

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра (Машинобудування, транспорту і зварювання)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

на тему

Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення
точності обробки на радіально-свердлильному верстаті 2М55 за рахунок його
модернізації

(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ-ПОМ23мг
спеціальності: 015.34 Професійна освіта
(Машинобудування)

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Павло / Павло ВАСИЛЯНСЬКИЙ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник Олег / Олег КОНДРАТЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент Наталія / Наталія АНТОНЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри Олег / Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль Антон / Антон СКОРКІН
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК Валентина / Валентина СКОРКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

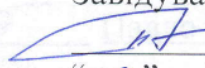
Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання
Спеціальність 015.34 Професійна освіта (Машинобудування)
Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Машинобудування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТіЗ

 О.Л. Подоляк

“12” 10 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу
другого (магістерського) рівня вищої освіти
студенту (ці) Павлу ВАСИЛЯНСЬКОМУ
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення точності обробки на радіально-свердильному верстаті 2М55 за рахунок його модернізації

затверджена наказом 4801-5/3345 від 12.10. 2024 р.

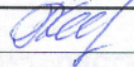
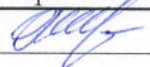
2. Термін здачі магістрантом закінченої роботи “6” грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі «Ступиці трактора ХТЗ-150К-09-25» і механізмів радіально-свердильного верстата 2М55 із системою автоматичного керування, нормативні документи, паспортні дані обладнання, каталоги, стандарти на засоби технічного оснащення..

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): Вступ. Аналіз існуючого парку свердильного обладнання. Постановка задач дослідження. Модернізація радіально-свердильного верстата 2М55 моделювання шпиндельного вузла радіально-свердильного верстата з ЧПК 2М55Ф2. Методичний розділ. Висновки. Список джерел інформації. Додатки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів: Аналіз оброблюваної деталі (Ступиці трактора ХТЗ-150К-09-25). Технологічний маршрут операцій. Схема вибору розточувального інструмента. Послідовність виконання переходів обробки. Вибір технологічного і інструментального оснащення в середовищі САПР «ВЕРТИКАЛЬ». Модернізація радіально-свердильного верстата 2М55. Розробка імітаційної моделі в Модулі Photo 360. Аналіз отриманих результатів. Висновки.

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
педагогічний	Наталія РУБАН			

7. Дата видачі завдання « 12 » 10 2024 р.

Керівник

(підпис)

Олег КОНДРАТЮК

(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Павло ВАСИЛЯНСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної роботи

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Вибір теми й обґрунтування проблеми дослідження. Визначення об'єкта, предмета, мети й завдань.	<u>05.09.24</u>	
2.	Складання плану роботи. Підбір літератури й інших джерел	<u>06.09.24</u>	
3.	Оформлення завдання проектування для затвердження теми кваліфікаційної роботи	<u>13.09.24</u>	
4.	Підготовка аналітичної частини	<u>25.09.24</u>	
5.	Підготовка теоретичної частини	<u>10.10.24</u>	
6.	Розробка дослідницької частини	<u>23.10.24</u>	
7.	Розробка методичного розділу	<u>07.11.24</u>	
8.	Підготовка графічного матеріалу	<u>15.11.24</u>	
9.	Доробка проекту по зауваженнях наукового керівника	<u>20.11.24</u>	
10.	Доробка проекту по зауваженнях консультантів	<u>26.11.24</u>	
11.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Підготовка до захисту.	<u>30.11.24</u>	
12.	Захист кваліфікаційної роботи	<u>10.12.24</u>	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Нормоконтроль

(підпис)

Павло ВАСИЛЯНСЬКИЙ

(ім'я, прізвище)

Антон СКОРКІН

(ім'я, прізвище)

Олег ПОДОЛЯК

Додаток 2 до Порядку проведення перевірки наукових праць, навчально-методичних видань та дипломних робіт (проектів) працівників та здобувачів вищої освіти на наявність запозичень з інших документів (нова редакція)

Введено в дію:

наказ ректора № 0204 -1/088 від 27.02.2020 р.

Протокол контролю оригінальності дипломної роботи (проекту)

Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення точності обробки на радіально-свердлильному верстаті 2М55 за рахунок його модернізації

(назва роботи)

студента

ВАСИЛЯНСЬКИЙ Павло Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові)

науковий керівник

Кондратюк Олег Леонідович

(прізвище, ім'я та по батькові)

В результаті перевірки роботи в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com встановлено наступні значення Коефіцієнтів Подібності

Коефіцієнт Подібності 1: 14,36,

Коефіцієнт Подібності 2: 8,09 ,

Сигнал „Тривога!": ☒ – немає; ☐ – є, кількість разів у тексті ____.

Вченою радою факультету (навчально-наукового інституту) затверджено наступні показники оригінальності (за значенням коефіцієнту K1):

не більше 10% – оригінальна робота,

від __% до __% – задовільно оригінальна робота,

від __% до __% – умовно оригінальна робота,

більше __% – неоригінальна робота.

Відповідно до цього, робота може бути класифікована як:

☒ оригінальна,

☐ задовільно оригінальна,

☐ умовно оригінальна,

☐ неоригінальна.

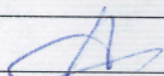
Висновок:

☒ робота може бути допущена до захисту,

☐ необхідно провести розгляд Повного Звіту Подібності із залученням фахівців із тематики дипломної роботи (проекту).

Примітки Системного Оператора про виявлені запозичення:

Системний Оператор


(підпис)

Скоркін А.О.

(прізвище та ініціали)

26.12.24

(дата)

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

SW — Solidworks;

АФЧХ — амплітудно фазові частотні характеристики;

ЗОР — змащувально-охолоджувальна рідина;

КГП — кулько-гвинтові пари;

КЕ — метод кінцевих елементів;

ККД — коефіцієнт корисної дії;

ПР — промисловий робот;

ПЧПК — пристрій з числовим програмним керуванням;

Рис. — рисунок;

САПР — система автоматизированного проектирования;

Таб. — таблиця;

ТП — технологічний процес;

ЧПК — числове програмне керування;

ШВ — шпиндельний вузол;

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 165 сторінок, у тому числі 41 рисунок, 28 таблиць, 48 джерел, 1 додаток. Графічна частина виконана на 20 аркушах (PowerPoint презентація).

У процесі дипломного проектування був розроблений радіально-свердильний верстат зі ЧПК для обробки ступиці трактора ХТЗ-150К-09-25) на базі радіально-свердильного верстата моделі 2М55.

Спроекований верстат дозволяє вести високошвидкісну обробку, що актуально в цей час. Впровадження даного модуля дозволило знизити собівартість деталі на 28,7%

Була розроблена нова конструкція шпиндельної бабки й усього шпиндельного вузла.

У дослідницькій частині проекту зроблений ряд розрахунків й аналіз мотор шпинделя головки у програмному комплексі SolidWorks за допомогою «АСКОН» - «Компас - Автопроект», MatLab, APM Winmachine, що значно скорочує трудомісткість розрахункових робіт і відкриває перспективи масштабних досліджень в області моделювання і вдосконалення сучасних конструкцій шпиндельних вузлів.

В методичній частині було розроблено дидактичний проект факультативного заняття з теми «Модернізація радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування

Ключові слова: ВЕРСТАТИ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ТВЕРДІСТЬ, МІЦНІСТЬ, ВИБРОУСТОЙЧИВОСТЬ, НАДІЙНІСТЬ, ЕФЕКТИВНІСТЬ, МОДАЛЬНИЙ АНАЛІЗ

SUMMARY

The explanatory note contains 165 pages, including ___ pictures, ____ tables, 48 sources, 1 applications. The graphic part is made on 20 sheets (PowerPoint presentation).

In the process of graduation design a radial-boring machine with a CNC for processing the hub of the tractor KhTZ-150K-09-25) was developed on the basis of a 2M55 radial-boring machine.

The designed machine tool allows for high-speed processing, which is relevant at this time. Implementation of this module allowed to reduce the cost of parts by 28.7%

A new design of the spindle shaft and the whole spindle assembly was developed.

In the research part of the project, a number of calculations and analysis of the head spindle motor in the SolidWorks software system were made using ASCON - Compass - AvtoProject, MatLab, APM WinMachine, which greatly reduces the complexity of the design work and opens the prospect of large-scale research in the field of modeling and modernization of modern structures of spindle units.

Keywords: MACHINES, MODERNIZATION, HARDENESS, STRENGTH, VIGROUSITY, RELIABILITY, EFFICIENCY, MODAL ANALYSIS

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ	11
1.1 Сучасний стан машинобудування України та тенденції його розвитку	11
1.2. Професійна підготовка фахівців машинобудівної галузі.....	13
1.3 Висновки до розділу 1.....	18
2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ПАРКУ СВЕРЛИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ.....	19
2.1 Загальні відомості про свердлильні верстати й виконуваних на них операцій	19
2.2 Загальний огляд радіально-свердлильних верстатів	24
2.3 Конструкція базового радіально-свердлильного верстата 2М55	29
2.4 Патентний пошук	44
2.5 Висновки по розділу	48
3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ "СТУПИЦІ"	49
3.1 Аналіз оброблюваної деталі (ступиці трактора ХТЗ-150К-09-25)	49
3.2 Аналіз матеріалу деталі	50
3.3 Коротка характеристика існуючого рівня технології	51
3.4 Обробка конструкції деталі на технологічність	52
3.5 Аналіз технічних умов, пропонованих до деталі	53
3.6 Обґрунтування методу виготовлення заготовки	53
3.7 Вибір і обґрунтування технологічних баз	57
3.8 Розробка технологічного маршруту обробки деталі	58
3.9 Розрахунки припусків на механічну обробку	63
3.10 Розрахунки режимів різання	70
3.11 Висновки по розділу	97
4. МОДЕРНІЗАЦІЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА 2М55	98
4.1 Призначення й область застосування спроектованого верстата	98
4.2 Загальне компонування спроектованого верстата	99
4.3 Схема кінематична	100
4.4 Плита, цоколь, колона	101
4.5 Охолодження	102
4.6 Механізм затискача колони	102

4.7	Редуктор переміщення рукава	104
4.8	Рукав, його затискач на колоні й механізм підйому	104
4.9	Шпиндельна бабка, її пристрій	106
4.10	Шпиндель	107
4.11	Опис конструкції кріплення інструмента	109
4.12	Опис затискного пристосування	109
4.13	Основні технічні характеристики й дані спроектованого радіально-свердлильного верстата зі ЧПК	110
4.14	Розрахунки зубчастих передач	111
4.15	Розрахунки кульки гвинтових пар	115
4.16	Опис системи керування верстатом	116
4.17	Висновки по розділу	121
5.	МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА РАДІАЛЬНО- СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК 2М55Ф2	122
5.1	Оптимізація шпиндельного вузла в програмному комплексі Solidworks	122
5.2	Висновки по розділу	125
6.	МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ (ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЕКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «МОДЕРНІЗАЦІЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК2М55» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ)	126
6.1	Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)	128
6.2	Перелік літературних джерел з теми	129
6.3	Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття	129
6.4	Аналіз базових умов навчання	131
6.5	Проектування мотиваційних технологій навчання (характеристика і текст мотивації, використання якої доцільно при викладі навчального матеріалу)	131
6.6	Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті	132
6.7	Проектування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті	133
6.8	Проектування контрольних дій з теми	134
6.9	Розробка сценарію факультативного заняття	135

6.10	Висновки до розділу 6	137
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	138
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	139
	ДОДАТОК А - ПЛАКАТИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ	145

ВСТУП

Верстати, тривалий час, що перебували в експлуатації й у результаті цього морально або фізично застарілі, зберігають свою цінність для підприємства. Безумовно, такі верстати можна продати й, додавши чималу суму, купити на їхнє місце інші, більш сучасні, однак останнім часом нестача засобів на покупку нового обладнання змушує більшість підприємств відновлювати при необхідності наявні в них верстати по можливості з їхньою одночасною модернізацією. Ця тенденція характерна не тільки для України, але й для розвинених закордонних країн. Багато верстатів, особливо великогабаритні, що випускаються зараз в обмежених кількостях, вигідніше модернізувати й використовувати на власному підприємстві, ухвалюючи замовлення від інших фірм. Ринок старих верстатів у світі постійно розширюється й охоплює вже не тільки дійсно бідні фірми, але й цілком платоспроможні, однак гроші, що вважають. Обсяг цього ринку досягає вже кілька мільярдів доларів [30].

Фірми звичайно прагнуть відремонтувати й одночасно модернізувати дуже великі верстати, що мають досить універсальне застосування віком до 40-50 років. Їхні базові деталі, як правило, добре збереглися й у термічному відношенні давно стабілізовані. Крім того, потреба в деталях, оброблюваних на цих верстатах, залишилася досить велика, а нові технології для їхнього одержання поки відсутні.

По наростанню ступеня складності існує 3 типу ремонту й модернізації верстатів:

а) ремонт, головним чином механічний або заміна будь-яких компонентів з метою відновлення верстата до його первісного стану з додаванням при цьому будь-яких розширювальних технічних можливостей якостей, які захоче одержати замовник, наприклад, більш високих швидкостей обертання шпинделя або переміщень робочих органів;

б) повний капітальний ремонт, що включає ремонт або комплексну заміну електроустаткування (приводів, електродвигунів і блоків керування) усього верстата на таке, яке відповідає сучасним вимогам промисловості;

в) при комбінації зазначених вище типів ремонту й модернізації верстат повністю розбирають, замінюючи при цьому всі його механічні й електричні компоненти й одержуючи в результаті як мінімум колишні характеристики верстата, а нерідко й значно більш високі. При цьому аналогові приводи замінюють цифровими, ручне керування - ЧПК, гідравлічні приводи – кульково-гвинтовими передачами, що дозволяє в середньому подвоїти швидкості подачі і в 3-4 рази збільшувати частоту обертання шпинделя.

Останнім часом розширилася область діяльності багатьох фірм, що займаються ремонтом і модернізацією верстатного встаткування. По деяких типах верстатів вони конкурують навіть із їхніми безпосередніми виготовлювачами. У результаті вартість повністю оновленого верстата становить 55-60% вартості нового. Для заводів дрібносерійного виробництва модернізація крім технічного має психологічне значення. Тому що на старих і звичних, хоча й модернізованих, верстатах може працювати менш кваліфікований персонал [30].

Між сегментом “переоснащених” верстатів зі ЧПК, у тому числі багатоцільових, і сегментом традиційних верстатів з ручним керуванням перебуває ніша верстатів зі спрощеними ПЧПК. Оснащення старих верстатів, які після модернізації залишаються по функціях фактично колишніми, такими системами дозволяє виключити дороге навчання операторів і скоротити тривалий період запуску цих верстатів. Крім того, не виникає потреби в новій організації праці. Таким чином, модернізація верстатів, нехай навіть усього лише їх оснащення ПЧПК різному ступеня складності, має перед собою широкі перспективи [17, 30].

1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

1.1. Сучасний стан машинобудування України та тенденції його розвитку

Аналіз тенденцій розвитку машинобудівних підприємств у контексті сучасних соціально-економічних трансформацій показав її невідповідність пріоритетам розвитку національної економіки. У машинобудівному комплексі спостерігається зменшення обсягів діяльності, низький рівень рентабельності машинобудування та нестача коштів для фінансування техніко-технологічного оновлення, інноваційного та соціального-економічного розвитку.

Таким чином, основою подальшого розвитку машинобудівної галузі України є подолання кризових явищ, стабілізація і стійкий розвиток галузі, який можливий шляхом технологічної і структурної перебудови виробництва, сфери послуг та інших галузей для випуску сучасної конкурентоспроможної продукції.

Машинобудування відноситься до провідних галузей промисловості. На машинобудівельних підприємствах створюються засоби праці для підприємств інших галузей економіки, використовуючи досягнення наукових досліджень, передовий вітчизняний досвід та досвід розвинутих країн. Діяльність цих підприємств спрямована на виготовлення машин і обладнання, що забезпечують загальне зростання обсягів виробництва та продуктивності праці, зниження собівартості продукції.

Провідна роль у забезпеченні економічного зростання, соціального розвитку та науково-технічного прогресу України належить промисловості. У структурі промисловості України найбільшу питому вагу мають галузі важкої індустрії, особливо галузь машинобудування. Машинобудування є фундаментом економічного потенціалу країни, від рівня ефективності діяльності його підприємств залежить стан її соціально-економічного розвитку.

Машинобудування – одна з найважливіших галузей виробництва, що значно впливає на продуктивність, ефективність і прогрес майже у всіх сферах людської діяльності. В Україні галузь машинобудування представлена металургійним, гірничошахтним, підйомно-транспортним, енергетичним, судно-, авіа-, і автомобілебудуванням, виробництвом машин і механізмів для хімічної і нафтохімічної, легкої та харчової промисловості, сільськогосподарським, будівельно-дорожнім машинобудуванням та виробництвом машин для комунального господарства, виробництвом верстатів і інструментів та машин і обладнання для збройних сил. Стабільний розвиток машинобудування забезпечує рентабельність і конкурентоздатність більшості товарів і послуг, зростання інтелектуального й матеріального рівня населення, соціальний захист і розвиток економіки як окремих регіонів, так і держави [30].

Таким чином, сприяння розвитку машинобудівної галузі є пріоритетним стратегічним напрямком щодо забезпечення стабільного соціально-економічного становища країни. Стан та розвиток машинобудування має важливе значення не лише для промисловості, а й для економіки в цілому. Адже, потенціал та наявні виробничі можливості даної галузі є основою стратегічної стійкості національної економіки.

Ефективність роботи підприємств машинобудівельної галузі залежить від сукупності організаційно-економічних та соціальних факторів. Серед них — спеціалізація та кооперування виробництва, їх розміщення на території окремих регіонів, впровадження у виробництво нових типів машин та устаткування, вдосконалення галузевої структури, наявність кваліфікованих кадрів [16].

На роботу підприємств впливають визначені державою умови для економічної самостійності в комерційній діяльності тощо. Важливе значення має територіальне розташування підприємств машинобудування, використовуючи позитивні умови для роботи підприємств на території окремих регіонів, окремих міст, враховуючи забезпеченість підприємств кваліфікованими кадрами, паливно-енергетичними ресурсами, можливостями

для надійного та ефективного обслуговування тощо. У зв'язку з цим значна увага приділяється впровадженню спеціалізації та кооперування виробництва у машинобудуванні. Спеціалізація виробництва передбачає концентрацію випуску конструктивно і технологічно подібних виробів, а також концентрацію на окремих підприємствах. Вона сприяє зростанню продуктивності праці за рахунок використання спеціалізованого високопродуктивного обладнання, раціональних технологічних процесів та організації праці. Підготовка та підвищення кваліфікації фахівців є актуальною і важливою складовою ринку праці. Саме тому ефективне функціонування будь-якої держави визначається насамперед ступенем підготовки її кадрів.

1.2. Професійна підготовка фахівців машинобудівної галузі

Професійна підготовка – це складова системи освіти України, вона є комплексом педагогічних та організаційно-управлінських заходів, спрямованих на забезпечення оволодіння громадянами знаннями, уміннями і навичками в обраній ними галузі професійної діяльності, на розвиток компетентності та професіоналізму, виховання загальної і професійної культури. У сучасних соціально-економічних умовах держава потребує цілісної системи безперервної професійної освіти, що відповідає національним інтересам і світовим тенденціям розвитку економіки, забезпечує підготовку кваліфікованих фахівців, спроможних навчатися впродовж життя, підвищувати рівень своєї кваліфікації, здобувати, при необхідності, іншу професію. На вирішення цих завдань і спрямована підготовка фахівців, які будуть готувати надію машинобудування нашої держави [38, 45].

Протягом останніх років потенціал кваліфікованих фахівців в Україні значно знизився у порівнянні з розвинутими країнами. Це зумовлено падінням престижу робітничих професій, неефективним інформуванням населення щодо попиту на професії, недостатньою участю суб'єктів господарювання у розв'язанні проблем професійної освіти і навчання. Як наслідок, суб'єктів

господарювання не задовольняє якість підготовки робітничих кадрів, що пов'язано із застарілою матеріально-технічною базою, недосконалістю кваліфікаційних характеристик на професії та види робіт, державних стандартів професійно-технічної освіти, недостатнім рівнем підготовки педагогічних працівників.

Подальший розвиток професійної освіти України неможливий без досягнення європейського рівня освітніх стандартів з урахуванням національних особливостей, що обумовлює необхідність модернізації, розширення функцій професійно-технічної освіти, її трансформації в професійну освіту і навчання [33 -36].

Назріла необхідність якісних змін у взаємодії центральних і місцевих органів виконавчої влади та місцевого самоврядування щодо питань функціонування і розвитку професійної освіти і навчання. Потребує реформування система управління професійною освітою і навчанням.

Не сприяють оперативному і гнучкому реагуванню на попит у фахівцях діючі умови і процедура ліцензування освітньої діяльності професійно-технічних навчальних закладів, підприємств, організацій і установ, що здійснюють підготовку робітничих кадрів на виробництві.

На сьогоднішній час в нашій країні необхідно негайно удосконалювати професійну підготовку фахівців машинобудівної галузі. Це є актуальним та необхідним на сьогодні.

Навчальною програмою підготовки фахівців машинобудівної галузі передбачається освоєння теоретичного курсу (лекції, семінари, практичні заняття, лабораторні роботи, виконання контрольних завдань, самостійна робота, атестація отриманих знань у вигляді заліків та іспитів), підсумкова атестація з теоретичного курсу навчання – атестаційний екзамен та кваліфікаційна робота (захист дипломного проєкту або дипломної роботи) [36 - 38].

Область професійної діяльності є галузі науки і техніки, що включають сукупність засобів, наприклад, прийомів, способів та методів людської

діяльності, спрямованої на виготовлення конкурентоспроможної та наукомісткої продукції машинобудування.

Об'єкти професійної діяльності: машинобудівні виробництва, технологічне обладнання, інструментальна техніка, технологічне оснащення засобів автоматизації, виробничий та технологічний процеси, їх розробка та освоєння нових технологій; нанотехнології, засоби інформаційного, метрологічного, діагностичного та управлінського забезпечення технологічних систем для досягнення якості виробів, що випускаються; нормативно-технічна документація, системи стандартизації та сертифікації, методи та засоби випробувань та контролю якості виробів машинобудування, САПР технологічних процесів у галузі.

Опитування на машинобудівних підприємствах показує, що найближчим часом потреба у фахівцях даної спеціальності зростатиме у зв'язку з підйомом виробництва та відродження важкої промисловості України.

Металургія та машинобудування — галузі науки, техніки та галузі виробництва, що охоплюють процеси виробництва металів та сплавів із руд або інших матеріалів, отримання з них литих заготовок та виробів, а також виготовлення металевих виробів необхідної форми та якості.

Студенти ННІ «УПА» під час навчання можуть здобути додаткову робітничу професію: слюсар механозбірних робіт, токар універсал.

У процесі навчання широко використовуються спеціалізовані комп'ютерні класи із сучасними програмами засобами: КОМПАС, Autodesk, T-Flex, AutoCad та ін.

Педагогічне стажування здобувачів освіти проходить в закладах професійної (професійно-технічної) та фазової передвищої освіти м. Харкова та Харківської області, а саме:

- Центр професійно-технічної освіти № 1 м. Харкова;
- Державний навчальний заклад «Регіональний центр професійної освіти будівельних технологій Харківської області»;

- Державний навчальний заклад «Харківське вище професійне училище № 6»;
- Державний навчальний заклад «Харківський професійний ліцей будівельних технологій»;
- Державний навчальний заклад «Харківський регіональний центр професійної освіти поліграфічних медіатехнологій та машинобудування»;
- Професійно-технічне училище № 32 м. Харкова;
- Державний професійно-технічний навчальний заклад «Центр професійно-технічної освіти № 3 м. Харкова»;
- Державний навчальний заклад «Ізюмський регіональний центр професійної освіти»;
- Лозівський професійний ліцей.

Для проходження преддипломної практики здобувачі освіти можуть пройти на провідних підприємствах машинобудівної галузі в м. Харкові:

- ПАТ «Турбоатом»;
- ПАТ «ЗАВОД «ПІВДЕНКАБЕЛЬ»;
- ДНВП «Об'єднання Комунар»;
- Харківське державне авіаційне виробниче підприємство;
- ДП «Харківський машинобудівний завод «ФЕД»;
- ТОВ «Харківський завод підйомно-транспортного устаткування»;
- ДП «Завод ім. Малишева»;
- ВАТ «Росс».

Набуті знання дають випускнику можливість працювати як:

- інженерно-технічний керівник на підприємствах, організаціях тощо;
- менеджер машинобудівних та виробничо-комерційних підприємств, широко створюваних спільних підприємств, представників у регіоні відомих західних виробників та ін.;
- викладачем в закладах професійної (професійно-технічної) та фазової передвищої освіти;

- майстром виробничого навчання в закладах професійної (професійно-технічної) та фазової передвищої освіти;
- конструктором технологічного обладнання, оснастки будь-якого підприємства, що виробляє продукцію, що виконує послуги з обслуговування, ремонту та модернізації будь-якого обладнання;
- технологом механозбірного підприємства будь-якої галузі машинобудування;
- розробником програмного забезпечення виробничих процесів;
- дослідником, винахідником у спеціалізованих лабораторіях, організаціях, науково-дослідних інститутах.

Унікальність та основні переваги освітньої програми:

- значне збільшення обсягу навчальних занять з іноземної мови;
- цілеспрямована підготовка щодо математичних, природних, гуманітарних, правових та економічних дисциплін для застосування цих знань у професійній діяльності;
- розширення набору загальнокультурних професійних компетентностей;
- облік потреб виробництва та вимог роботодавців при виборі дисциплін професійного профілю;
- широке застосування інформаційних технологій щодо дисциплін професійного циклу;
- широкий спектр дисциплін у навчальному плані щодо вибору здобувачів освіти.

1.3 Висновки до розділу 1

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи ми розглянули актуальність професійної підготовки фахівців підприємств машинобудування, проаналізували його професійну діяльність на основі аналізу стандарту вищої освіти і освітньо-професійної програми, визначили місця працевлаштування, проаналізували освітні та вибіркові компоненти підготовки фахівців для машинобудівної галузі.

Визначили загальні та професійні компетентності, а також професійно важливі якості: такий фахівець повинен бути технічно грамотним, відповідальним і вимогливим, а також володіти імітаційним моделюванням для вирішення нагальних виробничих проблем, щоб якісно здійснювати свою діяльність повною мірою відповідно до вимог спеціальності.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ПАРКУ СВЕРЛИЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1 Загальні відомості про свердлильні верстати й виконуваних на них операцій

Призначення й область застосування

Свердлильні верстати є досить розповсюдженим видом металорізального обладнання машинобудівних заводів.

По універсальності свердлильні верстати загального призначення уступають лише токарським. По технологічних можливостях і простоті налагодження – коштують поряд з револьверними верстатами [27 -30].

На свердлильних верстатах можуть бути виконані наступні роботи:

1) Свердління циліндричних, багатограних наскрізних і глухих отворів у суцільному металі (рисунок 2.1, а). Як закінчена операція свердління застосовується в тих випадках, коли необхідна точність обробки не перевищує 4-5 класів точності, а чистота поверхні обробки не вище 4-5 класів. Свердління можна здійснювати:

- обертанням і подачею свердла на нерухливу деталь;
- обертанням і подачею деталі на нерухливий свердел.

Перший спосіб свердління найпоширеніший і особливо незамінний при обробці отворів у важких і громіздких деталях.

Другий вид свердління широко застосовується при обробці глибоких отворів у суцільному металі.

2) Розсвердлювання і зенкування (рисунок 2.1, б, в). По точності й чистоті обробки розсвердлювання мало відрізняється від свердління. Для забезпечення більшої точності отвору по діаметру, а також більш високої продуктивності рекомендується, по можливості, замінити розсвердлювання зенкуванням.

Чорнове зенкування може забезпечити 5-й клас точності отвору, чистове – 4-й клас. По чистоті обробки зенкуванням можна забезпечити 5-й клас чистоти поверхні.

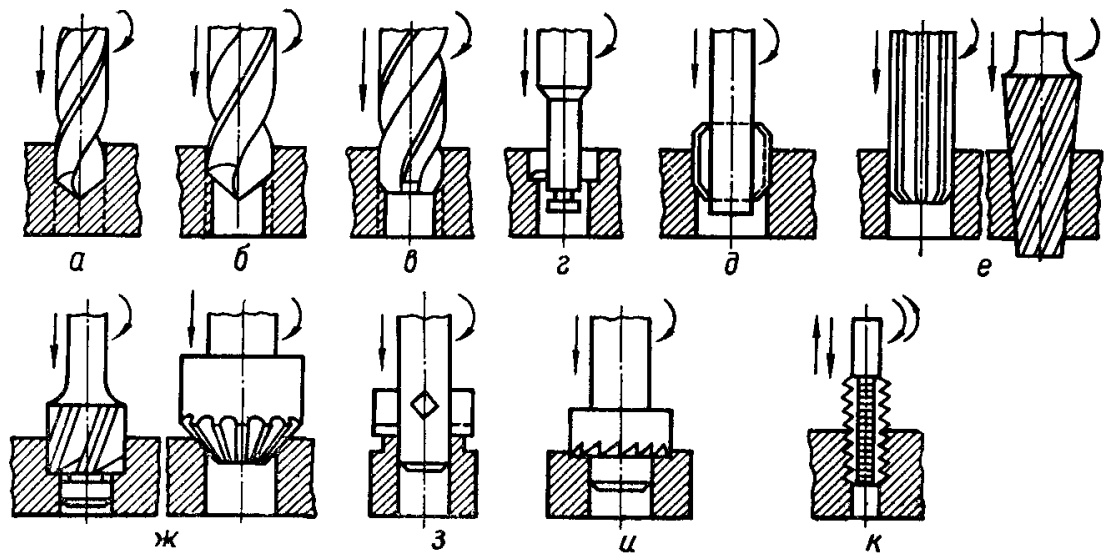


Рисунок 2.1 – Схеми видів обробки на свердильних верстатах

Цей метод обробки можна успішно здійснити на свердильних верстатах при обробці отворів, розташованих на деталі по точних координатах.

Чорнове розточування забезпечує 5-й клас точності й застосовується для зняття поверхневого шару в отворі кування або виливка.

Чистове розточування застосовується для додання отвору правильної форми відповідної до точності й чистоти поверхні обробки. Розточування різцем забезпечує 2-й клас точності (а при багаторазовому розточуванні 1-й клас точності), а різцевою головкою 3-й клас точності із чистотою поверхні отвору до 6-го класу.

3) Розгортання циліндричних і конічних отворів (рисунок 1, е). На відміну від розточування, розгортання не виправляє отвори м погрішність у розташуванні осі отвору щодо бази. Тому попередня обробка під розгортання повинна бути проведена ретельно.

Однократне розгортання застосовується для усунення грубих слідів попередньої обробки. Воно забезпечує одержання 3-го класу точності й чистоти поверхні до 6-го класу включно.

Дворазовим розгортанням при відповідному припуску й ретельно виготовленому інструменті можна забезпечити отвір 2-го класу точності із чистової поверхні обробки до 7-го класу включно.

Тонке або прецизійне розгортання здійснюється після чистового розгортання й передбачає знімання досить малих припусків, у два рази менших, чому при чистовому розгортанні. Цей вид обробки може забезпечити одержання точності отвору в межах 2-го класів точності, із чистотою поверхні обробки до 8-го класу включно [22 - 24].

У якості інструмента для тонкого розгортання застосовуються регульовані розгорнення з ретельно заправленими ріжучими крайками й невеликим кутом забірного конуса.

Кріплення розгорнення до шпинделя верстата плаваюче, що досить суттєво для забезпечення належної точності й чистоти обробки.

Тонке розгортання проводиться при низьких швидкостях різання – порядку, 1,5-2 м/хв і подачах – 0,2-0,5 мм/об із застосуванням охолодної рідини.

4) Прогладжування або розвальцьовування (рисунок 1, з). Цей вид обробки застосовується для ущільнення або згладжування гребінців після чистового розгортання отвору в деталях з легких сплавів (дюралю, електрона). У якості інструмента для розвальцьовування служить спеціальне роликове оправлення. Припуск під розвальцьовування залишається незначний (у межах 0,005-0,01 мм для отворів діаметром 22-25 мм). Величина припуску встановлюється досвідченим шляхом і залежить від діаметра оброблюваного отвору, матеріалу й твердості виробу.

5) Крім перерахованих робіт, на свердлильних верстатах виконуються:

- нарізування внутрішнього й зовнішнього різьблення (рисунок 1, к);
- зняття фасок в отворів і зенкерування циліндричних отворів під головку гвинта (рисунок 1, г);
- облицювання торців зовнішніх і внутрішніх бобишек;
- вирізка дисків з листового металу;
- проточка внутрішніх канавок усіякої конфігурації;
- формування головки заклепки методом розкочування.

Техніко-економічна точність

Раціональне використання свердлильних верстатів може бути забезпечене при:

- веденні процесу обробки при високопродуктивних режимах різання з використанням зробленого оснащення;
- правильно обраному технологічному процесі, що забезпечує необхідну чистоту й економічну точність обробки.

Класифікація свердлильних верстатів

Усі існуючі типи свердлильних верстатів, по класифікації ставляться, до другої групи системи нумерації металорізальних верстатів.

По конструктивних ознаках свердлильні верстати можуть бути розділені на три підгрупи:

- 1) універсальні верстати загального призначення;
- 2) спеціалізовані верстати;
- 3) спеціальні верстати.

Універсальні свердлильні верстати є найбільш численною підгрупою всього парку свердлильного встаткування. До цієї підгрупи ставляться вертикально-свердлильні верстати:

- зі стаціонарним вильотом шпинделя із приводом від індивідуального електродвигуна, з механізмом для регулювання швидкості головного руху й руху подачі, або з ручною подачею;
- с змінним числом свердлильних головок, так звані групові (або рядові) свердлильні верстати, створені на базі основних вузлів одношпиндельних свердлильних верстатів;
- зі змінним вильотом шпинделя, тобто радіально-свердлильні верстати різних конструкцій.

Зазначені верстати будуються різних габаритів і ваги, з різними параметрами.

Конструкції свердлильних верстатів, їх габарити, кінематика й компонування вузлів обумовлюється їхнім цільовим призначенням [22].

Для більших і різноманітних по характеру свердлильних робіт будуються свердлильні верстати більших габаритів, більш тверді й потужні.

Залежно від їхнього призначення (по типу виробництва) ці верстати, тією чи іншою мірою, оснащені механізмами для регулювання числа обертів і подач шпинделя, механізмами для автоматизації робочого циклу.

Свердлильні верстати загального призначення характеризуються наступними особливостями:

- можливістю ведення обробки виробів усілякої конфігурації різних матеріалів і різними, характерними для свердлильних робіт, інструментами;
- можливістю швидкого й легкого настроювання верстата для роботи з найвигіднішими режимами різання;
- можливістю ведення обробки виробу послідовним методом – шляхом зміни інструмента на ходу верстата. При такому методі роботи особливо коштовним є можливість швидкого настроювання верстата на необхідний режим роботи;
- можливістю реверсування шпинделя при нарізуванні різьблення мітчиками.

Перераховані особливості сприяють широкому поширенню універсальних свердлильних верстатів на машинобудівних і металообробних підприємствах.

Спеціалізовані свердлильні верстати на відміну від універсальних призначені для виконання обмеженого кількості технологічних операцій і являють собою гранично автоматизовані свердлильні верстати з універсальними механізмами головного руху й руху подач.

Їх спеціалізованість визначається оригінальним оснащенням, тобто робочими пристосуваннями кріпильним інструментом, що різє й, які на тривалий час установлюються на верстаті для виконання заданої операції обробки певної деталі [21, 22].

Настроювання на необхідний режим обробки здійснюється за допомогою змінних шестірень і фіксується на увесь час обробки даної деталі.

До спеціалізованих верстатів можуть бути також віднесені свердлильні верстати з одним лише механізмом регулювання головного руху, але також зі спеціальним оснащенням.

Спеціалізовані свердлильні верстати є нормальним устаткуванням механічних цехів машинобудівних заводів великосерійного й поточно-масового виробництва.

Спеціальні свердлильні або операційні верстати призначають для виконання однієї або декількох операцій обробки в заданій деталі. Переналагодження цих верстатів для виконання іншої операції в якій-небудь іншій деталі недоцільна, тому що це вимагає корінної переробки верстата.

2.2 Загальний огляд радіально-свердлильних верстатів

Із групи свердлильних верстатів найбільш універсальними є радіально-свердлильні. Основне їхнє призначення – обробка отворів у великих деталях при одиничному й дрібносерійному виробництві [22].

Радіально-свердлильні верстати застосовують на заводах у механічних, складальних, ремонтних і інструментальних цехах, а також майстерних будівництв. Транспорту й сільського господарства. Останнім часом їх почали застосовувати в великосерійному виробництві при обробці великих деталей.

Висока продуктивність цих верстатів досягається оснащенням їх спеціальними пристосуваннями.

На відміну від вертикально-свердлильних верстатів, при роботі на яких доводиться переміщати деталь щодо свердла, на радіально-свердлильних верстатах переміщається свердел щодо оброблюваної деталі.

Шпиндель радіально-свердлильного верстата легко переміщається як у радіальному напрямку, так і по окружностях різних радіусів, завдяки чому свердел може бути встановлене в будь-якій крапці площі, обмеженої двома концентричними окружностями, одна з яких утворена радіусом найбільшого

вильоту шпинделя, а інша – найменшого вильоту (при круговому обертанні рукава).

Особливо істотну роль ця відмінність відіграє тоді, коли обробляється громіздка або важка деталь.

На радіально-свердлильних верстатах проводиться свердлення отворів у суцільному матеріалі, розсвердлювання, зенкування і зенкерування попередньо просвердлених отворів, зенкування торцевих поверхонь, циліндричних і конічних поглиблень, розгортання отворів, нарізування внутрішнього різьблення мітчиками.

Крім перерахованих операцій, за допомогою спеціальних інструментів і пристосувань на радіально-свердлильних верстатах можна розточувати отвору, канавки, вирізати отвору великого діаметра й диски з листового металу, свердлити квадратні отвори, притирати точні отвори циліндрів, підшипників, клапанів і т.д. [22]

Удосконалювання радіально-свердлильних верстатів іде по шляху підвищення продуктивності. Розширення технологічних можливостей, механізації й автоматизації.

Прагнення до створення широко універсальних верстатів, що забезпечують якісну й високопродуктивну роботу, привело до того, що сучасні радіально-свердлильні верстати мають широкі діапазони й велика кількість чисел обертів і механічних подач шпинделя при високій потужності.

Частка допоміжного часу при роботі на радіально-свердлильних верстатах усе ще досить велика. Тому навіть невелике скорочення витрат часу на виконання допоміжних операцій приводить до підвищення продуктивності верстатів. З метою зменшення допоміжного часу сучасні радіально-свердлильні верстати забезпечуються зручними механізмами для перемикання чисел обертів і зміни подач; органі керування верстатом зосереджені в одному місці – на шпиндельній головці.

У промисловості застосовується багато типів радіально-свердлильних верстатів. Найбільше поширення одержали верстати загального призначення, у

яких виріб розташовується на плиті або столі нерухомо, а шпиндель займає вертикальне положення й переміщається в трьох напрямках: по окружностях навколо вертикальної колони, по радіусах цих окружностей і вертикально уздовж своєї осі.

Для свердління не тільки вертикальних отворів, але також похилих і горизонтальних застосовуються універсальні радіально-свердлильні верстати з поворотною шпиндельною головкою.

Якщо оброблюваний виріб дуже великий, використовуються радіально-свердлильні верстати з колоною, що переміщається по станині. Подальше вдосконалювання таких верстатів привело до створення самохідних радіально-свердлильних верстатів, які можуть пересуватися по рейках.

Крім пересувних верстатів при обробці великогабаритних деталей знаходять застосування також переносні радіально-свердлильні верстати. Їх переносять піднімальним краном до потрібного місця й закріплюють поруч із виробом або безпосередньо на ньому [30].

Однієї з різновидів радіально-свердлильних верстатів є настінні верстати, у яких відсутня плита й колона.

Для свердлення отворів у листовому матеріалі використовують верстати з малим осьовим переміщенням шпинделя й без плити (виріб у цьому випадку кладе на підлогу або на стелаж). Різновид таких верстатів – верстати із шарнірним хоботом, на кінці останньої ланки якого укріплена шпиндельна головка.

Випускають радіально-свердлильні верстати загального призначення моделей 2А53, ОС-67, 2А55, 2М55, 2Б55, 257, 2Б57, 258 і 2Б58 з найбільшим діаметром свердління в сталі середньою твердістю 35, 50, 75 і 100 мм.

Самий маленький із цих верстатів має найбільша відстань від осі шпинделя до зовнішньої поверхні колони (виліт) 1200 мм і важить 3 т; найбільший – 4000 мм, а вага його 32 т.

Короткі технічні характеристики вітчизняних радіально-свердлильних верстатів наведено в таблиці 1.1.

За кордоном випускають радіально-свердлильні верстати загального призначення з діаметром свердління від 25 до 160 мм. Найбільший виліт шпинделя досягає 4500 мм.

Таблиця 2.1 - Короткі технічні характеристики вітчизняних радіально-свердлильних верстатів [22]

Характеристики	Моделі верстатів						
	2А53	2А55	257	258	2Г53	2А592	2П57
Найбільший умовний діаметр свердління в сталі, мм	53	50	75	100	35	25	75
Швидкості головного руху, хв ⁻¹	50-2240	30-1700	11-1400	9-1000	30-1700	175-980	9-1000
Потужність приводного електродвигуна, кВт	2,8	4,5	7,0	14,0	4,5	1,7	14

Вертикальні, горизонтальні й похилі отвори у великих деталях можна обробляти на переносних універсальних верстатах моделей 2А592, 2П55, 2П56, 2П57.

На верстаті 2П57 свердлять у сталі отвору діаметром до 75 мм. Верстат установлений на полозку, який механічно переміщався по станині. Вага цього унікального верстата 35 т.

Створені самохідні радіально-свердлильні верстати моделей 2Д53А, ОС-97 і 2Д58 трьох типорозмірів з найбільшим діаметром свердління 35, 75 і 100 мм. Ці верстати змонтовані на самохідному візку, що переміщається по нормальній залізничній колії. Оброблювані вироби (у більшості випадків це металеві ферми мостів) розташовують уздовж залізничного полотна. Верстат своїм ходом під'їжджає до місця обробки, зупиняється, міцно прихоплюється до рейок, після чого робітник робить із його допомогою необхідні технологічні операції. Потім верстат переміщається далі.

Випускають переносні радіально-свердлильні верстати моделей 2А592, 2П55 і 2П56. Крім них, переносним є також верстат ОС-29, на якому можна свердлити в сталі отвору діаметром 125 мм і нарізати різьблення діаметром 160

мм. Правда, переносити цей верстат нелегко, тому що його довжина близько 6 м, висота перевищує 6 м, а вага досягає 28 т.

Для обробки листового металу служать радіально-свердлильні верстати 2Г53 і ОС-86.

На верстаті 2Г53 зручно виконувати різного роду свердлильні роботи в невисоких виробках великої площі. Найбільший діаметр свердління на цьому верстаті 35 мм.

Верстат ОС-86 постачено двома хоботами . На кінці одного з них укріплена свердлильна головка, на кінці іншого – фрезерна. На цьому верстаті свердлять отвору діаметром до 8 мм у пакетах їх тонких листів металу, а також розріжуть їхньою фрезою по шаблонові. Таким чином, верстат є комбінованим, свердлильно-фрезерним.

Радіально-свердлильні верстати всіх типів виготовляє Одеський завод радіально-свердлильних верстатів.

Кожної моделі верстата привласнюється особливий номер. Для цього всі універсальні верстати розбиті на дев'ять груп, у кожній з яких вони розділені по різновидах із присвоєнням їм порядкових номерів.

Свердлильні й розточувальні верстати віднесені до другої групи. За різновидами верстатів цієї групи закріплені такі номери: вертикально-свердлильні 1, напівавтомати 2 або 3, координатно-розточувальні 4, радіально-свердлильні 5, розточувальні 6, розточувальні-алмазно-розточувальні 7, горизонтально-свердлильні 8, різні свердлильні 9.

Номер (шифр) моделі верстата складається із трьох або чотирьох цифр. Іноді між цифрами або наприкінці їх ставляться букви російського алфавіту. Перша цифра номера позначає групу, до якої ставиться верстат. Друга цифра вказує тип верстата в цій групі. Третя цифра, при чотиризначному позначенні й четверта цифра умовно визначають основний розмір верстата. Додаткові букви вказують на конструктивні зміни даного типу верстата.

Для свердлильних верстатів самим характерним розміром є найбільший діаметр свердління, тобто Діаметр такого отвору, який можна просвердлити на цьому верстаті в сталі середньою твердістю швидкорізальним свердлом.

У номерах радіально-свердлильних верстатів застосовувані букви звичайно мають такі значення: буква А позначає модернізацію (удосконалення) попередньої моделі верстата; буква Б говорить про те, що в даному верстаті виліт більше, чим у базовій моделі верстата з таким же діаметром свердління; буква Г характеризує верстат без вертикального переміщення рукава; буква Д застосовується для позначення самохідних верстатів, що переміщуються по рейках; буква П майже завжди позначає переносний і є в номерах переносних і універсальних верстатів для обробки вертикальних, горизонтальних і похилих отворів.

Для позначення спеціальних і спеціалізованих верстатів кожному верстатобудівному заводу привласнено дві букви. Порядковий номер спеціального верстата в комбінації з буквами, що позначають завод, дає номер моделі верстата. Так, верстат ОС-86 – це 86-я модель спеціального верстата виробництва Одеського заводу радіально-свердлильних верстатів.

2.3 Конструкція базового радіально-свердлильного верстата 2М55

Призначення й область застосування

Радіально-свердлильний верстат моделі 2М55 (рисунок 2.2) призначений для широкого застосування в промисловості.

Завдяки своїй універсальності верстат знаходить застосування скрізь, де потрібна обробка отворів – від ремонтного цеху до великосерійного виробництва.

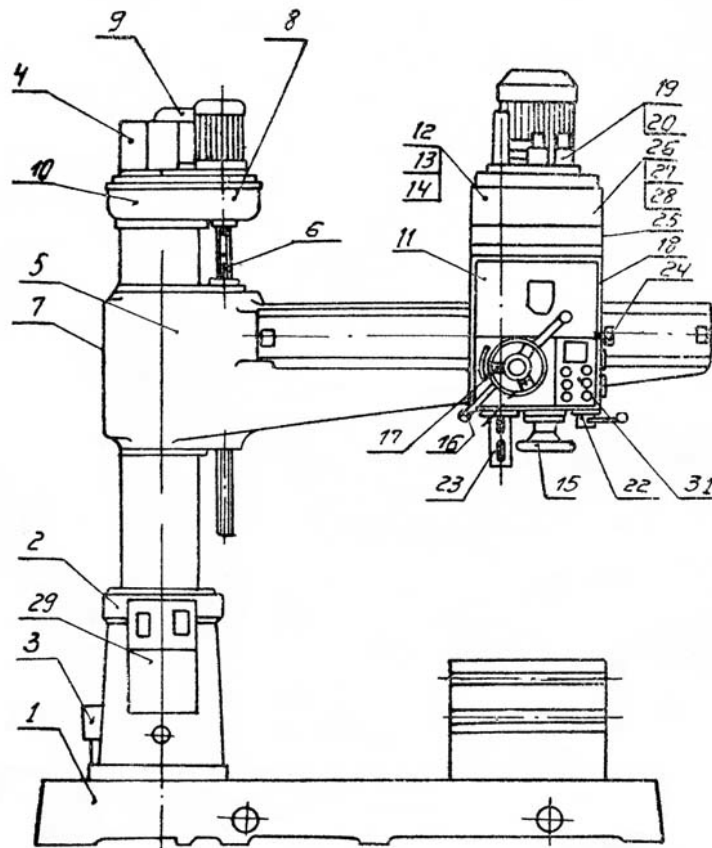


Рисунок 2.2 – Загальний вид радіально-свердлильного верстата 2М55

1- плита; 2 – цоколь, колона; 3 – агрегат охолодження; 4 – струмознімач; 5- рукав; 6 – механізм підйому; 7 – затискач рукава; 8 – редуктор; 9 - гідростанція; 10 – гідрозатискач; 11 – головка свердлильна; 12 – фрикційна муфта; 13 – коробка швидкостей; 14 – коробка подач; 15 – вал черв'яка; 16 - механізм включення подач; 17 – механізм ручного переміщення головки; 18 – затискач головки; 19 – гідропреселектор; 20 – привод гідропреселектора; 21 – гідропанель; 22 – командоапарат; 23 – шпиндель; 24 – противага; 25 - насосна установка; 26 – головний циліндр; 27 – гідрокомунікація; 28 - змащення; 29 – електроустаткування колони; 30 – електрообладнання рукава; 31 – електроустаткування головки

На верстаті можна робити свердління в суцільному матеріалі, розсвердлювання, зенкерування, розгортання, підрізування торців, нарізку різьблення мітчиками й інші подібні операції.

Застосування пристосувань і спеціального інструмента значно підвищує продуктивність верстатів і розширює коло можливих операцій, дозволяючи робити на них виточення внутрішніх канавок, вирізку круглих пластин з

аркуша і т.д. При відповідному оснащенні на верстаті можна виконувати багато операцій, характерні для розточувальних верстатів.

Загальне компонування верстата

Опорою верстата є фундаментна плита 1, на якій нерухомо закріплений цоколь. У цоколі на підшипниках монтується обертова колона 2, виконана зі сталеві труби. Рукав 5 верстата зі свердлильною головкою 11 розміщений на колоні й переміщається по ній за допомогою механізму підйому 6, змонтованого в корпусі на верхньому торці колони. У цьому ж корпусі розташований гідромеханічний пристрій для затискача колони й струмопровідний пристрій для живлення поворотних і рухливих частин верстата. Механізм підйому пов'язаний з рукавом ходовим гвинтом.

Свердлильна головка 11 виконана у вигляді окремого силового агрегату й містить у собі вузли: коробки швидкостей 13 і подачі 14, механізм подачі 16, шпиндель 23 із противагою 24 і ін. Вона переміщається по напрямних рукава вручну. У потрібному положенні головка фіксується механізмом затискача, установленим на ній [22, 30].

У фундаментній плиті 1 виконаний бак і насосна установка для подачі охолодної рідини до інструмента; На плиті встановлюється стіл для обробки на ньому деталей невеликого розміру.

Усі органи керування верстатом зосереджені на свердлильній головці. На панелі цоколя розміщені тільки кнопки вступного вимикача, що підключає верстат до зовнішньої електромережі, і вимикачі керування насосом охолодження. Для висвітлення робочої зони в нижній частині свердлильної головки встановлена електроарматура.

Електроапаратура змонтована в ніші, виконаної зі зворотної сторони рукава.

Схема кінематична

Кінематична схема верстата (рисунки 2.3) складається із чотирьох кінематичних ланцюгів:

- 1) обертання шпинделя;
- 2) руху подач;
- 3) вертикального переміщення рукава;
- 4) переміщення свердлильної головки по рукавові.

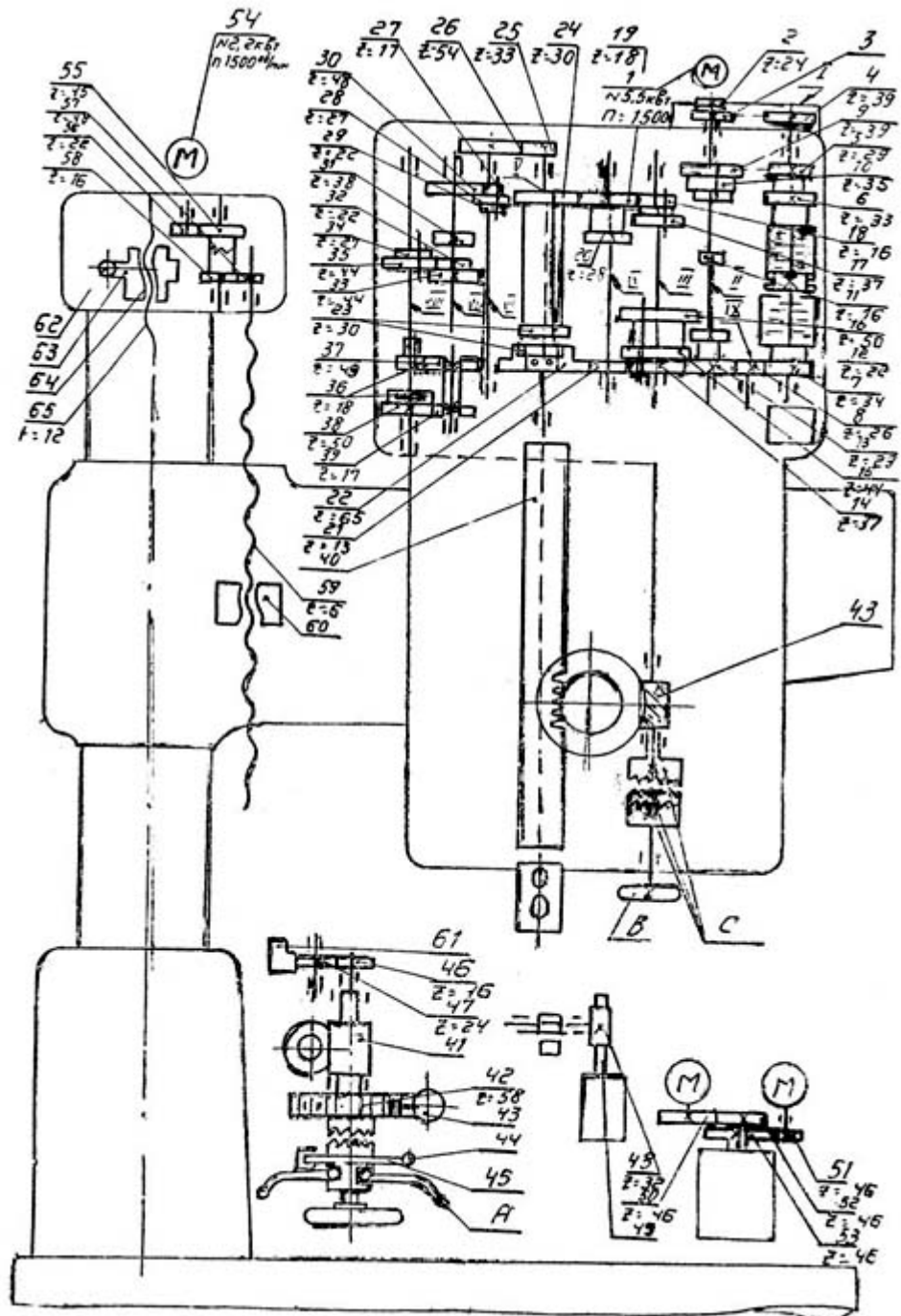


Рисунок 2.3 – Кінематична схема верстата

Шпиндель одержує обертання від електродвигуна через проміжну передачу, пускову фрикційну муфту й коробки швидкостей із чотирма

пересувними зубчастими блоками. Проміжна передача забезпечує певне число обертів вала фрикційної муфти в різних виконаннях верстата. Фрикційна муфта з'єднується з коробкою швидкостей або із двойчаткою 9-10, або через паразитну шестірню 8, нерухомо закріплену шестірню 13. В останньому випадку коробки швидкостей одержує зворотне обертання, тобто шпиндель обертається проти годинникової стрілки. Таким чином, кожним двом щаблям обертів шпинделя в напрямку за годинниковою стрілкою відповідає один щабель обертів проти годинникової стрілки.

Пересувні блоки коробки швидкостей (три подвійні й один потрійний) забезпечують одержання 24 щаблів обертів шпинделя. Структурний графік побудований таким чином, що три щаблі чисел обертів перекриваються, а інші 21 утворюють геометричний ряд з $\varphi = 1,26$ в інтервалі від 20 до 2000 хв⁻¹.

Подвійний блок на гільзі шпинделя має також третє положення, коли обидві шестірні виведені із зачеплення. При цьому шпиндель легко повертається від руки.

Коробка подач одержує обертання від шпинделя через шестірні 25-26. Один потрійний і два подвійні блоки забезпечують одержання 12 подач, що утворюють геометричний ряд з $\varphi = 1,41$ в інтервалі від 0,056 до 2,5 мм/об.

Останній вал коробки подач шліцевої муфтою пов'язаний з вертикальним валом механізму подач, що несуть на собі спеціальну регульовану муфту. Муфта забезпечує розмикання ланцюга подач при досягненні граничного зусилля подачі при різанні або на твердому упорі, розмикання ланцюга тонкої ручної подачі при включенні механічної подачі й включення тонкої ручної подачі при спрацьовуванні перевантажувального пристрою. Зубчаста муфта перевантажувального пристрою Із з'єднано із черв'яком 43, який через черв'ячне колесо 42 за допомогою штурвального пристрою А з'єднується з рейковою шестірнею 41, що перебуває в зачепленні з рейкою 40 пінолі шпинделя [24].

Груба ручна подача здійснюється обертанням рейкового вала 41 за допомогою штурвальних рукояток А. Тонка ручна подача здійснюється обертанням маховичка В.

Переміщення головки по рукаві здійснюється за допомогою маховика, що сидить на валу, що проходить через отвір рейкового вала подачі. На іншому кінці вала є шестірня 46, яка через накидну шестірню 47 з'єднується з рейкою 61, нерухомо укріпленої на рукаві.

Умовні позначки: З – зубчасті муфти; Д – механізм включення подачі; F – затискач головки; Е – привод гідроселектора.

Вертикальне переміщення рукава проводиться окремим електродвигуном через редуктор 56, 55, 58, 57, укріплений на верхній частині колони, гвинт підйому 59 і гайку 60, розташовану в рукаві.

Зміна напрямку переміщення рукава проводиться реверсуванням двигуна. У ланцюзі привода механізму підйому встановлена кулачкова запобіжна муфта, яка спрацьовує при збільшенні опору" переміщенню рукава.

Свердлильна головка, її переміщення й затискач

Свердлильна головка розміщена на напрямних рукава, по яких легко переміщається в радіальному напрямку. Легке переміщення свердлильної головки забезпечується застосуванням комбінованих напрямних кочення – ковзання. У віджатому положенні між нижніми напрямними ковзання головки й рукава є, зазор 0,03-0,05 мм, а по верхній напрямної рукава свердлильна головка перекочується на двох роликах. Тертя між бічними напрямними не утрудняє переміщення, тому що центр ваги головки розташовується приблизно в площині цих напрямних.

Ролики встановлені за допомогою шарикопідшипників на ексцентрикових осях. Поворотом ексцентрикових осей регулюється зазор між нижніми напрямними ковзання. Цей зазор повинен бути однаковим по обидва боки головки, тому що в протилежному випадку при затисканні головки вісь шпинделі буде зміщатися (у поздовжній площині верстата). Регулювання здійснюється поворотом черв'яка.

Регулювання зазору між бічними напрямними здійснюється поворотом ексцентрикових осей, які по закінченні регулювання необхідно застопорити гвинтом.

При затискачі свердлильна головка піднімається нагору до вибірки люфту між нижніми напрямними рукава й головки. Затискач здійснюється за допомогою ексцентрикового механізму. При повороті вала повертається з'єднана з ним шпонкою ексцентрикова втулка, що обертається в ексцентриковій втулці на голках. При повороті вала завдяки ексцентриситету втулки натискний елемент через п'яту впирається у верхню напрямну рукава, змушуючи головку піднімати

Поворот вала здійснюється гідроциліндром, через рейку, нарізану на штоку поршня, і шестірню. Масло в гідроциліндр подається від електричного золотника керування, розташованого на гідропанелі.

Зсув осі вала затискача щодо вертикальної площини напрямних і конструкція натискної п'яти створюють у момент затискача головки горизонтальну складову зусилля затискача, що забезпечує постійний притиск головки до бічних напрямних рукава. Крім підвищення ефективності затискача така конструкція забезпечує стабільне положення осі шпинделя в поперечній площині верстата.

Команда на затискач подається натисканням кнопки, розташованої на пульті в центрі маховика ручного переміщення головки. На цьому пульті є три кнопки, за допомогою яких можна здійснювати роздільний затискач і віджим головки при затиснутій колоні або спільний віджим і затискач колони й головки. При непрацюючій гідравліці затискач головки можна здійснити вручну. Для цього на вільному кінці вала затискача профрезерований квадрат під ключ. Гідравліка включається при натисканні на кнопку «Пуск» пульта керування, розташованого в правій нижній частині передньої площини головки [25,30].

Коробка швидкостей

Між фрикційною муфтою і шпинделем розташовується коробка швидкостей, що забезпечує зміну чисел обертів шпинделя. З верхньою муфтою коробки швидкостей з'єднується рухливим блоком шестірень. З нижньою муфтою коробки швидкостей зв'язана шестірнею, закріпленою на валу на шпонці, через паразитну шестірню (рисунок 2.4).

Таким чином, при роботі верхньої муфти вал обертається з одним із двох можливих чисел обертів у напрямку, що забезпечує обертання шпинделя за годинниковою стрілкою. При роботі нижньої муфти вал обертається з постійним числом обертів у напрямку, що забезпечує обертання шпинделя проти годинникової стрілки. Внаслідок цього кожним двом щаблям обертів шпинделя за годинниковою стрілкою відповідає один щабель обертів проти годинникової стрілки.

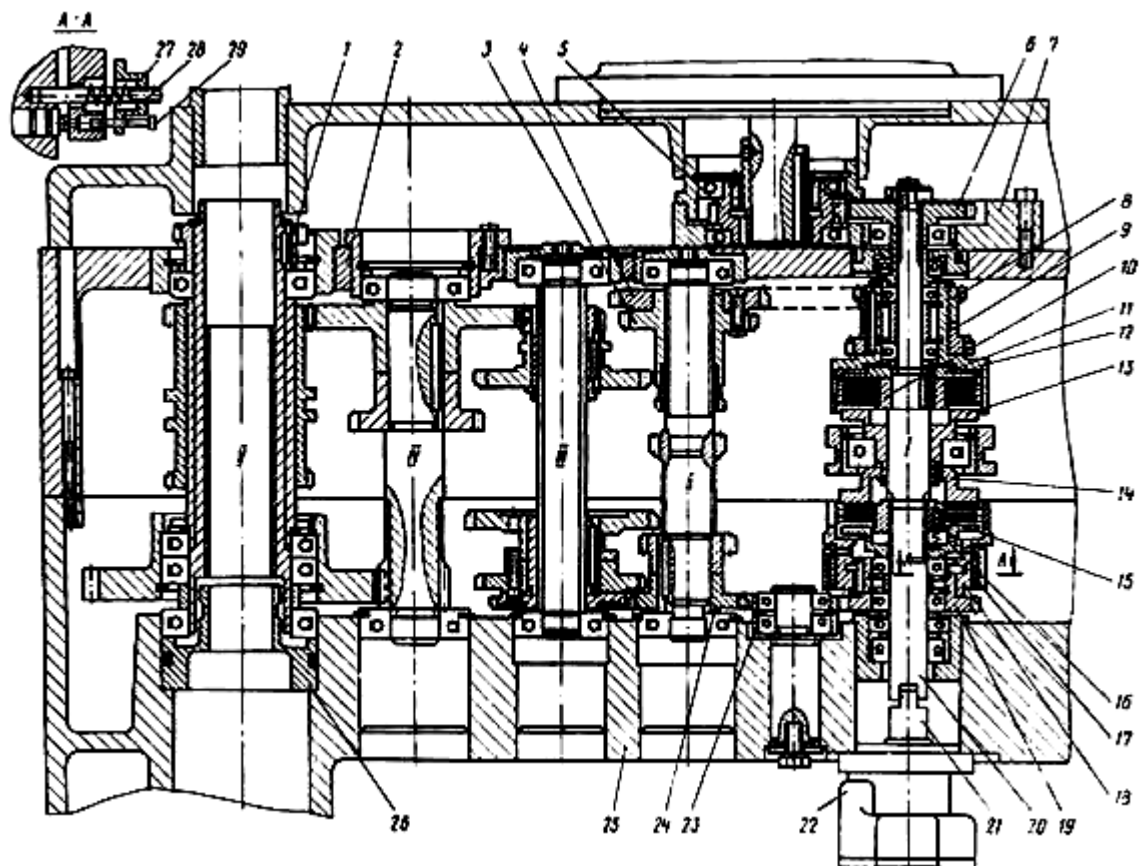


Рисунок 2.4 – Коробки швидкостей верстата

Нижні опори валів II, III, IV, V змонтовані безпосередньо в розточеннях корпуса свердлильної головки. Осьове положення цих опор визначається стопорними кільцями. Верхні опори всіх валів розміщені в спеціальних склянках, розташованих у розточеннях кришки свердлильної головки.

Вал являє собою порожню чавунну гільзу, у внутрішнє шліцьове отвір якої входить хвостовик шпинделя. У нижній частині гільзи встановлений відбивач, що запобігає витікання масла з картера коробки швидкостей. На гільзі закріплена шестірня, що служить для передачі обертання валам коробки подач.

Усі шестірні виготовлені з якісних сталей, їх зуби загартовані до високої твердості й шліфовані, що забезпечує безшумну роботу й передачу високих навантажень.

Коробка подач

Коробка подач (рисунок 2.5) розташована між шпинделем і механізмом подачі й одержує обертання від шпинделя через шестірню, через шліцьове отвір якої пропущений вал VI.

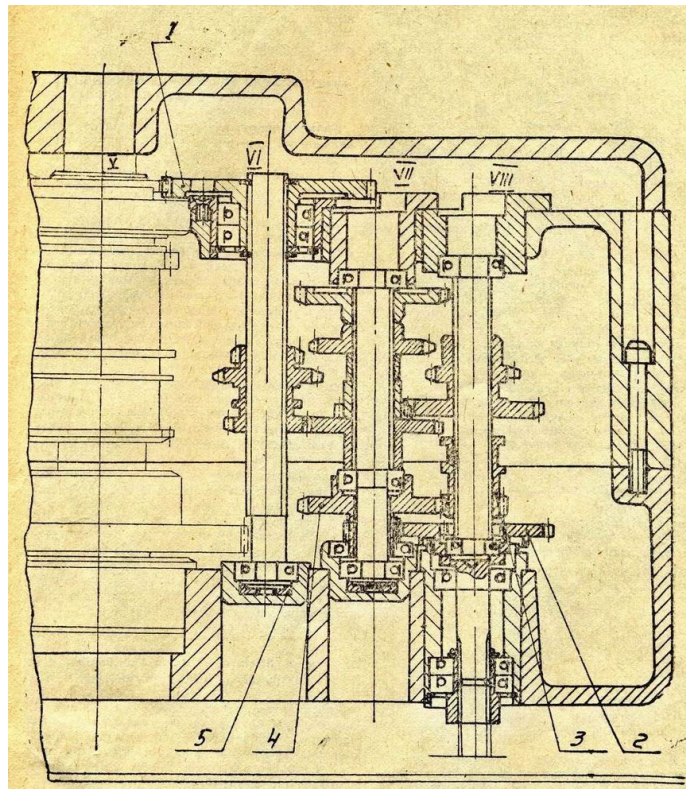


Рисунок 2.5 – Коробка подач верстата

Нижніми опорами валів VI і VII служать гнізда, розташовані в корпусі свердлильної головки. Нижня опора вала VIII розташована в розточенні шестірні. Верхні опори валів розташовані в гніздах, установлених в отворах кришки свердлильної головки.

На валу VII розташована переборна шестірня-двойчатка, що забезпечує одержання шести шаблів подач. Ще шість шаблів подач виходить при переміщенні шестірні в нижнє положення.

Для добування підшипників нижніх опор валів VI і VII впливає різьбовий кінець знімача загорнути в отвір М8 шайби й легким постукуванням витягти підшипник.

Усі шестірні коробки подач виготовлені з якісної сталі, а їх зубчасті вінці термічно оброблені.

Механізм подачі

Механізм подачі складається із двох вузлів: вертикального черв'ячного вала й горизонтального вала подачі.

Вал пов'язаний з останньою шестірнею коробки подач і передає обертання валу через сполучну муфту. Черв'як з'єднується з валом за допомогою кулачкових муфт, що мають зуби трикутного профілю. Муфта служить для запобігання ланцюга подачі від перевантаження й відключення механічної подачі при роботі на твердому упорі.

Запобіжна муфта механізму подачі відрегульована на передачу шпинделем максимального осьового зусилля. Муфта забезпечує нормальну роботу верстата. При регулюванні необхідно поступово стискати пружину, обертаючи гвинт, звільнивши попередньо контргайку. Пружина запобіжної муфти розрахована на максимальний момент на валу черв'яка.

При зростанні крутного моменту на валу черв'яка до максимального осьова складова окружного зусилля на муфті переміщає напівмуфту вниз, роз'єднуючи її з напівмуфтою. Механічна подача при цьому відключається. При обертанні маховика через напівмуфти обертається черв'як, здійснюючи тонку подачу шпинделя вручну.

При виході із зачеплення, напівмуфта, що перебуває в кільцевому пазу муфти вилка, переміщаючись із рейкою, викликає поворот шестірні й валика. Установлений на шліцах валика кулачок до моменту відключення напівмуфти фіксується пружинним фіксатором. Включення муфти після її автоматичного відключення проводиться рукояткою; цією ж рукояткою здійснюють досилання муфти для включення маховичка ручної подачі.

Черв'як перебуває в зачепленні із черв'ячним колесом, що сидять на зубчастій муфті, що вільно обертається на двох конічних роликотидшипниках, розміщених на нерухомо укріпленій маточині. Через отвір маточини проходить порожній рейковий вал-шестірня. Задньою опорою вала-шестірні служить голчастий підшипник, розташований у гнізді. Рейкова шестірня входить у зачеплення із зубами рейки гільзи шпинделя.

На шліцьову частину рейкового вала насаджена втулка, що має два торцеві пази, у яких перебувають «полушки». Зуби «ползушек» мають спеціальний трикутний профіль, погоджений із профілем зубів муфти. У середині «ползушек» є пружини, під дією яких «полушки» завжди прагнуть вийти із зачеплення із внутрішніми зубами муфти.

Крім втулки на шліцах рейкового вала закріплена головка перемикачання, що має два пази, у яких на осях закріплені важелі штурвала. Зубчасті сектори штурвальних важелів входять у зачеплення з рейковою частиною штовхача, що перебуває в розточенні вала-шестірні.

У положенні штурвала «від себе» штовхач висунутий уперед. При цьому внутрішній кінець штовхача впливає на «полушки» через ролики, змушуючи «полушки» своїми зубами увійти в западини зубів муфти. Шпинделю повідомляється механічна подача або тонка ручна подача маховичка. Якщо перевести штурвал у положення «на себе», штовхач іде назад, і проти роликів виявляються поглиблення, куди ролики заштовхуються під впливом пружин. При цьому зуби «ползушек» виходять із зачеплення із зубами муфти. У такому положенні при повороті штурвала обертається рейковий вал, повідомляючи шпинделю ручне переміщення (груба ручна подача).

Втулка несе на собі черв'ячне колесо, що має внутрішні трикутні зуби. На черв'ячне колесо насаджений лімб зі шкалою, градуйованої в міліметрах. У розточенні лімба розташований черв'як. При ново роті баранчика обертається черв'як, у результаті чого лімб повертається щодо черв'ячного колеса. Це дозволяє робити тонке настроювання глибини свердління по ноніусу. У пазу головки перемикання розміщується “ползушка” із трикутними зубами по зовнішньому контуру. При русі штовхача «від себе» “ползушка” переміщується в пазу від центру доти, поки її зуби не ввійдуть у западини внутрішнього вінця черв'ячного колеса.

Переміщення штовхача здійснюється поворотом рукоятки, насадженої на хвостовик шестірні, яка входить у зачеплення із зубами, виконаними на хвостовій частині штовхача. При русі штовхача «на себе» пружина виводить «ползушку» із зачеплення із черв'ячним колесом.

У лімбі розміщена кнопка-упор, яка служить для відключення подачі на заданій глибині. Кнопка-Упор має два фіксовані положення. У положенні «на себе» вона не перешкоджає обертанню лімба. У положенні « від себе» кнопка-упор при обертанні лімба наїжджає на шпонку, закріплену в гнізді, і в такий спосіб жорстко пов'язану з корпусом головки. Якщо при цьому включена механічна подача, то відбувається спрацьовування муфти. Зовнішньою ознакою спрацьовування муфти служить поворот рукоятки.

Для запобігання випадкового включення механічної подачі при нарізуванні різьблення мітчиками служить спеціальна кнопка, яка насаджується на штир, що перебуває в склянці. Фіксоване положення кнопки забезпечується при повороті влученням її зубів у пази склянки.

Разом з механізмом подачі виконаний механізм ручного переміщення свердлильної головки, що полягає з маховика, порожнього валика-шестірні й паразитної шестірні. Остання перебуває в зачепленні з рейкою, закріпленої на рукаві.

Через отвір валика-шестірні проходить кабельна трубка, на передньому кінці якої закріплена кнопкова станція із кнопками затискача й отжима свердлильної головки й колони.

Шпиндель

Шпиндель верстата (рисунок 2.6) обертається на три точних радіальних підшипниках у пінолі. У передній (нижньої) опорі, крім двох радіальних підшипників, установлений упорний підшипник, що сприймає осьове навантаження при свердлінні. Задня (верхня) опора складається з радіального підшипника й упорного підшипника. Останній служить для сприйняття осьових навантажень при зворотних підрізуваннях і інших аналогічних операціях.

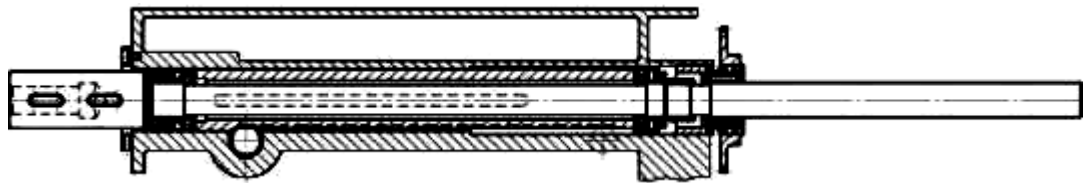


Рисунок 2.6 – Шпиндель верстата

Посадкові поверхні під підшипники виконані по першому класу точності. Затягування упорних підшипників проводиться через опорну шайбу спеціальною гайкою, яка стопориться гвинтом.

Передача крутного моменту від коробки швидкостей на шпиндель здійснюється через хвостову частину його, яка своїми шліцами сполучається з гільзою коробки швидкостей. Нижня стовщена частина шпинделя має конусний отвір (Морзе №5) для установки інструмента.

На пінолі шпинделя нарізана рейка для передачі руху подачі. Обмеження ходу шпинделя забезпечується спеціальною шпонкою, кінець якої заходить у паз пінолі.

У нижній частині пінолі запресована маслянка для змащення нижніх опор шпинделя. Для доступу шприцем до мастильного отвору у верхніх підшипників

необхідно відвернути гвинти й зняти передню кришку свердлильної головки. Змащення робити через отвір у корпусі.

У фланці є отвір, у який вставляється штифт для запобігання шпинделя від випадання при демонтажі рейкового вала.

Противага

Пружинна противага змонтована в середній частині свердлильної головки й служить для зрівноважування всього шпиндельного вузла.

Зусилля натягу пружини можна регулювати, завдяки чому досягається зрівноважування шпиндельного вузла при роботі важким інструментом.

зусилля, що врівноважує, створюється двома спіральними стрічковими пружинами. Сталість цього зусилля по довжині ходу шпинделя забезпечується поверхнею барабана (виконаної по архімедовій спіралі), на яку лягає роликовий ланцюг, Кінець роликового ланцюга закріплений на штирі. Другий кінець ланцюга намотується на барабан, виконаний заодно із шестірнею, яка зачіпається з рейковим валом.

На фланцевим корпусі свердлильної головки кронштейні на шарикопідшипниках обертається корпус спіральних пружин. Своїм зовнішнім витком пружини кріпляться до корпусу, внутрішній кінець пружини входить у втулку.

На осі є муфта, яка торцевими зубами пов'язана із втулкою. Муфта має два стопорні гвинти, які своїми наконечниками можуть заходити в пази черв'ячного колеса й осі.

Черв'ячне колесо закріплене на втулці й перебуває в постійному зачепленні з регульовальним черв'яком. Стопорний гвинт може заходити у відповідні пази корпусу пружин. Стопорні гвинти використовуються при регулюванні пружин, демонтажі вузла, демонтажі рейкового вала й шпинделя.

Регулювання пружин, що врівноважують шпиндель із інструментом, здійснюється в нижньому положенні шпинделя поворотом черв'яка за годинниковою стрілкою.

Таблиця 2.2 - Основні технічні характеристики й дані радіально-свердлильного верстата 2М55 [22]

Клас точності Н за ДСТ 8-71	
Найбільший умовний діаметр свердління, мм	50
Виліт шпинделя від утворюючої колони, мм	
- найбільший	1600
- найменший	375
Відстань від торця шпинделя до плити, мм	
- найбільше	1600
- найменше	450
Кількість щаблів швидкостей шпинделя	21
Межі швидкостей шпинделя, про/хв	20-2000
Кількість щаблів механічних подач шпинделя	12
Межі подач шпинделя, мм/ про	0,056-2,5
Найбільша ефективна потужність на шпинделі, кВт	4,5
Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс·см	7100
Найбільше зусилля подачі, кгс	2000
Габарити верстата, мм	
- довжина	2665
- ширина	1020
- висота	3430
Маса верстата, кг	4700
Колона	
- діаметр, мм	315
- затискач	гідравлічний
Рукав	
- найбільший хід рукава по колоні, мм	750
- швидкість вертикального переміщення, м/хв	1,4
- найбільший кут повороту навколо осі колони, гради.	360
- затискач на колоні	електромеханічний автоматичної дії
Свердлильна головка	1225
- найбільший хід по напрямних рукава, мм	гідравлічний
- затискач на напрямних рукава	
Шпиндель	
- хід шпинделя, мм	400
найбільший	122
на 1 оберт лімба	1
на 1 розподіл шкали лімба	Морзе №5
- розмір конуса шпинделя	
Плита	1000
- ширина фундаментальної плити, мм	22 або 28
- ширина паза за ДСТ 1574-75, мм	160
- відстань між пазами, мм	4
- кількість пазів, шт	Пружинний
Противага	

2.4 Патентний пошук

1) Радіально-свердильний верстат: Пат. 14158, МПК⁶ В23В39/12 / Жаринов У.Н, Зинов В.Л., Циковкин С.А.; ВАТ “Стерлитамак М. Т. Е.” № 2000101815/20; Заявл. 27.01.2000; Опубл. 10.07.2000, Бюл. № 7.

Верстат радіально-свердильний, що містить розміщену на фундаментній плиті вертикальну колону, що несе бочку з рукавом, на якому змонтована свердильна головка, що відрізняється тим, що, з метою поліпшення конструкції й зниження ваги верстата для зменшення згинаючого навантаження, механізм коробки швидкостей із приводом обертання шпинделя, механізм перемикавання швидкостей, електроустаткування, що раніше розміщалися у свердильній головці, розташовуються в бочці (рисунок 2.7) [30].

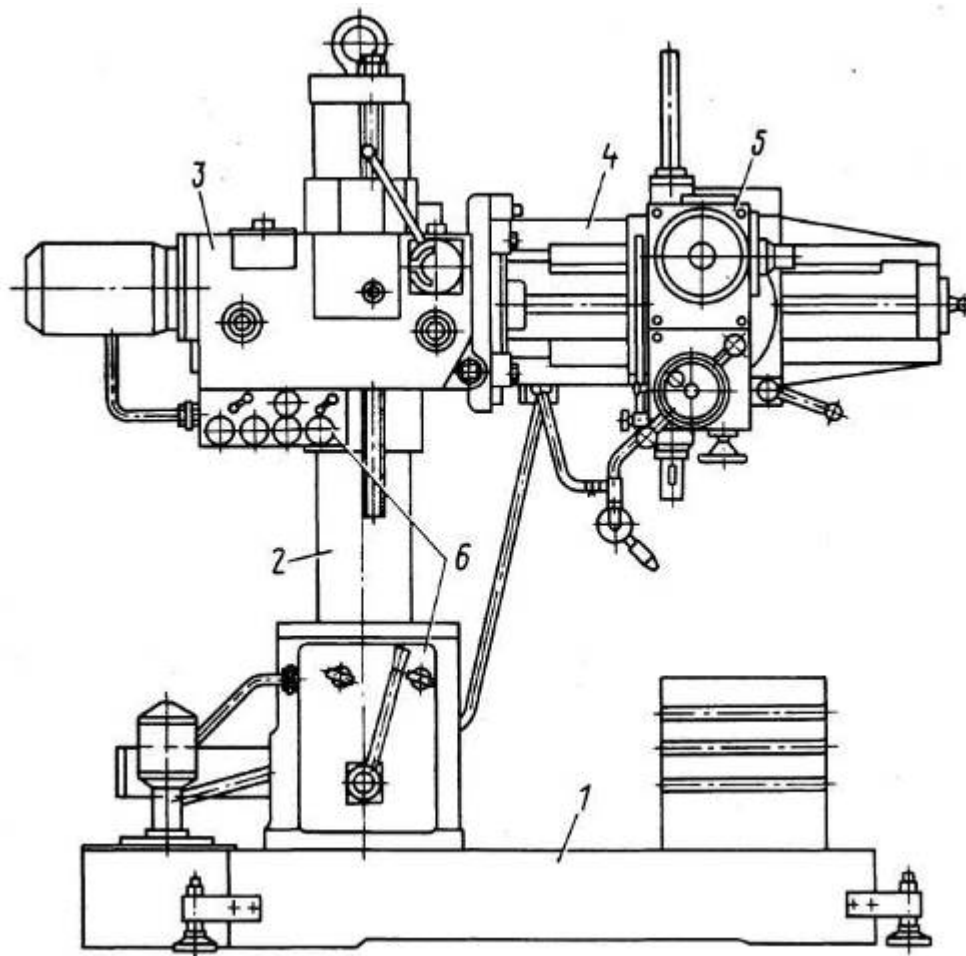


Рисунок 2.7 – Радіально-свердильний верстат

1 Основа. 2 Колонна. 3 Бочка. 4 Рукав. 5 Свердильна головка
6 Електрообладнання

Основа верстата. Основа виконана у вигляді твердого виливка. Для підвищення стійкості верстата, а також для виставки дзеркала плити в горизонтальній площині служать приставні опори.

Колона. Колона несе на собі бочку з рукавом і свердлильною головкою.

До основи кріпиться бачок для охолодної рідини з насосом (поставляється на вимогу замовника).

Бочка. Бочка служить корпусом для ряду складальних одиниць: коробки швидкостей, механізму перемикання, механізму підйому, механізму затискача й електроустаткування.

Рукав. Рукав кріпиться до корпусу бочки й центрується на ній деталлю, що представляє собою одночасно черв'ячне колесо повороту рукава.

Рукав повертається вручну рукояткою.

На валу монтується запобіжний пристрій від перевантажень по крутному моменту, настроєне на заводі-виготовлювачі на крутний момент 90 Н·м. При перевантаженні пристрій спрацьовує, на що вказує:

-кляцання;

-припинення обертання шпинделя під навантаженням (без додатка навантаження шпиндель обертається) ;

- ліцеваніє штовхача з напівмуфтою (при знятому кожусі).

Приведення верстата в робочий стан після спрацьовування запобіжного пристрою проводиться двома способами:

-різким обертанням вручну убік протилежну обертання шпинделя, у момент спрацьовування. Кляцання й ліцеваніє штовхача з напівмуфтою вказує на включення запобіжного пристрою;

-багаторазовим (5- 6 раз) реверсуванням обертання шпинделя верстата при $n = 1600 \text{ хв}^{-1}$.

Подрегулюировки механізму запобіжного пристрою з метою збільшення зусилля спрацьовування неприпустима, тому що приводить до поломки верстата.

Якщо спрацьовування запобіжного пристрою повториться, необхідно зупинити шпиндель і усунути причини перевищення крутного моменту.

Свердлильна головка. Свердлильна головка складається із привода шпинделя, коробки подач, механізму подачі, штурвального пристрою й механізму перемикання подач.

2) Радіально-шарнірно-свердлильний верстат: Пат. 2006135017, МПК⁶ B23B39/00 / Барботько А.І.; Ессола Д., “Курський державний технічний університет” № 2006135017/02; Заявл. 03.10.2006; Опубл. 10.04.2008.

Радіально-шарнірно-свердлильний верстат - утримуючий розміщену на підставі вертикальну колону, що несе поворотний кронштейн, приводи мірного повороту й поздовжнього переміщення, що включають зубчасті передачі одмінний тим, що поворотний кронштейн складається з верхньої й нижньої частин, з'єднаних за допомогою гребенчатого з'єднання, що забезпечує, як переміщення поворотного кронштейна уздовж осі колони так і його обертання навколо колони, додатково на кронштейні встановлена поворотна вісь у вигляді вала можливість, що має, обертання із заданою швидкістю, на якій закріплений шпиндельний вузол **верстата**, що містить коробки швидкостей і подач, у **верстаті**, уведений притиск, розташований у колоні, виконаний за одне з корпусом механізму, що містять зубчасту передачу, що забезпечують переміщення поворотного кронштейна по вертикальному напрямкові за допомогою гвинта для регулювання його рівня щодо оброблюваної деталі.

3) Шпиндель: Пат. 2080215, МПК⁶ B25B19/02 / Ветлицын А.М., Хмылко Н.В., Алехин А.В.; Амур.ун-т— № 94016503/08; Заявл. 04.05.1994; Опубл. 27.05.1997, Бюл. № 15 (рисунок 1.8).

Винахід ставиться до електромашинобудування й може знайти застосування у високооборотних шпинделях, використовуваних у верстатобудуванні й інших галузях.

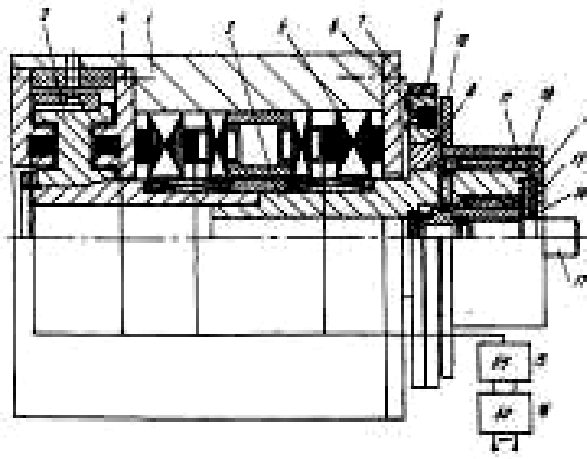


Рисунок 2.8 - Шпиндель

Шпиндель діє в такий спосіб. При обертанні ротора 3 в активних електромагнітних опорах 4 і 5 електроживлення на них подається від блоку керування 15 і блоку живлення 16. Блок керування 15 підключає також блок живлення 16 до струмознімача 9, що подає енергію на електромагніт 6, який взаємодіючи з диском 10 через склянку 11 і перехідний диск 12 притягає осьовими електромагнітними силами мембрану 13 і розтискає виріб 17 для його зняття. Після установки чергової деталі блок керування відключає електромагніт. Для виключення кутової неспіввісності механізм фіксації містить сепаратор 18 з кульками, установлений між внутрішньою поверхнею склянки й зовнішньою поверхнею ротора. В.А. Рогів

4) Шпиндельний вузол: Пат. 2080214, МПК⁶ В23В19/02 /Рогів В.А.;— № 94019866/02; Заявл. 30.05.1994; Опубл. 27.05.1997, Бюл. №15 (рисунок 1.9) [30].

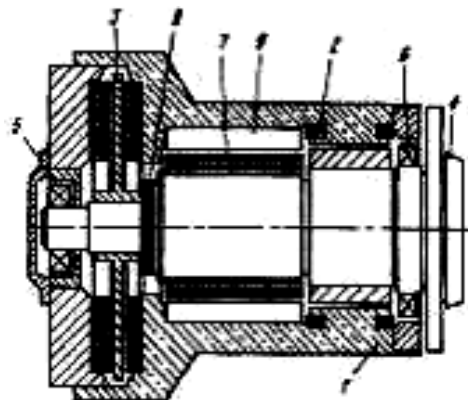


Рисунок 2.9 – Шпиндельний вузол

Винахід ставиться до області верстатобудування.

Пристрій працює в такий спосіб. На початку роботи подається електричний струм на колектор 8 (наприклад за допомогою графічних щіток – на кресленні не показані), а далі на обмотку 7. Шпиндель 4 починає обертатися. Одночасно подається струм і на котушки магнітних підшипників радіальних 2 і упорного 3. У результаті в процесі роботи шпиндель 4 обертається лих тертя в магнітних опорах, а шарикопідшипники 5, 6 обертаються, не стосуючись корпусу 1. Навантаження, що прикладається до шпинделя 4 у процесі різання, сприймається магнітними опорами. Віб्राції, що виникають у приводі при перехідних процесах, а також у зоні різання, демпфіруються матеріалом корпусу 1 і шпинделя 4.

2.5 Висновки по розділу

У даному розділі були розглянуті загальні відомості про свердлильні верстати й про роботи, проведені на них, їх призначення, класифікація й область застосування. Був зроблений загальний огляд радіально-свердлильних верстатів, де особлива увага була приділена конструкції й технічним характеристикам радіально-свердлильного верстата моделі 2М55, на базі якого виконаний даний дипломний проект. Зроблений патентний пошук, у результаті якого були знайдені патенти на різні види радіально-свердлильних верстатів і конструкції шпиндельних вузлів. Це може бути використане при модернізації радіально-свердлильного верстата моделі 2М55.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ "СТУПИЦІ"

3.1 Аналіз оброблюваної деталі (ступиці трактора ХТЗ-150К-09-25)

Колесо трактора ХТЗ-150К-09-25, (см.рис.3.1) має бути встановлено міцно і надійно, але при цьому мати можливість обертатися, повертатися і робити рухи в підвісі.



Рисунок 3.1 – Трактор ХТЗ-150К-09-25

Це забезпечується за допомогою спеціальної деталі - ступиці колеса (рис. 3.2).



Рисунок 3.2- Ступиці колеса Трактора ХТЗ-150К-09-25

Ступиця - одна з основних деталей колеса і підвіски автомобіля, вона забезпечує установку колеса і з'єднання всіх його частин в єдину конструкцію. Також ступиця дає можливість обслуговувати і ремонтувати всі деталі колеса окремо, без заміни інших компонентів. Якби колесо було суцільним (нерозбірним), то при поломці підшипника, диска, барабана або іншої деталі його довелося б міняти повністю - зі ступицею досить замінити лише дефектну деталь.

Ступиця грає важливу роль в підвісці всіх коліс автомобіля, а також в роботі гальм і рульового управління. Ця деталь піддається значним навантаженням, тому велика увага приділяється її конструкції, надійності і міцності.

При гальмуванні ступиця переднього колеса випробовує момент крутіння, а також знакозмінні навантаження, тому вона повинна виконуватися з досить міцного матеріалу.

3.2 Аналіз матеріалу деталі

Матеріал деталі - ковкий чавун КЧ-35-10Ф ДЕРЖСТАНДАРТ 1215-79. Ковкий чавун в основному є конструкційним матеріалом, використовуваний для виготовлення дрібних тонкостінних виливків (товщина стінок не більш 40-50 мм) для сільськогосподарських машин, автомобілів, тракторів, арматури, фітингів і інших деталей масового виробництва. Особливо доцільне застосування ковкого чавуну у випадку, якщо деталь важко відлити зі сталі, а одержати її обробкою занадто дорого.

Завдяки пластівчастій формі графіту ковкий чавун відрізняється досить високою міцністю й пластичністю, займаючи проміжне положення між сірим чавуном і сталлю.

Ковкий чавун феритного класу має наступні підвищені властивості: пластичністю, опірністю ударним навантаженням і однорідністю механічних властивостей по перетину виливків. Однак ковкий чавун має більш низькі ливарні властивості, що сірий, зокрема зниженої жидкотекучістю, більшою усадкою й підвищеною схильністю до тріщиноутворенню.

Хімічний склад і фізичні властивості ковкого чавуну КЧ-35-10Ф наведено в таблиці 3.1. і 3.2

Таблиця 3.1 - Хімічний склад ковкого чавуну КЧ-35-10Ф

Зразковий хімічний склад, %					
C	Si	Mn	P	S	Cr
2,4-2,8	0,9-1,4	0,3-0,5	не більш 0,18	не більш 0,12	не більш 0,06

Таблиця 3.2 - Фізичні властивості ковкого чавуну КЧ-35-10Ф

Щільність г/см ³	Коефіцієнт лінійного розширення α при температурі до 100°C	Теплоємність із, кал/(г°C)	Коефіцієнт теплопровідності λ , кал/см·с·град	Електро- опір ρ , мкОм·см	Максимальна магнітна проникність, μ , Гс/Е
7,2-7,4	(10-12) 10-8	0,12-0,13	0,12-0,17	30-55	600-1800

Твердість виливка не більш 163НВ.

Відносне подовження $\delta=8\%$.

Опір розриву 35 кгс/мм².

3.3 Коротка характеристика існуючого рівня технології

При виготовленні ступиці використовується широкий спектр методів технологічної обробки деталі в автомобілебудуванні:

- токарська обробка;
- свердління;
- зенкерування;
- розгортання;
- розкочування.

Базовий технологічний процес обробки ступиці досить раціональний, однак сучасний розвиток технології механічної обробки дозволяє його ще більш удосконалити [21,29].

Верстати розташовані на ділянці, з урахуванням послідовності виконання технологічних операцій. Передача деталі від операції до операції здійснюється за допомогою підвісного вантажонесучого конвеєра. Завантаження встаткування відбувається автоматично. Технологічне оснащення спеціалізоване. Уся токарська обробка відбувається на токарських вертикальних 8-мі шпиндельних напівавтоматах.

Ступиці роблять в умовах великосерійного виробництва. Використовувана технологія відповідає вимогам, пропонованих до сучасного виробництва.

3.4 Обробка конструкції деталі на технологічність

Аналіз технологічності конструкції деталі проводиться з метою встановлення рівня її відповідності вимогам найменшої трудомісткості матеріалоемності.

На підставі технологічного аналізу конструкції заданої деталі встановимо, що:

- Ступиця ставиться до класу "корпуса";
- заготовку даної деталі одержують методом лиття в піщано-глинисті форми, який дозволяє одержати точну заготовку з гарною шорсткістю й з мінімальними припусками під механічну обробку;
- усі поверхні деталі відкриті для вільного підведення до них різального інструменту;
- конструкція деталі дозволяє токарську обробку робити на верстатах напівавтоматах, що підвищує точність механічної обробки й зменшує трудомісткість її виготовлення;

Технологічність конструкції оцінюється декількома показниками, серед яких коефіцієнт використання матеріалу й коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів.

Розрахуємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$KuM = \frac{M_D}{M_Z} = \frac{17,6}{23,3} = 0,76, \quad (3.1)$$

де M_D – маса деталі, кг;

M_Z – маса заготовки, кг.

$KuM > 0,6$ - деталь по даному показникові є технологічною.

Розрахуємо коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

$$K_y = \frac{M_{YH}}{M_y} = \frac{37}{60} = 0,61, \quad (3.2)$$

де M_{YH} - число уніфікованих конструктивних елементів;

M_y - загальна кількість конструктивних елементів у деталі.

$K_y > 0,6$ - виріб вважається технологічним.

3.5 Аналіз технічних умов, пропонованих до деталі

Кожна поверхня деталі має свої характеристики точності, свою точність взаємного розташування. Виходячи із призначення деталі, можна укласти, що циліндричні отвори під підшипники, які є технологічними базами (7-ой квалітет точності, шорсткість $Ra=0,4$, допуск овальності й конусності не більш 0,02 мм.) є основними, тому що за допомогою цих поверхонь Ступиця орієнтується на поворотній цапфі. Биття малого циліндричного отвору під підшипник щодо баз Е, Ж (циліндричний отвір під більший підшипник і його втоплений торець) повинне бути не більш 0,12 мм. Биття нижнього торця ступиці щодо баз Е, Ж не повинне перевищувати 0,16 на радіус рівного 100 мм. Циліндричний отвір під сальник також виконується по 7-му квалітету точності (шорсткість $Ra=0,4$). Менш точними є вісім отворів під шпильки. Багато поверхонь у даної деталі є вільними й не обробляються.

3.6 Обґрунтування методу виготовлення заготовки

Найбільше широко застосовують для одержання заготовок у машинобудуванні наступні методи: лиття, обробка металів тиском і зварювання, а також комбінації цих методів. Однак кожний з методів містить велика кількість способів одержання заготовок. Різноманіття способів одержання заготовок і їх комбінацій приводить до того, що вибір способу одержання заготовки стає складним техніко-економічним завданням.

Насамперед, слід визначити, яким методом найбільше доцільно одержати заготовку для даної деталі. Вибір способу одержання заготовки - завжди дуже складне, часом важкорозв'язне завдання, тому що часто різні способи можуть надійно забезпечити технічні й економічні вимоги, пропоновані до деталі. Таким чином, обраний спосіб одержання заготовки повинен бути економічним,

та забезпечувати високу якість деталі, продуктивним, нетрудомістким процесом.

Для дрібносерійного й одиничного виробництв характерне використання як заготовки гарячекатаного прокату, виливків, отриманих литтям у піщано-глинисті форми, і кувань, отриманих куванням. Це обумовлює більші припуски й напуски, значний обсяг наступної механічної обробки, підвищення трудомісткості, у тому числі й за рахунок низької технологічної оснащеності. У структурі собівартості в цьому випадку велика частка витрат на основні матеріали (до 50%) і заробітну плату (до 30-35%).

В умовах великосерійного й масового виробництв рентабельні такі способи виробництва заготовок, як лиття в кокіль і під тиском, в оболонкові форми й по виплавлюваних моделях. Застосування цих способів дозволяє значно скоротити припуски на механічну обробку (у середньому на 25-30% до маси заготовки), знизити трудомісткість виготовлення деталей.

Підвищення точності формотворних процесів, вибір найбільш точних і прогресивних способів одержання заготовок на базі збільшення серійності виробництва є одним з найважливіших резервів підвищення технічного рівня виробництва. Технологічну оснащеність виробництва характеризує наявність технологічного оснащення. У заготівельному виробництві це підкладні штампи й штампи для гарячого об'ємного штампування, ливарне технологічне оснащення, металеві форми, моделі й т.п. Оптимальний рівень технологічної оснащеності визначається таким об'єктивним критерієм, як собівартість виробництва. Лімітуючи питомі й загальні витрати на оснащення й інструмент, собівартість зв'язує між собою первісну вартість технологічного оснащення, її стійкість і економічний ефект, одержуваний у результаті росту технологічної оснащеності. Причому в цьому випадку основним є характер виробництва. При одиничному й дрібносерійному виробництвах спеціальне оснащення, розрахована на одержання однієї деталі, не може бути використана до повного її зношування, тому додаткові витрати на оснащення виявляють більше економії, що досягається від скорочення обсягу механічної обробки.

Якщо матеріал має знижені ливарні властивості (низька вологотекучість, висока схильність до усадки й т.п.), не рекомендується застосовувати для одержання виливків із цього матеріалу такі способи, як лиття в кокіль або лиття під тиском, тому що через низьку піддатливість металевих форм можуть виникнути ливарні напруги, жолоблення виливка й тріщини. У таких випадках доцільне застосування наступних способів: оболонкове лиття й лиття в піщано-глинисті форми.

Лиття в оболонкові форми є прогресивним способом одержання виливків з підвищеними чистотою поверхні й точністю розмірів. При даному способі лиття форми виготовляється по гарячих металевих моделях, формувальна суміш містить вогнетривкий матеріал (наприклад, кварцовий пісок) і органічні сполучні - термореактивні смоли, наприклад пульвербакеліт (3—9% від маси піску). Оболонкова форма складається із двох напівформ із горизонтальною або вертикальною площиною рознімання й стрижнів. Після затвердіння виливка оболонкова форма легко руйнується. Для виготовлення оболонкових форм у виробництві використовуються різні типи машин, основне призначення яких - формування й знімання оболонок; процес легко піддається механізації й автоматизації. Литтям в оболонкові форми виготовляють відповідальні деталі, наприклад ребристі циліндри для мотоциклів, колінчаті вали для автомобілів, гільзи, зірочки, зубчасті колеса, деталі компресорів, тепловозів, суднових двигунів і т.п. із чавуну, нелегованих сталей, кольорових і спеціальних сплавів. Можна одержувати виливки масою від кількох сотень грамів до ста кілограмів, якщо допускається невисока розмірна точність, те можна одержувати виливки масою більш ста кілограмів. Максимально можливі габарити виливків-500-700 мм. Найбільш раціональне застосування лиття в оболонкові форми при масовому й великосерійному виробництвах. Якість поверхонь і точність розмірів виливків умовно оцінюються по стандартах для механічної обробки. Даний спосіб лиття забезпечує параметр шорсткості поверхні $R_z=160-20$ мкм і точність розмірів, що відповідають 14—15-му квалітетам. Шорсткість поверхні великих виливків (масою більш 50 кг) грубіше, точність нижче. відхилення, що

допускаються, розмірів виливків із чавуну по першому класу точності за ДСТ 1855-55.

Оболонкова форма вчасно затвердіння вилівка легко руйнується, не перешкоджає усадці металу, тому у виливках виникають незначні внутрішні напруження й трохи підвищуються механічні властивості в порівнянні з виливками, виготовленими в піщано-глинистих формах.

Ефективність способу лиття в оболонкові форми в порівнянні з литтям у піщано-глинисті форми визначається наступними перевагами:

- значна економія металу (до 30-50%); виливка мають чисту поверхню й підвищену точність розмірів, останнє дозволяє призначати припуски на механічну обробку, приблизно у два рази менші, чому при литті в піщані форми;
- середнє відхилення розмірів виливків в оболонкові форми становить 0,3-0,7 мм на 100 мм габаритного розміру, для дрібних виливків — до 0,2 мм;
- зменшується витрата формувальних матеріалів в 10-20 раз;
- оболонкові форми не гігроскопічні, мають високу міцність, їх можна зберігати тривалий час;
- застосування оболонкових форм збільшує вихід придатного лиття за рахунок зниження шлюбу в 1,5- 2 рази; під час вибивання форми оболонка легко руйнується, що зменшує витрати праці на обрубання й очищення виливків у середньому на 50%.

Проте спосіб лиття в оболонкові форми не позбавлений і недоліків. До них ставляться:

- втрата точності форми в розніманні при виготовленні важких і великогабаритних виливків;
- робота з гарячим модельним оснащенням викликає необхідність використання тільки металевої моделі;
- висока вартість оснащення, устаткування й матеріалів, зокрема вартість пульвербакеліта.

Усе це приводить до того, що вартість виливків, отриманих литтям в оболонкові форми, трохи вище, чим виливків, отриманих литтям у піщано-глинисті форми. При литті в оболонкові форми значно знижуються витрати на технологічні операції, тому що приблизно в чотири рази скорочуються трудомісткість операції вибівці, а також обробка й зачищення виливків. Однак за рахунок високої вартості пульвербакеліта витрати на формувальну суміш збільшуються в шість раз. Цим в основному й пояснюється підвищення собівартості лиття в оболонкові форми. Проте, за рахунок зниження припусків і обсягу механічної обробки відбувається зниження загальної собівартості.

Таким чином, заготовку для ступиці колеса трактора ХТЗ-150К-09-25 доцільно виготовляти методом лиття в оболонкові форми. При цьому зміниться вага вилівка з 23,3 кг до 21,2 кг.

Перерахування коефіцієнта використання матеріалу:

$$K_{uM} = \frac{M_D}{M_Z} = \frac{17,6}{21,2} = 0,83 \quad (3.3)$$

3.7 Вибір і обґрунтування технологічних баз

При виборі баз для механічної обробки, у першу чергу, вирішують питання, пов'язаний із призначенням баз для виконання першої операції. У якості чорнової технологічної бази обрана: торцева поверхня фланця ступиці. У якості технологічних баз слід ухвалювати поверхні, які одночасно є конструкторськими й вимірювальними базами деталі, тобто дотримувати принципу єдності баз. Крім цього необхідно дотримувати принципу сталості баз, тобто потрібно використовувати якнайменше кількість баз.

У якості технологічних баз застосовуються наступні поверхні:

1. Для обробки торцевих поверхонь із боку фланця ступиці, отвору під підшипник і під сальник; для одержання отворів і наступному нарізуванні різьблення на торці фланця ступиці; для розкочування циліндричних отворів під підшипники - торець фланця ступиці й зовнішня циліндрична поверхня.

2. Для обробки внутрішнього торця фланця ступиці - торець фланця ступиці й внутрішня циліндрична поверхня.

3.8 Розробка технологічного маршруту обробки деталі

При складанні маршруту обробки були дотримані наступні правила [26]:

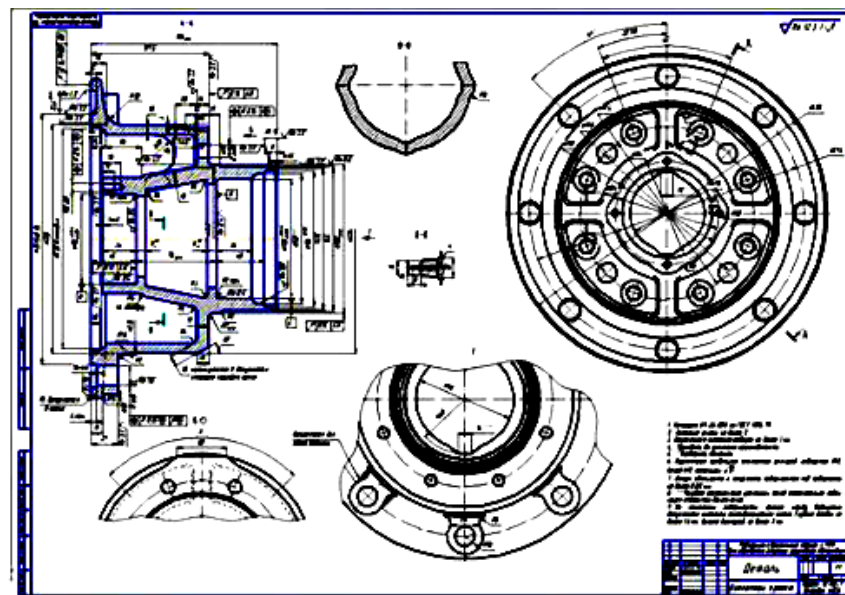
1. Обробляються поверхні, що є чорновими технологічними базами й поверхні, що містять найбільшу кількість металу.

2. Підготовляються поверхні, які будуть використовуватися в якості чистових технологічних баз. Це нижній торець фланця ступиці й внутрішня циліндрична поверхня під підшипник.

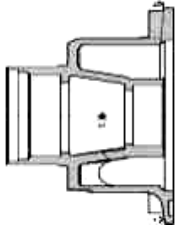
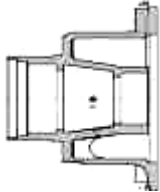
3. Ведеться обробка формотворних поверхонь: уся наступна токарська обробка, розточування циліндричних отворів під сальник і підшипники, розгортання отворів під підшипник, свердлення отворів, нарізування різьблення під болти і т.д.

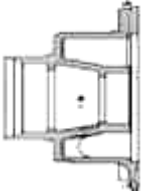
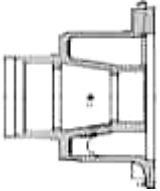
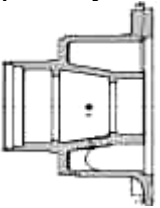
4. Проводяться оздоблювальна операція: розкочування отворів під підшипник.

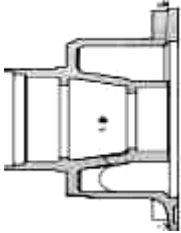
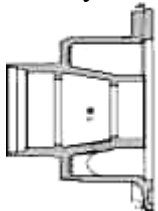
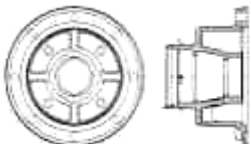
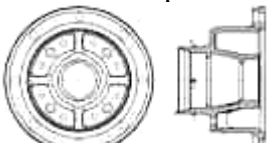
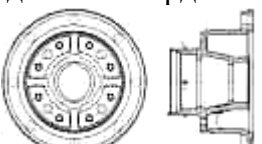
Технологічний маршрут обробки ступиці колеса трактора ХТЗ-150К-09-25 приводиться в таблиці 3.3 – «Технологічний маршрут обробки ступиці Трактора ХТЗ-150К-09-25».

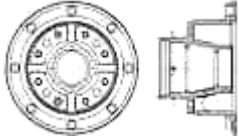
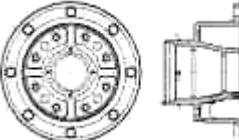
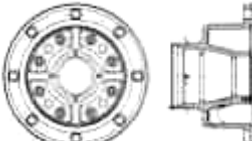
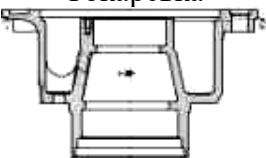


Таблиця 3.3 - Технологічний маршрут обробки ступиці трактора ХТЗ-150К-09-25

№ операції	Найменування операції	Застосовуване обладнання
1	2	3
001	Заготівельна	
005	Токарська, установка 1  1. Із правої сторони: 1.1 Проточити різцем попередньо $\varnothing 320$ 1.2 Розточити попередньо: 1.2.1 (211 на глибину 13,5 1.2.2 (88 під підшипник на глибину 47,5 від торця фланця ступиці 2. З лівої сторони: 2.1 Проточити попередньо: 2.1.1 (147, витримати висоту 129,5 від нижнього торця $\varnothing 325$ 2.1.2 (153, витримати висоту 118,5 від нижнього торця фланця (320 2.2 Розточити попередньо: 2.2.1 Отвір під підшипник $\varnothing 118$ на глибину 35 2.2.2 Отвір під сальник $\varnothing 134$ на глибину 14,5 2.2.3 Розточити фаску $2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 118$	Спеціальний горизонтальний токарський 2-хсторонній автомат фірми ДО.МА.У
010	Токарська, установка 2  1. Із правої сторони: 1.1 Проточити торець фланця попередньо, витримати товщину на бобишке 31,5 1.2 Підрізати попередньо: 1.2.1 Торець дна отвору під підшипник на глибину 45 від зовнішнього торця фланця 1.2.2 Зовнішній торець отвору $\varnothing 88$ 2. З лівої сторони: 2.1 Підрізати попередньо: 2.1.1 Торець $\varnothing 224$ до $\varnothing 154$ 2.1.2 Торець отвору під сальник 2.1.3 Дно отвору під підшипник	Спеціальний горизонтальний токарський 2-хсторонній автомат фірми

015	Токарська, установка 3  1. Із правої сторони: 1.1 Проточити канавку глибиною 6-5,5 попередньо 2. З лівої сторони: 2.1 Проточити попередньо: $\varnothing 151$ на глибину 11 2.2 Проточити остаточно: $\varnothing 233$ 2.3 Проточити остаточно: $\varnothing 145-144$ на довжину 58 2.4 Розточити остаточно: 2.4.1 Гніздо під підшипник $\varnothing 119,65-119,42$ 2.4.2 Гніздо під сальник $\varnothing 135,6-135,4$ на глибину 15 2.5 Розточити фаску $1,3 \times 45^\circ$ на $\varnothing 119,65-119,42$	Спеціальний горизонтальний токарський 2-хсторонній автомат фірми ДО.МА.У
020	Токарська, установка 4  1. Із правої сторони: 1.1 Підрізати остаточно: 1.1.1 Торець фланця, витримавши висоту бобышек 30,5 1.1.2 Зовнішній торець отвору під підшипник, витримавши перепад від торця фланця 11 1.2 Розточити фаску $1 \times 45^\circ$ на $\varnothing 213$ 2. З лівої сторони: 2.1 Проточити канавку R1,75 до $\varnothing 141,5$ 2.2 Підрізати остаточно торець дна отвору під підшипник 2.3 Розточити фаску на отворі $\varnothing 135,6$ під кутом 30° на глибину 4,3	Спеціальний горизонтальний токарський 2-хсторонній автомат
025	Токарська, установ 5  1. Із правої сторони: 1.1 Розточити остаточно канавку шириною 24,02-23,5 мм на глибину 5 мм. 1.2 Обточити фаску $2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 326$ 1.3 Обточити фаску $2 \times 45^\circ$ на $\varnothing 88$ 2. З лівої сторони: 2.1 Проточити остаточно: 2.1.1 Зовнішній торець отвору $\varnothing 136$ 2.1.2 Торець $\varnothing 224$ до $\varnothing 151$	Спеціальний горизонтальний токарський 2-хсторонній автомат.

030	Токарська, установка 6  1. Із правої сторони: 1.1 Обточити остаточно фланець $\varnothing 320$ 1.2 Розточити $\varnothing 213,6$-$\varnothing 213,0$ на глибину 10,5 1.3 Розточити попередній отвір під підшипник $\varnothing 89,65$-(89,42 на глибину 34 2. З лівої сторони: 2.1 Розгорнути остаточно отвір під підшипник $\varnothing 119,976$-119,941	Спеціальний горизонтальний токарський 2-хсторонній автомат.
035	Токарська, установка 7  1. Із правої сторони: 1.1 Розгорнути остаточно отвір під підшипник $\varnothing 89,976$-$\varnothing 89,941$ на глибину 34 1.2 Обточити фаски $0,5 \times 45^\circ$ на $\varnothing 251$ і $\varnothing 299$ 2. З лівої сторони: 2.1 Розгорнути остаточно отвір під сальник $\varnothing 136,08$-$\varnothing 136$ на глибину 15 2.2 Проточити остаточно $\varnothing 150$-149,84 на довжину 11 2.3 Проточити фаску: $1 \times 45^\circ$ на $\varnothing 145$ 2.4 Проточити фаску: $0,5 \times 45^\circ$ на $\varnothing 224$	Спеціальний горизонтальний токарський 2-хсторонній автомат
040	Радіально-свердлильна  1. Свердли 8 наскрізних отворів $\varnothing 19,5$	Радіально-свердлильний верстат зі ЧПК
045	Радіально-свердлильна  1 Свердли 8 наскрізних отворів $\varnothing 13$	Радіально-свердлильний верстат зі ЧПК
050	Радіально-свердлильна  1. Розгорнути 8 отворів $\varnothing 20,045$-20,0	Радіально-свердлильний верстат зі ЧПК

055	Радіально-свердлильна  1. Свердли 4 отвору (6,912-6,647 під різьбу на глибину 18 2. Зенкувати фаски 1,5×45° на 8-мі отворах Ø20	Радіально-свердильний верстат зі ЧПК
060	Радіально-свердлильна  1. Зенкувати фаски 0,75×45° на 4-х отворах під різьблення 2. Цековать торець 7 отворів Ø26 з утвором фаски 1×45°	Радіально-свердильний верстат зі ЧПК
065	Радіально-свердлильна  1. Нарізати різьбу M8x1,25-6H у 4-х отворах на глибину 12	Радіально-свердильний верстат зі ЧПК
070	Мийна 1. Промити деталь	
075	Токарська  1. Розкотити одночасно отвору під підшипник Ø119,976-119,941 і Ø89,976-89,941	Спеціальний горизонтальний токарський 2-х шпиндельний автомат
080	Токарська  1. Проточити попередньо: Ø235 2. Підрізати попередньо: торець фланця ступиці до Ø235 3. Проточити остаточно: Ø235 4. Підрізати остаточно: торець фланця ступиці до Ø235	Токарський вертикальний 8-мі шпиндельний напівавтомат моделі 1284Б
085	Контрольна	
090	Слюсарна	
095	Балансування	

3.9 Розрахунки припусків на механічну обробку

Визначення припуску на циліндричний отвір під підшипник

$$d = 120_{-0,059}^{-0,024} \text{ мм}$$

1. Визначаємо, що для досягнення заданої шорсткості й відповідно до точності розмірів по кресленню, обробку зазначеної поверхні слід робити в 4 етапу [23]:

- чорне розточування;
- чистове розточування;
- розгортання;
- розкочування.

Настановною базою для обробки заготовки можна вибрати циліндричну поверхню й внутрішній торець фланця ступиці.

2. Визначаємо значення допусків T для відповідних операцій. Для остаточної операції значення допуску береться із креслення деталі:

$$T_{заг} = 0,63 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо $\rho_{заг}$:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{0,25^2 + 0,3^2} = 390 \text{ мкм.} \quad (3.4)$$

4. Просторові відхилення для чорнового й чистового гостріння визначаються:

$$\rho_1 = K_y \cdot \rho_{заг} = 0,06 \cdot 390 = 23 \text{ мкм;} \quad (3.5)$$

$$\rho_2 = K_y \cdot \rho_{заг} = 0,04 \cdot 390 = 16 \text{ мкм.}$$

На операції розгортання й розкочування просторові відхилення малі й не враховуються. На всіх операціях кріплення відбувається в супутнику. Погрішність установки на першій операції визначається залежно від застосовуваного затискного пристосування. При цьому $\varepsilon_1 = 250$ мкм. На

наступних операціях погрішність установки не враховується, тому що деталь не переустановлюється.

5. Визначення розрахункових значень мінімальних припусків:

$$z_{\min i} = 2 \cdot \left(R_{z(i-1)} + \Pi_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (3.6)$$

де R_z – висота мікронерівностей;

Π – глибина дефектного шару;

ρ – сумарне значення просторових відхилень;

ε – погрішність установки;

$$z_{\min 4} = 2 \cdot (2,5 + 15) = 35 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 3} = 2 \cdot (40 + 30 + 16) = 172 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 2} = 2 \cdot (80 + 50 + 23) = 306 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 1} = 2 \cdot \left(40 + 260 + \sqrt{390^2 + 250^2} \right) = 1526 \text{ мкм}.$$

6. Визначення розрахункових припусків:

$$z_{i\text{расч}} = z_{\min} + T_{i-1}, \quad (3.7)$$

$$z_{\text{расч}4} = 35 + 87 = 122 \text{ мкм};$$

$$z_{\text{расч}3} = 172 + 140 = 312 \text{ мкм};$$

$$z_{\text{расч}2} = 306 + 220 = 526 \text{ мкм};$$

$$z_{\text{расч}1} = 1526 + 630 = 2156 \text{ мкм};$$

7. Визначення розрахункових розмірів:

$$A_i = A_{i-1} + Z_{i\text{расч}-1}, \quad (3.8)$$

де A_{i-1} – розрахунковий розмір з попередньої операції, мм;

$Z_{i\text{расч}i-1}$ – розрахунковий припуск із попередньої операції, мм;

$$A_4=119,976 \text{ мм};$$

$$A_3=119,976-0,122=119,854 \text{ мм};$$

$$A_2=119,854-0,312=119,542 \text{ мм};$$

$$A_1=119,542-0,526=119,016 \text{ мм};$$

$$A_0=119,016-2,156=116,86 \text{ мм}.$$

8. Визначення найбільших граничних розмірів шляхом округлення в меншу сторону відповідних розрахункових розмірів.

Визначення найменших граничних розмірів:

$$A_{нмі}=A_{нбі}-Td_i, \quad (3.9)$$

де $A_{нбі}$ – найбільший розмір на даній операції, мм;

$$A_{нм4}=119,97-0,035=119,941 \text{ мм};$$

$$A_{нм3}=119,94-0,087=119,954 \text{ мм};$$

$$A_{нм2}=119,854-0,14=119,714 \text{ мм};$$

$$A_{нм1}=119,714-0,22=119,494 \text{ мм};$$

$$A_{нм0}=116,86-0,63=116,23 \text{ мм}.$$

9. Визначення граничних значень припусків:

$$Z_{\min i}^{np} = A_{нмі-1} + A_{нбі} \quad (3.10)$$

$$Z_{\min 4}^{np}=119,941-119,854=0,087 \text{ мм}=87 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 3}^{np}=119,854-119,542=0,312 \text{ мм}=312 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 2}^{np}=119,714-119,016=0,698 \text{ мм}=698 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 1}^{np}=119,494-116,86=2,634 \text{ мм}=2634 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max i}^{np} = A_{нбі-1} - A_{нмі}; \quad (3.11)$$

$$Z_{\max 4}^{np}=119,976-119,854=0,122 \text{ мм}=122 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 3}^{np} = 119,85 - 119,714 = 0,136 \text{ мм} = 136 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 2}^{np} = 119,542 - 119,194 = 0,348 \text{ мм} = 348 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 1}^{np} = 119,016 - 116,23 = 2,726 \text{ мм} = 2726 \text{ мкм}.$$

10. Визначення граничних значень загальних припусків:

$$Z_{\text{общ min}}^{np} = 119,941 - 116,86 = 3,081 \text{ мм} = 3081 \text{ мкм};$$

$$Z_{\text{общ max}}^{np} = 119,976 - 116,23 = 3,746 \text{ мм} = 3746 \text{ мкм}.$$

Таблиця 3.4 - Таблиця розрахунків припусків

Технологічна операція	Елементи припуску в мм				Мінімальний припуск $Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий припуск $Z_{\text{расч}}$, мкм	Розрахунковий розмір, мкм	Допуск T_d , мкм	Граничні значення припуску		Граничні розміри заготовки, мм	
	R_z	Π	ρ	ε					$Z_{\min}^{np}$	$Z_{\min}^{np}$	$A_{\text{нм}}$	$A_{\text{нб}}$
Заготовка	40	260	390	-			116,86	630			116,23	116,86
Розточування чорнове	80	50	23	250	1526	2726	119,016	220	722	3204	119,494	119,016
Розточування чистове	40	30	16	0	306	526	119,542	140	348	698	119,714	119,542
Розгортання	2,5	15	-	0	172	312	119,854	87	136	312	119,854	119,85
Розточування	-	-	-	0	35	122	119,916	35	122	87	119,941	119,76
$Z_{\text{общ min}}^{np} = 3081 \text{ мкм}; \quad Z_{\text{общ max}}^{np} = 3746 \text{ мкм}.$												

Визначення припуску на циліндричний отвір під сальник

$$D = 136^{+0.08} \text{ мм}$$

1. Визначаємо, що для досягнення заданої шорсткості й відповідно до точності розмірів по кресленню, обробку зазначеної поверхні слід робити в 3 етапу:

- чорнове розточування;
- чистове розточування;
- розгортання.

Настановною базою для обробки заготовки можна вибрати циліндричну поверхню й внутрішній торець фланця ступиці.

2. Визначаємо значення допусків T для відповідних операцій. Для остаточної операції значення допуску береться із креслення деталі. Допуск на заготовку:

$$T_{\text{заг}} = 0,8 \text{ мм.}$$

3. Визначаємо $\rho_{\text{заг}}$:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2} = \sqrt{0,25^2 + 0,3^2} = 390 \text{ мкм.} \quad (3.12)$$

4. Просторові відхилення для чорнового й чистового гостріння визначаються:

$$\rho_1 = K_y \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,06 \cdot 390 = 23 \text{ мкм;} \quad (3.13)$$

$$\rho_2 = K_y \cdot \rho_{\text{заг}} = 0,04 \cdot 390 = 16 \text{ мкм.}$$

На операції розгортання й розкочування просторові відхилення малі й не враховуються. На всіх операціях кріплення відбувається в супутнику. Погрішність установки на першій операції визначається залежно від застосовуваного затискного пристосування. При цьому $\varepsilon_1 = 250$ мкм. На наступних операціях погрішність установки не враховується, тому що деталь не переустановлюється.

5. Визначення розрахункових значень мінімальних припусків:

$$z_{\min 1} = 2 \cdot \left(R_{z(i-1)} + \Pi_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (3.14)$$

де R_z – висота мікронерівностей;

Π – глибина дефектного шару;

ρ – сумарне значення просторових відхилень;

ε – погрішність установки;

$$z_{\min 3} = 2 \cdot (20 + 25 + 16) = 122 \text{ мкм;} \quad (3.15)$$

$$z_{\min 2} = 2 \cdot (40 + 50 + 23) = 226 \text{ мкм};$$

$$z_{\min 1} = 2 \cdot \left(40 + 260 + \sqrt{390^2 + 250^2} \right) = 1526 \text{ мкм.}$$

6. Визначення розрахункових припусків:

$$z_{i\text{расч}} = z_{\min} + T_{i-1}; \quad (3.15)$$

$$z_{\text{расч}3} = 122 + 100 = 222 \text{ мкм};$$

$$z_{\text{расч}2} = 226 + 250 = 476 \text{ мкм};$$

$$z_{\text{расч}1} = 1526 + 800 = 2326 \text{ мкм};$$

7. Визначення розрахункових розмірів:

$$A_i = A_{i-1} + Z_{i\text{расч} - 1}, \quad (3.16)$$

де A_{i-1} – розрахунковий розмір з попередньої операції, мм;

$Z_{i\text{расч}i-1}$ – розрахунковий припуск із попередньої операції, мм;

$$A_3 = 135,92 \text{ мм};$$

$$A_2 = 135,92 - 0,222 = 135,698 \text{ мм};$$

$$A_1 = 135,698 - 0,476 = 135,222 \text{ мм};$$

$$A_0 = 135,222 - 2,326 = 132,896 \text{ мм.}$$

8. Визначення найбільших граничних розмірів шляхом округлення в більшу сторону відповідних розрахункових розмірів.

Визначення найменших граничних розмірів (ф.3.9):

$$A_{нм3} = 135,92 - 0,08 = 135,84 \text{ мм};$$

$$A_{нм2} = 135,698 - 0,1 = 135,598 \text{ мм};$$

$$A_{нм1} = 135,222 - 0,25 = 134,972 \text{ мм};$$

$$A_{нм0} = 132,896 - 0,8 = 132,096 \text{ мм.}$$

9. Визначення граничних значень припусків:

$$Z_{\min i}^{np} = A_{нми-1} + A_{нбі} \quad (3.17)$$

$$Z_{\min 3}^{np} = 135,84 - 135,698 = 0,142 \text{ мм} = 142 \text{ мкм};$$

$$Z_{\min 2}^{np} = 135,598 - 135,222 = 0,376 \text{ MM} = 376 \text{ MKM};$$

$$Z_{\min 1}^{np} = 134,972 - 132,896 = 2,076 \text{ MM} = 2076 \text{ MKM};$$

$$Z_{\max i}^{np} = A_{n\delta i-1} - A_{nmi}; \quad (3.18)$$

$$Z_{\max}^{np} = 135,92 - 135,598 = 0,322 \text{ мм} = 322 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max 2}^{np} = 135,698 - 134,972 = 0,726 \text{ мм} = 726 \text{ мкм};$$

$$Z_{\max}^{np} = 135,222 - 132,096 = 3,126 \text{ MM} = 3126 \text{ MKM.}$$

10. Визначення граничних значень загальних припусків:

$$Z_{обш}^{np} \min = 135,84 - 132,896 = 2,944 \text{ мм} = 2944 \text{ мкм}; \quad (3.19)$$

$$Z_{общ}^{np \max} = 135,92 - 132,096 = 3,824 \text{ мм} = 3824 \text{ мкм.}$$

Таблиця 3.5 - Таблиця розрахунків припусків [23]

Технологічна операція	Елементи припуску в мм				Мінімальний припуск Z _{min} , мкм	Розрахунковий припуск Z _{расч.} , мкм	Розрахунковий розмір, мкм	Допуск Td, мкм	Граничні значення припуску		Граничні розміри заготовки, мм	
	Rz	Π	ρ	ε					Z _{min} ^{пр}	Z _{min} ^{пр}	A _{нм}	A _{нб}
Заготовка	40	260	390	-			132,896	800			132,096	132,896
Розточування чорнове	40	50	23	250	1526	2326	135,222	250	2076	3126	134,972	135,222
Розточування чистове	20	25	16	-	226	476	135,698	100	376	726	135,598	135,698
Розгортання	2,5	15	-	-	122	222	135,92	80	142	322	135,84	135,92
$Z_{общ\ min}^{np}=2944 \text{ мкм}; Z_{общ\ max}^{np}=38240 \text{ мкм}.$												

3.10 Розрахунки режимів різання

Розрахунки режимів різання для токарської обробки, установ 1, із правої сторони [24]

1. Визначення глибини різання для різців:

$$t_1 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{153 - 147}{2} = 3 \text{ мм}; \quad (3.20)$$

$$t_2 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{158 - 153}{2} = 2,5 \text{ мм};$$

$$t_3 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{124 - 118}{2} = 2 \text{ мм};$$

$$t_4 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{118 - 111,5}{2} = 3,25 \text{ мм};$$

$$t_5 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{134 - 123,5}{2} = 5,25 \text{ мм}.$$

2. Визначення довжини робочого ходу інструмента:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} \text{ мм}; \quad (3.21)$$

де $L_{рез}$ - довжина різання, мм;

y - величина врізання, підведення й переперегони інструмента;

$L_{дон}$ - додаткова довжина ходу робочого інструмента з робочою подачею.

$$y = y_{подв} + y_{врез} + y_{перебег} \quad (3.22)$$

$$L_{p.x.1} = 70,2 + 6 + 2 = 78,2 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.2} = 67,5 + 8 + 2 = 77,5 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.3} = 35 + 6 + 2 = 43 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.4} = 14,5 + 12 + 2 = 28,5 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.5} = 2 + 4 + 2 = 8 \text{ мм}.$$

3. Величина робочого ходу для супорта: $L_{p.x.} = 78,2$ мм.

4 Призначення подач супорта:

а) Визначення подач супорта по нормативах

$$\sum t + \sum e = 3 + 2,5 + 3,25 + 5,25 + 2 = 16 \text{ мм}, \quad (3.23)$$

ухвалюємо 0,28 мм/об.

б) Коректування подач супорта

$$\frac{L_{p.x.}}{S} = \frac{78,2}{0,28} = 279 \text{ об.} \quad (3.24)$$

5. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.25)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах машинної роботи верстата; 110;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{70}{78,2} = 0,89$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,89$.

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 110$ хв.

6 Розрахунки швидкостей різання V м/хв:

а) Визначення рекомендованої нормативами швидкості різання:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 95 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 104,5 \text{ м/хв}, \quad (3.26)$$

де k_1 – коефіцієнт, приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від оброблюваного матеріалу і його твердості;

k_2 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від стійкості різців і марки ріжучої частини;

k_3 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від виду обробки.

б) Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 104,5}{3,14 \cdot 147} = 226,3 \text{ хв}^{-1}; \quad (3.27)$$

ухвалюємо 224 хв⁻¹.

в) Уточнення швидкостей різання по прийнятому числу обертів:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}; \quad (3.28)$$

$$V_1 = \frac{224 \cdot 147 \cdot 3,14}{1000} = 103,45 \text{ м/хв};$$

$$V_2 = \frac{224 \cdot 153 \cdot 3,14}{1000} = 107,7 \text{ м/хв};$$

$$V_3 = \frac{224 \cdot 118 \cdot 3,14}{1000} = 83,1 \text{ м/хв};$$

$$V_4 = \frac{224 \cdot 134 \cdot 3,14}{1000} = 94,3 \text{ м/хв};$$

$$V_5 = \frac{224 \cdot 124 \cdot 3,14}{1000} = 87,3 \text{ м/хв};$$

7. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}; \quad (3.29)$$

$$t_M = \frac{78,2}{0,28 \cdot 224} = 1,25 \text{ хв.}$$

8. Перевірочний розрахунки по потужності різання:

а) Визначення по нормативах сил різання:

$$P_Z = P_{Z \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.30)$$

де $P_{Z \text{ табл}}$ - сила різання по нормативах, кг;

K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу; 0,55;

K_2 - коефіцієнт, що залежить від швидкості різання й переднього кута;
0,9;

$$P_{Z1} = 180 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 89,1 \text{ кг};$$

$$P_{Z2} = 150 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 74,2 \text{ кг};$$

$$P_{Z3} = 240 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 118,8 \text{ кг};$$

$$P_{Z4} = 150 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 178,2 \text{ кг};$$

$$P_{Z5} = 180 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 89,1 \text{ кг}.$$

б) Розрахунки потужності різання для кожного інструмента:

$$N_{рез} = \frac{P_Z \cdot V}{6120}; \quad (3.31)$$

$$N_{рез1} = \frac{89,1 \cdot 103,45}{6120} = 1,51 \text{ кВт}$$

$$N_{рез2} = \frac{74,2 \cdot 94,3}{6120} = 1,14 \text{ кВт}$$

$$N_{рез3} = \frac{118,8 \cdot 83,1}{6120} = 1,61 \text{ кВт}$$

$$N_{рез4} = \frac{178,2 \cdot 94,3}{6120} = 2,74 \text{ кВт}$$

$$N_{рез5} = \frac{89,1 \cdot 87,3}{6120} = 1,27 \text{ кВт}$$

в) Розрахунки найбільшого за період роботи верстата сумарної потужності:

$$\sum N_{рез} = \sum N_{рез i}; \quad (3.32)$$

$$\sum N_{рез} = 1,51 + 1,14 + 1,61 + 2,74 + 1,27 = 8,27 \text{ кВт}$$

г) Перевірка Рза потужністю двигуна:

$$\sum N_{рез} \leq 1,2 \cdot N_{ЛВ} \cdot \eta, \quad (3.33)$$

де $\sum N_{рез}$ - потужність різання, кВт; 8,27;

η - коефіцієнт корисної дії двигуна; 0,75;

$$\sum N_{рез} \leq 1,2 \cdot 15 \cdot 0,75; \quad 8,27 \text{ кВт} < 13,5 \text{ кВт.}$$

Отже, обробка при обраних режимах можлива.

Розрахунки режимів різання для токарської обробки, установ 4, з лівої сторони

1. Визначення глибини різання для різців:

$$t_1 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{144 - 141,5}{2} = 1,25 \text{ мм;}$$

$$t_2 = L_1 - L_2 = 79 - 78 = 1 \text{ мм;}$$

$$t_3 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{138 - 135,6}{2} = 1,2 \text{ мм;}$$

2. Визначення довжини робочого ходу інструмента:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} \text{ мм;} \quad (3.34)$$

де $L_{рез}$ - довжина різання, мм;

y - величина врізання, підведення і перебігу інструмента;

$L_{дон}$ - додаткова довжина ходу робочого інструмента з робочою подачею.

$$y = y_{подв} + y_{врез} + y_{перебег}$$

$$L_{p.x.1} = \frac{144 - 141,5}{2} + 1 + 2 = 4,25 \text{ мм;}$$

$$L_{p.x.2} = 11 + 1 + 2 = 14 \text{ мм;}$$

$$L_{p.x.3} = \frac{141 - 136}{2} + 3 + 2 = 7,25 \text{ мм;}$$

3. Величина робочого ходу для супорта: $L_{p.x.} = 14 \text{ мм.}$

4. Призначення подач супорта:

а) Визначення подач супорта по нормативах

$$\sum t + \sum s = 1,25 + 1 + 1,2 = 3,45 \text{ мм, ухвалюємо } 0,07 \text{ мм/об.}$$

б) Коректування подач супорта

$$\frac{L_{p.x.}}{S} = \frac{14}{0,07} = 200 \text{ об.} \quad (3.35)$$

5. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.36)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах машинної роботи верстата; 150;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{11}{14} = 0,78$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda (=0,78$.

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 150$ хв

6. Розрахунки швидкостей різання V м/хв:

а) Визначення рекомендованої нормативами швидкості різання

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 82 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,05 = 64,575 \text{ м/хв,} \quad (3.37)$$

де k_1 – коефіцієнт, приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від оброблюваного матеріалу і його твердості;

k_2 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від стійкості різців і марки ріжучої частини;

k_3 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від виду обробки.

б) Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 64,575}{3,14 \cdot 123} = 167,2 \text{ хв}^{-1}; \quad (3.38)$$

ухвалюємо 160 хв⁻¹.

в) Уточнення швидкостей різання по прийнятому числу обертів:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} ; \quad (3.39)$$

$$V_1 = \frac{160 \cdot 144 \cdot 3,14}{1000} = 72,34 \text{ м/хв};$$

$$V_2 = \frac{160 \cdot 123 \cdot 3,14}{1000} = 61,83 \text{ м/хв};$$

$$V_3 = \frac{160 \cdot 141 \cdot 3,14}{1000} = 70,8 \text{ м/хв.}$$

7. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n} ; \quad (3.40)$$

$$t_M = \frac{14}{0,07 \cdot 160} = 1,25 \text{ хв.}$$

8. Перевірочний розрахунки по потужності різання:

а) Визначення по нормативах сил різання:

$$P_Z = P_{Z \text{ табл}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.41)$$

де $P_{Z \text{ табл}}$ - сила різання по нормативах, кг;

K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу; 0,55;

K_2 - коефіцієнт, що залежить від швидкості різання й переднього кута;
0,9;

$$P_{Z1} = 45 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 22,3 \text{ кг};$$

$$P_{Z2} = 30 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 14,85 \text{ кг};$$

$$P_{Z3} = 45 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 22,3 \text{ кг};$$

б) Розрахунки потужності різання для кожного інструмента:

$$N_{рез} = \frac{P_Z \cdot V}{6120} ; \quad (3.42)$$

$$N_{рез1} = \frac{22,3 \cdot 72,34}{6120} = 0,26 \text{ кВт}$$

$$N_{рез2} = \frac{14,85 \cdot 61,83}{6120} = 0,15 \text{ кВт}$$

$$N_{рез3} = \frac{22,3 \cdot 70,8}{6120} = 0,257 \text{ кВт}$$

в) Розрахунки найбільшого за період роботи верстата сумарної потужності:

$$\sum N_{рез} = \sum N_{рез i} ; \quad (3.43)$$

$$\sum N_{рез} = 0,26 + 0,15 + 0,287 = 0,697 \text{ кВт}$$

г) Перевірка Рза потужністю двигуна:

$$\sum N_{рез} \leq 1,2 \cdot N_{ЛВ} \cdot \eta , \quad (3.44)$$

де $\sum N_{рез}$ - потужність різання, кВт; 7,5;

η - коефіцієнт корисної дії двигуна; 0,75;

$$\sum N_{рез} \leq 1,2 \cdot 7,5 \cdot 0,75 ; 0,697 \text{ кВт} < 6,75 \text{ кВт.}$$

Отже, обробка при обраних режимах можлива.

Розрахунки режимів різання для токарської обробки, установ 2, із правої сторони

1. Визначення глибини різання для різців:

$$t_1 = 33,5 - 31,5 = 2 \text{ мм;}$$

$$t_2 = 47 - 45 = 2 \text{ мм;}$$

$$t_3 = 13 - 11 = 2 \text{ мм;}$$

2. Визначення довжини робочого ходу інструмента:

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{дон} \text{ мм;} \quad (3.45)$$

де $L_{рез}$ - довжина різання, мм;

y - величина врізання, підведення й переперегони інструмента;

$L_{доп}$ - додаткова довжина ходу робочого інструмента з робочою подачею.

$$y = y_{подв} + y_{врез} + y_{перебег}$$

$$L_{p.x.1} = \frac{320 - 211}{2} + 2 + 4 = 60,5 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.2} = \frac{88 - 75}{2} + 1 + 3 = 10,5 \text{ мм};$$

$$L_{p.x.3} = \frac{122 - 88}{2} + 2 + 6 = 25 \text{ мм};$$

3. Величина робочого ходу для супорта: $L_{p.x.} = 60,5$ мм.

4. Призначення подач супорта:

а) Визначення подач супорта по нормативах

$$\sum t + \sum \epsilon = 2 + 2 + 2 = 6 \text{ мм, ухвалюємо } 0,45 \text{ мм/об.}$$

б) Коректування подач супорта

$$\frac{L_{p.x.}}{S} = \frac{60,5}{0,45} = 134,4 \text{ об.} \quad (3.46)$$

5. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.47)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах машинної роботи верстата; 150;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{54,5}{60,5} = 0,9$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,9$.

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 150 \times \lambda$

6 Розрахунки швидкостей різання V м/хв:

а) Визначення рекомендованої нормативами швидкості різання

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 120 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,05 = 66,15 \text{ м/хв}, \quad (3.48)$$

де k_1 – коефіцієнт, приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від оброблюваного матеріалу і його твердості;

k_2 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від стійкості різців і марки ріжучої частини;

k_3 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від виду обробки.

б) Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 66,15}{3,14 \cdot 220} = 110,6 \text{ хв}^{-1}; \quad (3.49)$$

ухвалюємо 108 хв⁻¹.

в) Уточнення швидкостей різання по прийнятому числу обертів:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}; \quad (3.50)$$

$$V_1 = \frac{108 \cdot 320 \cdot 3,14}{1000} = 108,5 \text{ м/хв};$$

$$V_2 = \frac{108 \cdot 88 \cdot 3,14}{1000} = 29,8 \text{ м/хв};$$

$$V_3 = \frac{108 \cdot 122 \cdot 3,14}{1000} = 41,4 \text{ м/хв}.$$

7. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}; \quad (3.51)$$

$$t_M = \frac{60,5}{0,45 \cdot 108} = 1,248 \text{ хв}.$$

8. Перевірочний розрахунки по потужності різання:

а) Визначення по нормативах сил різання:

$$P_Z = P_{Z табл} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (3.52)$$

де $P_{Z табл}$ - сила різання по нормативах, кг;

K_1 - коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу; 0,55;

K_2 - коефіцієнт, що залежить від швидкості різання й переднього кута;
0,9;

$$P_{Z1} = 240 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 132 \text{ кг};$$

$$P_{Z2} = 240 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 132 \text{ кг};$$

$$P_{Z3} = 240 \cdot 0,55 \cdot 0,9 = 132 \text{ кг};$$

б) Розрахунки потужності різання для кожного інструмента:

$$N_{рез} = \frac{P_Z \cdot V}{6120}; \quad (3.53)$$

$$N_{рез1} = \frac{132 \cdot 108,5}{6120} = 2,34 \text{ кВт}$$

$$N_{рез2} = \frac{132 \cdot 29,8}{6120} = 0,64 \text{ кВт}$$

$$N_{рез3} = \frac{132 \cdot 41,4}{6120} = 0,89 \text{ кВт}$$

в) Розрахунки найбільшого за період роботи верстата сумарної потужності:

$$\sum N_{рез} = \sum N_{рез i}; \quad (3.54)$$

$$\sum N_{рез} = 2,34 + 0,64 + 0,89 = 3,87 \text{ кВт}$$

г) Перевірка Рза потужністю двигуна:

$$\sum N_{рез} \leq 1,2 \cdot N_{ЛВ} \cdot \eta, \quad (3.55)$$

де $\sum N_{рез}$ - потужність різання, кВт; 3,87;

η - коефіцієнт корисної дії двигуна; 0,75;

$$\sum N_{рез} \leq 1,2 \cdot 15 \cdot 0,75; \quad 3,87 \text{ кВт} < 13,5 \text{ кВт}.$$

Отже, обробка при обраних режимах можлива.

Розрахунки режимів різання для токарської обробки, установ 6, з лівої сторони [24]

1. Визначення глибини різання для різців:

$$t_1 = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} = \frac{119,976 - 119,65}{2} = 0,455 \text{ мм.}$$

2. Визначення довжини робочого ходу інструмента:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} \text{ мм;} \quad (3.56)$$

де $L_{рез}$ - довжина різання, мм;

y - величина врізання, підведення й переперегони інструмента;

$L_{дон}$ - додаткова довжина ходу робочого інструмента з робочою подачею.

$$y = y_{подв} + y_{врез} + y_{перебег}$$

$$L_{p.x.1} = 36 + 6 = 42 \text{ мм.}$$

3. Призначення подач супорта:

а) Визначення подач супорта по нормативах

$$S_0 = 0,5 \cdot 0,7 = 0,35 \text{ мм/об, ухвалюємо } 0,34 \text{ мм/об.}$$

4 Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.57)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах машинної роботи верстата; 100;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{36}{42} = 0,86$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,86$.

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 100 \text{ хв}$

5. Розрахунки швидкостей різання V м/хв:

а) Визначення рекомендованої нормативами швидкості різання

$$V = V_{\text{табл}} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 40 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 40 \text{ м/хв}, \quad (3.58)$$

де k_1 – коефіцієнт, приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від оброблюваного матеріалу і його твердості;

k_2 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від стійкості різців і марки ріжучої частини;

k_3 – коефіцієнт приведення табличної швидкості різання до заданих умов обробки залежно від виду обробки.

б) Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 119,976} = 105,3 \text{ хв}^{-1}; \quad (3.60)$$

ухвалюємо 103 хв⁻¹.

в) Уточнення швидкостей різання по прийнятому числу обертів:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}; \quad (3.60)$$

$$V_1 = \frac{103 \cdot 119,976 \cdot 3,14}{1000} = 38,8 \text{ м/хв.}$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{S \cdot n}; \quad (3.61)$$

$$t_M = \frac{42}{0,34 \cdot 103} = 1,219 \text{ хв}$$

7. Перевірку P за потужністю не проводимо, тому що сили різання при

Розрахунки режимів різання для свердлення отворів Ø19,5 мм

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} = 27 + 10 + 0 = 37 \text{ мм}; \quad (3.62)$$

де $L_{рез} = 27$ мм - довжина різання;

$y = 10$ мм при $d = 19,5$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{дон} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/об верстата:

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{27}{19,5} = 1,38; \quad S_0 = 0,5 \text{ мм/об.}$$

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (2.63)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{27}{37} = 0,72$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,72$.

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 40$ хв

4. Розрахунки швидкості різання V м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 17 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 27,2 \text{ м/хв,} \quad (3.64)$$

де $V_{табл} = 17$ м/хв при $S_0 = 0,5$ мм/об й $d = 19,5$ мм;

$k_1 = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2 = 1,6$ при $T_p = 40$ хв. рез. - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3 = 1,0$ при $L_{рез}/D = 1,38$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 27,2}{3,14 \cdot 19,5} = 444,2 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.65)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_0} = \frac{27}{444,2 \cdot 0,5} = 0,12 \text{ хв.} \quad (3.66)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 6500 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 7605 \text{ кН,} \quad (3.67)$$

де $P_{табл}=6500$ кН;

$K_p=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{n}{1000} = 4,9 \cdot 0,9 \cdot \frac{444,2}{1000} = 1,95 \text{ кВт,} \quad (3.68)$$

де $N_{табл}=4,9$ – потужність різання при $S_0=0,5$ мм/об й $d=19,5$ мм;

$K_N=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

Розрахунки режимів різання для свердлення отворів Ø13 мм

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} = 14 + 8 + 0 = 22 \text{ мм;} \quad (3.69)$$

де $L_{рез}=14$ мм - довжина різання;

$y = 8$ мм при $d=13$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{дон} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/об верстата:

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{14}{13} = 1,07; \quad S_0 = 0,35 \text{ мм/об.}$$

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.70)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{14}{22} = 0,63$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,63$.

Тоді стійкість інструмента буде рівна:

$$T_p = T_M \cdot \lambda = 30 \cdot 0,63 = 20, \text{ хв}$$

4. Розрахунки швидкості різання V м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 17 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 27,2 \text{ м/хв}, \quad (3.71)$$

де $V_{табл} = 17$ м/хв при $S_0 = 0,35$ мм/об й $d = 13$ мм.

$k_1 = 1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2 = 1,6$ при $T_p = 20$ хв. рез. - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3 = 1,0$ при $L_{рез}/D = 1,07$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 27,2}{3,14 \cdot 13} = 666,3 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.72)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{п.х.}}{n \cdot s_0} = \frac{22}{666,3 \cdot 0,35} = 0,094 \text{ хв}. \quad (3.73)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 3300 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 3861 \text{ кН}, \quad (3.74)$$

де $P_{табл} = 3300$ кН;

$K_p = 0,9$ при НВ163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{n}{1000} = 1,5 \cdot 0,9 \cdot \frac{666,3}{1000} = 0,899 \text{ кВт}, \quad (3.75)$$

де $N_{табл}=1,5$ – потужність різання при $S_0=0,35$ мм/об й $d=13$ мм.

$K_N=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

Розрахунки режимів різання для розгортання отворів Ø20мм

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{дон} = 27 + 17 + 0 = 44 \text{ мм}; \quad (3.76)$$

де $L_{рез} = 27$ мм - довжина різання;

$y = 17$ мм при $d=20$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{дон} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/об верстата:

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{27}{20} = 1,35; \quad S_0 = 0,84 \text{ мм/об}. \quad (3.77)$$

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_P = T_M \cdot \lambda \quad (3.78)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{27}{44} = 0,61$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,61$

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_P = 40 \cdot 0,61 = 24,4$ хв

4. Розрахунки швидкості різання V м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 30 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 48 \text{ м/хв}, \quad (3.79)$$

де $V_{табл}=30$ м/хв при $S_0=0,84$ мм/об й $d=20$ мм;

$k_1=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2=1,6$ при $T_p=30$ хв. - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3=1,0$ при $L_{рез}/D=1,35$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 48,8}{3,14 \cdot 20} = 777,07 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.80)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_0} = \frac{44}{777,07 \cdot 0,84} = 0,06 \text{ хв}. \quad (3.81)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 7500 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 8775 \text{ кН}, \quad (3.82)$$

де $P_{табл}=7500$ кН;

$K_p=0,9$ при НВ163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{n}{1000} = 11 \cdot 0,9 \cdot \frac{777,07}{1000} = 7,69 \text{ кВт}, \quad (3.83)$$

де $N_{табл}=11$ кВт – потужність різання при $s_0=0,84$ мм/об й $d=20$ мм;

$K_N=0,9$ при НВ163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

Розрахунки режимів різання для свердлення отворів $\varnothing 6$ мм

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} = 18 + 2 + 0 = 20 \text{ мм}; \quad (3.84)$$

де $L_{рез}=18$ мм - довжина різання;

$y=2$ мм при $d=6$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{дон} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/ про верстата:

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{18}{6} = 3; \quad S_0 = 0,12 \text{ мм/об.}$$

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.85)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{18}{20} = 0,9$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,9$

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 20$ хв

4. Розрахунки швидкості різання V м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 20 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 32 \text{ м/хв,} \quad (3.86)$$

де $V_{табл}=20$ м/хв при $S_0=0,12$ мм/об й $d=6$ мм;

$k_1=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2=1,6$ при $T_p=30$ хв. - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3=1,0$ при $L_{рез}/D=3$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 32}{3,14 \cdot 6} = 1698,51 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.87)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_0} = \frac{20}{1698,51 \cdot 0,12} = 0,098 \text{ хв.} \quad (3.88)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 950 \cdot 1,3 \cdot 0,9 = 1111 \text{ кН,} \quad (3.89)$$

де $P_{табл}=950$ кН;

$K_p=0,9$ при НВ163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{n}{1000} = 0,21 \cdot 0,9 \cdot \frac{1698,51}{1000} = 0,32 \text{ кВт,} \quad (2.90)$$

де $N_{табл}=0,21$ кВт – потужність різання при $S_0=0,12$ мм/об й $d=6$ мм;

$K_N=0,9$ при НВ163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

Розрахунки режимів різання для зенкування фасок $1,5 \times 45^\circ$ в отворах $\varnothing 20$ мм

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} = 1,5 + 2 + 0 = 3,5 \text{ мм;} \quad (2.92)$$

де $L_{рез} = 1,5$ мм - довжина різання;

$y=2$ мм при $d=20$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{дон} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/об верстата:

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{1,5}{20} = 0,075; \quad S_0 = 0,5 \text{ мм/об.}$$

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.92)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{1,5}{3,5} = 0,42$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda=0,42$

Тоді стійкість інструмента буде рівна:

$$T_p = 40 \cdot 0,42 = 16,8 \text{ хв}$$

4. Розрахунки швидкості різання V у м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 34 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 54,4 \text{ м/хв}, \quad (3.93)$$

де $V_{табл}=34$ м/хв при $S_0=0,5$ мм/об й $d=20$ мм;

$k_1=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2=1,6$ при $T_p=20$ хв. рез. - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3=1,0$ при $L_{рез}/D=0,075$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 54,4}{3,14 \cdot 20} = 866,2 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.94)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_0} = \frac{3,5}{866,2 \cdot 0,5} = 0,008 \text{ хв.} \quad (3.95)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 1430 \cdot 0,9 = 1287 \text{ кН}, \quad (3.98)$$

де $P_{табл}=1430$ кН;

$K_P=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{v}{100} = 3,6 \cdot 0,9 \cdot \frac{54,4}{100} = 1,76 \text{ кВт}, (2.98)$$

де $N_{табл}=3,6$ кВт – потужність різання при $S_0=0,5$ мм/об й $d=20$ мм;

$K_N=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

Розрахунки режимів різання для зенкування фасок $0,75 \times 45^\circ$ в отворах $\varnothing 6$ мм

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{р.х.} = L_{рез} + y + L_{доп} = 0,75 + 1 + 0 = 1,75 \text{ мм}; (3.98)$$

де $L_{рез} = 0,75$ мм - довжина різання;

$y=1$ мм при $d=6$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{доп} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/об верстата:

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{0,75}{6} = 0,125; S_0 = 0,18 \text{ мм/об.}$$

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda (3.99)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{0,75}{1,75} = 0,42$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,42$

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_P = 20 \cdot 0,42 = 15,2$ хв

4. Розрахунки швидкості різання V у м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 48 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 72 \text{ м/хв}, \quad (3.100)$$

де $V_{табл}=48$ м/хв при $S_0=0,18$ мм/об й $d=6$ мм;

$k_1=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2=1,5$ при $T_P=15$ хв.різання - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3=1,0$ при $L_{рез}/D=0,125$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 72}{3,14 \cdot 6} = 2821,6 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.101)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{п.х.}}{n \cdot s_0} = \frac{1,75}{2821,2 \cdot 0,18} = 0,003 \text{ хв}. \quad (3.102)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 300 \cdot 0,9 = 270 \text{ кН}, \quad (3.103)$$

де $P_{табл}=300$ кН;

$K_P=0,9$ при НВ163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{v}{100} = 0,87 \cdot 0,9 \cdot \frac{72}{100} = 0,56 \text{ кВт}, \quad (3.104)$$

де $N_{табл}=0,87$ кВт – потужність різання при $S_0=0,18$ мм/об й $d=6$ мм;

$K_N=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

Розрахунки режимів різання для цекування отворів $\varnothing 26$ мм із утвором фаски $1 \times 45^\circ$

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} = 1 + 2 + 0 = 3 \text{ мм}; \quad (3.105)$$

де $L_{рез} = 1$ мм - довжина різання;

$y=2$ мм при $d=26$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{дон} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/об верстата:
при $d=26$ мм, $S_0 = 0,33$ мм/об.

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.106)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвиликах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{1}{3} = 0,33$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,33$

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 50 \cdot 0,33 = 15$ хв

4. Розрахунки швидкості різання V у м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 42 \cdot 1,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 = 63 \text{ м/хв}, \quad (3.107)$$

де $V_{табл} = 42$ м/хв при $S_0 = 0,33$ мм/об й $d = 26$ мм;

$k_1=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2=1,5$ при $T_p=15$ хв.різання. - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3=1,0$ при $L_{рез}/D=0,03$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 63}{3,14 \cdot 26} = 771,6 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.108)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_0} = \frac{3}{771,6 \cdot 0,33} = 0,01 \text{ хв.} \quad (3.109)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 300 \cdot 0,9 = 297 \text{ кН}, \quad (3.110)$$

де $P_{табл}=330$ кН;

$K_p=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$$P_{табл} = 100 \cdot s(d_1 - d_2) = 100 \cdot 0,33(27 - 26) = 330 \text{ кН.} \quad (3.111)$$

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{v}{100} = 0,66 \cdot 0,9 \cdot \frac{63}{100} = 0,37 \text{ кВт}, \quad (3.112)$$

де $K_N=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$$N_{табл} = 2 \cdot s(d_1 - d_2) = 2 \cdot 0,33(27 - 26) = 0,66 \text{ кВт.} \quad (3.113)$$

Розрахунки режимів різання для нарізування різьблення M8(1,25-6H у отворах на глибину 12 мм

1. Розрахунки довжини робочого ходу:

$$L_{p.x.} = L_{рез} + y + L_{дон} = 12 + 5 + 0 = 17 \text{ мм;} \quad (3.114)$$

де $L_{рез} = 12$ мм - довжина різання;

$y=5$ мм при $d=8$ мм – довжина підведення, врізання й переперегони інструмента;

$L_{дон} = 0$ - додаткова довжина ходу, викликана в окремих випадках особливостями налагодження й конфігурації деталі.

2. Призначення подачі на оберт шпинделя S_0 в мм/об верстата:

$$\frac{L_{рез}}{d} = \frac{12}{8} = 1,5; \quad S_0 = 0,24 \text{ мм/об.}$$

3. Визначення стійкості інструмента по нормативах:

Стійкість інструмента визначається по формулі:

$$T_p = T_M \cdot \lambda \quad (3.115)$$

де T_M – нормована стійкість інструмента у хвилинах основного часу обробки;

λ - коефіцієнт часу різання.

$$\lambda = \frac{L_{рез}}{L} = \frac{12}{17} = 0,7$$

якщо $\lambda > 0,7$, то даний коефіцієнт можна не враховувати.

У цьому випадку $\lambda = 0,7$

Тоді стійкість інструмента буде рівна: $T_p = 20$ хв

4. Розрахунки швидкості різання V у м/хв:

$$V = V_{табл} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = 10 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 = 13 \text{ м/хв,} \quad (3.116)$$

де $V_{табл} = 10$ м/хв при $S=1,25$ мм і $d=8$ мм;

$k_1=1,0$ – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу;

$k_2=1,3$ при $T_p=20$ хв.різання. - коефіцієнт, що залежить від стійкості інструмента;

$k_3=1,0$ при $L_{рез}/D=1,5$ – коефіцієнт, що залежить від відношення довжини різання до діаметра.

5. Розрахунки частоти обертання шпинделя верстата:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 13}{3,14 \cdot 8} = 517,5 \text{ хв}^{-1}. \quad (3.117)$$

6. Розрахунки основного машинного часу обробки:

$$t_M = \frac{L_{p.x.}}{n \cdot s_0} = \frac{17}{517,5 \cdot 0,24} = 0,13 \text{ хв}. \quad (3.118)$$

7. Визначення осьової сили різання:

$$P_0 = P_{табл} \cdot K_p = 1250 \cdot 0,9 = 1125 \text{ кН}, \quad (2.119)$$

де $P_{табл}=1250$ кН;

$K_p=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

8. Визначення потужності різання:

$$N_{рез} = N_{табл} \cdot K_N \frac{n}{1000} = 0,37 \cdot 0,9 \cdot \frac{517,5}{1000} = 0,17 \text{ кВт}, \quad (3.120)$$

де $N_{табл}=0,37$ кВт – потужність різання при $S_0=0,24$ мм/об й $d=8$ мм;

$K_N=0,9$ при HB163 – коефіцієнт, що залежить від оброблюваного матеріалу.

На основі отриманих результатів можна скласти технологічні карти на кожну операцію, які приводяться в Додатку Б.

3.11 Висновки по розділу

У даному розділі була розглянута деталь і її технологічні властивості, здійснений розрахунки операційних припусків і вибір інструмента. На основі цього й з урахуванням аналізу матеріалу деталі, були розраховані режими різання й розроблений технологічний процес обробки ступиці Трактора ХТЗ-150К-09-25 й складені технологічні карти.

4. МОДЕРНІЗАЦІЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА 2М55

4.1 Призначення й область застосування спроектованого верстата

Спроекований радіально-свердлильний верстат зі ЧПК (рисунок 4.1) призначений для широкого застосування в промисловості.

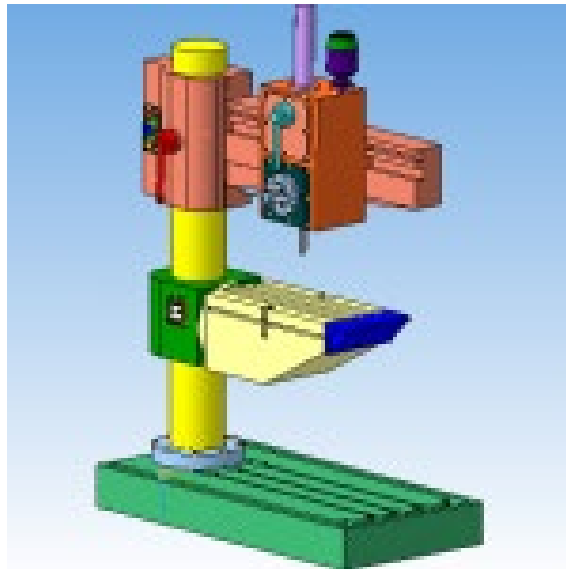


Рисунок 4.1 - Загальний вид спроектованого верстата

Завдяки своїй універсальності верстат знаходить застосування скрізь, де потрібна обробка отворів – від ремонтного цеху до великосерійного виробництва, зокрема – для обробки отворів у маточинах вантажних автомобілів.

На верстаті можна робити свердління в суцільному матеріалі, розсвердлювання, зенкерування, розгортання, підрізування торців, нарізку різьблення мітчиками й інші подібні операції.

Застосування пристосувань і спеціального інструмента значно підвищує продуктивність верстатів і розширює коло можливих операцій, дозволяючи робити на них виточення внутрішніх канавок, вирізку круглих пластин з аркуша і т.д. При відповідному оснащенні на верстаті можна виконувати багато операцій, характерні для розточувальних верстатів [22].

У фундаментній плиті 1 виконаний бак і насосна установка для подачі охолодної рідини до інструмента; На плиті встановлюється стіл 2 для обробки на ньому деталей невеликого розміру. Для обробки великогабаритних деталей стіл убирається.

Усі органи керування верстатом зосереджені на спеціальному пульті. На панелі цоколя розміщені тільки кнопки вступного вимикача, що підключає верстат до зовнішньої електромережі, і вимикачі керування насосом охолодження.

4.3 Схема кінематична

Кінематична схема верстата (рисунок 4.3) складається із чотирьох кінематичних ланцюгів:

- 1)обертання шпинделя;
- 2)руху подач;
- 3)вертикального переміщення рукава;
- 4)переміщення шпиндельної бабки по рукавові.

Шпиндель одержує обертання від вбудованого в нього електродвигуна.

Вертикальне переміщення рукава проводиться окремим електродвигуном через шариковинтову пари, розташовану вгорі колони.

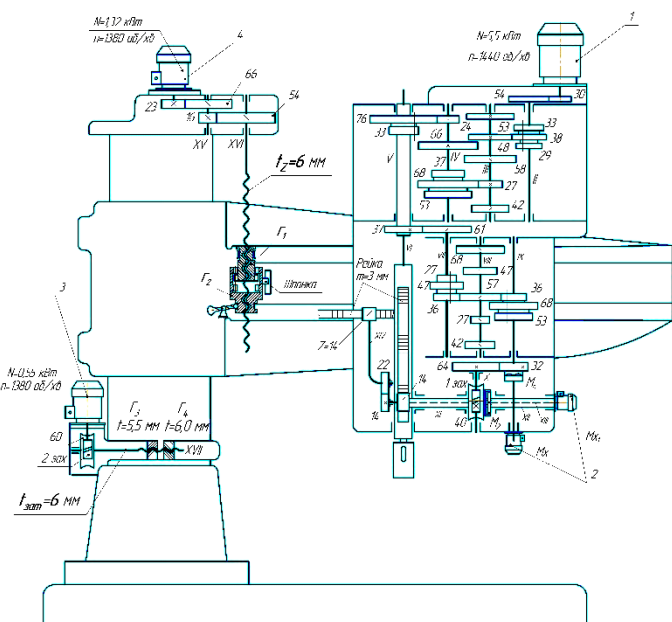


Рисунок 4.3 – Кінематична схема верстата

Зміна напрямку переміщення рукава проводиться реверсуванням двигуна. У ланцюзі привода механізму підйому встановлена кулачкова запобіжна муфта, яка спрацьовує при збільшенні опору переміщенню рукава.

Горизонтальне переміщення шпindelної бабки проводиться від електродвигуна через запобіжну муфту і кулькогвинтову пари, розташовану на траверсі

Механізм подачі здійснюється за рахунок переміщення рейки, яка з'єднується з електродвигуном через кулачкову муфту, яка служить для запобігання двигуна від перевантаження.

4.4 Плита, цоколь, колона

Фундаментна плита виконана у вигляді твердого виливка, посиленому поздовжніми й поперечними ребрами. Уздовж робочої поверхні плити розташовані Т-образні пази для кріплення стола, оброблюваних виробів або спеціальних пристосувань.

На плиті нерухомо укріплений болтами цоколь, у якому на роликових підшипниках і встановлена колона. Ця найбільш навантажена деталь верстата виконана зі сталеві труби й має загартовану, чисто оброблену робочу поверхню, по якій переміщається рукав. Підшипник не має внутрішнього кільця, бігова доріжка для роликів виконана безпосередньо на колоні.

Підшипник змонтований на конічній шийці фланця й затягається гайкою. Конусне кільце міцне насаджене на трубку й призначене для затискача колони. При затягуванні гвинтової пари механізму затискача конусне кільце разом з колоною переміщається вертикально вниз відносно стійки й щільно притискається до конусного гнізда цоколя. У результаті відбувається затискання колони й запобігає поворот її.

Стойка міцно з'єднана із цоколем за допомогою фланця. У верхній частині до стійки приварений стрижень, який проходить усередині гвинта механізму затискача й з'єднується з ним гайкою. Таким чином, стойка зі стрижнем з'єднує

вузол механізму затискача колони із цоколем і сприймає вага поворотних частин верстата при звільненні затискача колони (колона з конусним кільцем піднімає щодо цоколя), а при затискачі сприймає поздовжнє зусилля, що розбудовується механізмом затискача.

Крізь стійку проходить електрокабель від вступного автомата до струмопідвідного пристрою для живлення рухливих і поворотних частин верстата. Перед транспортуванням верстата в цоколь ввертається стопорний болт, який конусним кінцем входить в отвір колони й запобігає випадковому повороту рухливих частин верстата щодо плити. Після установки верстата болт замінюється пробкою.

4.5 Охолодження

У фундаментній плиті розташований резервуар для охолодної рідини, яка заливається через отвори, закриті кришками.

Рідина подається до шпиндельної бабки зануреним електронасосом по шлангові, приєднаному до трійника з поворотним з'єднанням і наконечником. Положення наконечника по висоті можна регулювати, переміщаючи штангу, що закріплюється в потрібному місці гвинтом.

Після включення електронасоса пуск охолодної рідини й регулювання потоку здійснюються поворотом наконечника. Охолодна рідина вертається а резервуар по каналах плити через отвори захищені сітками.

4.6 Механізм затискача колони

Механізм затискача колони розташований у корпусі редуктора механізму підйому рукава. Корпус з'єднаний з колоною. Стійка з'єднана із цоколем. Порожній гвинт в осьовому напрямку закріплений на стійці гайкою через упорні підшипники. Різьбова частина гвинта пов'язана з біметалічною гайкою шестірнею. Зубчастий вінець цієї деталі виконаний зі сталі, різьбова частина – із бронзи. Гайка-Шестірня встановлена в корпусі на конічних

роликотідшипниках. Регулювання натягу в підшипниках проводиться за допомогою кришки, гвинтів і віджимних гвинтів.

У зачепленні із зубчастим вінцем гайки-шестірні перебувають робочий плунжер і допоміжний плунжер. Увесь механізм змонтований у корпусі, який з'єднаний з корпусом гвинтами. Порожній гвинт угорі має зубчастий вінець, який пов'язаний із внутрішнім зубчастим вінцем фланця. Останній гвинтами пов'язаний із кришкою, а через неї з корпусом. Таким чином, порожній гвинт не може повернутися щодо корпусу під час роботи механізму.

Робочий плунжер переміщається в циліндрі при подачі масла під тиском через отвори в кришках. На плунжері нарізана зубчаста рейка, яка при переміщенні плунжера обертає гайку-шестірню. При повороті гайки-шестірні в напрямку за годинниковою стрілкою відбувається затискач колони, поворот проти годинникової стрілки викликає звільнення колони.

При затискачі колони в механізмі відбуваються наступні переміщення: шестірня-гайка повертається за годинниковою стрілкою, оскільки гвинт утримується від повороту фланцем і закріплений в осьовому напрямку: шестірня-гайка прагне переміститися вниз по різьбленню гвинта, при цьому вона захоплює за собою через корпус і корпус колону.

Витоку масла, що накопичуються в порожнині, відкачуються допоміжним плунжером у гідробак, розташований поруч у корпусі. Для того, щоб плунжер працював як насос, що відкачує при повороті гайки-шестірні, у корпусі змонтовані всмоктувальний клапан, пов'язаний з порожниною, і нагнітальний клапан, установлений перед штуцером трубки, що йде в гідробак.

Гайка-шестірня має обмежений кут повороту. Для того, щоб відрегулювати вихідне положення гайки-шестірні щодо гвинта, а отже, відрегулювати величину вертикального переміщення колони, необхідно обертати гвинт, від'єднавши його від кришки й корпусу.

Перед регулюванням відкручують гвинти й обертають гвинт за фланцем. По закінченню регулювання фланець піднімають, повертають до положення, у якому кріпильні отвори в ньому під гвинти збігаються з відповідними

отворами, у кришці, уводять у зачеплення зуби фланця із зубчастим вінцем гвинта й закривають фланець гвинтами.

4.7 Редуктор переміщення рукава

На верхній торець колони зміцнюється редуктор привода механізму підйому. Редуктор приводиться в обертання електродвигуном, установленим на кришці. Керування включенням електродвигуна проводиться з пульта керування. Напрямок обертання електродвигуна задається залежно від необхідного напрямку переміщення рукава (підйом або опускання), а також змінюється в процесі виконання циклу.

Обертання від електродвигуна через дві понижувальні передачі передається на КПП. На проміжному валу перебуває спеціальна кулькова запобіжна муфта, що захищає деталі механізму підйому й привод від поломки при перевантаженнях. Конструкція муфти забезпечує її спрацьовування при підйомі й при опусканні рукава.

У нижній частині корпусу редуктора розміщується масляний резервуар, у який занурює розприскувач, закріплений на валу. Розприскувач забезпечує змащення шестірні й підшипників при роботі редуктора.

4.8 Рукав, його затискач на колоні й механізм підйому

Рукав охоплює колону й переміщається по ній у вертикальному напрямку. По напрямних рукава в радіальному напрямку переміщається шпindelна бабка. Спеціальна шпонка, що входить у паз колони, перешкоджає повороту рукава навколо колони. У всіх випадках, коли рукав не переміщається по колоні, він затиснутий на ній, що розвантажує шпонку від зусиль, що виникають при свердлінні, і забезпечує безпека роботи на верстаті.

Переміщення рукава по колоні проводиться за допомогою механізму підйому. Механізм затискача рукава заблокований з механізмом підйому таким чином, що звільнення рукава, його переміщення й затискач здійснюються автоматично в одному циклі від однієї команди.

Основними елементами механізму підйому є КГП. Вантажна гайка має окремий фланець, який на двох упорних підшипниках замкнений у втулці за допомогою гайки. Наявність окремого фланця, з яким гайка зв'язана торцевими зубами, дозволяє частково компенсувати помилки, пов'язані з перекосами гвинта щодо осі втулки.

На початку обертання гвинта вантажна гайка нічим не втримується від повороту й починає обертатися разом із гвинтом. Допоміжна гайка в цей час пересувається по гвинту, тому що закріплена на ній шпонка входить у паз нерухливої втулки, чим утримує гайку від обертання.

Переміщаючись по гвинту, гайка повертає важіль, вал і кулак, який звільняє ролик, у результаті чого розвантажуються болти. Розточена частина рукава, прорізана по всій довжині, внаслідок своєї пружності розтискається до упору в головки болтів і гайки. При цьому рукав розгальмовується щодо колони.

У момент, коли рукав повністю звільняється від затискача, шпонка своїм виступом (верхнім або нижнім – залежно від напрямку обертання гвинта, тобто від напрямку переміщення рукава) підходить уводити, увести до ладу виступу вантажної гайки й зупиняє її обертання. Тому що гайка застопорена, а гвинт обертається, починається переміщення рукава.

Після закінчення переміщення гвинт не зупиняється, а автоматично реверсують. При цьому переміщення рукава негайно припиняється, тому що виступи шпонки й гайки відходять друг від друга, внаслідок чого вантажна гайка починає обертатися разом із гвинтом. Допоміжна гайка при цьому переміщається по гвинту у зворотному напрямку, повертаючи важіль, вал і кулак. Під тиском виступу кулака на ролик важелі повертаються навколо осей і затягують болти. Рукав з великою силою стягається між головками болтів і гайками на болтах, здійснюючи твердий затискач рукава на колоні.

Гайки на болтах відрегульовані так, щоб забезпечити необхідну твердість затискача. У цім положенні вони заштіфтовані. Величина зазору між рукавом і колоною, обумовлена затягуванням гайок, повинна мати певну величину для

того, щоб переміщення відбувалося плавно, без ривків і не викликало перевантаження привода механізму підйому.

Керування циклом забезпечується двома кінцевими вимикачами, на які впливають кулачки, насаджені на вал затискача.

У крайніх положеннях рукава на колоні (верхньому або нижньому) штанги впливають на кінцеві вимикачі, які розривають ланцюг живлення електродвигуна редуктора.

Зношування різьблення вантажної гайки не приводить до падіння рукава, тому що при аварійному опусканні рукава на кілька міліметрів кулак повертається й своїм додатковим виступом автоматично затискає рукав на колоні.

Змащення механізму підйому проводиться за допомогою прес-маслянки, установленної в гайці. Вісь ролика змащується окремою прес-маслянкою. Змащення колони здійснюється за допомогою плунжерного насоса, який подає масло в кільцеву трубку, розташовану під ущільненням у верхній частині бочки рукава. Насос подає порцію масла в трубку при повороті кулака, який регулювальним гвинтом натискає на плунжер насоса. Трохи вище розташовується пластмасовий резервуар для масла.

4.9 Шпindelьна бабка, її пристрій

Шпindelьна бабка розміщена на напрямних рукава, по яких легко переміщається в радіальному напрямку. Легке переміщення свердлильної головки забезпечується застосуванням комбінованих напрямних кочення – ковзання. Тертя між бічними напрямними не утрудняє переміщення, тому що центр ваги головки розташовується приблизно в площині цих напрямних.

Дана конструкція забезпечує підведення інструмента до оброблюваної поверхні й здійснює процеси різання. Ці напрямні забезпечують високу точність переміщення. Шпindelьна бабка розміщується на горизонтальних напрямних траверси, по яких легко переміщається в радіальному напрямку за допомогою КГП.

Шпиндель переміщається у вертикальному напрямку за рахунок переміщення рейки. Вона пов'язана з електродвигуном крокового типу через запобіжну муфту.

4.10 Шпиндель

Конструкція моторшпинделя

Забезпечення високошвидкісної обробки можливо здійснити за допомогою моторшпинделей. У проектуваному верстаті я пропоную використовувати високошвидкісний шпиндель фірми IBAG (рисунок 4.4). Був обраний так званий важкий шпиндель, який знаходить застосування на середніх і більших верстатах. Типові застосування високо потужних шпинделів – обробка більших деталей, наприклад, важких ливарних форм і штампів, а також масове виробництво в автомобільній промисловості. Ці високошвидкісні шпинделі з високими потужностями й обертаючими моментами підходять як для чорновий, так і для чистової й тонкої чистової обробки. IBAG поставляє один тип шпинделів для всіх операцій.

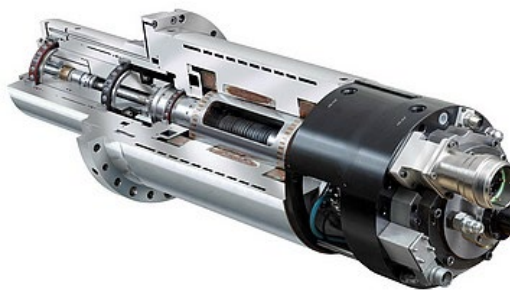


Рисунок 4.4 – Моторшпиндель фірми IBAG

Даний шпиндель використовує наступну моторну технологію: змінний струм для високої потужності на середніх і високих швидкостях, постійний струм для максимально обертаючого моменту спеціально для низьких швидкостей обертання й мінімальної передачі тепла від мотора до шпиндельного вала. Закриті й ізольовані обмотки мотора призначені для найкращої теплоізоляції й захисту від механічних ушкоджень. Переваги ротора

й статора двигуна постійного струму: мінімальні втрати й векторний контроль для повороту шпинделя на певний кут.

Датчики

Вбудовані датчики підвищують продуктивність і надійність роботи. Вбудовані на передній поверхні шпинделя датчики роблять високоточний вимір положення шпиндельного вала. Отриманий від датчика аналоговий сигнал може бути використаний будь-яким пристроєм ЧПК для розрахунків компенсації зсуву вала по осі Z. На додаток до опції «вимір зсуву шпиндельного вала», вбудовуються датчики температури, що поставляють сигнал для контролю й діагностики стану підшипників. Вбудовані датчики дозволяють контролювати вібрації під час роботи шпинделя. Високий рівень коливань може бути обумовлений погано збалансованим інструментом, неправильними параметрами обробки або аварійною ситуацією. Датчики вібрацій видають три повідомлення: «О.К.» - зелений сигнал, «Попередження» - жовтогарячий і «Помилка» - червоний. При підключенні до пристрою ЧПК можливий глобальний контроль, що забезпечує краще використання й довгий термін служби шпинделя. Ці датчики вбудовуються усередину шпинделя.

Підшипники

Підшипники шпинделя встановлюються в «О»-конфігурації. При використанні даної конфігурації максимальні швидкості обертання шпинделі злегка знижуються, зате забезпечується однакова твердість шпинделя в обох аксіальних напрямках і менший динамічний зсув шпинделя. Дана модель шпинделя використовує шарикопідшипники змішаного типу з масляним змащенням. Дана модель шпинделя оснащена системою змінного попереднього натягу підшипників шпинделя. Так, для більших інструментів і низьких швидкостей обертання необхідний великий попередній натяг для забезпечення високої твердості й стабільності. Для високих швидкостей обертання й використанні малих інструментів правильним буде вибір низького попереднього натягу. Регулювання попереднього натягу є запорукою

оптимального використання потужності й довгого терміну служби шпинделі, а також високого якості обробленої поверхні.

ЗОР

Опції охолодження інструмента й заготовки: додаткове підведення охолодної рідини являє собою додаткову гнучку насадку на шпиндельній головці. Вона використовується, як правило, для подачі додаткового охолодного засобу, наприклад, повітря або масла для свердлильних операцій, включаючи нарізування різьблення.

4.11 Опис конструкції кріплення інструмента

Цанга встановлена в шпинделі верстата й має регульований упор. Тяга, пропущена через порожнину шпинделя, своїм лівим різьбовим кінцем зв'язана зі штоком привода, а правим – наглухо вмонтована в шарнірну муфту, пов'язану з різьбовою втулкою. Зазор забезпечує ударна дія штока привода, що полегшує його виштовхування штока з отвору пружної цанги при розкріпленні оброблюваних деталей. При затягуванні цанги штоком, пропущеним через шпиндель, її ліва розрізана частина стискується й затискає інструмент. При зміні цанг вони віддаляються із гнізда шпинделя обертанням гайки, встановленої на різьбленні штока [23].

4.12 Опис затискного пристосування

У якості пристосування використовується затискний пристрій, у якому одна із призматичних губок замінена плоскою губкою зі скосом. Це дозволяє встановлювати й знімати заготовки при мінімальних переміщеннях губок. Інша губка може трохи зміщатися в горизонтальній площині. Для того, щоб забезпечити центрування оброблюваних деталей, ліве й праве різьблення гвинта мають різні кроки.

У центрі пристрою розташований стіл із циліндричним виступом, на який попередньо встановлюється оброблювана заготовка й потім, призматичними

губками остаточно фіксується на пристосуванні. На губках є датчики тиску, які забезпечують необхідну силу затискача.

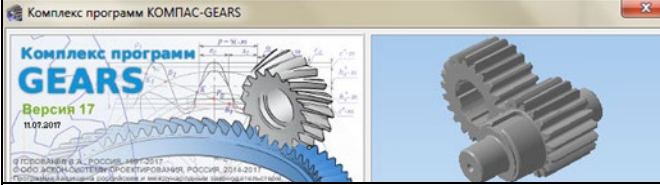
4.13 Основні технічні характеристики й дані спроектованого радіально-свердлильного верстата зі ЧПК

Клас точності Н за ДСТ 8-2015	
Найбільший умовний діаметр свердління, мм	50
Виліт шпинделя від утворюючої колони, мм	
- найбільший	1600
- найменший	375
Відстань від торця шпинделя до плити, мм	
- найбільше	1600
- найменше	450
Межі швидкостей шпинделя, об/хв	20-5000
Межі подач шпинделя, мм/ про	0,056-2,5
Найбільша ефективна потужність на шпинделі, кВт	30
Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс·см	7100
Найбільше зусилля подачі, кгс	2000
Габарити верстата, мм	
- довжина	2665
- ширина	1020
- висота	3430
Маса верстата, кг	4650
Колона	
- діаметр, мм	315
- затискач	гідравлічний
Рукав	
- найбільший хід рукава по колоні, мм	750
- швидкість вертикального переміщення, м/хв	1,4
- найбільший кут повороту навколо осі колони, гради.	360
- затискач на колоні	електромеханічний автоматичної дії
Свердлильна головка	
- найбільший хід по напрямних рукава, мм	1225
- затискач на напрямних рукава	гідравлічний
Шпиндель	
- хід шпинделя, мм	
найбільший	400
на 1 оберт лімба	122
на 1 розподіл шкали лімба	1
Плита	
- ширина фундаментальної плити, мм	1000
- ширина паза за ДСТ 1574-75, мм	22 або 28
- відстань між пазами, мм	160
- кількість пазів, шт	4

4.14 Розрахунки зубчастих передач

Розрахунки проводимо в графічному редакторі КОМПАС у додатку КОМПАС-SHAFT 2D КОМПАС-GEARS.

Таблиця 4.1 - Розрахунки зубчастих коліс механізму підйому рукава

Комплекс программ КОМПАС-GEARS		Ведущее ^{*1} копесо	Ведомое ^{*2} копесо
			
Вихідні дані			
Число зубів	z_1, z_2	20	40
Модуль, мм	m_n	2,5	
Кут нахилу зубів на ділильному циліндрі	β	0°00'00"	
Вихідний контур	—	ДЕРЖСТАНДАРТ 13755-	
Кут профілю вихідного контуру	α	20°00'00"	
Коефіцієнт висоти головки зуба вихідного контуру	h_a^*	1	
Коефіцієнт радіального зазору вихідного контуру	c^*	0,25	
Коефіцієнт радіуса кривизни перехідної кривій у граничній точці профілю зуба вихідного контуру	ρ_f^*	0,38	
Ширина зубчастого вінця, мм	b	20	20
Коефіцієнт зсуву вихідного контуру	x	+0,14	-0,14
Ступінь точності	—	7-C	7-C
Обумовлені параметри			
Передаточне число	u	2	
Міжосьова відстань, мм	a_w	75 ± 0,025	
Ділильний діаметр, мм	d	50	100
Діаметр вершин зубів, мм	d_a	55,7	104,3
Діаметр западин зубів, мм	d_f	44,45	93,05
Початковий діаметр, мм	d_w	50	100
Основний діаметр, мм	d_b	46,985	93,969
Кут зачеплення	α_w	20°00'00"	
Контрольовані й вимірювальні параметри			
Постійна хорда, мм	$\bar{s}_c$	3,693 ^{+0,06} _{-0,13}	3,243 ^{+0,07} _{-0,14}
Висота до постійної хорди, мм	$\bar{h}_c$	2,178	1,56
Радіус кривизни різноименних профілів зуба в точках, що визначають постійну хорду, мм	ρ_s	10,515	18,826
Радіус кривизни активного профілю зуба в нижній крапці, мм	ρ_p	3,023	10,694
Умова $\rho_s > \rho_p$ (можливість виміру постійної)	—	виконане	виконане
Число зубів у довжині загальної нормалі	z_w	3	5
Довжина загальної нормалі, мм	W	19,391 ^{+0,055} _{-0,125}	34,373 ^{+0,07} _{-0,14}
Найменування й позначення параметра		Ведущее ^{*1} копесо	Ведомое ^{*2} копесо

продовження таблиці 4.1

Радіус кривизни різнойменних профілів зубів у крапках, що визначають довжину загальної нормалі,	ρ_w	9,695	17,186
Радіус кривизни профілю в крапці на окружності вершин, мм	ρ_a	14,958	22,629
Умова $\rho_p < \rho_w < \rho_a$ (можливість виміру довжини	—	виконане	виконане
Діаметр вимірювального ролика, мм	D	4,345	4,345
Кут профілю на окружності, що проходить через центр ролика	α_D	25°59'52"	21°44'27"
Діаметр окружності, що проходить через центр	d_D	52,274	101,165
Радіус кривизни різнойменних профілів зубів у крапках контакту поверхні ролика з головними	ρ_m	9,284	16,564
Умова $\rho_p < \rho_m < \rho_a$ (можливість виміру розміру по	—	виконане	виконане
Розмір по роликах, мм	M	$56,619^{+0,148}_{-0,28}$	$105,51^{+0,213}_{-0,348}$
Умова $d_D + D > d_a$ (можливість виміру розміру по	—	виконане	виконане
Умова $d_D - D > d_f$ (можливість виміру розміру по	—	виконане	виконане
Нормальна товщина зуба по ділильній окружності, мм	s_n	$4,182^{+0,06}_{-0,13}$	$3,672^{+0,07}_{-0,14}$
<i>Перевірка якості зачеплення за геометричними показниками</i>			
Коефіцієнт найменшого зсуву	$x_{\min}$	-0,17	-1,34
Умова відсутності підрізання зуба $x \geq x_{\min}$ вихідною виробляючою рейкою	—	виконане	виконане
Радіус кривизни в граничній крапці профілю зуба,	ρ_l	2,264	8,768
Умова відсутності підрізання $\rho_l \geq 0$	—	виконане	виконане
Діаметр положення нижньої крапки активного профілю зуба, мм	d_p	47,372	96,372
Діаметр положення крапки перетинання евольвенти з перехідний кривій профілю зуба, мм	d_{II}	47,202	95,592
Умова відсутності інтерференції $\rho_l \leq \rho_p$	—	виконане	виконане
Нормальна товщина зуба на поверхні вершин, мм	s_{na}	1,605	1,965
Мінімально рекомендоване значення нормальної товщини зуба на поверхні вершин при поверхневому зміцненні зубів, мм	$0,4 \cdot m_n$	1	
Умова відсутності заострення $s_{na} \geq 0,4 \cdot m_n$	—	виконане	виконане
Питоме ковзання профілів зубів у нижніх крапках активних профілів зубів	θ_p	-2,74327	-1,79746
Коефіцієнт торцевого перекриття	ε_a	1,617	
Рекомендоване мінімальне значення коефіцієнта торцевого перекриття	—	1,2	
Коефіцієнт перекриття	ε_f	1,617	

Таблиця 4.2 - Розрахунки зубчастих коліс механізму переміщення бабки

Найменування й позначення параметра		Ведущее ^{z1} копесо	Ведомое ^{z2} копесо
Вихідні дані			
Число зубів	z_1, z_2	20	40
Модуль, мм	m_n	2	
Кут нахилу зубів на ділильному циліндрі	β	0°00'00"	
Вихідний контур	—	ДЕРЖСТАНДАРТ 13755-2015	
Кут профілю вихідного контуру	α	20°00'00"	
Коефіцієнт висоти голівки зуба вихідного контуру	h_a^*	1	
Коефіцієнт радіального зазору вихідного контуру	c^*	0,25	
Коефіцієнт радіуса кривизни перехідної кривій у граничній крапці профілю зуба вихідного контуру	ρ_f^*	0,38	
Ширина зубчастого вінця, мм	b	20	20
Коефіцієнт зсуву вихідного контуру	x	+6,2621	+0,8717
Ступінь точності	—	7-C	7-C
Обумовлені параметри			
Передаточне число	u	2	
Міжосьова відстань, мм	a_w	70 ± 0,025	
Ділильний діаметр, мм	d	40	80
Діаметр вершин зубів, мм	d_a	60,513	78,952
Діаметр западин зубів, мм	d_f	60,048	78,487
Початковий діаметр, мм	d_w	46,667	93,333
Основний діаметр, мм	d_b	37,588	75,175
Кут зачеплення	α_w	36°20'46"	
Контрольовані й вимірювальні параметри			
Постійна хорда, мм	$\bar{s}_c$	10,824 ^{+0,08 -0,13}	3,895 ^{+0,08 -0,13}
Висота до постійної хорди, мм	$\bar{h}_c$	8,287	-1,233
Радіус кривизни різнойменних профілів зуба в крапках, що визначають постійну хорду, мм	ρ_s	12,6	15,753
Радіус кривизни активного профілю зуба в нижній крапці, мм	ρ_p	29,423	17,775
Умова $\rho_s > \rho_p$ (можливість виміру постійної	—	виконане	виконане
Число зубів у довжині загальної нормалі	z_w	8	6
Довжина загальної нормалі, мм	W	53,409 ^{+0,055 -0,125}	34,786 ^{+0,055 -0,125}
Найменування й позначення параметра		Ведущее ^{z1} копесо	Ведомое ^{z2} копесо
Радіус кривизни різнойменних профілів зубів у крапках, що визначають довжину загальної нормалі, мм	ρ_w	26,705	17,393
Радіус кривизни профілю в крапці на окружності вершин, мм	ρ_a	23,712	12,063
Умова $\rho_p < \rho_w < \rho_a$ (можливість виміру довжини	—	виконане	виконане
Діаметр вимірювального ролика, мм	D	3,464	3,464

Кут профілю на окружності, що проходить через центр ролика	a_D	47°13'00"	26°50'32"
Діаметр окружності, що проходить через центр	d_D	55,339	84,254
Радіус кривизни різнойменних профілів зубів у крапках контакту поверхні ролика з головними поверхнями зубів, мм	ρ_m	18,575	17,29
Умова $\rho_p < \rho_m < \rho_a$ (можливість виміру розміру по	—	виконане	виконане
Розмір по роликах, мм	M	$58,803^{0,087}_{0,158}$	$87,718^{0,142}_{0,253}$
Умова $d_D + D > d_a$ (можливість виміру розміру по	—	виконане	виконане
Умова $d_D - D > d_f$ (можливість виміру розміру по	—	виконане	виконане
Нормальна товщина зуба по ділильній окружності, мм	s_n	$12,258^{0,08}_{0,13}$	$4,411^{0,08}_{0,13}$
<i>Перевірка якості зачеплення за геометричними показниками</i>			
Коефіцієнт найменшого зсуву	$x_{\min}$	-0,17	-1,34
Умова відсутності підрізання зуба $x \geq x_{\min}$ вихідною виробляючою рейкою	—	виконане	виконане
Радіус кривизни в граничній крапці профілю зуба,	ρ_f	37,611	12,931
Умова відсутності підрізання $\rho_f \geq 0$	—	виконане	виконане
Діаметр положення нижньої крапки активного профілю зуба, мм	d_p	69,827	83,157
Діаметр положення крапки перетинання евольвенти з перехідний кривій профілю зуба, мм	d_{II}	84,091	79,499
Умова відсутності інтерференції $\rho_f \leq \rho_p$	—	виконане	виконане
Нормальна товщина зуба на поверхні вершин, мм	s_{na}	-2,404	4,71
Мінімально рекомендоване значення нормальної товщини зуба на поверхні вершин при поверхневому зміцненні зубів, мм	$0,4 - m_n$	0,8	
Умова відсутності заострення $s_{na} \geq 0,4 - m_n$	—	виконане	виконане
Питоме ковзання профілів зубів у нижніх крапках активних профілів зубів	θ_p	0,79501	-1,66804
Коефіцієнт торцевого перекриття	ε_a	-0,967	
Рекомендоване мінімальне значення коефіцієнта торцевого перекриття	—	1,2	
Коефіцієнт перекриття	ε_f	-0,967	

4.15 Розрахунки кулько гвинтових пар

Розрахунки КГП робимо в програмі Winmachine.

Розрахунки КГП механізму підйому рукава

Розрахунки КГП механізму підйому рукава представлено на рисунку 4.5

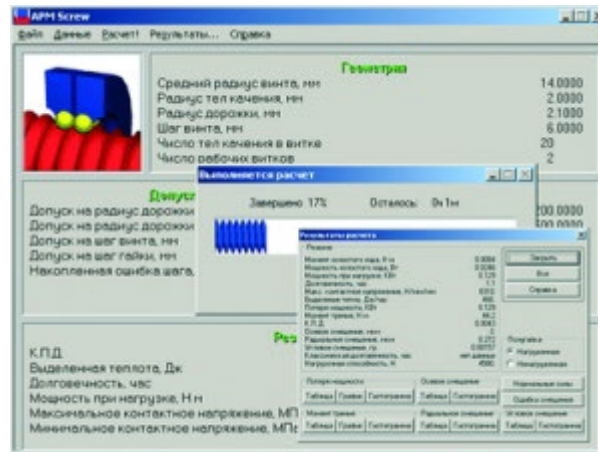


Рисунок 4.5 - Розрахунки КГП механізму підйому рукава

Розрахунки КГП механізму переміщення бабки

Розрахунки КГП механізму переміщення бабки представлено на рисунку 4.6

		Гвинт	
Средний радиус винта, мм		12.0000	
Радиус тел качения, мм		2.5000	
Радиус дорожки, мм		3.0000	
Шаг винта, мм		8.0000	
Число тел качения в витке		6	
Число рабочих витков		7	
Деталь		Рабочие условия	
Допуск на радиус дорожки винта, мм	±1480	Осевая сила, Н	108.0000
Допуск на радиус дорожки гайки, мм	±1480	Резицильная сила, Н	8.0000
Допуск на шаг винта, мм	±1480	Оперирующий момент, Н·м	8.0000
Допуск на шаг гайки, мм	±1480	Частота вращения, об/мин	1908.0000
Накопленная ошибка шага, мм	±1080	Коэффициент долговечности	1.0000
		Сила пружины, Н	5.0000
		Средний диаметр, мм	8.0000
Результаты			
К.П.Д.			0.7040
Выделенная теплота, Дж			28.1080
Долговечность, час			01408.0000
Мощность при нагрузке, Н·м			8.0000
Максимальное контактное напряжение, МПа			3208.0000
Минимальное контактное напряжение, МПа			877.0000

Рисунок 4.6 – Розрахунки КГП механізму переміщення бабки

4.16 Опис системы керування верстатом

Даний верстат може бути постачаний системою позиційного програмного керування по двом координатам.

Система позиційного програмного керування призначена для керування приводами лінійних і кругових осей, а також електроавтоматикою

свердлильних, координатно-розточувальних, фрезерних, токарських верстатів, де потрібне позиційне керування по заданій програмі. Найбільше ефективно використовувати систему позиційного програмного керування при керуванні декількома осями від одного привода. Система позиційного програмного керування може управляти від однієї до чотирьох осей.

Состав системи позиційного програмного керування: пульт оператора, контролер керуванням руху на дві осі, контролер керування електроавтоматикою на 12 входів/виходів, блок живлення.

До пульта оператора підключений контролер керування рухом (2 осі), до якого можна підключити контролер керування електроавтоматикою. Для збільшення перешкодозахищеності всі модулі, що входять до складу розподіленої системи програмного позиційного керування, мають гальванічну розв'язку по живленню й входам/виходам, діапазон живлячого напруги від 18 до 35 вольтів змінного струму або від 22 до 50 вольтів постійного струму.

Модулі (контролер керування електроавтоматикою, контролер руху й блок живлення) установлюються на дин-рейку в електрошафу. Зв'язок між контролером руху й контролером електроавтоматикою здійснюється за допомогою внутрішнього інтерфейсу RS-485, швидкість обміну 500 Кбит/з, модулі можуть бути рознесені до трьох метрів. Зв'язок між пультом оператора й контролером руху здійснюється за допомогою гальванічно ізольованого інтерфейсу RS-485, швидкість обміну 500 Кбит/с. Живлення пульта оператора й зв'язок з контролером руху здійснюється за допомогою траси, довжина якої до 30 метрів, далі зв'язок між блоком живлення й контролером руху здійснюється через рознімання під гвинт.

Обмін між модулями здійснюється за допомогою командно-статусних слів.

Пульт оператора забезпечує керування рухом в автоматичному й ручному режимах і електроавтоматикою через М-Функції:

- число осей – 2;

- вимір позиції за допомогою інкрементних лінійних або кругових датчиків;
- уведення до 20 технологічних програм і 50 підпрограм в енергонезалежну пам'ять;
- максимальне число кадрів програми – 500, підпрограми – 100;
- можливість програмування багаторазового повтору відрізка програми, функцій виклику підпрограми;
- програмування руху (підготовчих функцій) здійснюється за допомогою G-Кодів, для керування програмою й електроавтоматикою верстата (допоміжні функції) використовуються M-Функції;
- послідовне позиціонування осей з попередньою установкою позицій (A, B, Z, D) для зменшення швидкості (4 щаблі гальмування).

Кількість використовуваних осей, порядок їх виводу на екран і прив'язка до контролера руху здійснюється з меню конфігурації “загальні параметри”. У цьому ж меню проводиться призначення входів і виходів контролерів руху й електроавтоматики зі списку загальних параметрів, визначення стану виходів A, B, Z, D при досягненні відповідних зон гальмування в режимах подачі, прискореного ходу й виходу в референтну мітку. У меню загальні параметри можна задати зупинку виконання програми, якщо вісь не вийшла в задану позицію.

У меню “параметри осей” задається:

- тип осі: лінійна або кругова;
- формат відображення 0.000/0.00/0.0: у міліметрах - для лінійної осі, у градусах - для кругової;
- режим роботи: радіус або діаметр;
- зміна напрямку руху;
- зміна напрямку руху в референтну мітку;
- коефіцієнт перетворення дискрет датчика в дискрети відображення;
- програмні обмежники руху;
- компенсація люфту;

- допуск на помилку позиціонування;
- установка позицій (А, В, З, D) для зменшення швидкості (4 щаблі гальмування);
- призначення входів і виходів контролерів електроавтоматики й руху зі списку параметрів осей.

Можливі наступні режими роботи: вихід у референтну мітку, ручний, автоматичний, уведення керуючої програми із пропуском відзначених кадрів, налагоджувальний [30].

Можливість створення роботизованого модуля на базі спроектованого верстата

До спроектованого верстата надалі можна поставити робота-маніпулятора. Головною особливістю роботів, що відрізняє їх від усіх інших машин, є наявність виконавчого органа - механічної руки, часто з більшим числом послідовно з'єднаних ланок, кожне з яких пов'язане із приводом.

Багатоцільові промислові роботи (ПР) призначено для виконання декількох допоміжних операцій: вантажно-розвантажувальних, транспортних, складських або для обслуговування встаткування різного технологічного призначення, що вимагає різнотипних рухів і послідовностей. Універсальні ПР можуть бути використані не тільки для автоматизації допоміжних операцій, але й для виконання основних технологічних процесів, наприклад, зварювання, термообробки, фарбування.

Підлоговий робот

У спроектованому роботизованому модулі можна буде використовувати промисловий робот.

Конструктивні особливості універсальних ПР визначаються насамперед необхідним різноманіттям їх технологічних можливостей. У зв'язку із цим при проектуванні ПР потрібно забезпечити велике число (5 – 7 і більш) ступенів рухливості робочого органа. Для можливості виконання роботом різних технологічних завдань використовуються циліндричні, сферичні й комбіновані системи координатних переміщень ланок маніпулятора (кисті й руки).

Універсальні ПР мають досить більшу робочу зону й мають високу маневреність.

З метою збільшення робочої зони маніпулятор може бути встановлений на рухливій підставі (візку).

Роботи даного типу застосовуються для автоматизації вантажно-розвантажувальних робіт, обслуговування різного технологічного встаткування, міжопераційного й міжверстатного транспортування об'єктів обробки й виконання інших допоміжних операцій.

Виконавчим механізмом ПР є маніпулятор, який забезпечує установку в межах робочої зони загарбного механізму – схвата. Маніпулятор має 4 ступеню рухливості руки в сферичній системі координат, які реалізуються механізмами повороту, висування, повороту руки щодо вертикальної осі й підйому руки. Два ступені, що орієнтують, рухливості робочого органа-схвата створюють механізми обертання кисті руки щодо її поздовжньої осі й поперечної осі.

Настановні переміщення руки здійснюються за допомогою електромеханічних приводів, що стежать, а кисті, що орієнтують рухи, руки й затискач – розтиск схвата - пневмоциліндрами.

Кроковий конвеєр

Транспортна система може складатися із крокового транспортера, по якому переміщаються заготовки й оброблені деталі. Привод транспортної системи – гідравлічний. Усі заготовки, що проходять по транспортеру – орієнтовані.

Кроковим конвеєр називають тому, що рухлива рама переміщає вантажі на всіх робочих позиціях на один крок уперед через рівні проміжки часу, відповідні до циклу його роботи. Цей конвеєр може транспортувати штучні вантажі, різноманітні за своїм характером, конфігурації, габаритним розмірам і масі.

Увесь цикл руху крокового конвеєра протікає в автоматичному, напівавтоматичному й налагоджувальному режимах роботи за чотири

послідовні ходи робочого органа конвеєра — підйом, робочий хід, опускання й холостий хід.

Кроковий конвеєр складається з нерухливої рами з напрямними роликами, рухливої рами, установленної на опорних роликах, ексцентрикових підйомників із пневмоциліндрами, зв'язаних тягами, електромеханічного привода пересування рухливої рами, що полягає з електродвигуна, гальма, редуктора й подвійної рейкової передачі механізмів блокування, пульта керування, кінцевих вимикачів, огороження з рифленого аркуша, розташованого над рухливою рамою конвеєра.

Кроковий конвеєр працює в такий спосіб: вантаж установлюють на першу робочу позицію нерухливої рами. Рухлива рама в цей час перебуває в опущеному положенні. Для переміщення вантажу включають пневмоциліндри, які через систему тяг повертають ексцентрикові підйомники, а разом з ними повертаються опорні ролики, що піднімають рухливу раму трохи вище нерухливої рами. Таким чином, рухлива рама при своєму підйомі знімає всі вантажі з нерухливої рами. За допомогою кінцевих вимикачів одержує імпульс на включення електродвигун, який через редуктор і подвійну рейкову передачу переміщає рухливу раму на один крок, тобто на відстань між робочими позиціями, а разом з нею й усі вантажі, розташовані на рухливій рамі. Наприкінці робочого ходу рухлива рама натискає на кінцевий вимикач, який дає імпульс пневмоциліндру на опускання рухливої рами. Рухлива рама, опускаючись, залишає всі вантажі на нерухливій рамі. У нижньому положенні рухлива рама натискає на кінцевий вимикач, і електромеханічний привод повертає рухливу раму (уже без вантажу) у вихідне положення. Подальше керування конвеєром може здійснюватися з пульта керування оператором або виконуватися в напіваавтоматичному режимі роботи. Механізм блокування не дозволяє включати який-небудь механізм керування (підйому або переміщення) до того моменту, поки не виключений попередній механізм.

Даний конвеєр є також і накопичувачем. Він розділений на кілька секцій. Якщо необхідно зупинити верстат, наприклад для ремонту або налагодження,

секція транспортера, яка перебуває перед цим верстатом, буде накопичувати заготовки для наступного верстата. Коли секція заповниться, її можна зупинити, а інші секції транспортера будуть продовжувати працювати.

4.17 Висновки по розділу

У даному розділі були докладно розглянуті конструкція спроектованого радіально-свердлильного верстата зі ЧПК й основні його вузли. Також був наведений розрахунки зубчастих передач і кулько гвинтових пар. У розділі була описана можливість створення роботизованого модуля на базі спроектованого верстата, для цього можна встановити підлоговий робот і кроковий транспортер.

5. МОДЕЛЮВАННЯ ШПИНДЕЛЬНОГО ВУЗЛА РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК 2М55Ф2

5.1 Оптимізація шпиндельного вузла в програмному комплексі Solidworks

Розрахунки шпиндельного вузла будемо вести в програмному комплексі SolidWorks (рисунок 5.1) [14-17].

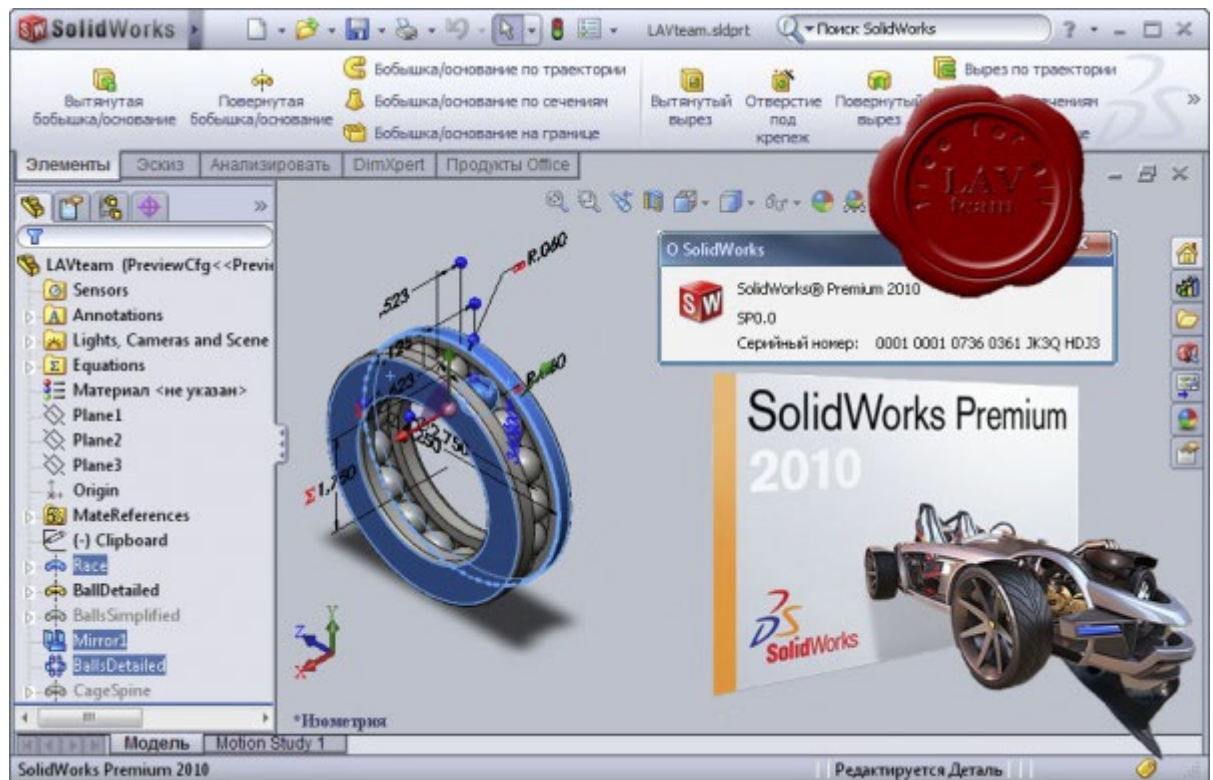


Рисунок 5.1 – Статистичний розрахунки шпиндельного вузла

Шпиндельні вузли (ШВ) обробних центрів являють собою складні механічні системи, що полягають із пружних елементів різних типів, об'єднаних у єдині конструкції формотворних вузлів верстата, що і є об'єктом моделювання й дослідження.

Виділяють ряд істотних факторів [1, 2], що впливають на процес створення раціонального варіанта шпиндельного вузла. До них ставляться ряд конструкторсько-технологічних характеристик: компонування вузла; геометрія деталей, що входять у нього; властивості матеріалів деталей (модуль пружності, щільність, коефіцієнт демпфірування й ін.); осьові натяги

підшипників і способи їх створення й інші. Крім того, на прийняття розв'язків проектувальника впливають технологічні характеристики: погрішності деталей (разноразмерность, шорсткість, відхилення від круглості й ін.) і погрішності складання. Нарешті, немаловажний вплив умов експлуатації (зовнішні навантаження, параметри змащення, теплопровідність і ін.).

Між вхідними й вихідними даними існують кількісні співвідношення, що визначають комплексну математичну модель ШВ, дослідження якої можна здійснювати в середовищі різних систем автоматизованого проектування.

Досліджувати вплив вхідних факторів на конструкцію шпинделя доцільно за допомогою інтегрованих САПР. Побудові комплексної математичної моделі ШВ передуює вибір САПР, у якій буде здійснюватися 3D-моделювання й дослідження властивостей проектного об'єкта.

Існує ряд вимог до систем проектування, включаючи адаптованість, зручне налаштування систем під завдання тієї або іншої галузі, використання бібліотек, довідників і додатків, що суттєво розширюють можливості базового пакета САПР, застосування інструментарію фотореалістичної й інші.

Для створення 3 D-Моделей складних машинобудівних конструкцій перспективне застосування відомої інтегрованої САПР КОМПАС-3D, розроблювального компанією АСКОН. Принциповою відмінністю КОМПАС-3D є використання власного математичного ядра й параметричних технологій, а витрати на його впровадження на підприємстві на порядок нижче відомих закордонних САПР. У новій версії системи КОМПАС-3D V14 [43, 444] дороблений користувацький інтерфейс, значно розширилася функціональність тривимірного моделювання, засобу роботи із графічними документами, змінними, поповнилися прикладні бібліотеки. САПР КОМПАС-3D V14 одне із просунутих відновлень цього популярного пакета, основу якої складе технологія комплексного наскрізного 3D- проектування виробів.

Разом з тим, створення складного шпиндельного вузла не обмежується

його геометричним моделюванням. Без всебічного інженерного аналізу проектного об'єкта неможливо випускати конкурентоспроможну продукцію. Прийняті конструктивні розв'язки повинні забезпечувати статичну міцність і твердість, стійкість і підходящі динамічні характеристики, що виводять на оптимальний варіант.

У результаті інтеграції із САПР АРМ Winmachine [24] у системі КОМПАС-3D з'явилася САЕ-Бібліотека, що реалізує розв'язки інженерних завдань методом кінцевих елементів (КЕ) стосовно до проблем інженерного аналізу. Разом з тим, слід урахувувати, що при цьому внутрішня структура організації виробництва й відсутність необхідних засобів не дозволяють реалізувати єдину наскрізну ідеологію обміну інформацією.

Альтернативою реалізації єдиної інтегрованої системи в рамках конструкторсько-технологічних підрозділів підприємства є проблема передачі даних між системами з різним форматом вистави. На користь цього підходу й фактор наступності старих і нових проектів, використання існуючих баз даних [45]. Проблема передачі даних ефективно вирішується в системі Solidworks [Солід], у якої в базовому варіанті підтримується великий набір форматів для імпортування тривимірних об'єктів і 2D креслень. Крім стандартних засобів по імпортуванню файлів через формати dxf, step, iges, sat, система Solidworks оснащена програмами-трансляторами моделей деталей і складань із інших систем.

Таким чином, виникає проблема вдосконалювання процесу 3 D-Моделювання й дослідження шпиндельного вузла обробного центру з використанням інтегрованих САПР КОМПАС і Solidworks [17].

Для дослідження даної проблеми вирішуються взаємозалежні завдання, які формуються в такий спосіб:

1. Розробити 3 D-Модель шпиндельного вузла з використанням САПР КОМПАС.

2. Виконати дослідження напружено характеристик шпиндельного вузла методом кінцевих елементів у середовищі САПР Solidworks.

3. Оцінити динамічні характеристики проектного шпиндельного вузла

Розглянемо шпиндельний вузол радіально-свердлильного верстата з ЧПК 2М55Ф2, який представляє двохопорну конструкцію (рис.5.2), змонтовану на двох опорах кочення:

- передня опора у вигляді триплекса – комплект із трьох радіально-упорних підшипників 2-46113, установлених за схемою «Тандем – Х» з попереднім натягом у вигляді двох різновисотних втулок;
- задня опора являє собою комплект із двох радіально-упорних підшипників 2-46111, установлених за схемою «Х – образній схемі» з попереднім натягом у вигляді двох різновисотних втулок.

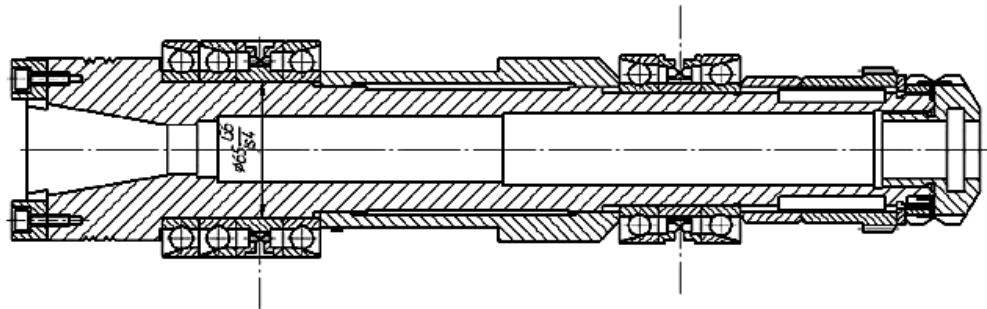
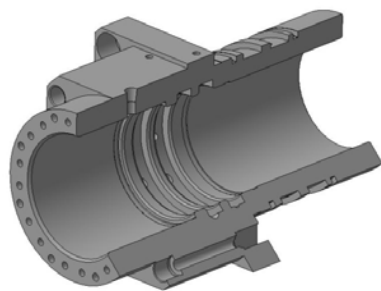


Рисунок 5.2 - Конструктивна схема шпиндельного вузла

На базі розроблених твердотільних моделей окремих деталей у середовищі КОМПАС-3D (рис.5.3) створено 3 D-Модель конструкції шпиндельного пристрою, реалістичність якої досягнута завдяки модулю Photo 360 (рис.5.4), що входить в Solidworks (рис. 5.5).



а)



б)



Рисунок 5.3 - Твёрдотельные модели деталей:
а – гильза; б – фланец; в – напівмуфта; г - гайка

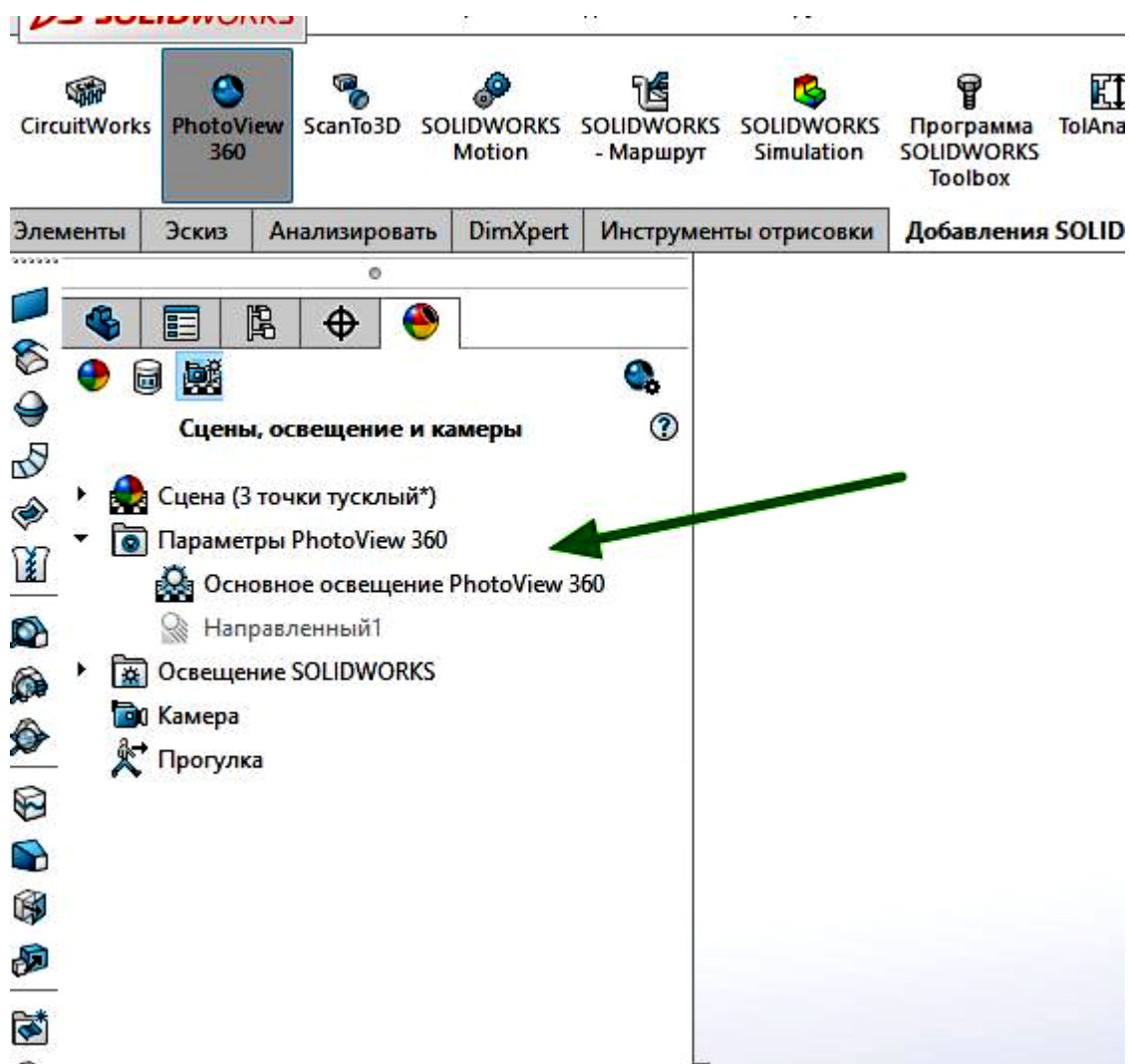


Рисунок 5.4- Модуль Photo 360

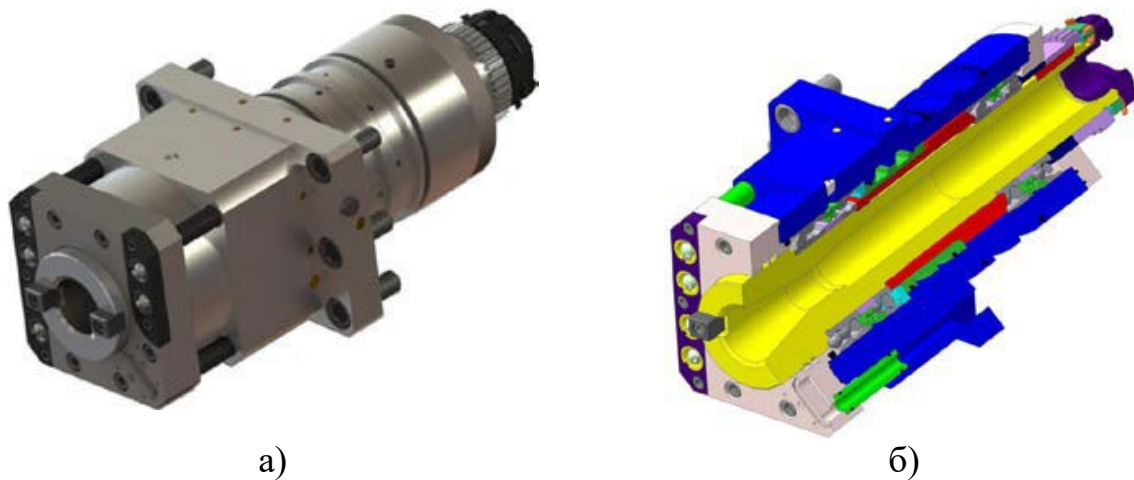


Рисунок 5.5 - Твердотіла модель шпиндельного вузла:
а - 3 D-Модель із рендерингом; б – перетин ШВ

Дослідження шпиндельного вузла за критерієм твердості здійснимо за допомогою Solidworks Simulation (SW Simulation). Цей модуль, що входить до складу Solidworks повністю інтегрується з 3 D-Моделлю виробу, створеного в САПР КОМПАС, що дає можливість оптимізувати конструкцію.

Зміни конструкції в 3D переносяться в креслення виробу. Solidworks Simulation забезпечує аналіз напруженого стану, втрати стійкості, а також частотний і термічний аналіз [8-17].

Статичне дослідження шпинделя здійснюється в Solidworks у певній послідовності, починаючи із завдання матеріалу, вибору місць закріплення й виду опор з наступним навантаженням силами й моментами. Особливістю пакета інженерного аналізу SW Simulation є те, що й накладення обмежень і прикладання сил здійснюється до поверхні в цілому. У зв'язку із цим уводиться додаткова процедура розбивка поверхонь шляхом побудови допоміжних площин і ліній рознімання, що проектується на поверхню шпинделя. Ефективним на цій стадії є завдання опор, які моделюються підшипниками в SW Simulation і введення їх осової й радіальної твердості.

Для оцінки технологічності складання конструкції ефективно використовувати засоби анімації (рис. 5.6), виконану в Solidworks Simulation [16].

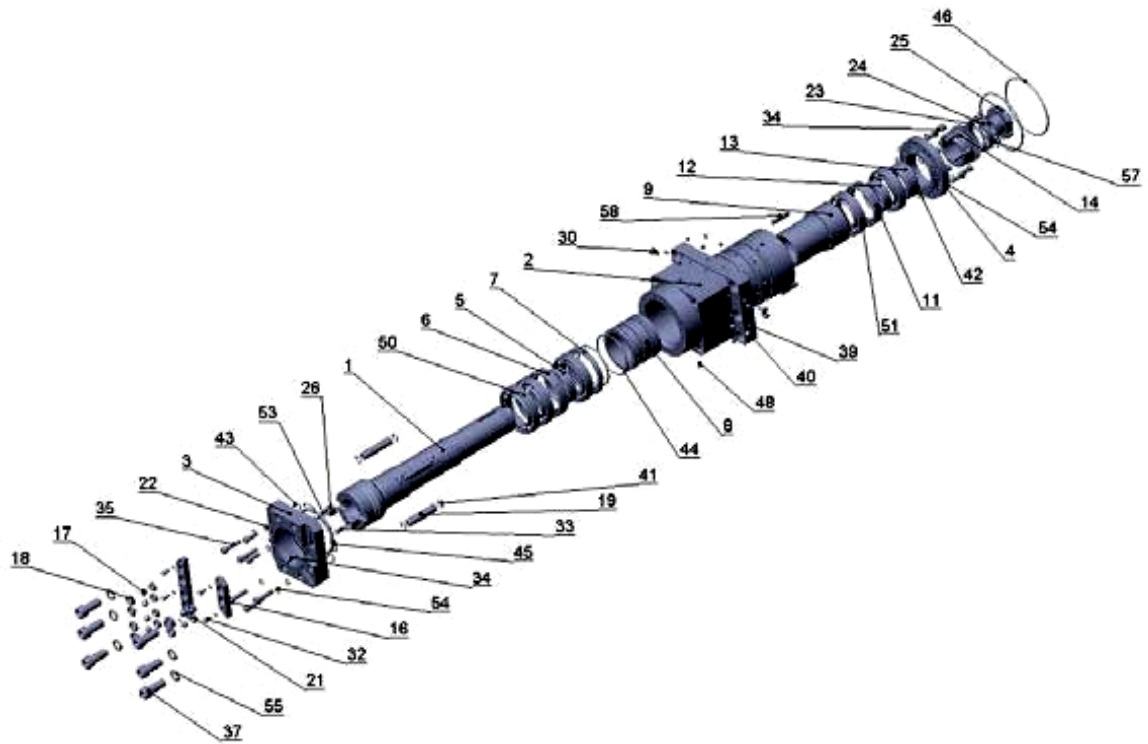


Рисунок 5.6 - Анімація складання шпиндельного вузла радіально-свердильного верстата з чпк 2М55Ф2

Процедура створення кінцево-елементної сітки в SW дозволяє, як скористатися рекомендаціями системи, так і управляти розміром кінцевого елемента для збільшення точності розрахунків. При розрахунках напружено-деформаційного стану у вікні властивостей вибираються одиниці виміру й вид епюри. У результаті таких розрахунків шпинделі отримані епюри переміщень у збільшеному масштабі (рис.5.7).



а)



б)

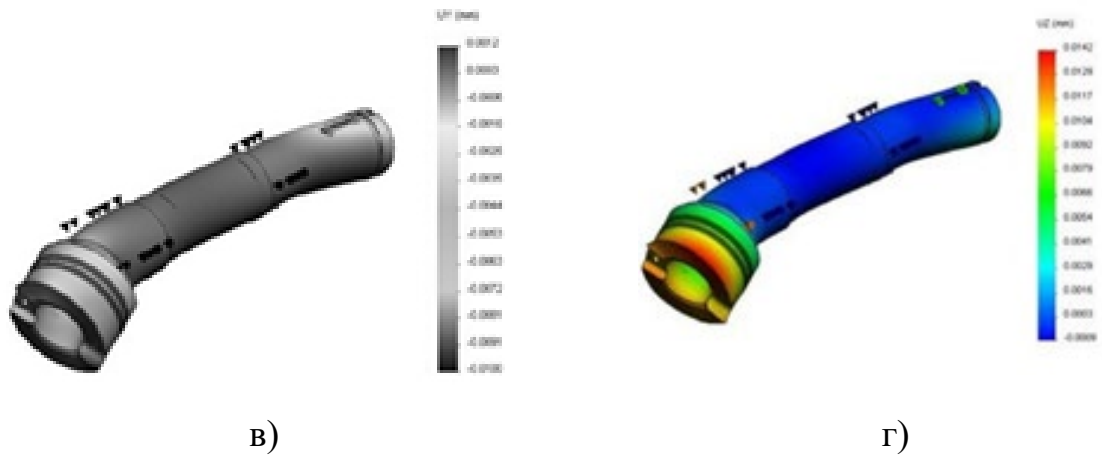


Рисунок 5.7 - Результати розрахунків шпинделя:

а – схема закріплення й навантаження; б – кінцево-елементна сітка; в - переміщення в горизонтальній площині; г - переміщення у вертикальній площині (у збільшеному масштабі)

У результаті розрахунків напружено-деформованого стану по методу Мору були оцінені переміщення шпиндельного вузла під дією сил різання й сили, яка може виникнути в зубчастій муфті у випадку неспіввісності валів. Був перелічений самий складний випадок, коли сила різання й сила, що діє в кулачковій муфті орієнтовані в одному напрямку

Сумарний прогин перебуває по формулі:

$$y_{\Sigma} = \sqrt{y_{\Gamma}^2 + y_{\text{В}}^2} = \sqrt{0,017^2 + 0,027^2} = 0,031 \text{ мм}$$

При припустимому прогині рівним 0,04 мм можна затверджувати, що необхідна твердість забезпечується.

Отримана пружна лінія шпинделя відповідає розрахунковій схемі із твердими опорами. Облік піддатливості опор трохи змінює картину напружено-деформованого стану, характеристики якого представлені в табл.5.1.

Згідно з розрахунками, переміщення в передній опорі на три радіально опорних підшипниках (при фіксованій твердості $j = 98000 \text{ Н/мм}$) незначно перевищують припустимі. Разом з тем, наявність деталей, що забезпечують осьову фіксацію (розпирні втулки, кільця) підвищують твердість

шпиндельного пристрою, що дозволяє вважати розглянутий варіант конструкції задовольняючим критерію твердості.

Таблиця 5.1 - Зведена таблиця характеристик твердості шпинделя

Координати перетину, мм	Переміщення, мм						Кути вигину, град			
	нерухома опора			пружна опора			доп	нерухома опора	пружна опора	допустимо.
	верт.	гор.	сум.	верт.	гор.	сум.		сум.	сум.	
0	0,027	0,017	0,031	0,075	0,084	0,113	0,04	0,022	0,045	0,06
98	-	-	-	0,017	0,041	0,044		0,012	0,036	

Для оцінки динамічної якості функціонування шпинделя використане математичне середовище Matlab, у якій складені програми для дослідження частотних характеристик. У комплексно-частотній області побудовані амплітудно - і фазочастотні характеристики пружної системи шпинделя, процесу різання, розімкнутої й замкненої системи «шпиндель-процес різання» (рис.5.8 – рис.5.13)

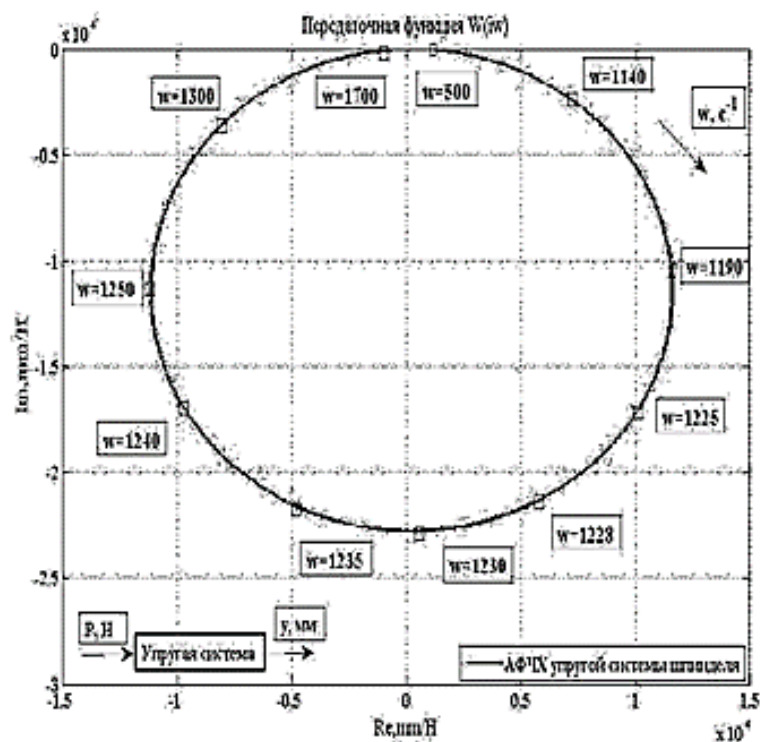


Рисунок 5.8 - АФЧХ пружної системи шпинделя радіально-свердильного верстата з ЧПК 2М55Ф2

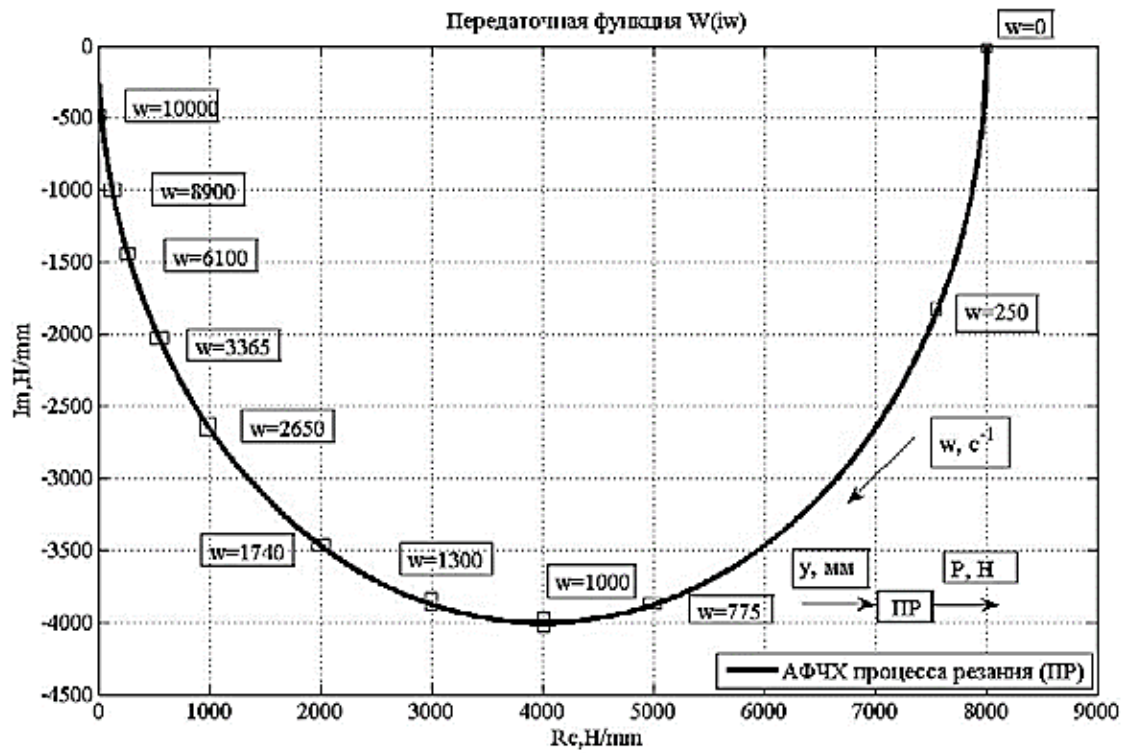


Рисунок 5.9 - АФЧХ процесу різання на верстаті 2М55Ф2

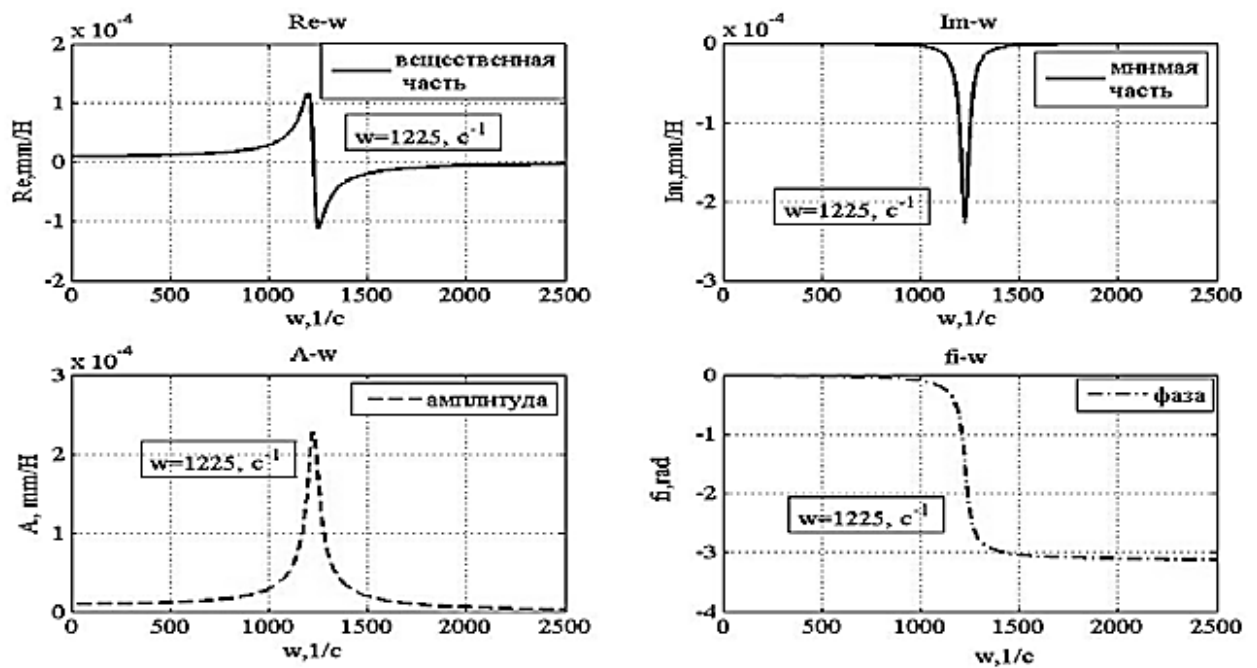


Рисунок 5.10 - Частотні характеристики пружної системи шпинделя

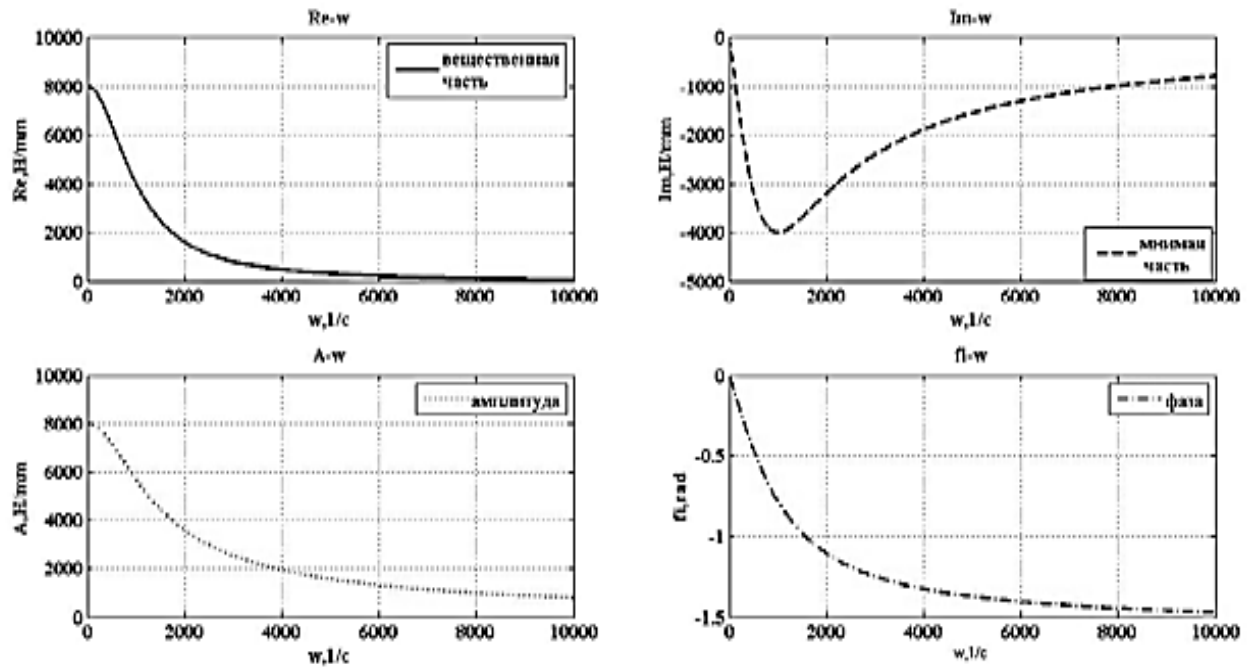


Рисунок 5.11 - Частотні характеристики процесу різання

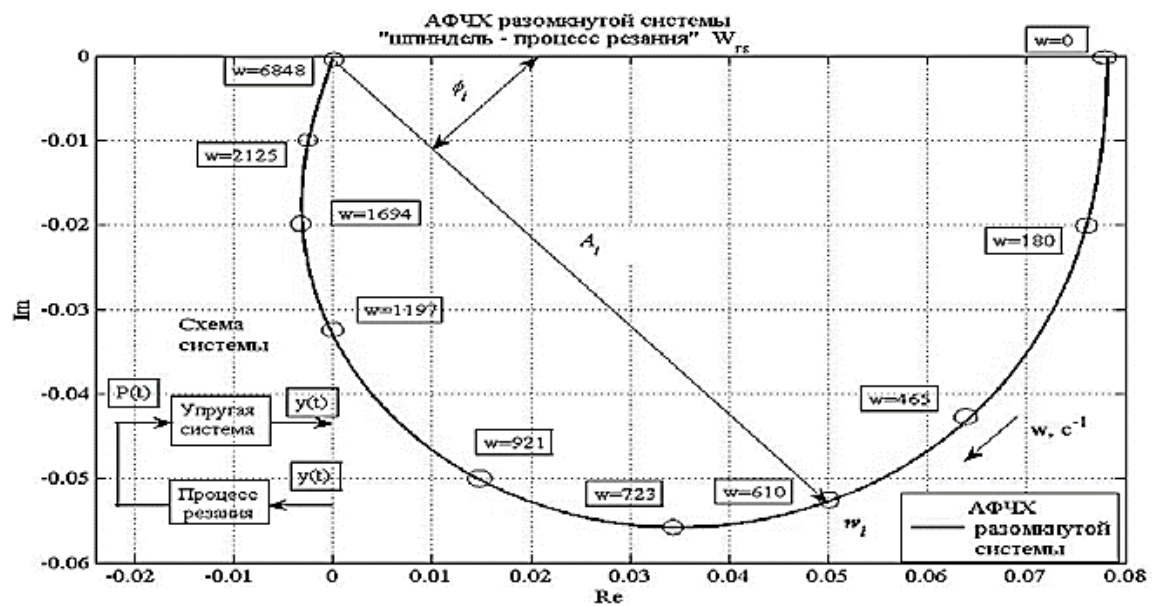


Рисунок 5.12 - АФЧХ розімкнутої системи «шпиндель-процес різання»

АФЧХ пружних систем шпинделя дають можливість порівнювати різні налагодження з модульним оснащенням по величині відрізка, що відтинається характеристикою на уявній осі Im . Відношення довжини цього відрізка до статичної піддатливості визначає коефіцієнт динамічності в

резонансі для i -ої власної частоти коливань. На відміну від статичної піддатливості коефіцієнт динамічності враховує інерційні, що й демпфірують властивості й, отже, більш повно характеризують пружну систему шпиндельного вузла обробного верстата моделі 2М55Ф2.

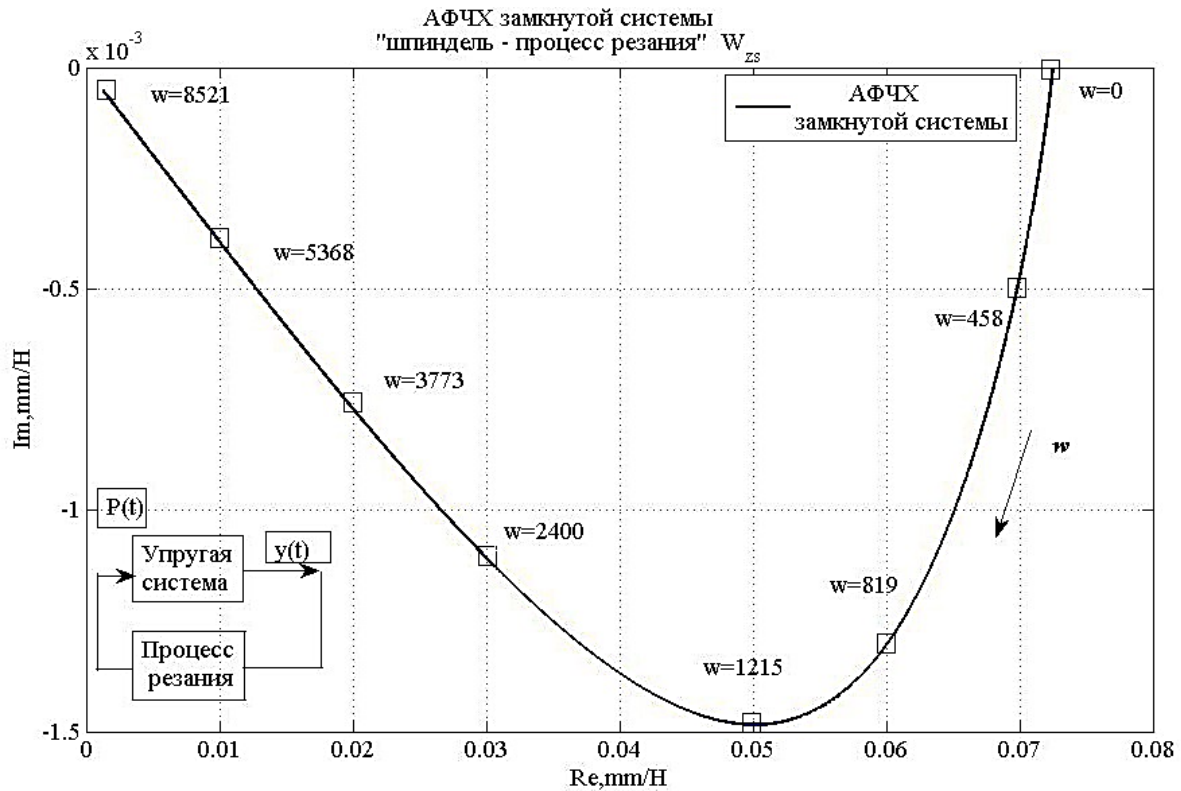


Рисунок 5.13 - АФЧХ замкнутої системи «шпиндель-процес різання»

Аналіз отриманих результатів свідчить про ефективність комплексної процедури 3 D-Моделювання в САПР КОМПАС-3D і розрахунків напружено-деформованого стану методом кінцевих елементів Solidworks Simulation. Такий підхід реалізувати процедуру різноманітного проектування й здійснювати пошук оптимальної конструкції шпиндельного вузла за критерієм твердості й вібростійкості.

4.2 Висновки по розділу

Отримані результати моделювання підтвердили правильність прийнятих конструктивних і технологічних підходів.

6. ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЄКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «МОДЕРНІЗАЦІЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК2М55» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ»

Розвинений машинобудівний комплекс, високий рівень його технологій, конкурентоспроможність машин і механізмів є неодмінною умовою динамічного розвитку економіки. Особливе місце в розвитку галузей машинобудування і металообробки займає станкоінструментальна промисловість, яка поставляючи технологічне обладнання, забезпечує впровадження досягнень науково-технічного прогресу в області технологій, що визначає рівень ресурсних витрат у промисловості, формує парк технологічного обладнання.

Верстатобудування безперервно розвивається як у кількісному, так і якісному відношенні. Підвищуються точність, потужність, продуктивність, надійність і довговічність верстатів. Поліпшуються експлуатаційні характеристики, розширюються технологічні можливості, вдосконалюються компонування верстатів і їх архітектурні форми. Успішний розвиток верстатобудування забезпечує переозброєння всіх галузей промисловості високопродуктивними і високоякісними верстатами.

Сучасні верстати - це різноманітні і дуже поширені машини, що дозволяють виконувати складні технологічні процеси.

Верстат - машина для обробки різних матеріалів. Металоріжучий верстат-машина, призначена для обробки металевих матеріалів різанням. Свердлильні верстати призначені для свердління отворів, нарізування в них різьблення мітчиком, розточування і притирання отворів, вирізування дисків з листового матеріалу і т. ін. Ці операції виконують свердлами, зенкерами, розгортками та іншими подібними інструментами.

Радіально-свердлильні верстати використовують для свердління отворів в деталях великих розмірів. На цих верстатах суміщення осей отворів та

інструменту досягається переміщенням шпинделя верстата відносно нерухомої деталі.

Радіально-свердлильний верстат ЧПК2М55 призначений для свердління у суцільному матеріалі, розсвердлювання, зенкерування, розгортання, підрізування торців, нарізування різьби мітчиками та інші подібні операції. Застосування пристроїв та спеціального інструменту значно підвищує продуктивність радіально-свердлильного верстата ЧПК2М55 і розширює коло можливих операцій, дозволяє виробляти на ньому виточку внутрішніх канавок, вирізку круглих пластин з листа і т. ін.

Під модернізацією верстатів розуміють внесення в конструкцію часткових змін і удосконалень в цілях підвищення їх технічного рівня до рівня сучасних моделей аналогічного призначення (загальнотехнічна модернізація) або для вирішення конкретних технологічних завдань виробництва шляхом пристосування обладнання до більш якісного виконання певного виду робіт (технологічна модернізація). В результаті модернізації підвищується продуктивність обладнання, зменшуються експлуатаційні витрати, а в ряді випадків збільшується тривалість міжремонтного періоду.

Для якісного виконання цих завдань потрібні кваліфіковані фахівці. Саме таких готує Українська інженерно-педагогічна академія за спеціальністю «Професійна освіта. Машинобудування».

Стратегічні цілі підготовки фахівців даного напрямку: стати кваліфікованим спеціалістом у машинобудівній галузі, одержати знання, уміння та навички для того щоб надалі бути затребуваним на ринку труда та праці.

Дисципліна, з якої буде розроблятися семінар: «Механічна обробка в машинобудуванні», тема: «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55».

6.1. Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)

Оперативні цілі - це проекти чи програми, які забезпечуватимуть досягнення стратегічних цілей. Вони визначають стратегічні цілі кількісно та мають терміни виконання

Відповідно до теорії В.П. Беспалько, існують чотири рівні засвоєння навчального матеріалу. В таблиці 6.1 приведено оперативні цілі з теми.

Таблиця 6.1 - Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)

Цілі факультативного заняття	Цілі формування різних рівнів засвоєння навчального матеріалу	Умови досягнення	Результат у вигляді дій студентів
1	2	3	4
Сформувати вміння визначити, охарактеризувати та аналізувати шляхи модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55	I рівень. Мати загальне уявлення про модернізацію радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55	Базові знання з дисципліни «Механічна обробка в машинобудуванні» стосовно теми	Сформоване уявлення про модернізацію радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55
	II рівень. Уміти охарактеризувати основні шляхи модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55	Виконання дій першого рівня	Надано характеристику основним шляхам модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55
	III рівень. Аналізувати шляхи модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55	Виконання дій першого та другого рівнів	Проаналізовано шляхи модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55

6.2. Перелік літературних джерел з теми

Основні рекомендовані джерела

1. Довідник технолога машинобудівника. У 2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косилової і Р.К. Мещерякова.- 4-е изд., Перераб. і доп.- М.: Машинобудування, 1985. - 496 с.

5. Кочергін А.І. Конструювання і розрахунок металорізальних верстатів і верстатних комплексів. : Навчальний посібник для вузів.- Мін.: Обчислюємо. шк., 1991. - 382 с.

3. Проектування механічних передач: Навчально-довідковий посібник для вузів С.А.. Чернавський, Г.А. Снесарев, Б.С. Козинці та ін. - 5-е изд., Перераб. і доп.- М.: Машинобудування, 1986. - 560 с.

6.3. Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття

Далі розробимо план викладення теми та представимо структурно-логічну схему.

План викладення теми: «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55»

1. Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 як чинник підвищення продуктивності обладнання

2. Підвищення технічних характеристик в цілях скорочення машинного часу

3. Підвищення точності та довговічності за рахунок модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55

4. Проведення модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 з метою збільшення тривалості міжремонтного періоду.

5. Переваги та недоліки проведення модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55

Структурно-логічну схему з теми «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55» представлено на рисунку 6.1.

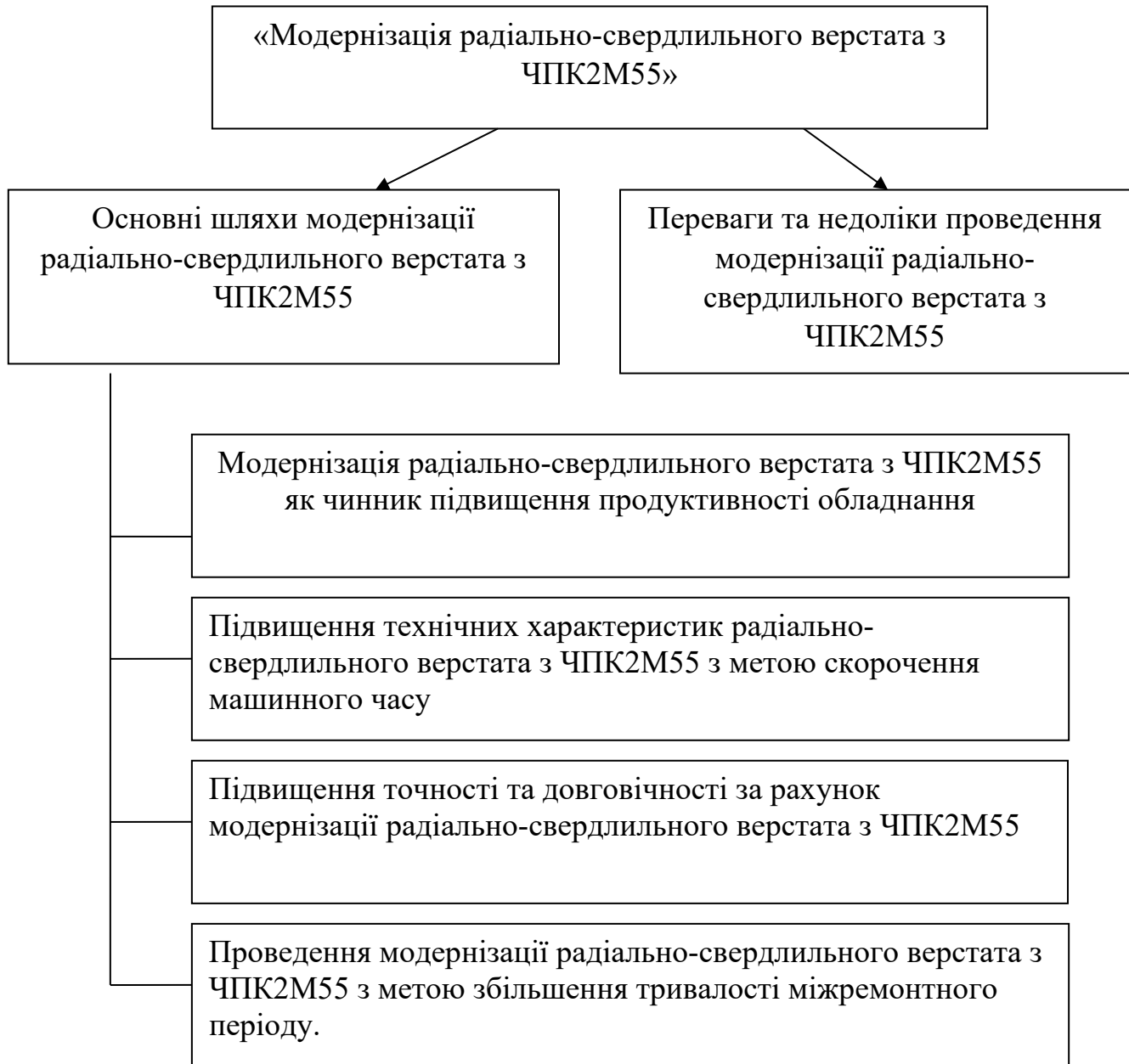


Рисунок 6.1 - Структурно-логічна схема з теми «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55»

6.4. Аналіз базових умов навчання

Базові знання - це початкова умова, яка необхідна для вивчення нового матеріалу. Вони відображують ті мінімальні вміння та здатності, якими повинні володіти студенти до того, як вони почали програмне навчання.

В таблиці 6.2 приведено вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань.

Таблиця 6.2 - Вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань

Перелік базових понять, законів, способів дії	Назва дисциплін і тем, в яких формуються базові знання і дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій
Поняття про радіально-свердлильні верстати	Механічна обробка в машинобудуванні	Усне фронтальне опитування, за допомогою контрольних питань: 1. Для чого необхідні радіально-свердлильні верстати? 5. Які існують види радіально-свердлильних верстатів? 3. Де використовуються радіально-свердлильні верстати? 6. Чим відрізняється радіально-свердлильні верстати з ЧПК2М55 від інших верстатів?	Якщо базові знання знаходяться на незадовільному рівні, то необхідно нагадати головні аспекти шляхом нагадування та повторення

6.5. Проєктування мотиваційних технологій навчання (характеристика і текст мотивації, використання якої доцільно при викладі навчального матеріалу)

Мотивація займає провідне місце в структурі поведінки особистості і є одним з основних понять, які використовуються для пояснення рушійних сил, діяльності в цілому. Мотив, мотивація - спонукання до активності та діяльності суб'єкта, пов'язане з прагненням задовольнити певні потреби. Виділяють внутрішню і зовнішню мотивацію. Якщо діяльність для особистості значуща

сама по собі, то говорять про внутрішню мотивацію, якщо ж значимі зовнішні атрибути професії (визнання суспільства, престижність тощо) - переважає зовнішня мотивація.

В таблиці 6.3 наведено способи реалізації мотивації.

Таблиця 6.3 - Визначення способів реалізації мотивації

Способи реалізації мотивації	Зовнішня мотивація	Внутрішня мотивація
1	2	3
Вступна мотивація	По закінченні вивчення всієї теми буде проведена підсумкова контрольна робота, результати якої вплинуть на загальну оцінку вивчення дисципліни. Отже, для отримання позитивної оцінки необхідно мати повний конспект та виконанні завдання.	Сьогодні ми розпочинаємо вивчати тему «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55». Тема має велику важливість в вашому професійному становищі, бо модернізація верстатів це внесення в конструкцію часткових змін і удосконалень в цілях підвищення їх технічного рівня до рівня сучасних моделей аналогічного призначення (загальнотехнічна модернізація) або для вирішення конкретних технологічних завдань виробництва шляхом пристосування обладнання до більш якісного виконання певного виду робіт (технологічна модернізація). В результаті модернізації підвищується продуктивність обладнання, зменшуються експлуатаційні витрати, а в ряді випадків збільшується тривалість міжремонтного періоду. Яким чином здійснюється модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 ми з вами визначимо впродовж вивчення теми. Будьте уважні, не відволікайтесь!

6.6. Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті

Проектування технологій формування орієнтовної основи діяльності (ООД) включає вибір типу навчання, його структурних елементів, а також методів і прийомів їх реалізації.

Вибір методів, форм та засобів формування ООД наведено в таблиці 6.4

Таблиця 6.4 - Способи формування ООД на факультативному занятті

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I	Фронтальна	Розповідь-пояснення, ілюстрація	Презентаційні слайди з теми
II	Фронтальна	Лекція з елементами пояснювання, ілюстрація	Презентаційні слайди з теми
III	Фронтальна	Пояснення, ілюстрація	Презентаційні слайди

6.7. Проєктування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті

Після того, як у студентів сформовані необхідні уявлення про об'єкти, що вивчаються, процеси або явища навколишній дійсності, наступає етап формування умінь, навиків або, по-іншому, виконавчих дій.

Головна закономірність процесу засвоєння дійсності в тому, що пізнавальна діяльність і введення в неї знання набувають розумової форми, стають узагальненими не відразу, а пройшовши через ряд етапів. Якщо викладач будує процес навчання з урахуванням їх послідовності, він істотно підвищує можливість досягнення мети всіма студентами.

Вибір методів, форм та засобів формування виконавчих дій наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5 - Способи формування виконавчих дій з теми

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I-III рівні	Фронтальна	Бесіда-обговорення переваг та недоліків проведення модернізації радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55	Питання бесіди: 1. Які Ви можете назвати переваги використання радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55 у порівняно з іншими верстатами свердильної групи? 2. В чому полягають шляхи модернізації радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55? Назвіть, охарактеризуйте та проаналізуйте їх важливість? 3. Які можуть виникнути недоліки та неточності під час проведення модернізації радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55?

6.8. Проектування контрольних дій з теми

Проектування системи контролю є одним з важливих видів діяльності викладача. Контроль дає можливість визначити, наскільки чітко досягнута мета навчання, які недоліки процесу навчання і що слід зробити, щоб застосувати нові технології навчання

Вибір методів, форм та засобів формування контрольних дій наведено в таблиці 6.6

Таблиця 6.6 - Засоби контролю з теми факультативного заняття

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I	Фронтальне	Усне опитування	Контрольні питання
II	Фронтальне	Усне опитування	Контрольні питання
III	Фронтальне	Письмове опитування	Картка-завдання

Приклад картки-завдання

Варіант 1 Завдання. Дайте ґрунтовну, повну відповідь на питання. 1. Як Ви вважаєте, процес модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 це необхідність або економічно необґрунтований процес?

6.9. Розробка сценарію факультативного заняття

Сценарій навчання з теми заняття на тему: «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55» наведено в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 - Сценарій навчання з теми заняття

№ з/п	Структурні елементи заняття	Зміст структурних елементів
1	2	3
1	Організаційний момент	Вітання, фіксація відсутніх, перевірка зовнішньої обстановки в аудиторії. Вітання викладача. Студенти підтверджують присутності у момент переклички, формують настрій на здійснення навчальної діяльності
2	Повідомлення теми і мети заняття	Викладач повідомляє тему заняття: «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55» та мету: сформувати вміння визначити, охарактеризовувати та аналізувати шляхи модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55. Студенти фіксують тему, сприймають цілі, формують уявлення щодо результатів засвоєння матеріалу теми даного заняття

Продовження табл. 6.7

1	2	3
3	Мотивація мети	Повідомлення важливості вивчення даної теми: «Сьогодні ми розпочинаємо вивчати тему «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55». Тема має велику важливість в вашому професійному становищі, бо модернізація верстатів це внесення в конструкцію часткових змін і удосконалень в цілях підвищення їх технічного рівня до рівня сучасних моделей аналогічного призначення (загальнотехнічна модернізація) або для вирішення конкретних технологічних завдань виробництва шляхом пристосування обладнання до більш якісного виконання певного виду робіт (технологічна модернізація). В результаті модернізації підвищується продуктивність обладнання, зменшуються експлуатаційні витрати, а в ряді випадків збільшується тривалість міжремонтного періоду. Яким чином здійснюється модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 ми з вами визначимо впродовж вивчення теми. Будьте уважні, не відволікайтесь!»
4	Актуалізація базових знань	Проведення усного фронтального опитування, за допомогою контрольних питань: 1. Для чого необхідні радіально-свердлильні верстати? 5. Які існують види радіально-свердлильних верстатів? 3. Де використовуються радіально-свердлильні верстати? 6. Чим відрізняється радіально-свердлильні верстати з ЧПК2М55 від інших верстатів? Якщо студенти затрудняються відповісти на питання, коротко нагадує основні моменти по базовому матеріалу Студенти слухають питання, відповідають на них. Доповнюють відповіді друг друга
5	Формування ООД	Викладач викладає новий матеріал за планом: 1. Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 як чинник підвищення продуктивності обладнання 5. Підвищення технічних характеристик в цілях скорочення машинного часу 3. Підвищення точності та довговічності за рахунок модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 6. Проведення модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 з метою збільшення тривалості міжремонтного періоду. 5. Переваги та недоліки проведення модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55 В ході викладу використано наступні методи та засоби: метод лекції з елементами пояснення, розповідь, ілюстрація презентаційних слайдів. Сприйняття нової інформації, співвідношення її з наявними знаннями, розуміння, запам'ятовування, ведення конспекту.
6	Формування ВД	Обговорення та аналіз переваг та недоліків проведення модернізації радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55
7	Формування КД	Викладач видає студентам картки-завдання. Студенти письмово відповідають на завдання.
8	Підбиття підсумків	Узагальнення засвоєного шляхом нагадування в узагальненому вигляді основних питань, розглянутих на занятті Відновлення в пам'яті основних моментів матеріалу заняття

6.10 Висновки до розділу 6

В четвертому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування». Були сформульовані оперативні цілі факультативного заняття, розроблені дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття; проаналізований базовий матеріал з навчальної теми; зпроєктовані основні технології навчання (мотиваційні технології, технологія формування нових знань, виконавчих та контрольних дій); розроблений сценарій уроку на тему: «Модернізація радіально-свердлильного верстата з ЧПК2М55».

ВІСНОВКИ ПО ПРОЕКТУ

У процесі дипломного проектування був розроблений радіально-свердильний верстат зі ЧПК для обробки ступиці трактора ХТЗ-150К-09-25) на базі радіально-свердильного верстата моделі 2М55.

Спроекований верстат дозволяє вести високошвидкісну обробку, що актуально в цей час. Впровадження даного модуля дозволило знизити собівартість деталі на 28,7%

Була розроблена нова конструкція шпиндельної бабки й усього шпиндельного вузла.

У дослідницькій частині проекту зроблений ряд розрахунків й аналіз мотор шпинделя головки у програмному комплексі SolidWorks за допомогою «АСКОН» - «Компас - Автопроект», MatLab, APM Winmachine, що значно скорочує трудомісткість розрахункових робіт і відкриває перспективи масштабних досліджень в області моделювання і вдосконалення сучасних конструкцій шпиндельних вузлів.

В методичній частині було розроблено дидактичний проект факультативного заняття з теми «Модернізація радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування». Були сформульовані цілі факультативного заняття, обрані літературні джерела з теми, проведено конструювання дидактичних матеріалів, аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття, розроблений план та структурно-логічна схема з теми «Модернізація радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55», проаналізовані базові поняття, визначені способи перевірки та формування базових знань, розроблена характеристика і текст мотивації, використання якої доцільно при викладі навчального матеріалу, були спроектовані технології формування орієнтовної основи діяльності, виконавчих та контрольних дій на факультативному занятті, розроблений сценарій заняття.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кроль О.С. Динамическое моделирование упругой системы шпиндель - консоль с использованием программной среды MATLAB / О.С. Кроль, О.А. Пивоваров, М.В. Стрюков // Вестник машиностроения. – 1996, № 1. – С. 37 – 38
2. Кудинов В.А. Динамика станков / В.А. Кудинов. – М.: Машиностроение, 1967. – 360 с.
3. Орликов М.Л. Динамика станков / М.Л. Орликов. – К.: Выща шк., 1989. – 272 с.
4. Попов В.А. Динамика станков / В.А. Попов, В.А. Локтев. – К.: Техніка, 1975. – 136 с.
5. Каминская В.В. Динамические характеристики процесса резания при сливном стружкообразовании / В.В. Каминская, Э.Ф. Кушнир // Станки и инструмент, 1979. – №5. – С. 27 – 30.
6. Каминская В.В. Расчетный анализ динамических характеристик токарных станков различных компоновок / В.В. Каминская, А.В. Еремин // Станки и инструмент, 1985. – №7. – С. 3 – 6.
7. Гринглаз А.В. Сравнение многоцелевых станков по динамическим характеристикам / А.В. Гринглаз, С. Е. Гурычев, В.В. Каминская // Станки и инструмент, 1989. – №6. – С. 11 – 13.
8. Каминская В.В. Расчетный анализ динамических характеристик несущей системы станка / В.В. Каминская, А.В. Гринглаз // Станки и инструмент, 1989. – №2. – С. 10 – 13.
9. Хомяков В.С. Повышение эффективности расчета и анализа динамических характеристик станков на стадии проектирования / В.С. Хомяков, С.И. Досько, С.А. Терентьев // Станки и инструмент, 1991. – №6. – С. 7 – 12.

10. Еремин А.В. Расчет жесткости несущей системы станка на основе суперэлементного подхода / А.В. Еремин, А.В. Чеканин // Станки и инструмент, 1991. – №6. – С. 12 –16.
11. Хомяков В.С. Идентификация упругих систем станков на основе модального анализа / В.С. Хомяков, С.И. Досько, Цзои Лю // Станки и инструмент, 1988. – №7. – С. 11 –14.
12. Krol O., 2013.: Modeling of construction spindle's nodes machining centre / O. Krol, V. Osipov // TEKA Commisionof Motorization and Energetic in Agriculture. – Vol.13. – № 3. – Lublin, Poland: 268 – 273.
13. Ханов А.М. Исследование динамики шпиндельных узлов станков на основе математического моделирования / А.М. Ханов, А.Е. Кобитянский, А.В. Шафранов // Вестник ПГТУ. Машиностроение. – 2012. Т.14. № 2. – С. 27 – 33.
14. Ханов, А.М. Программа по расчету динамики шпиндельных узлов на опорах качения / А.М. Ханов, А.Е. Кобитянский, А.В. Шафранов, А.В. Пепельшев // Вестник ПГТУ. Машиностроение, материаловедение. 2010. Т. 12, №2. – С. 15 – 21.
15. Хомяков В. С. Моделирование и экспериментальное исследование динамики характеристик шпиндельного узла/В. С. Хомяков, Н. А. Кочинев, Ф. С. Сабиров // Известия Тульского Государственного университета. Технические науки, 2011. – вып.3. – С. 251-258.
16. Проектирование металлорежущих станков и станочных систем: Справочник-учебник. В 3-х т. Т. 2. Ч. 1. Расчет и конструирование узлов и элементов станков / А. С. Проников, Е. И. Борисов, В. В. Бушуев и др. – М.: Машиностроение,1995. – 371 с.
17. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation/ А.А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 464 с.
18. Кузнецов Ю. Н. Анализ динамической системы шпиндель патрон - деталь токарного автомата / Ю. Н Кузнецов // Вестник машиностроения. – 1990, № 8. – с. 42 –47.

19. Кузнецов Ю. Н. Повышение динамического качества системы патрон-деталь пруткового автомата / Ю.Н Кузнецов, В.И. Сидорко, А.А. Вачев // Станки и инструмент. – 1987, № 12. – С. 13 – 15.

20. Гуржий А.Н. Совершенствование многошпиндельного токарного автомата на основе анализа стохастических колебательных процессов его динамической системы / А.Н. Гуржий, В.Б. Струтинский // Доклады международной конференции «Механика и новые технологии». - Севастополь, 1995. – С. 62 – 67.

21. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд. 4-е, исправл. и доп. Л., «Машиностроение» (Ленинградское отделение), 1975. 656 с.

22. Ачеркан Н.С., Гаврюшин А.А., Ермаков В.В., Игнатъев Н.В., Какойло А.А., Кудинов В.А., Кудряшов А.А., Лисицын Н.М., Михеев Ю.Е., Пуш В.Э., Трифонов О.Н., Федотёнок А.А., Хомяков В.С. Металлорежущие станки. Том 1. Изд. 2-е, переработанное. М., «Машиностроение», 1965. 764 с.

23. Балашов В.Н. Расчёт операционных припусков и определение операционных размеров. Методические указания для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Технология машиностроения» для студентов специальности 151001.65. М., МГТУ «МАМИ», 2007. 16 с.

24. Барановский Ю.В., Брахман Л.А., Бродский Ц.З., Быков Л.А., Горецкая З.Д., Киселёв Н.Е., Комиссаржевская В.Н., Коняшов В.В., Наерман М.С., Пескова О.Г., Сазар М.А., Шабанова Г.В., Шляпина В.А., Щербакова С.А. Режимы резания металлов. Справочник. Изд. 3-е, переработанное и дополненное. М., «Машиностроение», 1972. 408 с.

25. Маслов А.Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента. М., «Машиностроение», 2008. 320 с.

26. Ординарцев И.А., Филиппов Г.В., Шевченко А.Н., Онишко А.В., Сергеев А.К. Справочник инструментальщика. Л., «Машиностроение» (Ленинградское отделение), 1987 г. 846 с.

27. Sandvik coromant. Высокопроизводительная обработка металлов

резанием. М., «Полиграфия», 2003. 301 с.

28. Sandvik coromant. CoroKey. Руководство по повышению производительности. Точение, фрезерование, сверление. Изд. 8-е, М., «Полиграфия», 2005. 234 с.

29. Поседко В.Н. «Разработка технологической операции механической обработки деталей». Методические указания к практическим занятиям студентов. М.: МГТУ «МАМИ», 1996. 23 с.

30. Виробництво і технології [Електронний ресурс]: <http://4ua.co.ua/manufacture/index.html>

31. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс]: підруч. / В. П. Головенкін. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf

32. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 204 с.

33. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 174 с.

34. Лебедик Л.В., Стрельніков В.Ю., Стрельніков М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельніков, М. В. Стрельніков. – Полтава: АСМІ, 2020. – 303 с.

35. Методика професійної освіти: навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Красильник, М. В. Руденко. – Київ: Компрінт, 2026. – 224 с.

36. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УІПА, 2026. – 82 с.

37. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

38. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

39. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт. : О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савельєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.

40. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: <https://moodle.karazin.ua>

41. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ed-era.com/>

42. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/>

43. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/>

44. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>

45. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська
інженерно-педагогічна академія»

(назва факультету/інституту)

Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

(назва кафедри)

кваліфікаційна робота рівня вищої освіти "магістр"

**Професійна підготовка фахівця машинобудівних
підприємств з підвищення точності обробки на радіально-
свердлильному верстаті 2М55 за рахунок його модернізації**

Спеціальність 015.34 Професійна освіта (Машинобудування)

Виконав студент групи ДІТ-ПОМ23мг
Керівник к.т.н., доц.

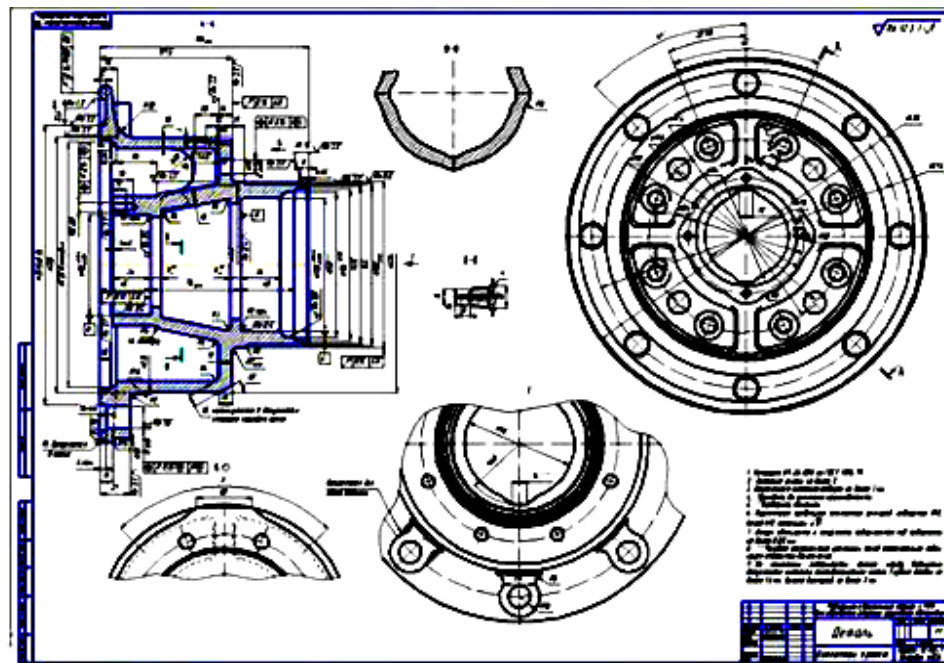
Павло ВАСИЛЯНСЬКИЙ
Олег КОНДРАТЮК.

АНАЛІЗ ОБРОБЛЮВАНОЇ ДЕТАЛІ (СТУПИЦІ ТРАКТОРА ХТЗ-150К-09-25)

Трактор ХТЗ-150К-09-25



Ступиці колеса Трактора ХТЗ-150К-09-25



Матеріал деталі - ковкий чавун КЧ-35-10Ф ДЕРЖСТАНДАРТ 1215-2015.

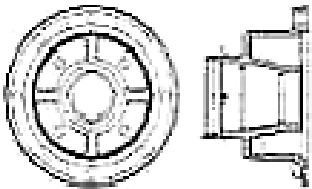
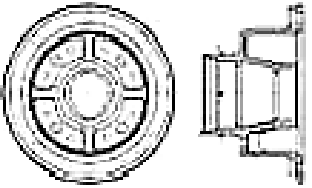
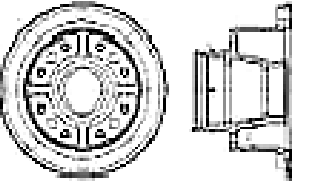
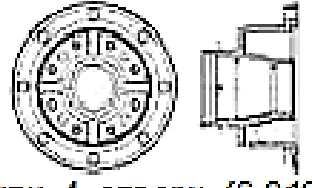
Зразковий хімічний склад, %					
C	Si	Mn	P	S	Cr
2,4-2,8	0,9-1,4	0,3-0,5	не більш 0,18	не більш 0,12	не більш 0,06

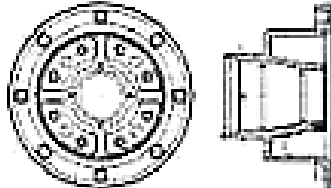
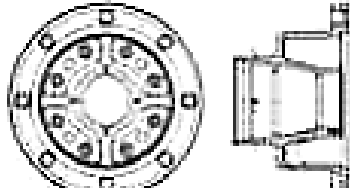
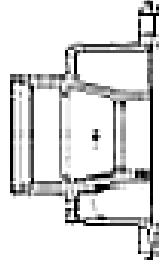
Фізичні властивості ковкого чавуну КЧ-35-10Ф

Щільність г/см ³	Коефіцієнт лінійного розширення α при температурі до 100°С	Теплоєм ність із, кал/(г°С)	Коефіцієнт теплопровідн ості λ, кал/см·с·град	Електро- опір ρ, мкОм·см	Максимальна магнітна проникність, μ, Гс/Е
7,2-7,4	(10-12) 10-8	0,12-0,13	0,12-0,17	30-55	600-1800



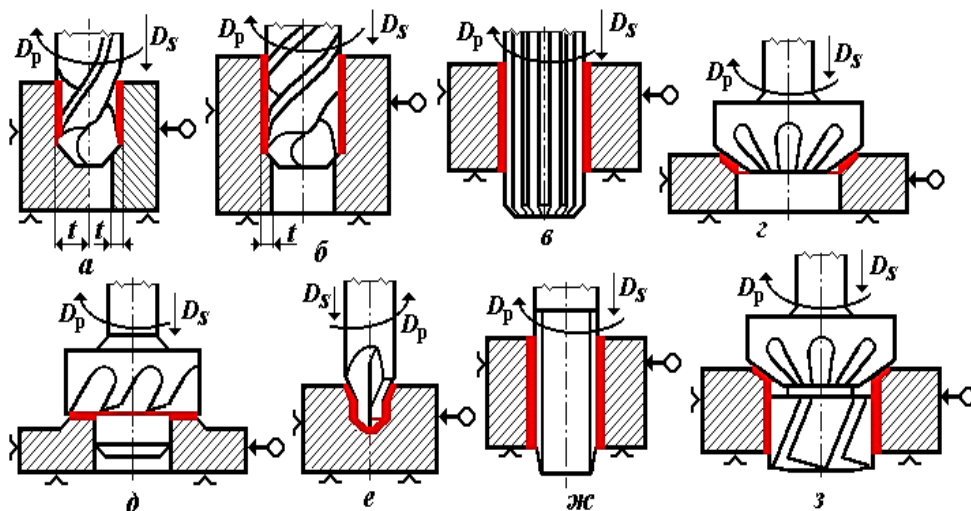
Технологічний маршрут операцій, виконуваних на радіально-сверлильному стані 2М55 при обробки ступиці Трактора ХТЗ-150К-09-25

040	Радіально-свердлильна  1. Свердлити 8 наскрізних отворів $\varnothing 19,5$
045	Радіально-свердлильна  1 Свердлити 8 наскрізних отворів $\varnothing 13$
050	Радіально-свердлильна  1. Розгорнути 8 отворів $\varnothing 20,045-20,0$
055	Радіально-свердлильна  1. Свердлити 4 отвору (6,912-6,647 під різьбу на глибину 18 2. Зенкувати фаски $1,5 \times 45^\circ$ на 8-мі отворах $\varnothing 20$

060	Радіально-свердлильна  1. Зенкувати фаски $0,75 \times 45^\circ$ на 4-х отворах під різьблення 2. Цековать торець 7 отворів $\varnothing 26$ з утвором фаски $1 \times 45^\circ$
065	Радіально-свердлильна  1. Нарізати різьбу $M8 \times 1,25-6H$ у 4-х отворах на глибину 12
075	Токарська  1. Розкотити одночасно отвору під підшипник $\varnothing 119,976-119,941$ і $\varnothing 89,976-89,941$

АНАЛІЗ БАЗОВОЙ МОДЕЛІ ВЕРСТАТА 2М55

Схеми видів обробки на свердлильних верстатах

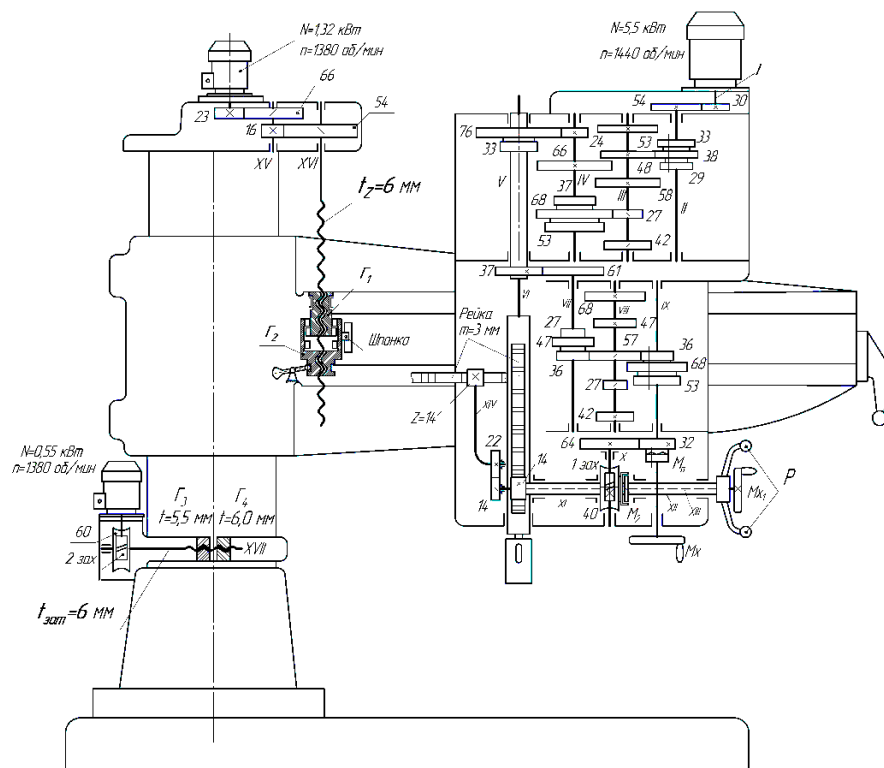
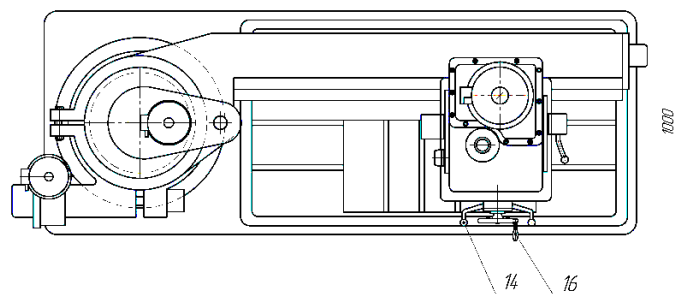
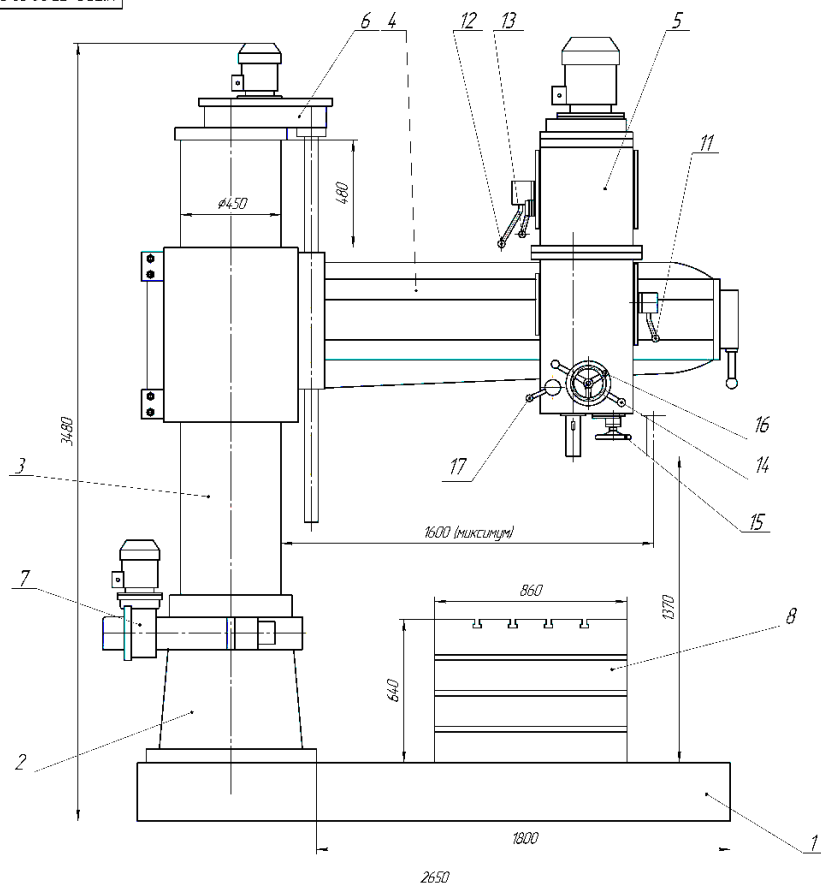


Базова модель верстата 2М55



Основні технічні характеристики й дані радіально-свердлильного верстата 2М55

Клас точності Н за ДСТ 8-71	
Найбільший умовний діаметр свердління, мм	50
Виліт шпинделя від утворюючої колони, мм	
- найбільший	1600
- найменший	375
Відстань від торця шпинделя до плити, мм	
- найбільше	1600
- найменше	450
Кількість щаблів швидкостей шпинделя	21
Межі швидкостей шпинделя, про/хв	20-2000
Кількість щаблів механічних подач шпинделя	12
Межі подач шпинделя, мм/ про	0,056-2,5
Найбільша ефективна потужність на шпинделі, кВт	4,5
Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс·см	7100
Найбільше зусилля подачі, кгс	2000
Габарити верстата, мм	
- довжина	2665
- ширина	1020
- висота	3430
Маса верстата, кг	4700
Колона	
- діаметр, мм	315
- затискач	гідравлічний
Рукав	
- найбільший хід рукава по колоні, мм	750
- швидкість вертикального переміщення, м/хв	1,4
- найбільший кут повороту навколо осі колони, гради.	360
- затискач на колоні	електромеханічний
	автоматичної дії
Свердлильна головка	
- найбільший хід по напрямних рукава, мм	1225
- затискач на напрямних рукава	гідравлічний
Шпиндель	
- хід шпинделя, мм	400
найбільший	
на 1 оберт лімба	122
на 1 розподіл шкали лімба	1
- розмір конуса шпинделя	Морзе №5
Плита	
- ширина фундаментальної плити, мм	1000
- ширина паза за ДСТ 1574-75, мм	22 або 28
- відстань між пазами, мм	160
- кількість пазів, шт	4
Противага	Пружинний



Таблиця переключення швидкостей

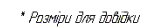
№	n, об/хв	Ручка 1	Ручка 2	Ручка 3
1	50			
2	63			
3	80			
4	100			
5	125			
6	160			
7	200			
8	250			
9	315			
10	315			
11	400			
12	500			
13	630			
14	800			
15	1000			
16	1250			
17	1600			
18	2000			

Технічні характеристики верстата:

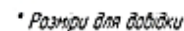
- Найбільший діаметр свердління 50 мм;
- Найбільша відстань від осі шпинделя до колони 1600 мм;
- Найбільша відстань від торця шпинделя до плити 1600 мм;
- Величина перемищення (хв) шпинделя 400 мм;
- Потужність головного двигуна 5,5 кВт;
- Найбільше зусилля подачі 20 кН;
- Граничні значення швидкостей обертання шпинделя 50 - 2000 об/хв;
- Кількість швидкостей обертання 17;
- Граничні значення подачі шпинделя 0,16 - 16 мм/об;
- Кількість подач 9;
- Швидкість вертикальних переміщень траверси 900 мм/хв;
- Конічний отвір у шпинделі для встановлення інструменту Морзе 5

КІТВО-55.08.03.00.В3									
Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб
Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб
Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб
Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб	Вид зображення	Масштаб

KITB0-55.08.0100CK

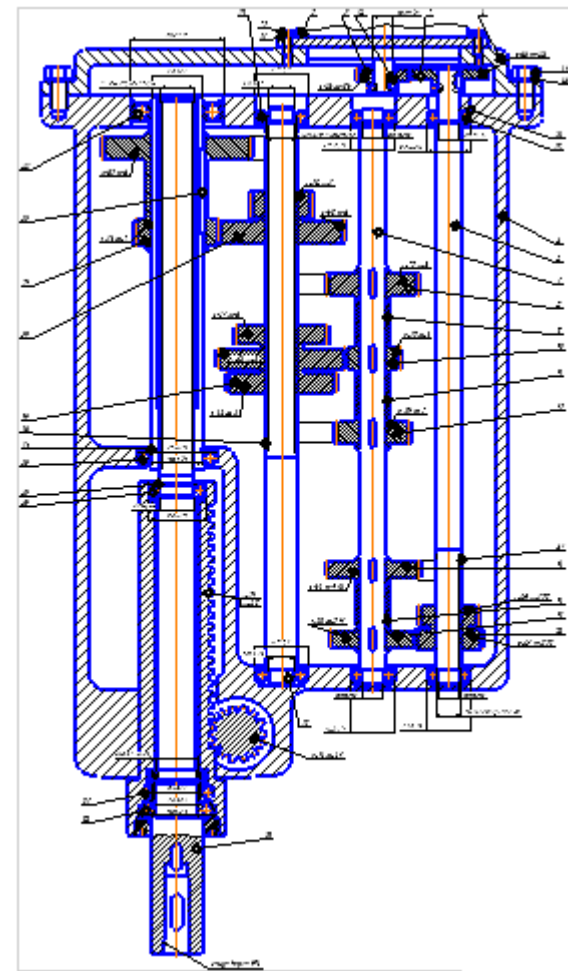
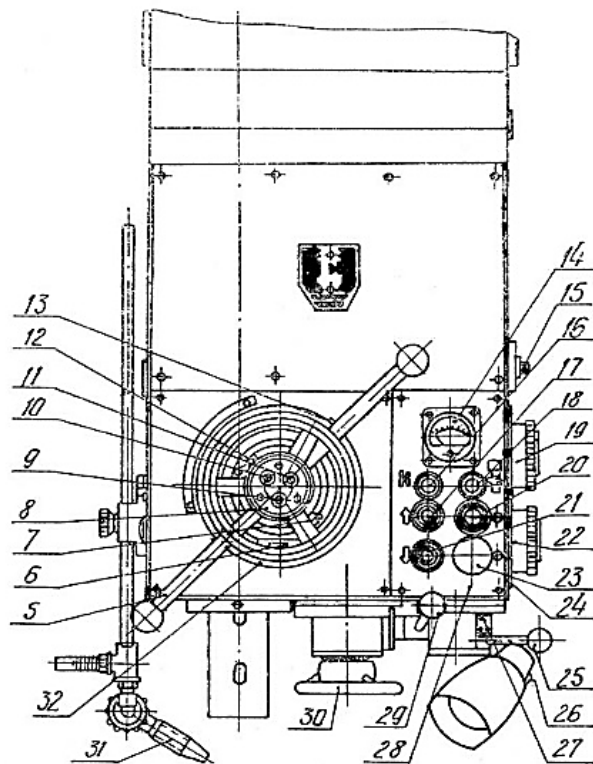
[illegible]

KITBO-55080200K

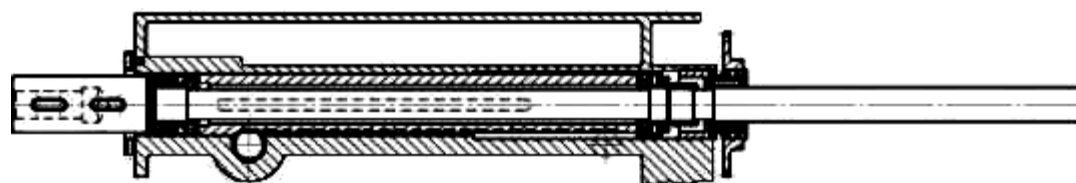


				KITBO-55.08.02.00SK	
Дат. вх.	Місяц	Дні	Місяц	Дні	Місяц
10	10	10	10	10	10
Карабка подат. із шпіндельним вузлом				10	12
Складальне креслення				10	12
Креслення				10	12
Креслення				10	12

Шпиндельна головка верстата 2М55



Шпиндель верстата



РОЗРАХУНКИ РЕЖИМІВ РІЗАННЯ В СЕРЕДОВИЩІ САПР «ВЕРТИКАЛЬ» - СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

ВЕРТИКАЛЬ - Технология 1.0 - [C:\Program Files\ASCON\Vertical\archive\111.000.01.005.vtp]

Файл Вид Программы PDM системы Настройка Окна Справка

Создать

Справочники

Режущий инструмент

Основной переход

Код блока расчета

Схема базирования

Сочетание КТЗ

СОЖ

Измерительный инструмент

Программы

План обработки | Атрибуты

ФЛАНЕЦ 111.000.01.005

- Пов-ти со стороны базового торца
 - Цилиндр
 - Торец
 - Цилиндр
- Пов-ти со стороны противобазового
 - Торец
 - Торец
 - Отверстие
 - Фаска
 - Канавка прямоугольная
 - Цилиндр
 - Конус

☒ Показывать в технологии

Текст операции | Атрибуты | Информация

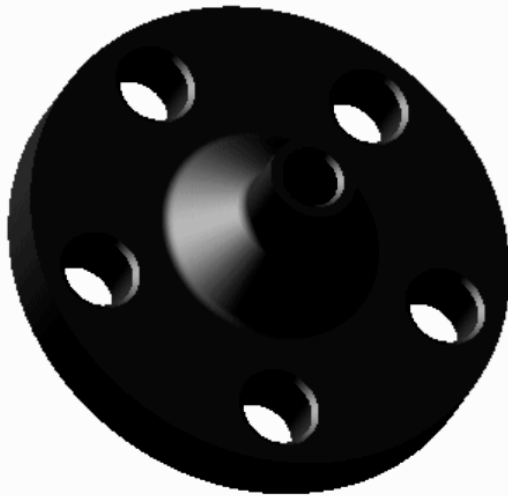
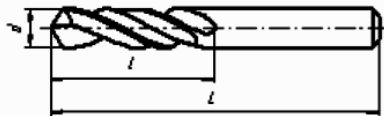
Параметр	Значение
Вид инструмента	Сверло
Наименование реж.инструм.	сверло спира.
Наименование типа РИ	Сверло спира
Режущий инструмент	Сверло ГОСТ
Таблица типоразмера	GOST 4010_77
Файл графики	C:\Program File
Марка материала РИ	P9
Код материала РИ	15
Эскиз в Компас	PictureRI\GOS
Обозначение РИ	2300-0776
Диаметр	20
Стойкость, мин	30
Применяемость	+

0015 - 8. Сверлить отверстие $\varnothing 20$ напроход
 Сверло ГОСТ 4010-77 2300-0776

0015 - 9. Расточить сквозное отверстие, выдерживая размер $\varnothing 25$ напроход
 Резец ГОСТ 18872-73 2140-0509
 Штангенциркуль ГОСТ 166-89 ШЦ-III-125-0,05

0025 - 2. Шлифовать отверстие, выдерживая размер $\varnothing 25H7(+0.021)$
 Кнвр ГОСТ 16167-90 2720-0014

3D-модель

ФЛАНЕЦ 111.000.01.005

- 005 Токарно-отрезная
- 010 Токарно-винторезная
- 015 Токарно-винторезная
 - 01. Установить и закрепить дета.
 - Патрон ГОСТ 2675-80 7100-004
 - 02. Подрезать торец 1, выдерживая
 - 03. Подрезать торец 2, выдерживая
 - 04. Точить $\varnothing 60h8(-0.046)$, выдерживая
 - Резец ГОСТ 18869-73 2100-05
 - Штангенциркуль ГОСТ 166-89
 - 05. Точить скос, выдерживая размер
 - 06. Точить фаску $2 \times 45^\circ$ по $\varnothing 60$
 - 07. Центровать торец
 - 08. Сверлить отверстие $\varnothing 20$ напроход
 - Сверло ГОСТ 4010-77 2300-0776
 - 09. Расточить сквозное отверстие
 - Резец ГОСТ 18872-73 2140-0509
 - Штангенциркуль ГОСТ 166-89
 - 10. Расточить внутреннюю канавку
 - Резец ГОСТ 2110-8-84 035-21
 - Штангенциркуль ГОСТ 166-89

☒ Показывать КТЗ

Сверление



Параметр	Переменная	Значение
Глубина отверстия		10
Подвод резания, пер/л	1	2

Обрабатываемый материал:
КЧ-35-10Ф ГОСТ 1060-88
Режущий инструмент:
2301-3797 Сверло Ø14 P18 G07...
Режущая часть:
Не используется
Вспомогательный инструмент:
Не используется

Стенок - 2H125

N	S oc
45	0.1
63	0.14
90	0.2
125	0.28
180	0.4
250	0.56
355	0.8
500	1.12
710	1.6
1000	
1400	
2000	

Притупск

Глубина резания

Количество проходов

☐ Чистовая обработка

☐ Точность обработки ▼

☐ Шероховатость ▼

☐ Термообработка

HRC HB Sigma

Условия	Значение
Использование СОЖ	☐
Наличие подрезки для зенкера	☐
Группы подачи при сверлении откл	Точность не выше H12, под нар
Форма заточки инструмента	Нормальная, нормальная с под
Состояние обрабатываемой пове	без корки

Результат	Переменная	Значение
Поддача на оборот	So	0.28
Скорость резания	V	11
Число оборотов шп	NO	250
Минутная подача	Sm	70
Основное время	To	0.171
Осевая сила	Ро	
Длина	L_PZ2	12
О или В	O_B	14
Мощность резания	N	0.594
Вспомогательное вр, м		

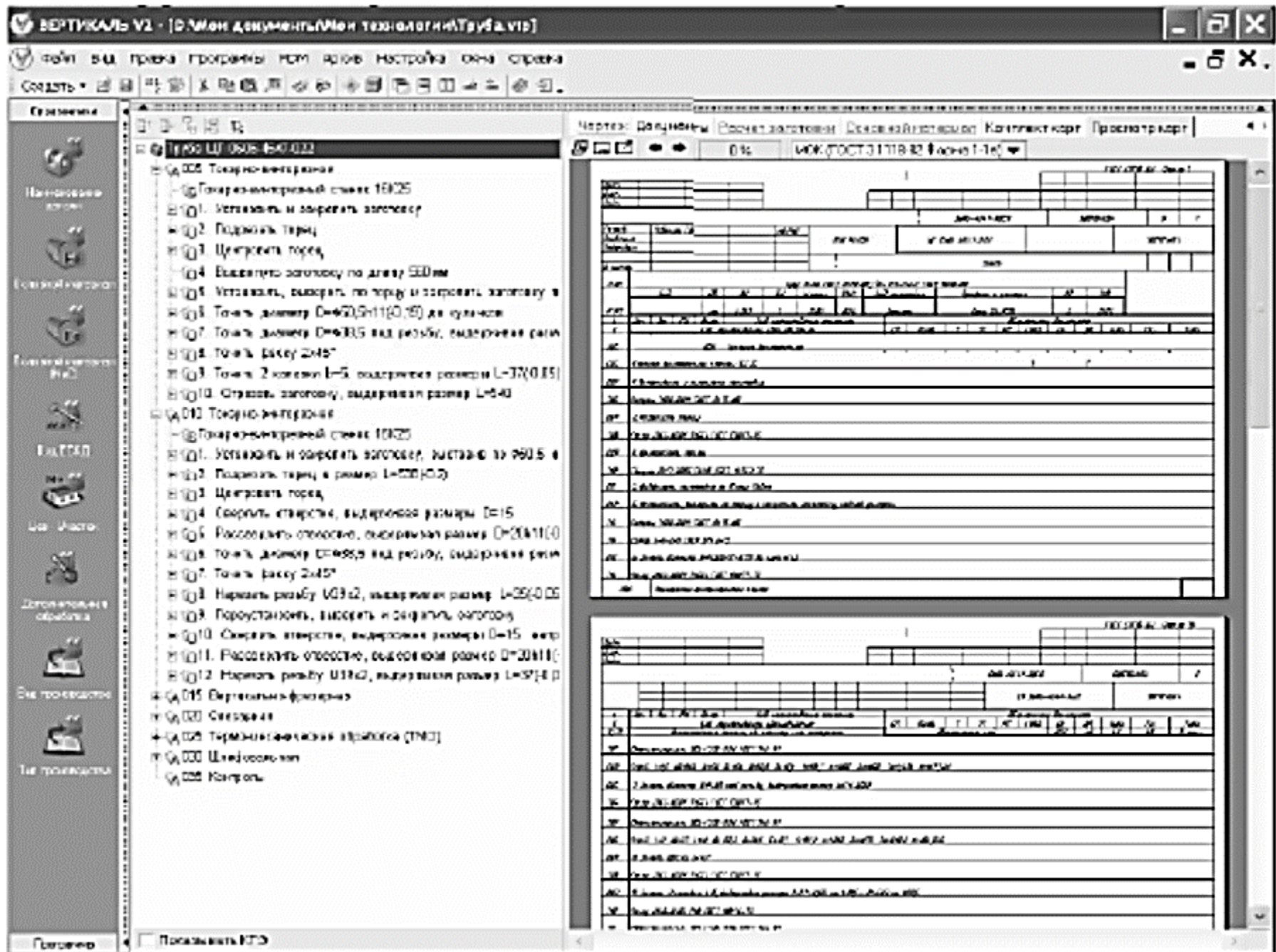
Рассчитать

ОК

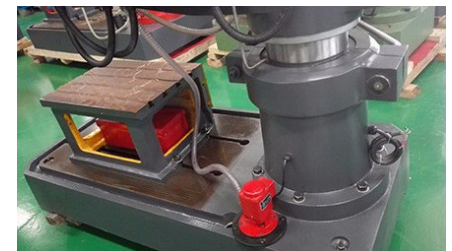
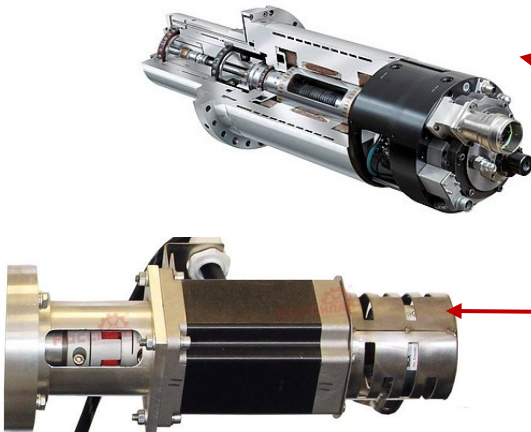
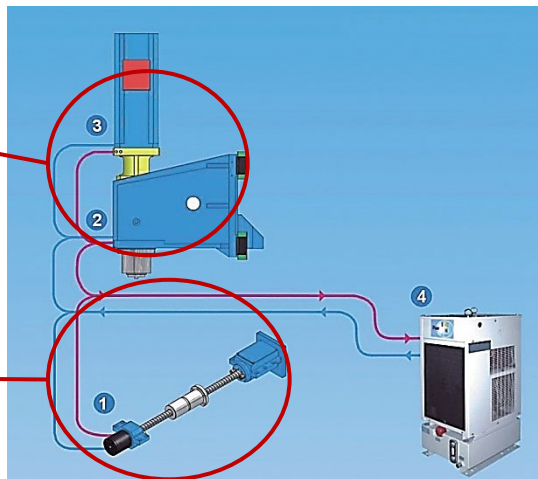
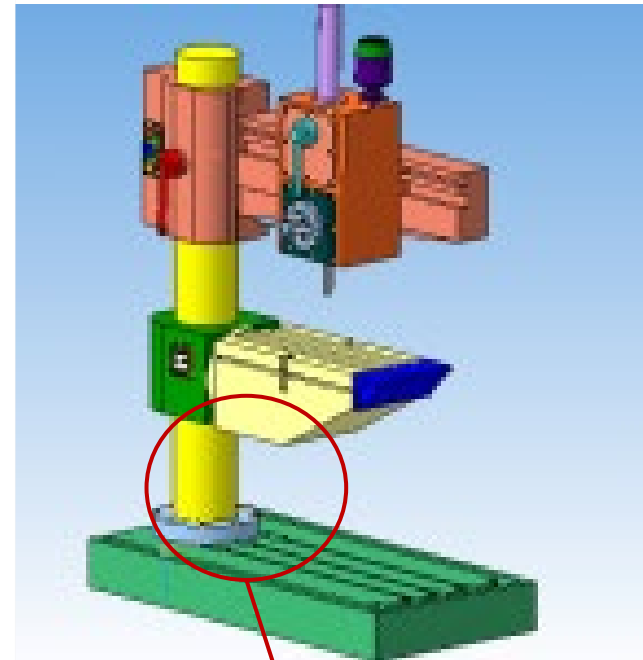
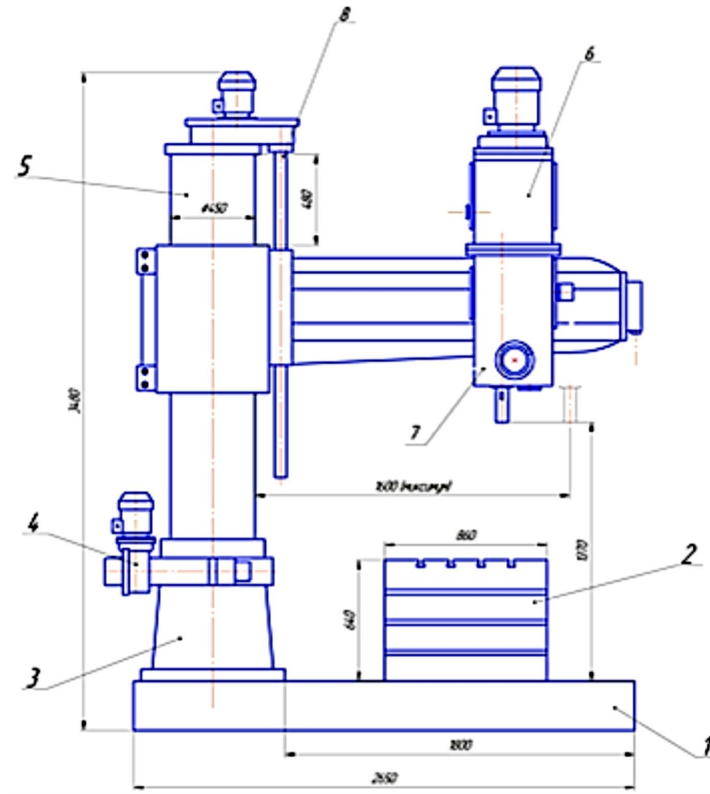
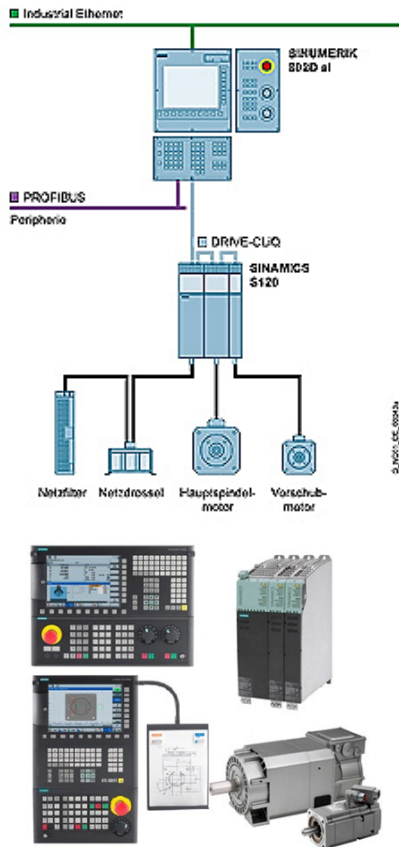
Доп. сведения

Отмена

ФОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ



МОДЕРНІЗАЦІЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА 2М55



Розрахунки зубчастих передач в графічному редакторі КОМПАС у додатку КОМПАС-SHAFT 2D КОМПАС-GEARS

Комплекс программ КОМПАС-GEARS

Комплекс программ

GEARS

Версия 17

17.01.2017

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

Создание чертежей и 3D-моделей зубчатых передач

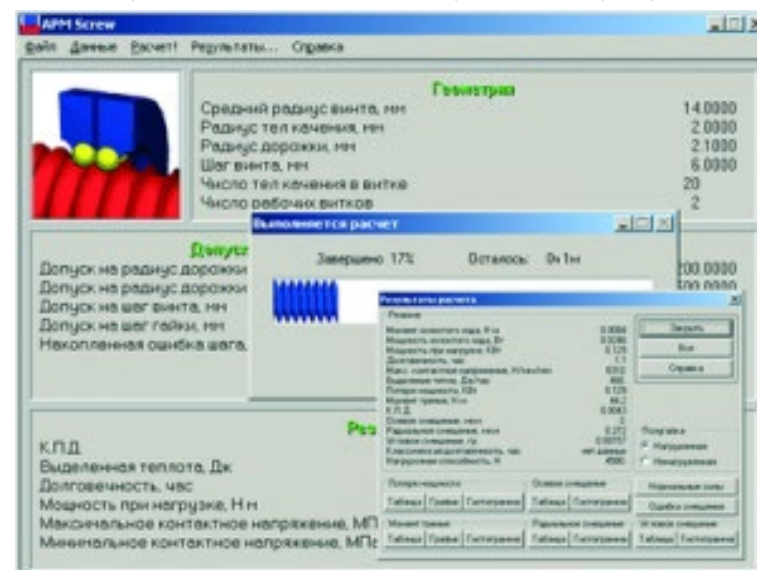
Создание

продовження таблиці 3.1

Радіус кривизни різноіменних профілів зубів у крапках, що визначають довжину загальної нормалі,	ρ_w	9,695	17,186
Радіус кривизни профілю в крапці на окружності вершин, мм	ρ_a	14,958	22,629

Розрахунки кульки гвинтових пар в програмі
WINMACHINE.

Розрахунки КГП механізму підйому рукава



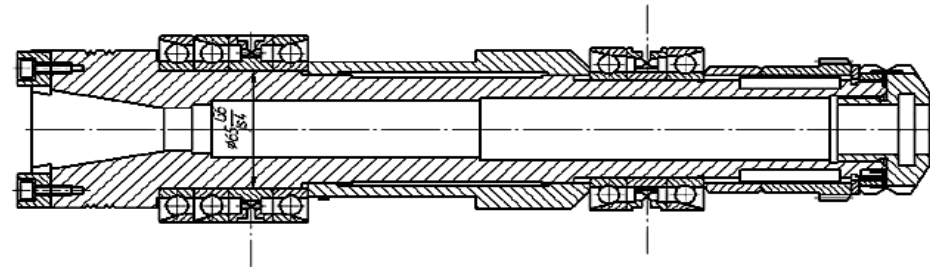
Розрахунки КГП механізму переміщення бабки



Основні технічні характеристики й дані спроектованого радіально-свердлильного верстата зі ЧПК

Клас точності Н за ДСТ 8-2015	
Найбільший умовний діаметр свердління, мм	50
Виліт шпинделя від утворюючої колони, мм	
- найбільший	1600
- найменший	375
Відстань від торця шпинделя до плити, мм	
- найбільше	1600
- найменше	450
Межі швидкостей шпинделя, об/хв	20-5000
Межі подач шпинделя, мм/ про	0,056-2,5
Найбільша ефективна потужність на шпинделі, кВт	30
Найбільший крутний момент на шпинделі, кгс·см	7100
Найбільше зусилля подачі, кгс	2000
Габарити верстата, мм	
- довжина	2665
- ширина	1020
- висота	3430
Маса верстата, кг	4650
Колона	
- діаметр, мм	315
- затискач	гідравлічний
Рукав	
- найбільший хід рукава по колоні, мм	750
- швидкість вертикального переміщення, м/хв	1,4
- найбільший кут повороту навколо осі колони, гради.	360
- затискач на колоні	електромеханічний
Свердлильна головка	автоматичної дії
- найбільший хід по напрямних рукава, мм	1225
- затискач на напрямних рукава	гідравлічний
Шпиндель	
- хід шпинделя, мм	
найбільший	400
на 1 оберт лімба	122
на 1 розподіл шкали лімба	1
Плита	
- ширина фундаментальної плити, мм	1000
- ширина паза за ДСТ 1574-75, мм	22 або 28
- відстань між пазами, мм	160
- кількість пазів, шт	4

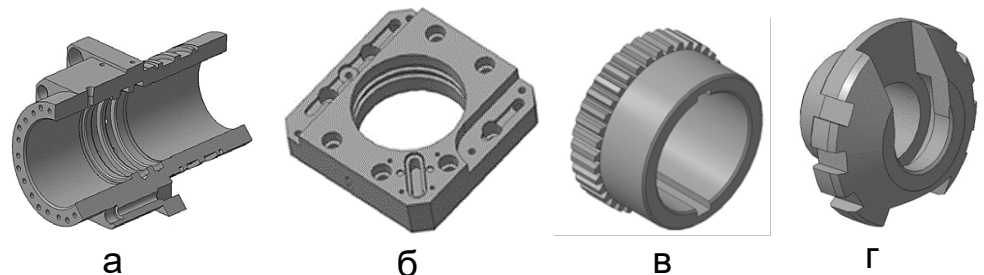
Конструктивна схема шпиндельного вузла



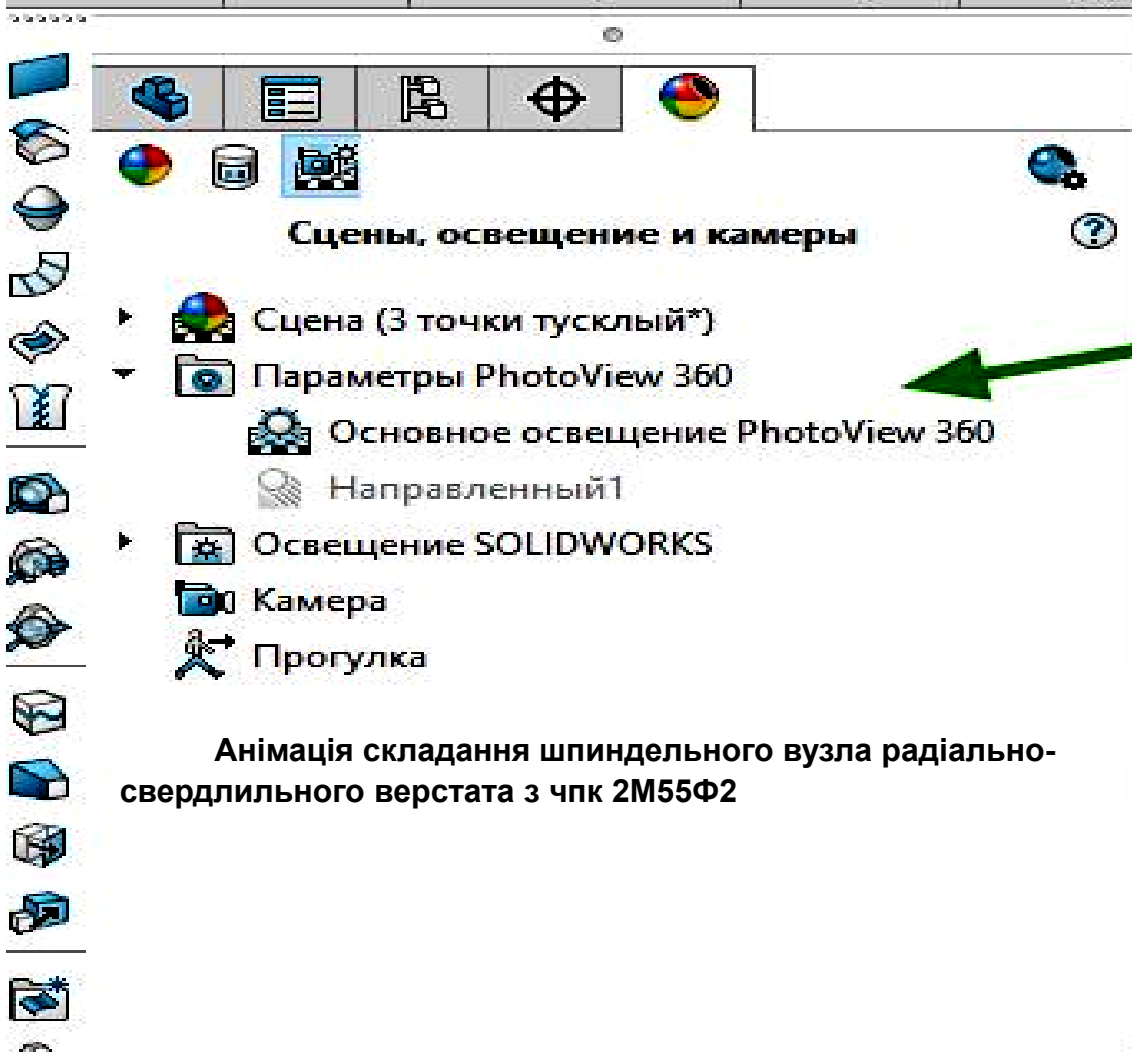
Оптимізація шпиндельного вузла в програмному комплексі SolidWorks



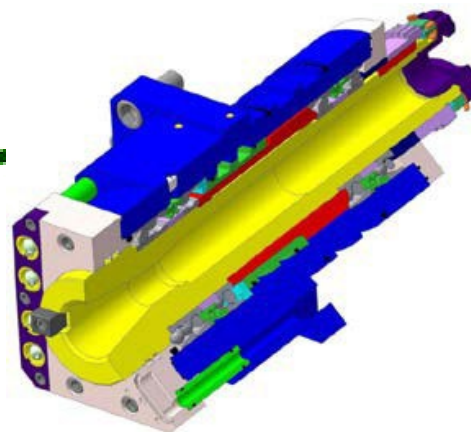
Твердотельные моделі деталей: а – гільза; б – фланець; в – напівмуфта; г - гайка



Модуль Photo 360

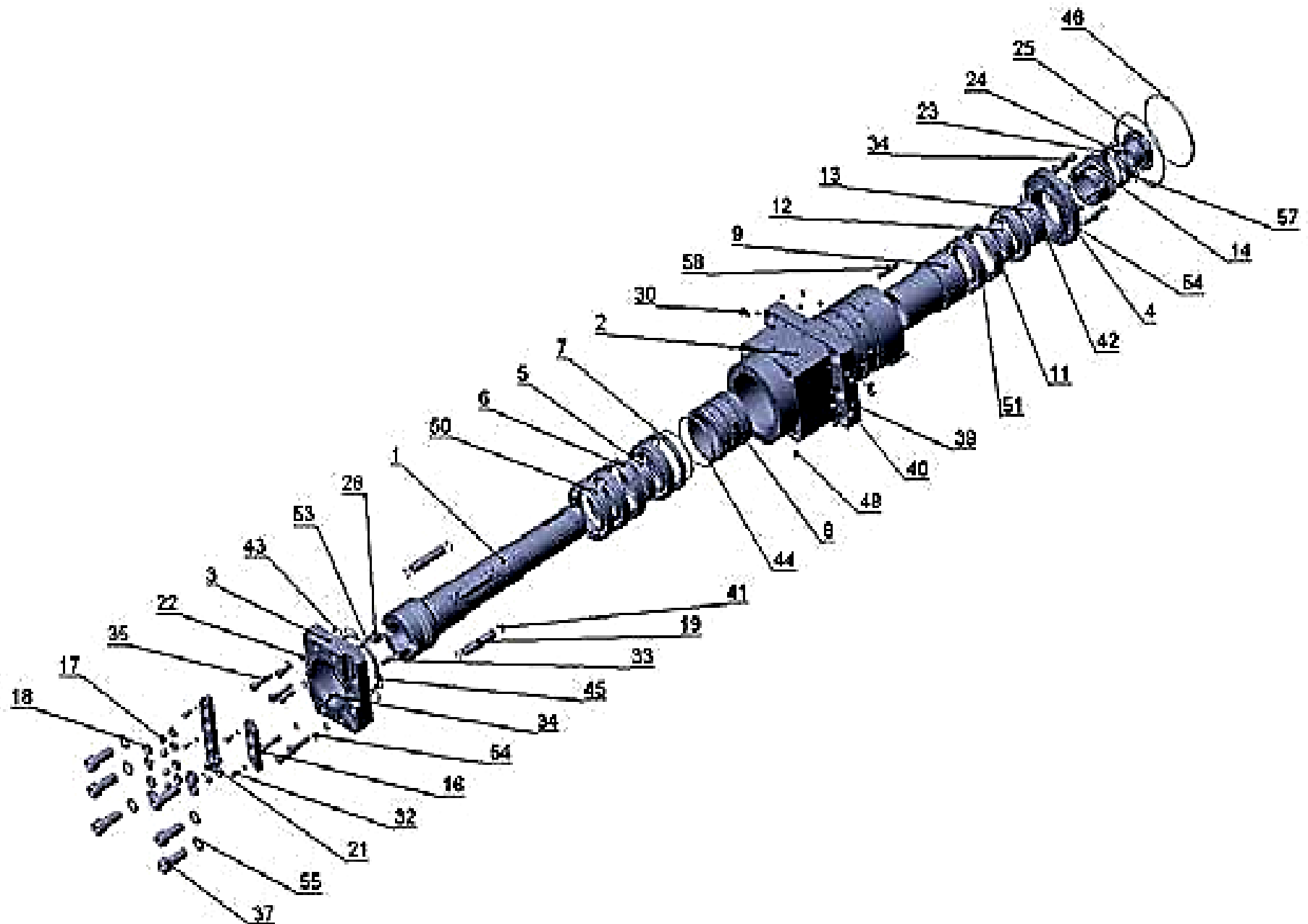


Твердотіла модель шпиндельного вузла:



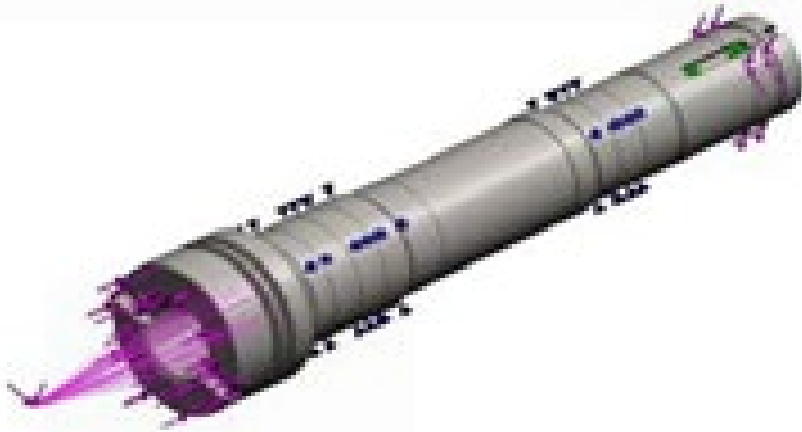
Анімація складання шпиндельного вузла радіально-свердлильного верстата з чпк 2М55Ф2

Анімація складання шпиндельного вузла радіально-свердлильного верстата з чпк 2М55Ф2



РЕЗУЛЬТАТИ РОЗРАХУНКІВ ШПИНДЕЛЯ:

а – схема закріплення й навантаження; б – кінцево-елементна сітка; в - переміщення в горизонтальній площині; г - переміщення у вертикальній площині (у збільшеному масштабі)



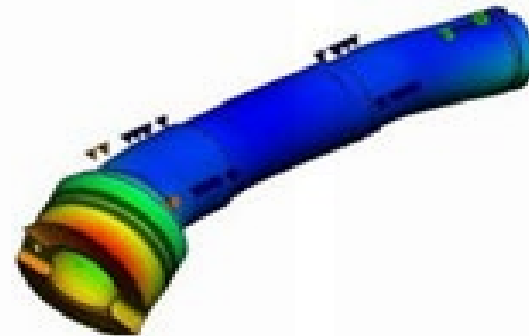
a)



6)



B)



Г)

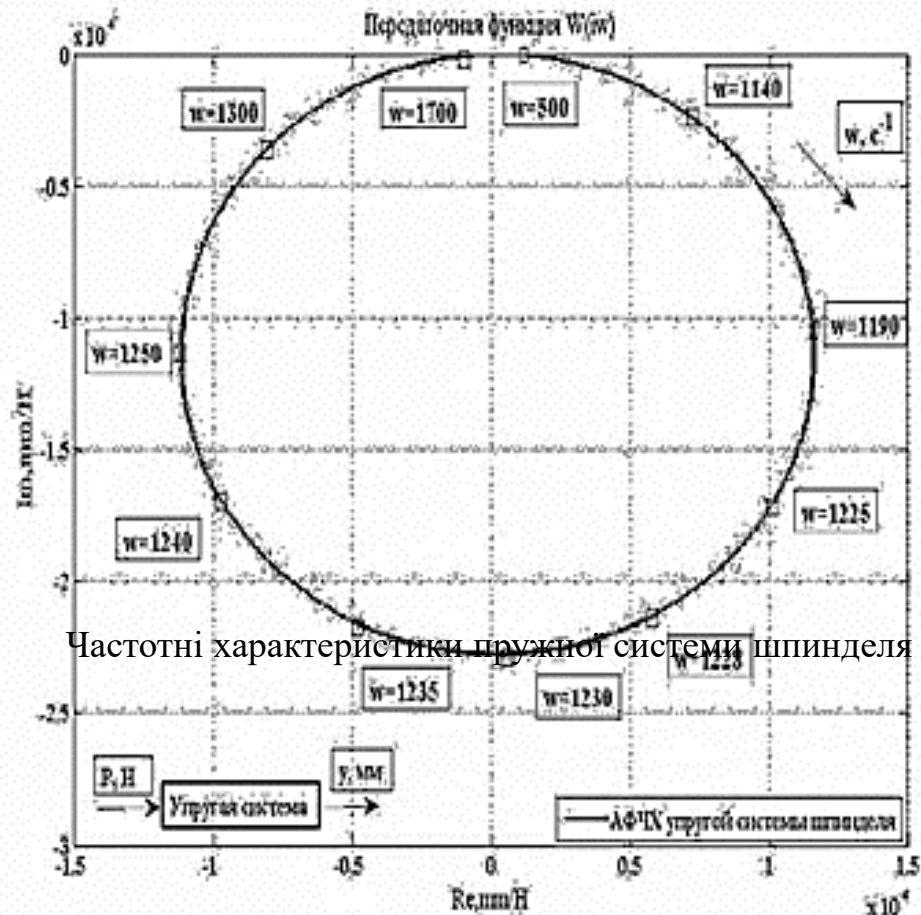
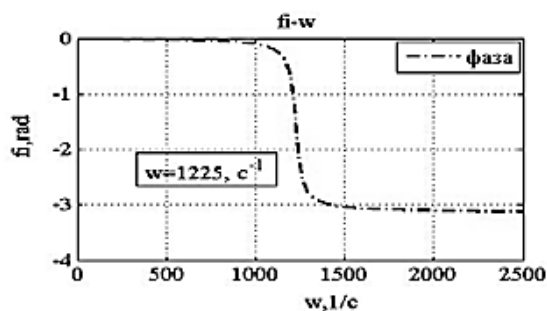
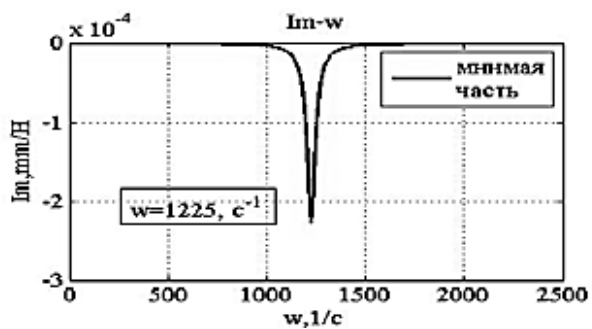
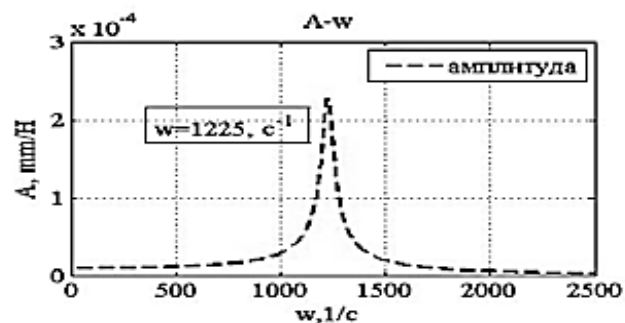
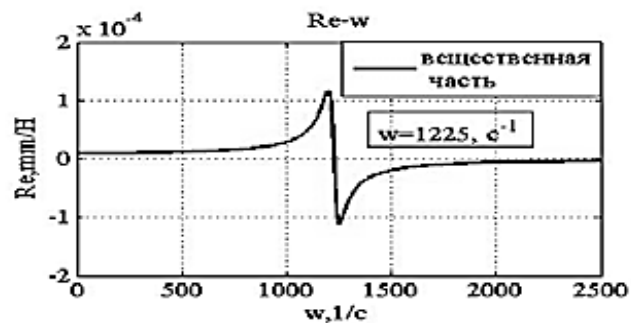


Сумарний прогин перебуває по формулі:

$$y_{\Sigma} = \sqrt{y_r^2 + y_b^2} = \sqrt{0,017^2 + 0,027^2} = 0,031 \text{ мм}$$

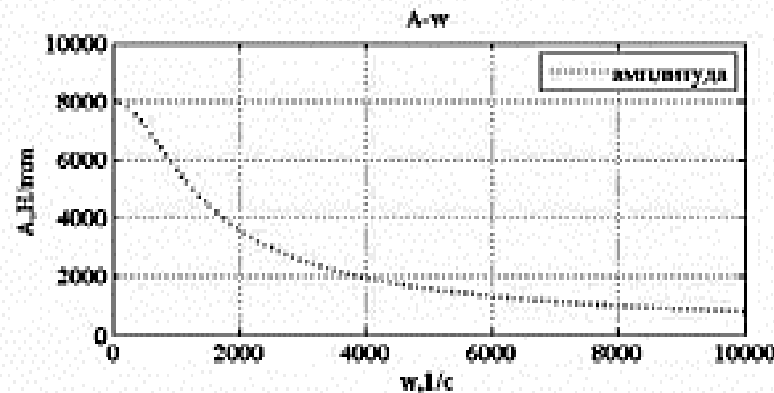
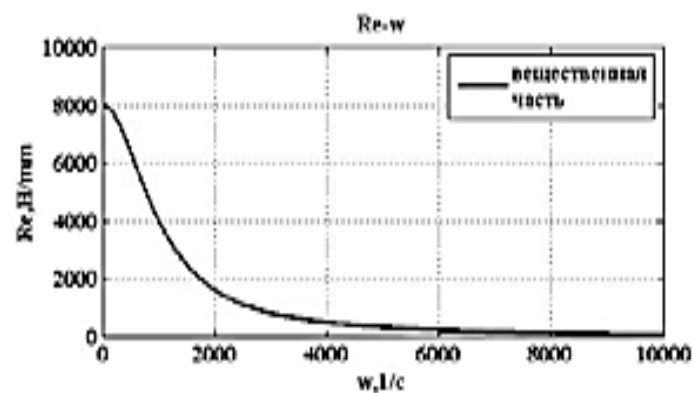
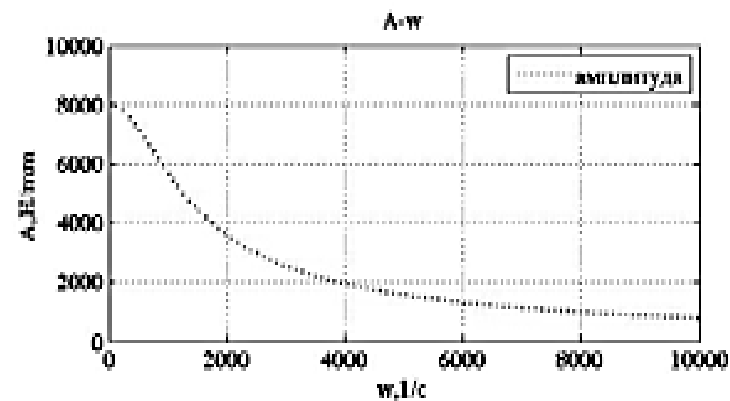
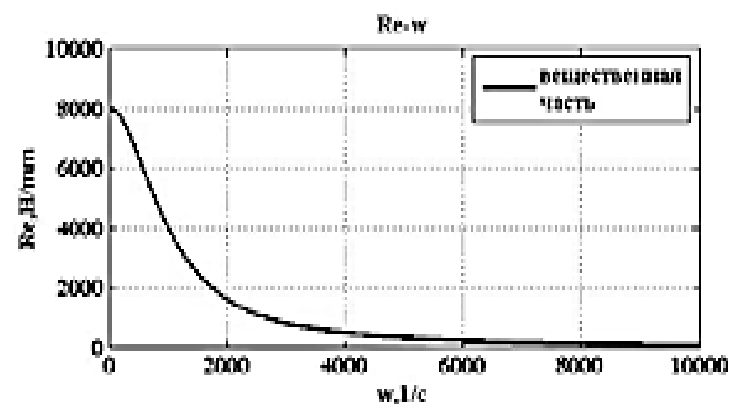
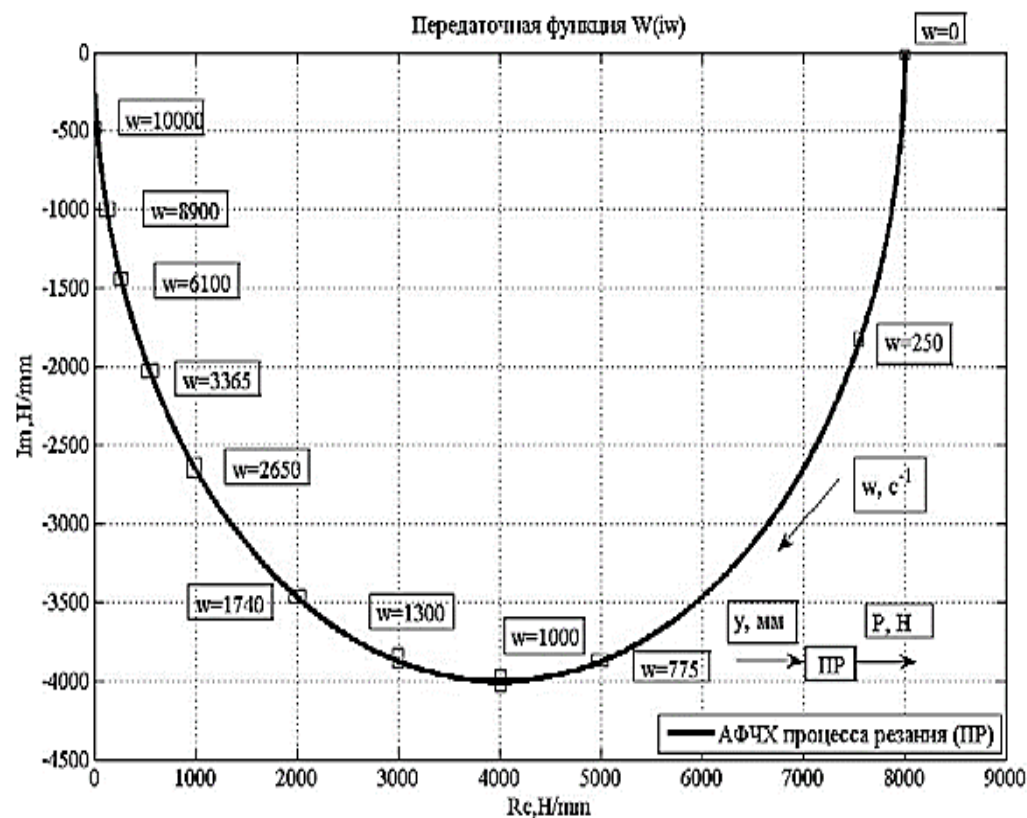
При припустимому прогині рівним 0,04 мм можна затверджувати, що необхідна **твердість забезпечується**.

АФЧХ пружної системи шпинделя радіально-свердлильного верстата з ЧПК 2М55Ф2

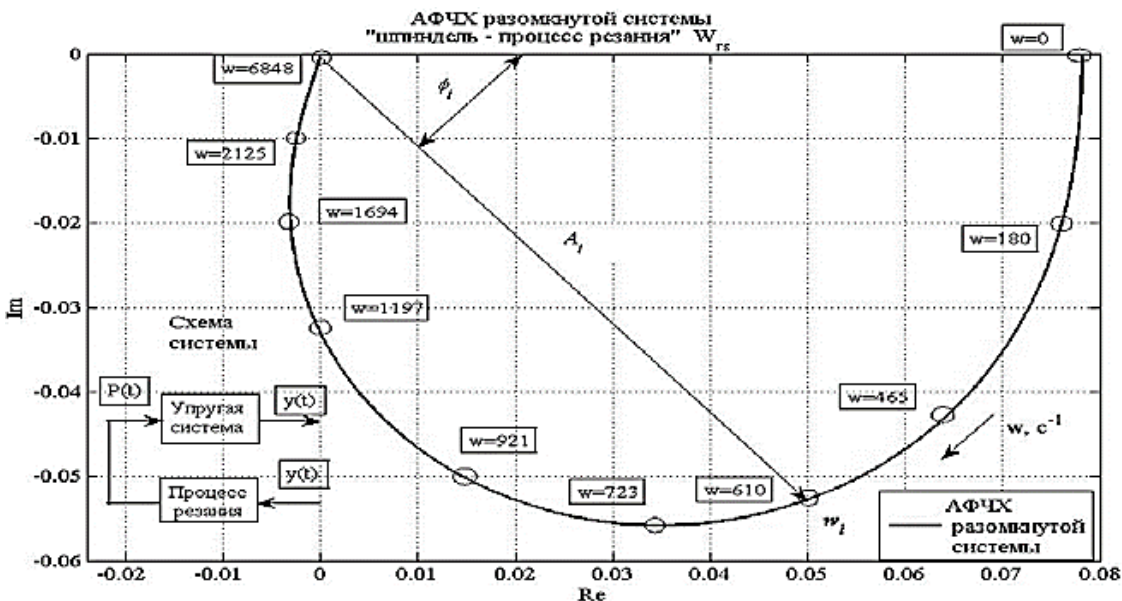


Частотні характеристики пружної системи шпинделя

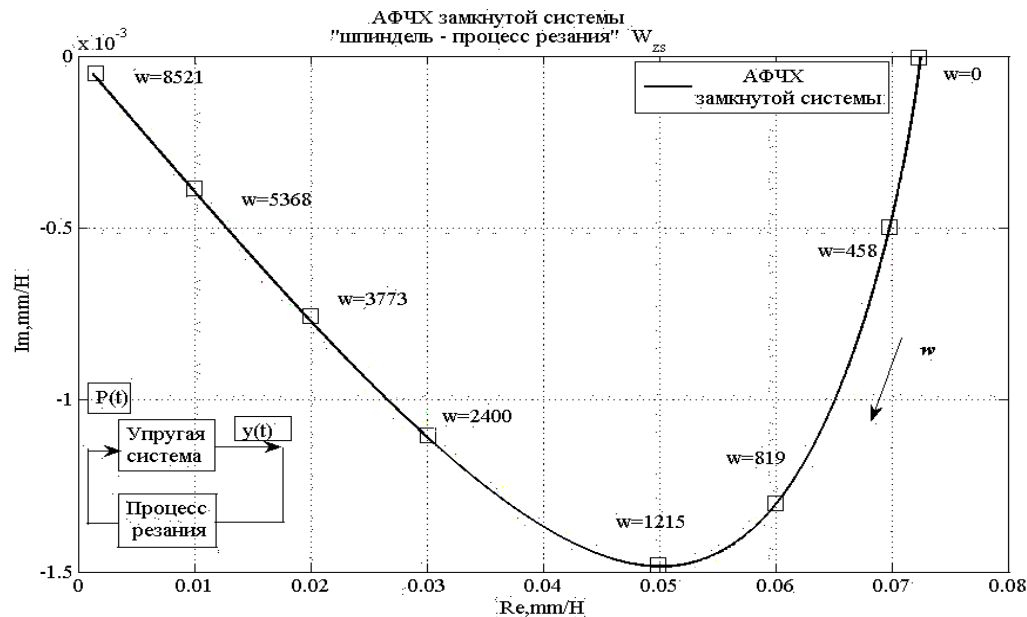
АФЧХ процесу різання на верстаті 2М55Ф2



АФЧХ розімкнутої системи «шпиндель-процес різання»



АФЧХ замкнутой системы «шпиндель-процес різання»



Аналіз отриманих результатів свідчить про ефективність комплексної процедури 3 D-Моделювання в САПР КОМПАС-3D і розрахунків напружено-деформованого стану методом кінцевих елементів Solidworks Simulation. Такий підхід реалізувати процедуру різноманітного проектування й здійснювати пошук оптимальної конструкції шпиндельного вузла за критерієм твердості й вібростійкості

Отримані результати моделювання підтвердили правильність прийнятих конструктивних і технологічних підходів.



СТРУКТУРНО-ЛОГІЧНА СХЕМА З ТЕМИ «МОДЕРНІЗАЦІЯ РАДІАЛЬНО-СВЕРДЛИЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ЧПК 2М55Ф2»

«Модернізація радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55»

Основні шляхи модернізації
радіально-свердильного верстата з
ЧПК2М55

Переваги та недоліки проведення
модернізації радіально-
свердильного верстата з
ЧПК2М55

Модернізація радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55
як чинник підвищення продуктивності обладнання

Підвищення технічних характеристик радіально-
свердильного верстата з ЧПК2М55 з метою скорочення
машинного часу

Підвищення точності та довговічності за рахунок
модернізації радіально-свердильного верстата з ЧПК2М55

Проведення модернізації радіально-свердильного верстата з
ЧПК2М55 з метою збільшення тривалості міжремонтного
періоду.

СПОСОБИ ФОРМУВАННЯ ООД НА ФАКУЛЬТАТИВНОМУ ЗАНЯТТІ

Рівні засвоєння навчальн ого матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I	Фронта льна	Розповідь- пояснення, ілюстрація	Презент аційні слайди з теми
II	Фронта льна	Лекція з елементами пояснюванн я, ілюстрація	Презент аційні слайди з теми
III	Фронта льна	Пояснення, ілюстрація	Презент аційні слайди

Приклад картки-завдання

Варіант 1

Завдання.

Дайте ґрунтовну, повну відповідь на питання.
•Як Ви вважаєте, процес модернізації
радіально-свердильного верстата з
ЧПК2М55 це необхідність або економічно
необґрунтований процес?