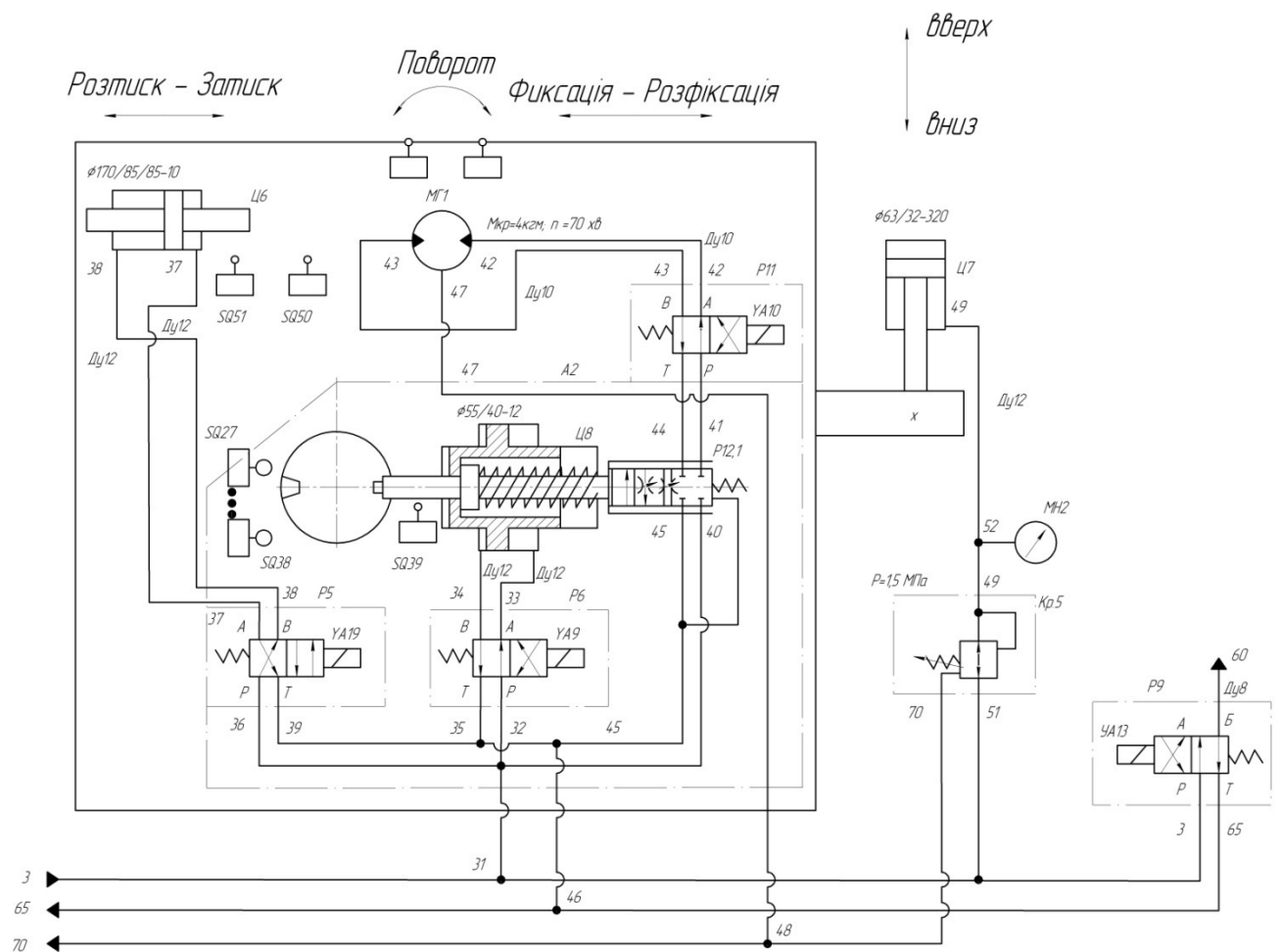


Рис.3.2. Гідравлічна схема револьверної головки

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	31

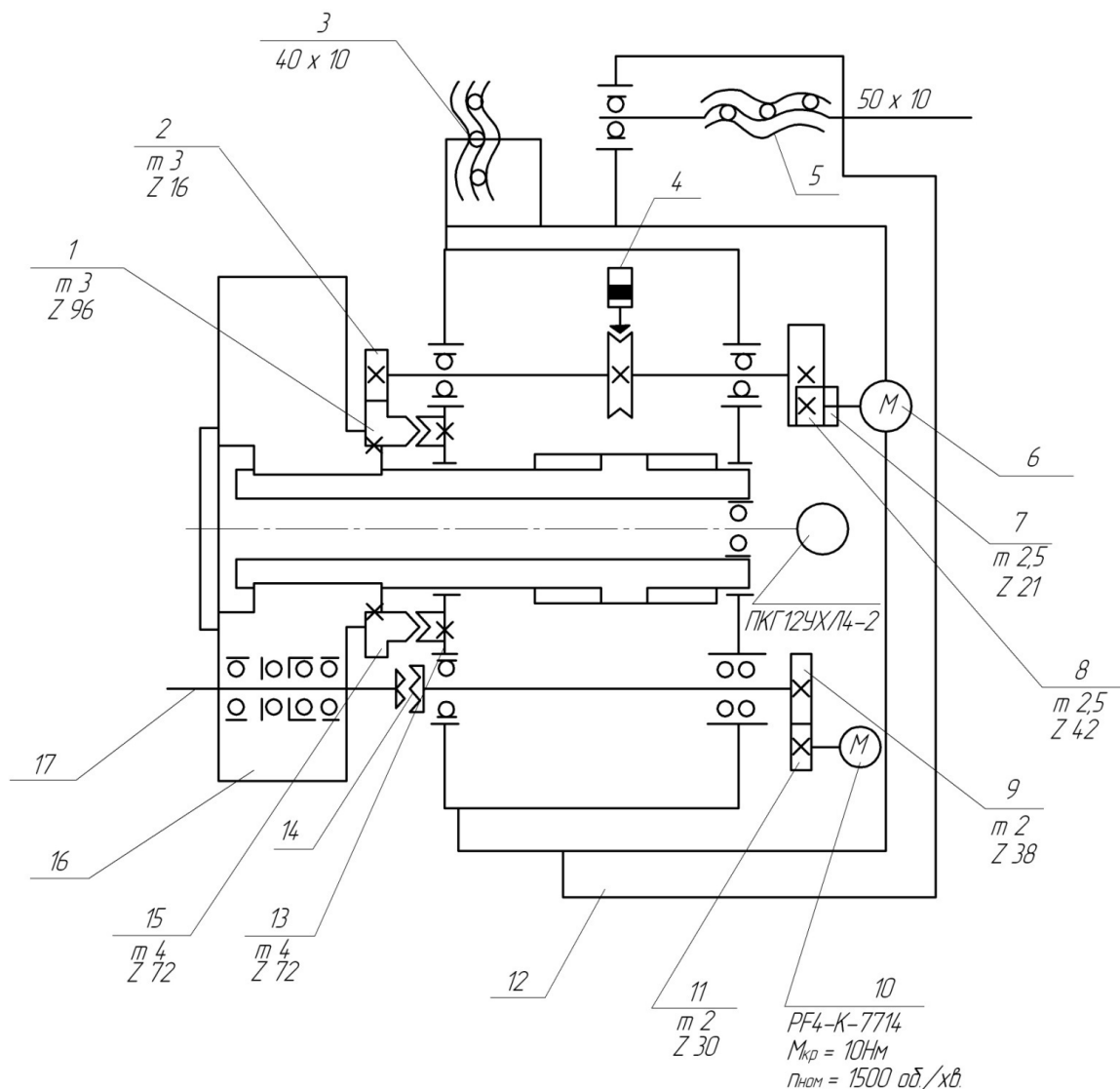


Рис.3.3. Кінематична схема револьверної головки

Типова гідравлічна схема револьверної головки містить такі основні елементи:

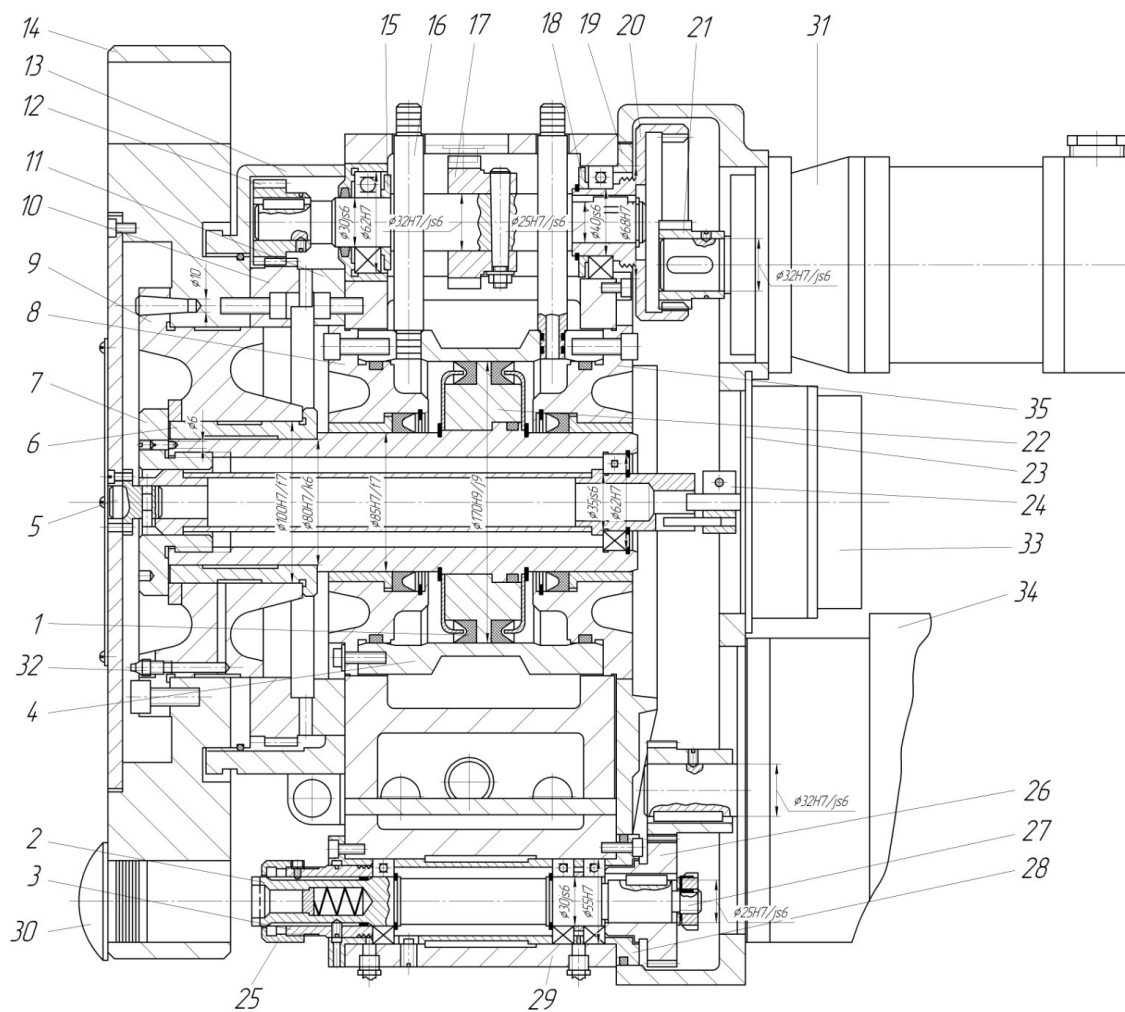
1. Гідравлічний насос: Він забезпечує подачу гідравлічного масла під високим тиском для роботи системи.
2. Розподільний клапан: Він керує потоком масла в систему, визначаючи, коли і в якому напрямку повинна рухатися револьверна головка.
3. Циліндри: Гідравлічні циліндри забезпечують рух головки, їх переміщення залежить від подачі гідравлічного масла під тиском.
4. Гідравлічний резервуар: Зберігає гідравлічне масло, яке використовується в системі.

					Арк.
					32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

5. Фільтри: Очищають масло від забруднень, забезпечуючи безперебійну роботу системи.

6. Зворотні клапани: Запобігають зворотному потоку масла, зберігаючи тиск у потрібному напрямку.

7. Манометри: Вимірюють рівень тиску в системі, щоб забезпечити безпечну і стабільну роботу.



1. Манжета;
2. Напівмуфта;
3. Втулка;
4. Гільза;
5. Стійка;
6. Гайка;
7. Втулка;
8. Кришка;
9. Ступиця;
10. Вінець зубчастий;
11. Вінець зубчастий;
12. Шестерня;
13. Кожух;

14. Планшайба;
15. Кільце;
16. Труба;
17. Кулак;
18. Кільце;
19. Фланець;
20. Зубчасте колесо;
21. Шестерня;
22. Поршень;
23. Прокладка;
24. Хомут;
25. Гайка;
26. Шестерня;

27. Вал;
28. Фланець;
29. Корпус;
30. Заглушка;
31. Гідродвигун;
32. Маслянка;
33. Перемикач;
34. Електродвигун;
35. Кришка.

Рис.3.4.Модернізована конструкція револьверної головки

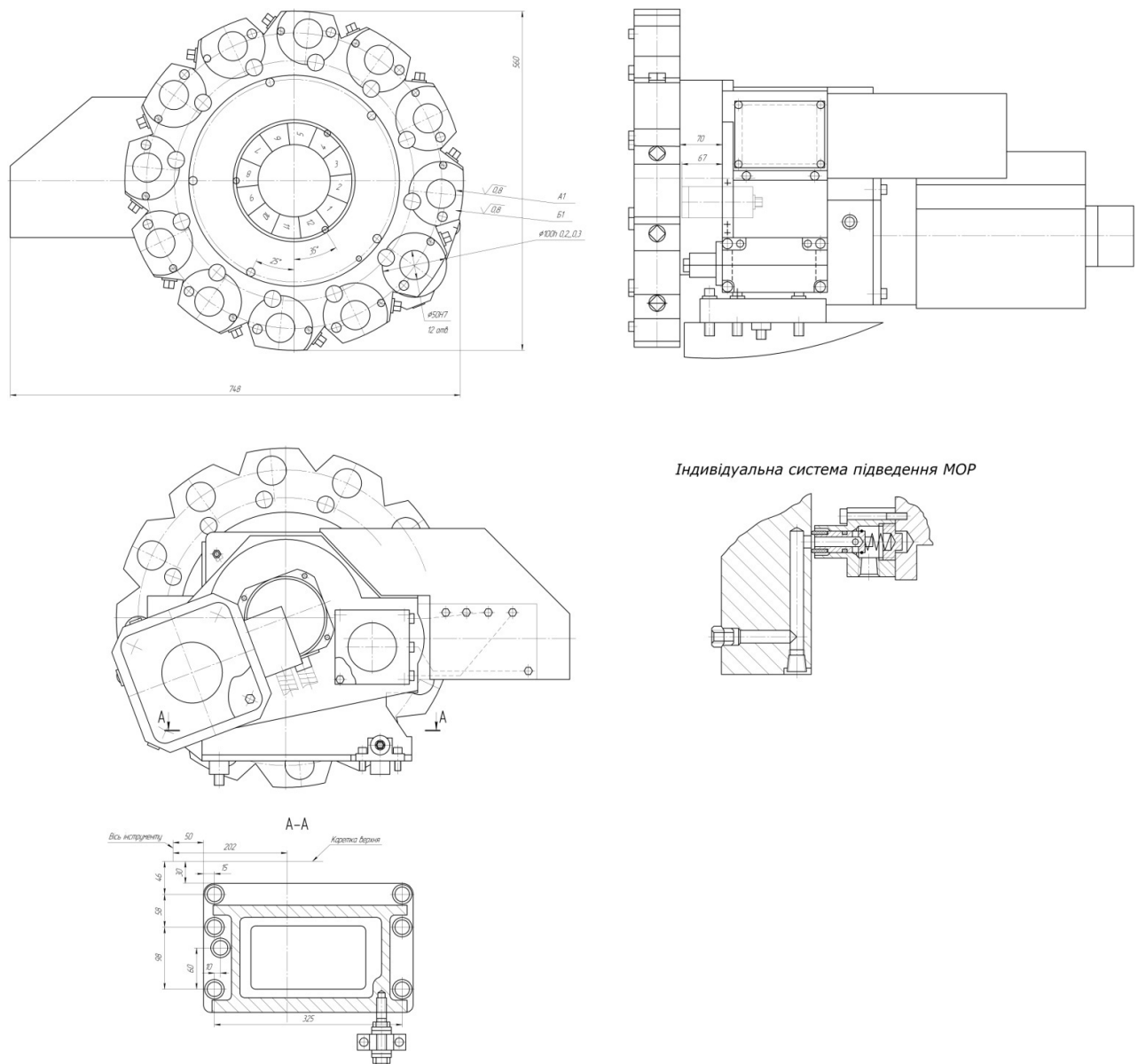


Рис.3.5. Загальний вигляд, схема закріплення та система індивідуального підведення МОР

Задача синтезу основних схем або алгоритмів управління реверсивними інструментальними магазинами, що обертаються по найкоротшому шляху, є надзвичайно важливою, оскільки значною мірою визначає ефективність роботи багатоцільових верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК). Особливо важливим є розробка рішення, яке підходить для магазинів будь-якої ємності та може бути реалізоване на різних елементних базах.

У роботі [1] представлений універсальний алгоритм для вирішення цієї задачі, який підходить для магазинів з будь-яким числом інструментальних

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	34

гнізд. Алгоритм ґрунтується на припущенні, що обертання за годинниковою стрілкою відбувається за певною умовою:

$$N_z > N_{\text{поч}} \text{ і } N_z - N_{\text{поч}} \leq N/2 \text{ або}$$

$$N_z < N_{\text{поч}} \text{ і } N_{\text{поч}} - N_z \geq N/2,$$

де N - кількість гнізд у магазині; N_z - номер гнізда, яке треба знайти; $N_{\text{поч}}$ - номер початкового гнізда.

Очевидно, що практична реалізація цього алгоритму можлива лише за умови використання мікроЕОМ або програмованого контролера (ПК), який має арифметичні інструкції.

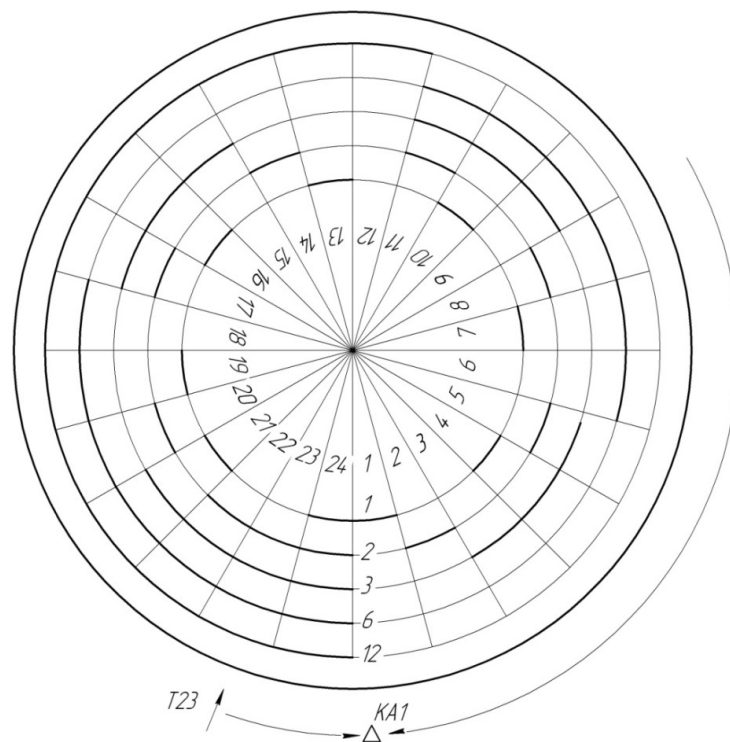


Рис.3.6. Аплікація інструментального магазину і принципи кодування при $N = 24$ (числа 1, 2, ..., 24 по окружності – номери гнізд магазину; 1, 2, 3, 6, 12 – значення розрядів числа в квазідвійковому коді; Δ – вихідна позиція)

У роботі [2] описані прості алгоритми для визначення напрямку обертання магазину по найкоротшому шляху. Вони засновані на умовному поділі диска магазину на десяткові сектори. Однак такі методи підходять лише для магазинів, де кількість гнізд кратне 10, тобто $N = 20, 30, 40, \dots, 100$.

У цьому дипломному проекті запропоновано універсальний підхід до вирішення зазначеної задачі, заснований на розв'язанні логічних рівнянь. Це стало можливим завдяки використанню спеціального квазідвійкового коду, що має вигляд $(N/2^1), (N/2^2), (N/2^3), (N/2^4), \dots, (N/2^i), \dots, (N/2^n) < 1$. Він утворюється шляхом поділу числа N на степеневий ряд числа 2, з подальшим округленням до найближчого більшого цілого числа.

3.2. Вбудова системи безконтактних датчиків пошуку позицій револьверних головок і контролю їх закріплення

Безконтактні датчики (безконтактні вимикачі) – це електронні прилади для безконтактної реєстрації наявності або відсутності певного класу об'єктів у зоні дії датчика.

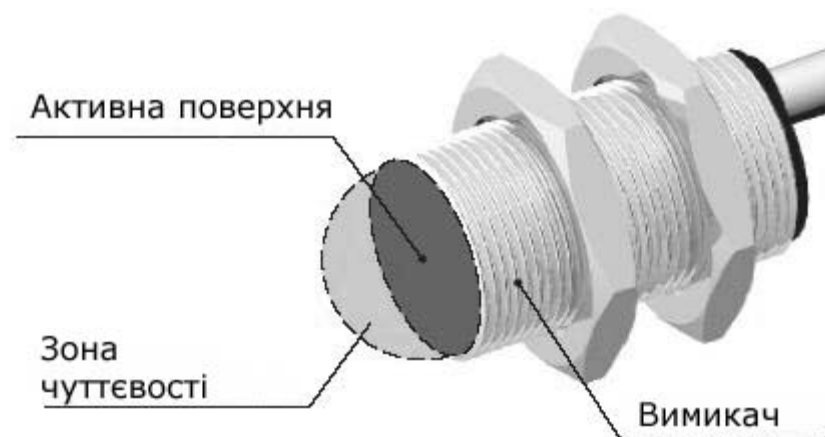


Рис.3.7. Безконтактний датчик (безконтактний вимикач)

Безконтактний вимикач (далі БВ) здійснює комутаційну операцію при попаданні об'єкта впливу в зону чутливості вимикача. Відсутність механічного контакту між впливає об'єктом і чутливим елементом БВ забезпечує високу надійність його роботи і ряд специфічних властивостей.

У промисловій автоматичі безконтактні датчики широко застосовуються:

– в якості кінцевих датчиків у верстатобудуванні (в основному індуктивні датчики);

– для реєстрації (підрахунок, позиціонування) предметів на конвеєрах (застосовуються індуктивні і оптичні датчики).

Індуктивні вимикачі безконтактні. Вимірюють параметри котушки індуктивності, в полі якої потрапляє реєстрований металевий об'єкт. Дальність реєстрації типового промислового датчика – від часток до одиниць сантиметрів. Характеризуються простотою, дешевизною і високою стабільністю параметрів.

Вибраний тип датчиків: LM18-33016NA-L.

Напруга живлення: 10 – 30В.

Максимальна відстань спрацьовування: 16.

Стандартний об'єкт впливу: квадратна залізна пластина товщиною 18мм х 18мм х 1 мм.

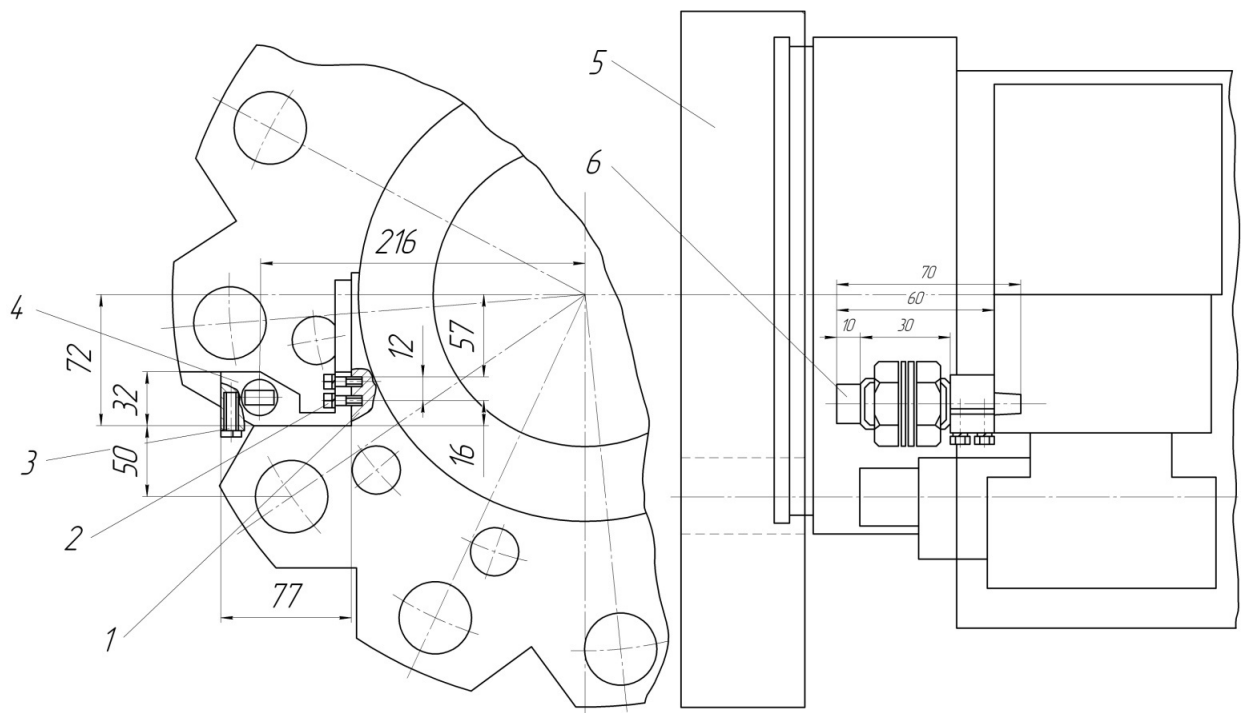


Рис.3.8.Схема розміщення індуктивного датчика на револьверному супорті верстата 1П420ПФ40

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	37

Схема датчика розміщена таким чином, щоб планшайба 5 була безперервно в зоні спрацьовування датчика 6.

Датчик 6 пристрою кріпиться на кронштейні 1 за допомогою двох гвинтів 2. Кронштейн 1 в свою чергу кріпиться до корпусу супорта 4 двома гвинтами 3.

Мікропроцесорна техніка дозволила автоматизувати вимірювання при перевірці точності розмірного налагодження в процесі обробки більш поширеними вимірювальними без контактними головками (ВГ). Датчик, вмонтований в такі головки, подає імпульсний сигнал про входження в зону спрацьовування з вимірюваною поверхнею. Мікропроцесорний пристрій ЧПК верстата автоматично реєструє різницю між координатою його нульової точки або іншої вихідної точки, яка прийнята за базу, і вимірювальною поверхнею. Відрахування різниці координат здійснюється за допомогою шляхових датчиків, які є в наявності на верстаті.

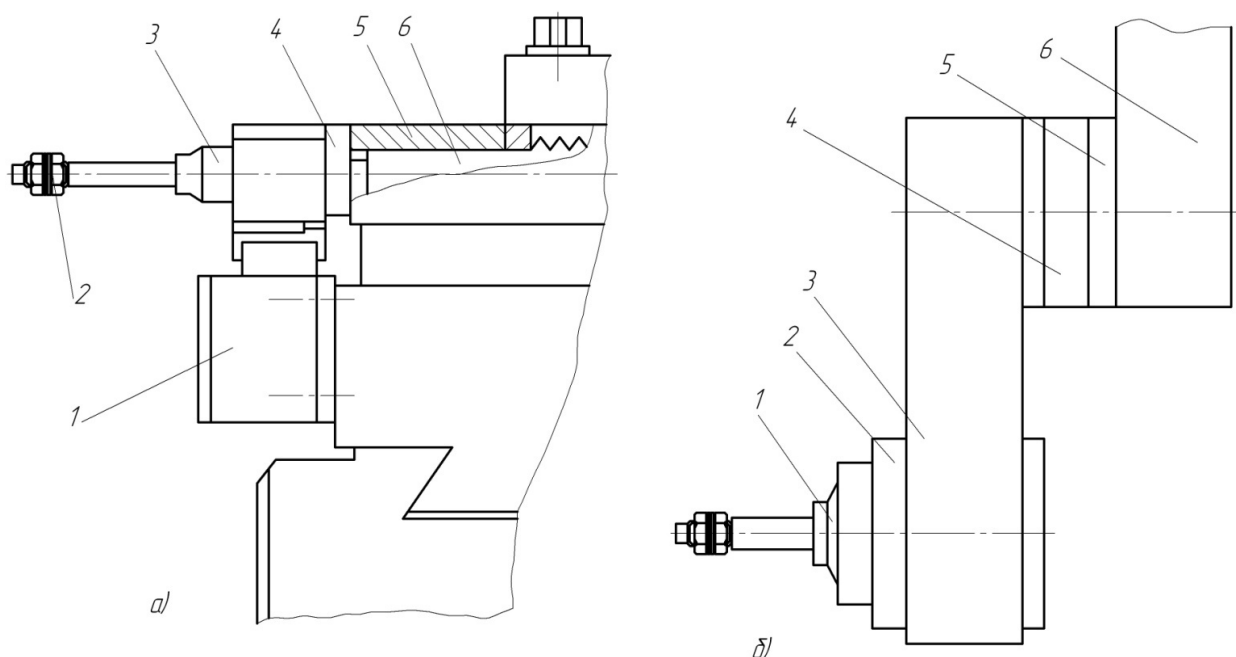


Рис.3.9. Використання вимірювальних головок для вимірювання розміру обробки в револьверних головках з вертикальною і горизонтальною осями повороту

Коло проблем розмірного налагодження, вирішення яких пов'язується з ВГ, велике.

Так, впровадження автоматичного вимірювання з використанням ВГ дозволяє вирішити наступні основні задачі: визначення початкового положення вершини різального інструмента для введення розмірної корекції відносно бази; контроль положення опорних елементів затискних пристроїв, наприклад, затискних кулачків токарного патрона після перешліфування; контроль фактичного положення вершини вимірювального щупа для підвищення точності при двоточкових вимірюваннях; оцінка відхилення діаметра оброблюваної деталі для обліку розмірного зношування різального інструмента; контроль радіальних і осьових розмірів оброблюваних деталей; контроль відносного положення оброблюваних поверхонь; кінцевий контроль обробленої деталі тощо.

Позитивним є те, що конструкція кожної ВГ достатньо універсальна за рахунок використання змінних накінечників. Габаритні розміри ВГ відносно невеликі.

3.3. Моделювання револьверної головки в програмному продукті SolidWorks

Моделювання револьверної головки в програмному забезпеченні SolidWorks можна виконати за допомогою кількох етапів. Ось загальний план цього процесу:

1. Створіть новий документ у SolidWorks та виберіть відповідний шаблон.
2. Оберіть площину для моделювання револьверної головки. Зазвичай це може бути «Площина фронтального виду» або «Площина вертикального виду», залежно від вимог проекту.
3. Використовуючи інструменти програми, створіть основну форму револьверної головки. Для цього застосовуйте прямі лінії, криві, кола, еліпси та інші елементи, щоб отримати необхідну форму.

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

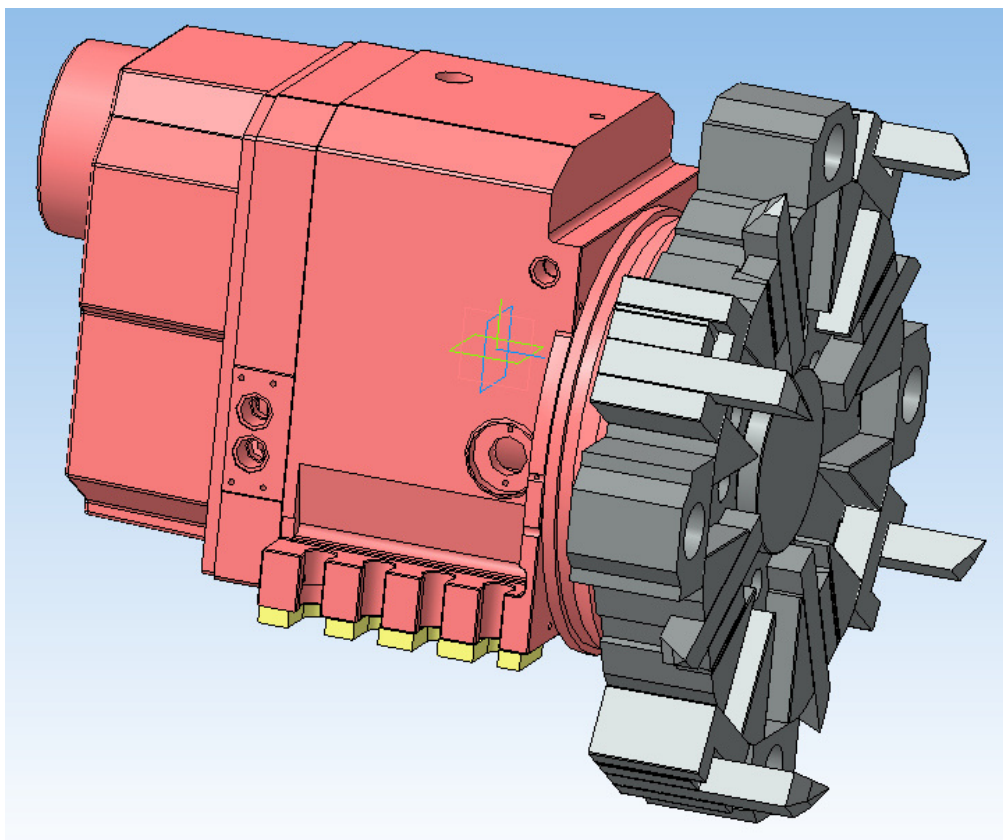
4. Після побудови основної форми використовуйте інструменти «Витягування» (Extrude) або «Обертання» (Revolve) для додавання об'єму моделі. Виберіть відповідний контур і визначте параметри, такі як висота, глибина або кут обертання.

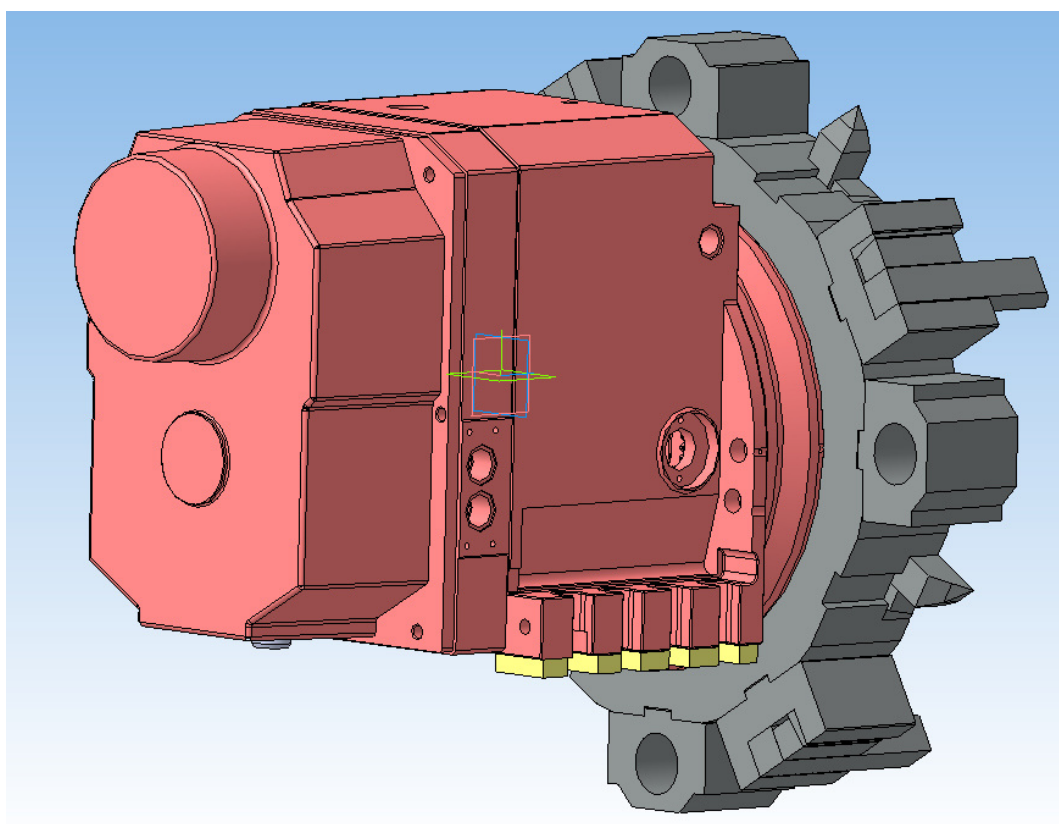
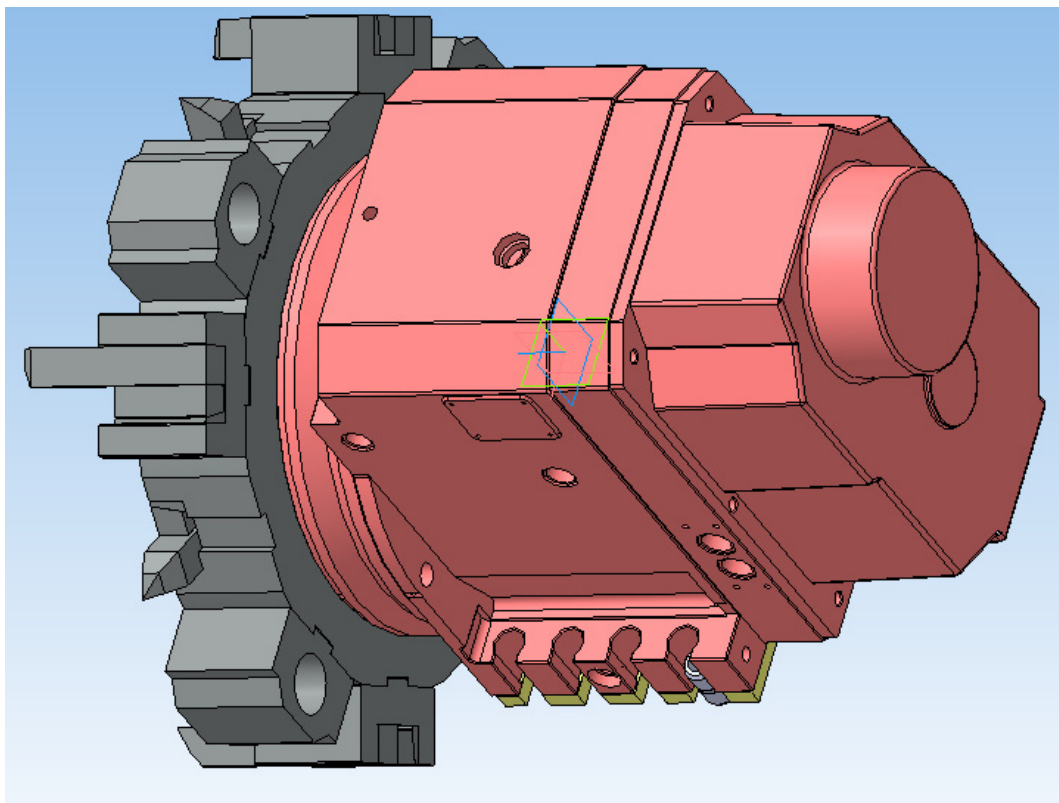
5. Повторіть кроки 3 і 4 для інших частин револьверної головки, таких як кулі, рукоятки, механізми повороту тощо. Використовуйте різні інструменти моделювання, наприклад «Витягування», «Обертання», «Поворот» (Rotate), щоб створити необхідні деталі.

6. При необхідності застосуйте матеріали до моделі. SolidWorks має вбудовану бібліотеку матеріалів, але можна створити власні матеріали або вручну ввести їх властивості.

7. Перевірте модель на помилки або перетини за допомогою функції «Перевірка моделі».

На рис. 3.10 зображено револьверну головку, змодельовану в SolidWorks.





						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

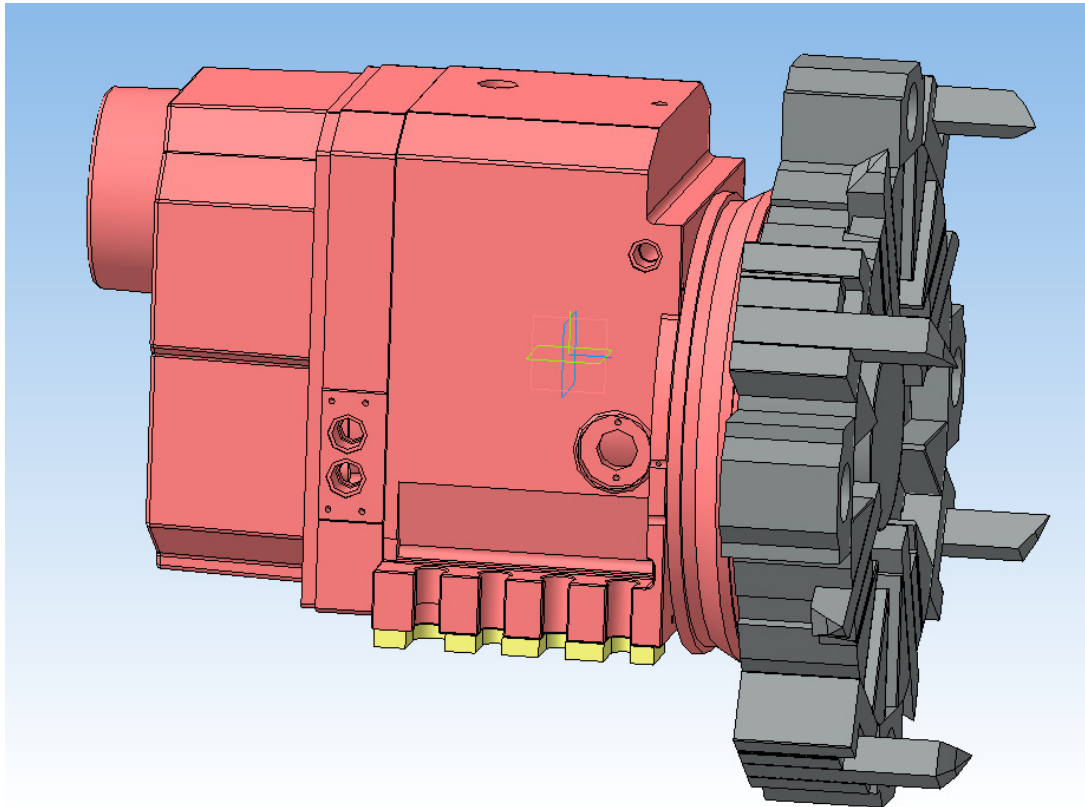


Рис.3.10. Револьверна головка, що створена в програмному продукті SolidWorks

						Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В бакалаврській роботі здійснено аналіз типових конструкцій інструментальних головок із визначенням впливу їх технічних параметрів на ефективність та точність обробки. Розглянуто конструктивні особливості наявних інструментальних головок токарних оброблювальних центрів. Також описано нормативні вимоги до технічних характеристик, точності параметрів та технологічних можливостей токарних оброблювальних центрів, пов'язаних з інструментальними головками.

Розроблено теоретичні обґрунтування необхідних технічних параметрів револьверних інструментальних головок. Запропоновано нову схему базування та удосконалено конструкцію затискних механізмів для інструментальних тримачів у циліндричних отворах. Проведено розрахунок сил затискання та жорсткості інструментальних головок. Визначено оптимальні приводи для повороту, фіксації головок та обертального інструменту з регульованою частотою.

Виконано аналіз технічних характеристик і точності параметрів типових конструкцій інструментальних головок. Досліджено точність фіксації револьверних головок на верстатах мод. 1П420ПФ40, 1В340Ф30, 1341, а також результати експериментальних перевірок жорсткості закріплення цих головок і точності закріплення інструментальних тримачів у їх отворах.

Робота містить опис і розрахунки нових конструктивних елементів інструментальних головок. Модернізовано конструкцію модульної револьверної інструментальної головки на основі головки верстата 1П420ПФ40. Описано методи покращення швидкодії та системи вибору напрямку повороту головки. Запропоновано універсальний підхід для визначення найкоротшого шляху повороту інструментальних магазинів. Наведено схеми та розрахунки для забезпечення точності базування та стабільності закріплення головки як модульної конструкції. Вбудовано системи безконтактних датчиків для пошуку позицій револьверних головок і контролю їх фіксації.

						Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. П.П. Мельничук, Г.Д. Василюк, В.Ю. Лоєв. Саморегулювання параметрів комп'ютеризованої технології у машинобудуванні. Житомир. ЖДТУ 2005р.
2. Г.Д. Василюк, В.Ю. Лоєв, П.П. Мельничук Конструювання, розрахунок та експлуатація токарних верстатів з ЧПК. Житомир. ЖІТІ 2001р.
3. Патент США № 2979971.
4. Патент Англії № 892467.
5. Авторське свідоцтво № 201878, кл. 49а, 35/03; 49а, 2 / 02. МПК В23в.
6. Чернов Є. А. Алгоритм визначення напрямку повороту інструментального магазину при пошуку інструменту по найкоротшому шляху // Верстати та інструмент .- 1987 .- № 7. С. 18-19.
7. Чернов Є. А. Синтез алгоритмів керування реверсивним інструментальним магазином // Верстати та інструмент .- 1990 .- № 8.-С.7 -9.
8. Тітце Ч., Шенк К. Напівпровідникова схемотехніка: Справ, руковод.; Пер. з ньому .- М.: Мир. 1983 .- 512 с.
9. Луців І.В. Процедура оптимізаційного дослідження режимів токарного оброблення при проектуванні технологічних процесів / І.В. Луців, Б.С. Сагайдак//Збірник тез доповідей VIII міжнародної науково-технічної конференції молодих учених і студентів 27-28 листопада 2019 року. В 3-х т. Том І: ТНТУ, 2019, с.113-114 .
10. Кузнєцов Ю.М. Технологічне оснащення для високоефективної обробки деталей на токарних верстатах: монографія /Ю.М. Кузнєцов, І.В. Луців, О.В. Шевченко, В.Н. Волошин. – К.: - Тернопіль: Терно-Граф, 2011. 692 с.
11. Луців І.В. Багатолезове адаптивне оснащення: техніко-економічні показники//Вісник ЖДТУ. - Житомир: ЖДТУ, 2001, 316, с. 52-59.
12. Методичні вказівки до самостійного заняття «Використання середовища Flash дл створення анімаційних моделей механізмів верстатів» /укладачі: М. М. Коротун, А. Ю. Сіренко. - Суми: Сумський державний університет, 2011. – 31 с.

						Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		