

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Технологія машинобудування, верстати та інструменти
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи (проекту)

другий (магістерський)
(освітньо-науковий рівень)

на тему **МОДЕРНІЗАЦІЯ БАГАТОШПИНДЕЛЬНОГО ТОКАРНОГО
АВТОМАТА 1Б240 – 6К З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ
ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ КЛІКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СКЛАДАННЯ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ**

Виконав: студент II курсу, групи ВІ.м-91
спеціальності: 133 – галузеве
машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми: Металорізальні
верстати та системи
(назва освітньої програми)

Бараник А. М.
(прізвище та ініціали)

Керівник Алексеев О. М.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Суми – 2020 року

ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ УКРАЇНИ
«Сумський державний університет»

Інститут, факультет Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра Технологія машинобудування, верстати та інструменти
Освітньо-науковий рівень другий (магістерський)
(назва)
Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(шифр і назва)
Освітня програма Металорізальні верстати та системи
(назва освітньої програми, за наявності)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри технології
машинобудування, верстатів та
інструментів

_____ Віталій ІВАНОВ

«__» _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (ПРОЕКТУ) СТУДЕНТУ

БАРАНИК АНДРІЙ МИКОЛАЙОВИЧ

(ПРИЗВИЧЧЕ, ІМ'Я, ПО БАТЬКОВІ)

1. Тема проекту (роботи) Модернізація багатошпиндельного токарного автомата 1Б240-6К з використанням-інтернет технологій для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей

керівник проекту Алексєєв Олександр Миколайович, д-р. пед. наук проф.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «__» ____ 2020 року за № _____

2. Строк подання студентом роботи (проекту) «16» грудня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Навчальна, технічна, довідкова література з проектування і модернізації металорізальних верстатів, паспортні дані верстата 1Б240-6К

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Огляд сучасних конструкцій верстатів за типом базового багатошпиндельного токарного автомата 1Б240-6К

2 Модернізація приводу багатошпиндельного токарного автомата 1Б240-6К

3 Технологія виготовлення вхідного валу коробки швидкостей

4 Побудова технологічної схеми складання коробки швидкостей

5 Результати науково-дослідної роботи. Автоматизація розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей з використанням інтернет технологій

5. Консультанти розділів роботи (проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання ви- дав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Фалько В. В., ст. викладач кафедри ЕтаПТ		

6. Дата видачі завдання «10» вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи (проекту)	Строк виконання етапів роботи (проекту)	Примітка
1	Опис та призначення верстата, його основні вузли	01.12.2020	
2	Кінематичний розрахунок привода головного руху металорізального верстату	03.12.2020	
3	Конструювання і розрахунок привода головного руху верстату	05.12.2020	
4	Розробка технології виготовлення вхідного валу коробки швидкостей	09.12.2020	
5	Побудова технології схеми складання коробки швидкостей	10.12.2020	
6	Автоматизація розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання	11.12.2020	
7	Формулювання загальних висновків	13.12.2020	
8	Підготовка презентації	14.12.2020	
9	Оформлення роботи	16.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Андрій БАРАНИК

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

Керівник роботи (проекту)

_____ (підпис)

Олександр АЛЕКСЕЄВ

_____ (ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Записка: 104 с., 4 табл., 32 рис., 22 джерел.

Об'єкти дослідження – процес модернізації багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К.

Мета роботи – модернізація привода базової моделі верстата 1Б240-6К та використанням інтернет-технологій для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей. Модернізація багатошпиндельного токарного автомата 1Б240 – 6К та дослідження можливостей застосування інтернет-технологій для виконання розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.

Предмет дослідження – процес проектування коробки швидкостей для багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К.

Основні завдання дослідження:

1) Вивчити наукову, технічну, довідкову літературу з проблеми модернізації багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К

2) розробити проект модернізації привода багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К

3) Розробити технологічний процес виготовлення вхідного валу коробки швидкостей багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К

4) Побудувати технологічну схему складання коробки швидкостей багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К

5) Виконати дослідження і розробити інтернет-орієнтовану програму для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.

ВЕРСТАТ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, КОНСТРУКЦІЯ, РОЗРАХУНОК, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, КІНЕМАТИКА.

ABSTRACT

Note: 104 pp., 4 tablets, 32 figures, 22 sources.

Objects of research - the process of modernization of multi-spindle lathe mod.1B240-6K.

The purpose of the work is to modernize the drive of the basic model of the machine 1B240-6K and to use Internet technologies to automate the calculation of quantitative characteristics of the technological scheme of assembling the gearbox. Modernization of the multi-spindle lathe 1B240 - 6K and research of possibilities of application of the Internet technologies for performance of calculation of quantitative characteristics of the technological scheme of assembly of a gearbox.

The subject of research is the process of designing a gearbox for a multi-spindle lathe mod.1B240-6K.

The main objectives of the study:

- 1) To study the scientific, technical, reference literature on the problem of modernization of multi-spindle lathe mod.1B240-6K
- 2) to develop the project of modernization of the drive of the multispindle lathe of mod.1B240-6K
- 3) To develop the technological process of manufacturing the input shaft of the gearbox of a multi-spindle lathe mod.1B240-6K
- 4) To construct the technological scheme of assembly of a gearbox of a multispindle lathe of mod.1B240-6K
- 5) Perform research and develop an Internet-oriented program to automate the calculation of quantitative characteristics of the technological scheme of assembly of the gearbox.

MACHINE, MODERNIZATION, CONSTRUCTION, CALCULATION, AUTOMATION, TECHNOLOGICAL PROCESS, KINEMATICS.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Віталій ІВАНОВ

« ____ » грудня 2020 р.

**МОДЕРНІЗАЦІЯ БАГАТОШПИНДЕЛЬНОГО ТОКАРНОГО АВТОМАТА
1Б240 – 6К З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ
АВТОМАТИЗАЦІЇ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СКЛАДАННЯ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ**

Кваліфікаційна робота (проект) магістра

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

Освітня програма – Металорізальні верстати та системи

Студент

А. М. Бараник

Керівник

О. М. Алексеєв

Консультант з охорони праці
та безпеки в надзвичайних ситуаціях

В. В. Фалько

Нормоконтроль

О. В. Івченко

ЗМІСТ

с.

Вступ.....	5
Розділ 1 Огляд сучасних конструкцій верстатів за типом базового багатшпindelного токарного автомата 1Б240-6К.....	7
1.1 Загальні відомості багатшпindelних автоматів	7
1.2 Компоновка і конструктивні різновиди автоматів	8
1.3 Типаж і технічні характеристики автоматів.....	9
1.4 Конструкція, паспортні характеристики та опис роботи верстата 1Б240-6К	11
1.5 Висновок	11
Розділ 2 Модернізація приводу багатшпindelного токарного автомата 1Б240-6К	12
2.1 Кінематичний розрахунок приводу головного руху верстата 1Б240-6К.....	12
2.1.1 Вибір структурної формули.....	12
2.1.2 Визначення кількості валів у приводі.....	12
2.1.3 Складання структурної формули у розгорнутому вигляді для двох груп переключення	13
2.1.4 Виконання первісного варіанта кінематичної схеми	13
2.1.5 Побудова структурних сіток.....	14
2.1.6 Побудова графіка частот обертання шпинделя	14
2.2 Проектування та розрахунки приводу верстата.....	16
2.2.1 Підхід до компоновання приводу головного руху (коробки швидкостей)	16
2.3 Висновок	16
Розділ 3 Технологія виготовлення вхідного валу коробки швидкостей	17
3.1 Призначення та конструкція вхідного валу	17
3.2 Вузол розташування вхідного валу	20
3.3 Опис маршрутно-технологічного процесу обробки вхідного валу	22

3.4	Опис операційно-технологічного процесу обробки вхідного валу	25
3.5	Висновок	28
Розділ 4 побудова технологічної схеми складання коробки швидкостей.....		29
4.1	Загальна характеристика та класифікація видів складання	29
4.2	Методика розроблення технологічної схеми складання коробки швидкостей.....	30
4.3	Розроблення структурного дерева.....	31
4.4	Розроблення матриць суміжності до загального та вузлового складання коробки швидкостей	33
4.5	Розроблення технологічних схем загального та вузлового складання коробки швидкостей.....	36
3.6	Висновок	42
Розділ 5 Результати науково - дослідницької роботи. Автоматизація розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей звикористанням інтернет технологій		43
5.1	Методика розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.....	43
5.2	Методи автоматизації інженерних розрахунків	46
5.3	Середовище проектування Microsoft Office FrontPage	49
5.4	Організація даних.....	52
5.5	Висновок	53
Висновки		54
Перелік джерел посилання		55
Додаток А Інтернет-орієнтовна програма		57
Додаток Б Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		65
Б.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час модернізація багатошпиндельного токарного автомата 16240-6К з використанням інтернет-технологій для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.....	65
Б.2	Розрахунок конденсації.....	68

Додаток В Компонівка і конструктивні різновиди автоматів	71
Додаток Г Конструкція, паспортні характеристики та опис роботи верстата 1Б240-6К	73
Додаток Д Кінематичний розрахунок привода головного руху верстата 1Б240-6К	78
Д.1 Визначення кількості зубців зубчастих коліс	78
Д.2 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя.....	79
Д.3 Оцінка точності кінематичного розрахунку.....	81
Д.4 Кінцевий варіант кінематичної схеми привода.....	82
Додаток Е Проектування та розрахунки привода верстата	83
Е.1 Проектний розрахунок і методика конструювання привода верстата	83
Е.2 Геометричний розрахунок зубчастих коліс	86
Е.3 Розрахунок валів та шпонкового з'єднання.....	88
Е.4 Уточнюючий (перевірний) розрахунок вала	94

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

ВСТУП

Актуальність роботи. Більшість сучасних методів вирішення задач автоматизованого проектування технології складання використовують табличні (типові рішення) або теоретико-графові моделі, орієнтовані на оцінку та вибір оптимальних, в деякому розумінні, варіантів. Проте відсутні методи автоматизованого формування самих моделей (задачі структурного синтезу варіантів ТПС не можуть бути вирішеними на базі табличних чи теоретико-графових моделей, оскільки даними моделями, власне, і задається множина їх технічно допустимих альтернатив). Основна початкова інформація – множина послідовностей складання (ПС) виробів, на даний момент формується в ручному режимі, що пояснюється відсутністю теоретичного обґрунтування впливу конструкції виробу на послідовність його складання і недостатньою формалізацією знань технології, які представлені у вигляді рекомендацій та емпіричних залежностей. Розробка підпорядкованих принципу причинності логічних та арифметичних залежностей дозволить створити основу математичного забезпечення САПР ТПС, а також покращити якість процесів проектування, оскільки лише таким чином можна досягти передбачуваних результатів та забезпечити прозорість і ефективність прийняття рішень. А тому особливо актуальним на сучасному рівні розвитку виробництва постає вирішення задач формалізації процесу проектування ТПС та, зокрема, розробки на їх основі теоретично обґрунтованих методів автоматизованого проектування ТПС виробів довільних конструкцій..

Мета дослідження – Модернізація багатошпиндельного токарного автомата 1Б240 – 6К та дослідження можливостей застосування інтернет-технологій для виконання розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.

Об'єкт дослідження – процес модернізації багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К.

Предмет дослідження – процес проектування коробки швидкостей для багатошпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К.

Основні завдання дослідження:

- 1) Вивчити наукову, технічну, довідкову літературу з проблеми модернізації багатшпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К
- 2) розробити проект модернізації приводу багатшпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К
- 3) Розробити технологічний процес виготовлення вхідного валу коробки швидкостей багатшпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К
- 4) Побудувати технологічну схему складання коробки швидкостей коробки швидкостей багатшпиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К
- 5) Виконати дослідження і розробити інтернет-орієнтовану програму для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.

Апробація роботи. Не має.

Публікації. Не має.

Структура й обсяг кваліфікаційної роботи магістра. Робота складається із вступу, п'яти розділів, списку джерел посилань і додатків. Повний обсяг кваліфікаційної роботи магістра становить 104 сторінок, у тому числі 32 рисунка, 4 таблиці, бібліографії із 22 джерела на двох сторінках, двох додатків на 30 сторінках.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД СУЧАСНИХ КОНСТРУКЦІЙ ВЕРСТАТІВ ЗА ТИПОМ БАЗОВОГО БАГАТОШПИНДЕЛЬНОГО ТОКАРНОГО АВТОМАТА 1Б240-6К

1.1 Загальні відомості багатшпиндельних автоматів

Конструкція токарних багатшпиндельних автоматів постійно вдосконалювалася і, пройшовши тривалий шлях розвитку, забезпечила цим верстатам наступні основні відмінні риси:

- виключно високу продуктивність обробки; використання багатшпиндельних автоматів замість універсальних токарних верстатів і одношпиндельних автоматів в умовах масового і великосерійного виробництва призводить до значної економії виробничих площ, робочої сили і заробітної плати;
- високу точність обробки деталей, що дозволяє забезпечити стабільні малі припуски для наступних чистових видів обробки, або безпосередньо отримати готові деталі з розмірами, що мають досить вузькі допуски;
- широкі технологічні можливості, які дозволяють виготовляти на багатшпиндельних автоматах деталі дуже складної форми;
- простоту в обслуговуванні; робота на багатшпиндельних автоматах не вимагає від оператора високої кваліфікації; як правило, один оператор другого-третього розряду працює на двох або трьох багатшпиндельних автоматах, а один наладчик п'ятого або шостого розряду обслуговує п'ять або сім таких верстатів.

Всі токарні багатшпиндельні автоматизовані верстати діляться на дві великі групи: пруткові автомати і патронні напівавтомат.

Пруткові автомати призначені для виготовлення деталей з прутків і труб, а напівавтомати – з штучних заготовок. Номенклатура деталей, які можуть бути повністю або частково оброблені на автоматах і напівавтоматах, дуже велика. Це різної форми штуцери, золотники, клапани, корпуси вентилів, шківки, маховики, ступінчасті втулки і вали, фланці і корпуси невеликих електродвигунів, поршні,

кульові пальці, корпуси водяних насосів, різні деталі двигунів і коробок передач автомобілів та інше.

Пруткові автомати після завантаження їх оброблюваним матеріалом працюють по повністю автоматичному циклу до тих пір, поки матеріал не закінчиться. По витраті матеріалу, хоча б в одному зі шпинделів, вимикається обертання розподільного вала і над верстатом вмикається сигнальна лампа.

При роботі на патронних напівавтоматах, коли готова деталь приходить в завантажувальну позицію, її знімають і встановлюють в патрон нову заготовку. Напівавтомати працюють як автомати у разі, якщо вони оснащені автоматичними завантажувальними пристроями. Патронні напівавтомати не мають підтримуючих труб, механізмів подачі і упору матеріалу і відрізних супортів. Затиск заготовки в патроні і звільнення обробленої деталі здійснюються за допомогою рукоятки або кнопок управління. Механізм затиску заготовки зазвичай електромеханічний, пневматичний або гідравлічний. На вітчизняних напівавтоматах нормального виконання застосовується гідравлічний механізм затиску.

1.2 Компонівка і конструктивні різновиди автоматів

За компонованням автомати діляться на вертикальні і горизонтальні. У перших шпинделі в блоці розташовуються вертикально, у других – горизонтально.

Автомати з вертикальним компонованням. З'явилися як результат пошуків конструкції, що займає мінімальну площу. Однак ці верстати не набули широкого поширення із-за незручності завантаження їх заготовками. Завантаження виробляють з спеціальних високо піднятих майданчиків, побудованих навколо них.

Автомати з горизонтальним компонованням. Автомати типу рами – це верстати, у яких базові деталі – станина, корпус шпиндельного блоку, коробка передач і траверса – утворюють жорстку раму. У середині цієї рами розташовуються затискні патрони для оброблюваного матеріалу і супорти для установки на них різних інструментів і пристроїв.

Більш детальна інформація знаходиться в Додатку В.

1.3 Типаж і технічні характеристики автоматів

Освоєння і типаж багатошпindelних автоматів нових конструкцій. На Київському заводі верстатів-автоматів ім. М. Горького проводиться велика робота з проектування, випробування і освоєння серійного виробництва автоматів нових моделей підвищеної точності рядів 1Б225, 1Б240, 1Б265, 1Б290. Характерною особливістю цих автоматів є застосування на них жорстких поперечних супортів столового типу з прямокутними направляючими. Така конструкція супортів дозволяє виконувати на автоматах роботу в умовах значно інтенсивних режимів різання, ніж на автоматах 1А240, 1265М і 1А290. Продуктивність і точність обробки на нових автоматах в середньому на 40% вище, ніж на автоматах колишніх моделей. Точність обробки досягається шляхом підвищення точності виготовлення відповідальних деталей і вузлів, а також в результаті зменшення зазорів в рухомих сполученнях деталей приводів супортів і між поздовжнім супортом і його центральною направляючою.

Шляхом застосування нової системи змащення, а також в результаті зменшення зазорів в рухливих сполученнях і поліпшення обробки сполучених поверхонь в значній мірі подовжується термін збереження верстатами первісної точності і їх довговічність в цілому. Станина нової конструкції дозволяє видаляти стружку з верстатів в будь-яку сторону уздовж їх поздовжньої вісі. У разі необхідності, шляхом незначного доопрацювання, можна видаляти стружку через колодязь в траншею, що проходить під верстатом. Система охолодження ріжучих інструментів автономна, однак верстати легко підключаються до централізованої системи.

Оскільки процеси обробки постійно інтенсифікуються, на автоматах останнім часом починають застосовуватися досить короткі цикли, в яких час швидкого ходу займає значну частину. У зв'язку з цим на всіх автоматах нових моделей зменшено час швидкого ходу. У кінематичні ланцюги приводів швидкого ходу восьмишпindelних верстатів введені змінні зубчасті колеса, за допомогою яких встановлюється необхідна передача при переході з одинарної індексації на по-

двійну і навпаки. В багатошпindelних автоматах надлегких рядів час швидкого ходу лімітується не інерцією шпindelного блоку і рухомих мас механізмів верстата, а подачею заготовки, тобто воно залежить від налагодження [1].

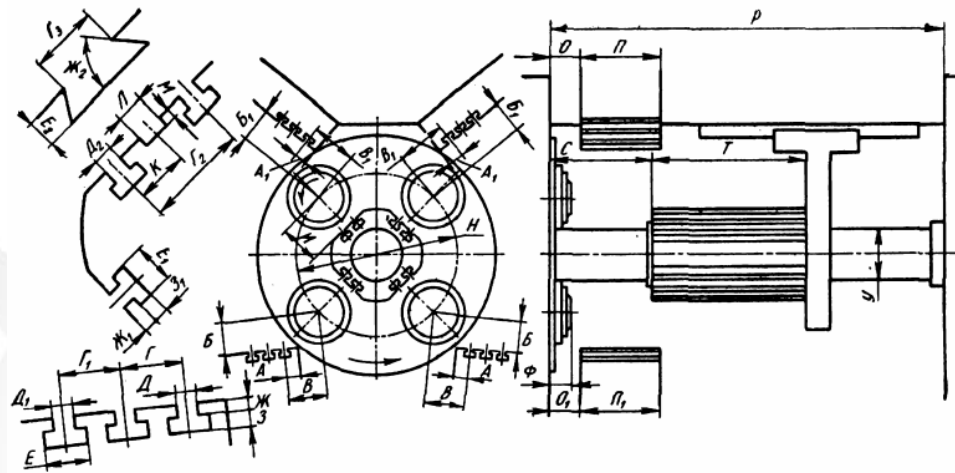


Рисунок 1.1 – Схема робочого ходу чотиришпindelного автомата [1]

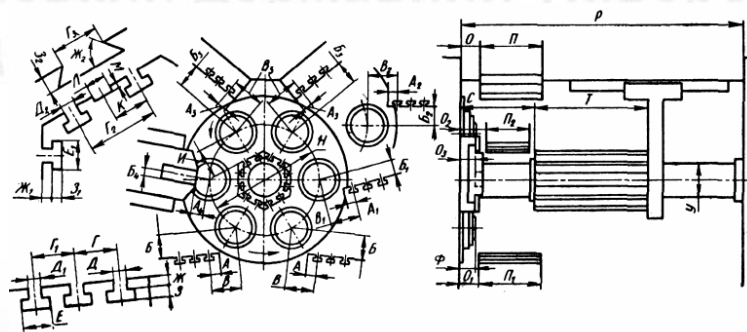


Рисунок 1.2 – Схема робочого ходу шестишпindelного автомата [1]

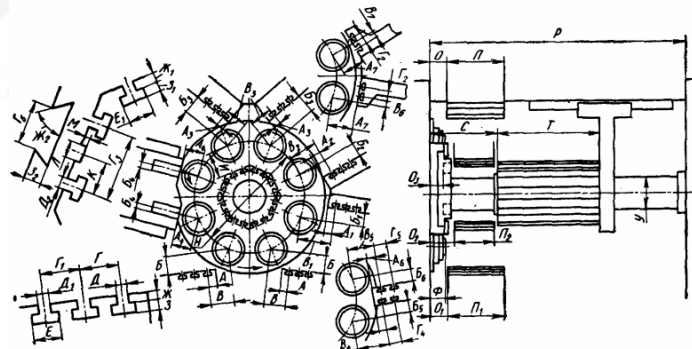


Рисунок 1.3 – Схема робочого ходу восьмишпindelного автомата [1]

1.4 Конструкція, паспортні характеристики та опис роботи верстата 1Б240-6К

Опис: Призначений для обробки деталей з каліброваного пруткового матеріалу і труб різних сталей металу, пластмас. Максимальний діаметр оброблюваних прутків – 40мм., труб – 50мм.

Детальний опис: Токарний автомат шестишпindelний горизонтальний прутковий 1Б240-6К призначений для виготовлення деталей з каліброваного пруткового матеріалу і труб різних марок сталей і кольорових металів в умовах масового, великосерійного і серійного виробництва. Клас точності токарного автомата 1Б240 – 6К по ГОСТ 8-71-П. Шорсткість обробленої поверхні Ra 1.25 мкм, точність обробки 2а класу. На токарному автоматі 1Б240 – 6К досягається висока продуктивність обробки за рахунок одночасної роботи всіх шпindelів і багато інструментальної наладки. Одночасно обробляється шість прутків. Шпindelний барабан періодично повертається на 60 градусів, і шпindelі змінюють своє положення (позицію), а отже і ріжучий інструмент, який обробляє деталь. В останній позиції VI відбувається відрізка готової деталі і набір прутка для наступної обробки. Кожна позиція обслуговується поперечними і поздовжніми супортами, а останні чотири позиції додатковими пристроями з незалежною від інших супортів і пристроїв подачею. Крім того, в п'яти позиціях (II, III, IV, V, VI) можуть встановлюватися інструментальні шпindelі, що обертають інструмент (свердла, розгортки, мітчики) з незалежною від робочих шпindelів швидкістю, що дає можливість застосовувати різні пристрої, що вимагають зміни швидкості різання. Жорстка конструкція шестишпindelного токарного автомата 1Б240 – 6К забезпечує незмінно точну обробку при високій продуктивності різання. [2].

Більш детальна інформація наведена в Додатку Г.

1.5 Висновок

Розглянуто наукову, технічну, довідкову літературу з проблеми модернізації багатошпindelного токарного автомата мод. 1Б240-6К.

РОЗДІЛ 2

МОДЕРНІЗАЦІЯ ПРИВОДУ БАГАТОШПИНДЕЛЬНОГО ТОКАРНОГО АВТОМАТА 1Б240-6К

2.1 Кінематичний розрахунок привода головного руху верстата 1Б240-6К

Проведемо розрахунок привода головного руху верстата 1Б240-6К. Вхідні дані наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Вхідні дані для розрахунку привода головного руху

z	$n_1 \text{ хВ}^{-1}$	φ	$n_{\text{дв}} \text{ хВ}^{-1}$
16	125	1,26	1450

2.1.1 Вибір структурної формули

Структурна формула привода має такий вигляд:

$$Z = P_1 \cdot P_2 \cdot P_3 \dots P_i.$$

де z – кількість швидкісних ступенів привода за завданням;

$Z = 16$, то структурні формули можуть бути такими: $Z = 4 \cdot 4$; $Z = 4 \cdot 2 \cdot 2$;

$Z = 2 \cdot 4 \cdot 2$; $Z = 2 \cdot 2 \cdot 4$; $Z = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$.

Отже, оптимальним варіантом з усіх наведених є варіант

$$Z = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2.$$

2.1.2 Визначення кількості валів у приводі

Із структурною формулою пов'язана можливість визначення кількості валів у приводі верстата. Ця залежність дуже проста і визначається формулою

$$B = m + 1,$$

де m – кількість груп передач привода.

Для структурної формули $Z = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$, $m = 4$, тоді кількість валів $B = 5$. [5]

2.1.3 Складання структурної формули у розгорнутому вигляді для двох груп переключення

Спочатку у загальному вигляді:

$$Z = P_1(X_1) \cdot P_2(X_2) \cdot P_3(X_3) \cdot P_4(X_4).$$

Після підстановки кількості переключень отримаємо такі значення:

$$Z = 2(1) \cdot 2(2) \cdot 2(4) \cdot 2(8) [5]$$

2.1.4 Виконання первісного варіанта кінематичної схеми

На рисунку 2.1 показано первісний варіант кінематичної схеми привода верстата

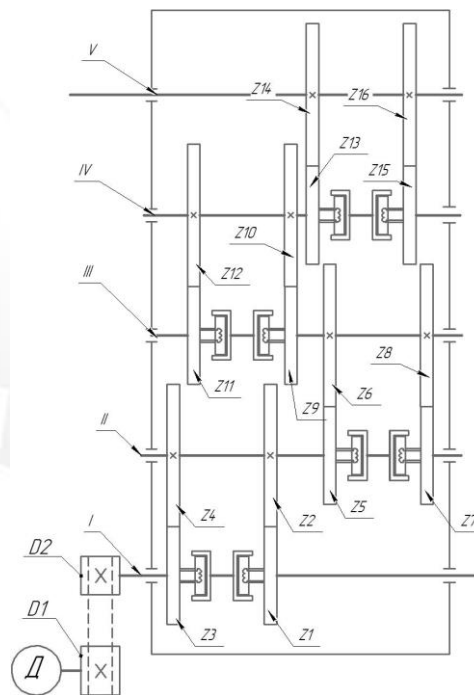


Рисунок 2.1 – Первісний варіант кінематичної схеми привода верстата

2.1.5 Побудова структурних сіток

На рисунку 2.2 зображена структурна сітка коробки швидкостей

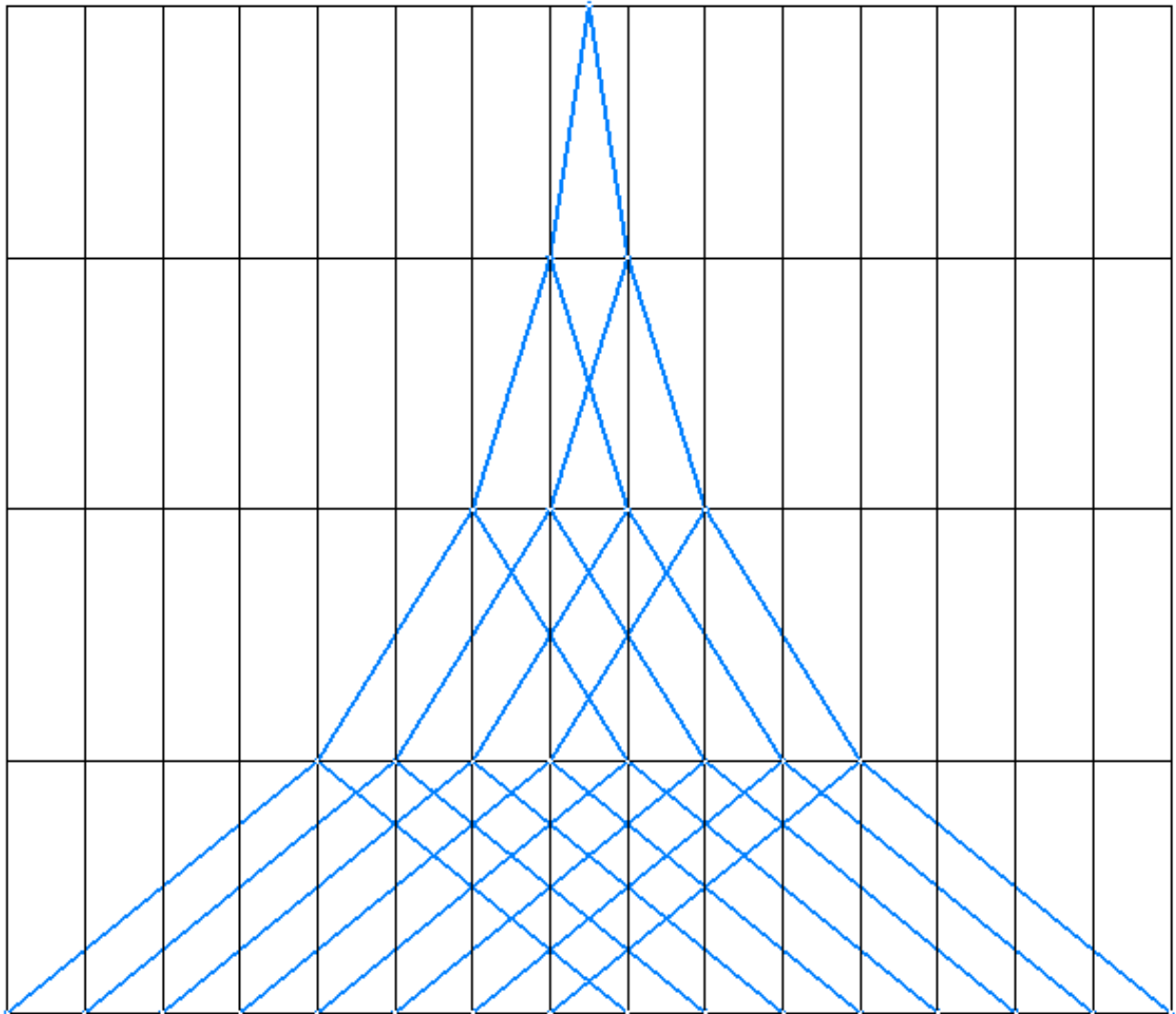


Рисунок 2.2 – Структурна сітка коробки швидкостей

2.1.6 Побудова графіка частот обертання шпинделя

$n_{\min} = 125 \text{ хв}^{-1}$, $\varphi = 1,26$, а $Z = 4$, то геометричний ряд частот має такі значення: $n_1 = 125$, $n_2 = 160$, $n_3 = 200$, $n_4 = 250$, $n_5 = 315$, $n_6 = 400$, $n_7 = 500$, $n_8 = 630$, $n_9 = 800$, $n_{10} = 1000$, $n_{11} = 1250$, $n_{12} = 1600$, $n_{13} = 2000$, $n_{14} = 2500$, $n_{15} = 3150$, $n_{16} = 4000 \text{ хв}^{-1}$. Частота обертання двигуна $n_{\text{дв}} = 1450 \text{ хв}^{-1}$ [5].

На рисунку 2.3 показано графік частот обертання шпинделя привода верста-
та із ступінчастим регулюванням.

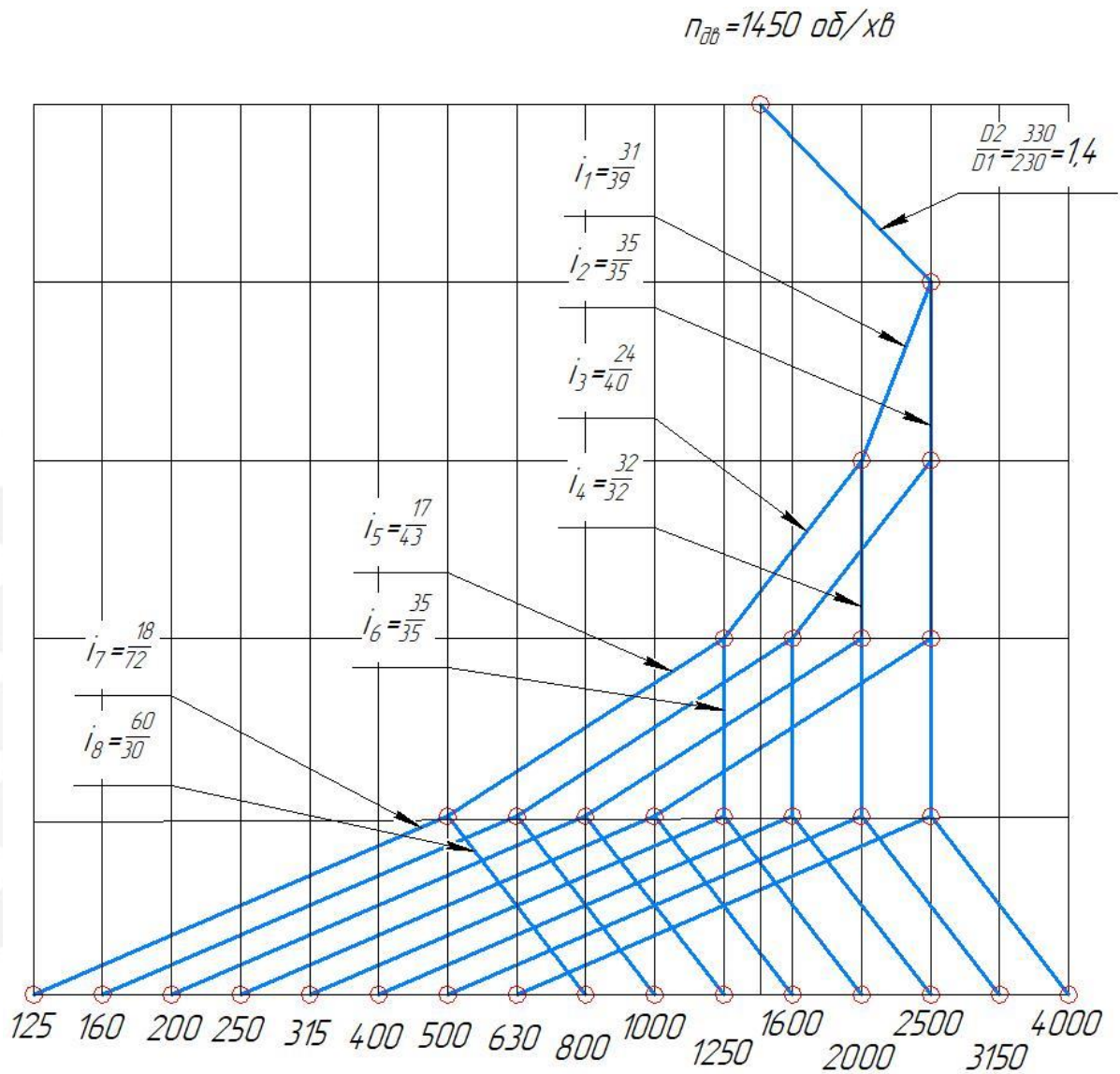


Рисунок 2.3 – Графік частот обертання шпинделя привода верста-
та із ступінчастим регулюванням

Кінематичний розрахунок приво-
ду головного руху верстака 1Б240-6К
детально приведено в Додатку Д.

2.2 Проектування та розрахунки привода верстата

На рисунку 2.5 приведена схема, яка пояснює, що потрібно розраховувати при проектуванні привода верстата.

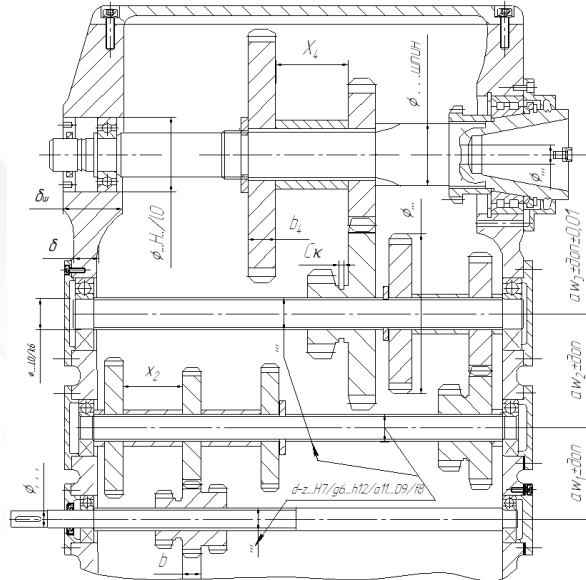


Рисунок 2.4 – Схема, яка пояснює, що потрібно розраховувати при проектуванні привода верстата [6]

2.2.1 Підхід до компонування привода головного руху (коробки швидкостей)

Компонування привода здійснюють на основі кінематичного розрахунку та розробленого кінцевого варіанта кінематичної схеми, що була побудована в попередньому розділі курсової роботи (рис. Е.4).

Для проектування коробки швидкостей необхідно розрахувати та підібрати: міжцентрову відстань між валами, модуль зубчастих коліс, діаметри і ширину коліс, матеріал коліс, відстань між колесами, діаметри та матеріал валів, розрахувати їх на міцність, підібрати підшипники кочення, визначити посадки та допуски та інше. (рис. 2.4) [6]. Проектний розрахунок наведено в Додатку Е.

2.3 Висновок

Розроблено проект модернізації приводу багатошпindelного токарного автомату мод.1Б240-6К.

РОЗДІЛ 3

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ВХІДНОГО ВАЛУ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ

3.1 Призначення та конструкція вхідного валу

Вхідний вал – це деталь, призначена для передачі крутних моментів вздовж своєї осі та для підтримки деталей машин, що обертаються. Крутні моменти передаються за допомогою сил, що діють на вал (наприклад, у зачепленні зубчастих або черв'ячних передач, натягу пасів та інше). Тому на вал діють також згинальні моменти і осьові навантаження.

Конструкція вхідного валу

Конструктивні форми прямих валів визначаються їхнім призначенням, характером і величиною прикладених до них навантажень, способом закріплення насаджених на вали деталей і умовами складання вузла, технологією виготовлення та інше.

Прямі вали бувають постійного діаметра по всій довжині (наприклад, трансмісійні) і ступінчасті (рис. 3.1). Найбільше поширення одержали ступінчасті вали як більш зручні при складанні. Ступінчаста форма вала дозволяє забезпечити вільний прохід насаджуваних на вал деталей до своїх посадкових поверхонь, а уступи валів можуть сприймати великі осьові сили. Застосування ступінчастих валів виправдане також умовами рівномірності, тому що моменти, що діють на вал, у різних перерізах мають неоднакові значення. Крутний момент, як правило, передається не по всій довжині вала. Епюри згинальних моментів до кінцевих опор чи до кінців валів найчастіше сходять до нуля. Тому за умовою міцності доцільно конструювати вали змінного поперечного перерізу, що наближаються до валів рівного опору, оскільки вони менш металомісткі [8].

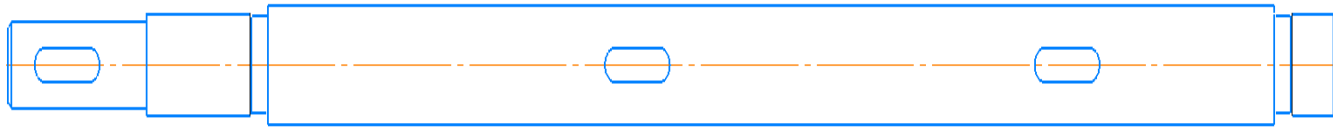


Рисунок 3.1 – Вхідний вал коробки швидкостей

Іноді вали виготовляють заодно з шестернями, черв'яками, тощо.

Опорні ділянки валів називають *цапфами*. Кінцеві цапфи називають шипами, проміжні – шийками. Цапфи, що сприймають осьові навантаження, називають п'ятами. Цапфи валів і осей, що працюють у підшипниках ковзання, виконують циліндричними, конічними та сферичними. В основному застосовуються циліндричні цапфи. Для фіксації вала в осьовому напрямку їх роблять трохи меншого діаметра, ніж сусідні ділянки вала (рис. 3.2 а, б). Конічні цапфи (рис. 3.2, в) застосовуються для регулювання зазору в підшипниках і осьового фіксування вала. Сферичні цапфи (рис. 3.2, г) використовуються рідко через труднощі виготовлення. Вони застосовуються при значних кутових відхиленнях геометричної осі вала [8].

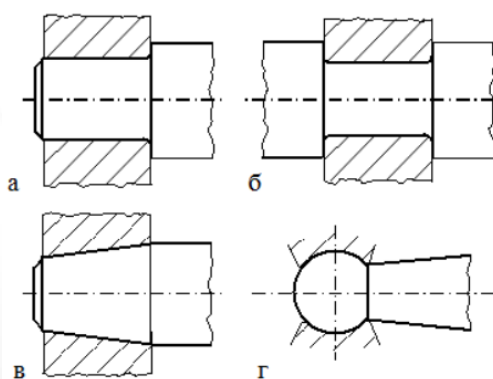


Рисунок 3.2 – Типи конструкцій цапф [8]

П'ята – опорна частина вала, розташована в його торці (рис. 3.3). П'яти бувають плоскими (рис. 3.3, а, б), конічними (рис. 3.3, в) і гребінчастими (рис. 3.3, г). Найбільше поширення одержали плоскі п'яти, що бувають суцільними (рис. 3, а) і кільцевими (рис. 3.3, б). Гребінчасті п'яти застосовуються при дії

на вали великих осьових навантажень. Посадкові поверхні валів, на які насаджують деталі, виконують циліндричними або конічними [8].

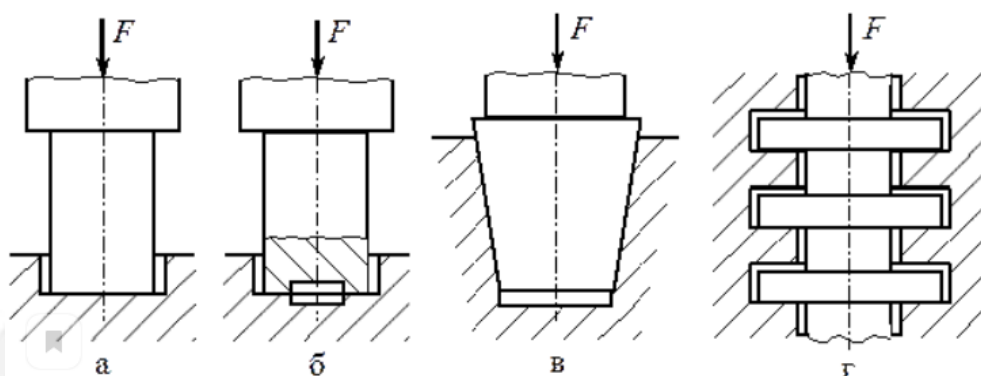


Рисунок 3.3 – Типи п'ят [8]

Перехідні ділянки валів між, сусідніми ступіннями різних діаметрів найчастіше виконують з канавкою для виходу шліфувального круга в процесі обробки (рис. 3.4, а) чи з галтеллю (рис. 3.4, б). Для зменшення концентрації напружень радіуси заокруглень r галтелей і канавок приймають якомога більшими, а глибину канавок – меншою. Торці валів для полегшення установки на них обертових деталей машині попередження травмування роблять з фасками. Радіуси заокруглень галтелей і розміри фасок і канавок нормалізовані [9].

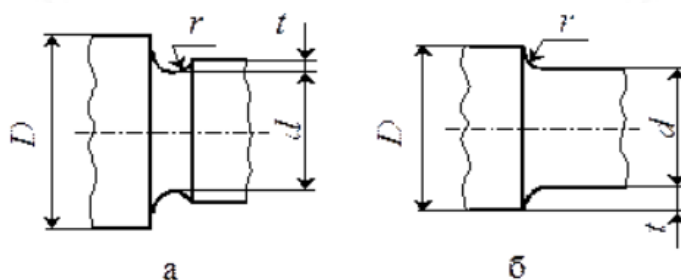


Рисунок 3.4 – Види перехідних ділянок валу [8]

Діаметри посадкових поверхонь (під ступиці коліс, шківів, зірочок) варто вибирати зі стандартного ряду посадкових розмірів, а діаметри посадкових поверхонь під підшипники кочення – зі стандартного ряду внутрішніх діаметрів підшипників.

Кінці валів, призначені для установки деталей, що передають крутні моменти стандартизовані. Вони можуть бути циліндричними і конічними з різьбовим кінцем або різьбовим отвором у торці для закріплення посадженої на вал деталі (рис. 3.5) [8].

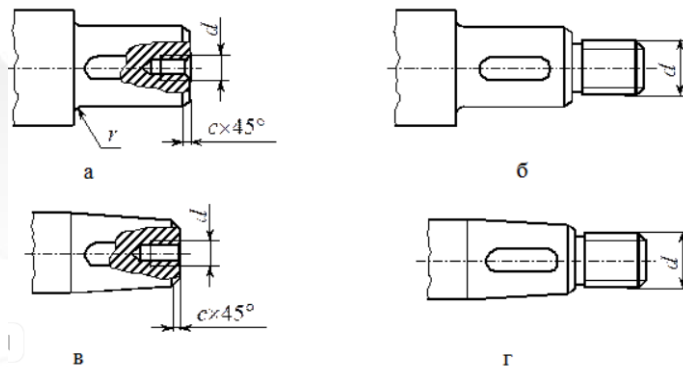


Рисунок 3.5 – Види конструкцій кінців валу [8]

3.2 Вузол розташування вхідного валу

Кінематична схема верстата 1Б240-6К представлена на рис. 3.6.

Обробка на металорізальних верстатах ведеться з різною швидкістю різання в залежності від матеріалу заготовки, різального інструменту, наявності або відсутності охолодження й ін. Регулювати швидкість різання можна тільки шляхом зміни числа обертів у хвилину шпинделя верстату. Для регулювання числа обертів на верстаті мається спеціальний механізм – коробка швидкостей. Коробка швидкостей забезпечує одержання на шпинделі верстата різних чисел обертів у хвилину, що підлягають закономірності геометричної прогресії: кожне наступне число обертів отримується множенням попередніх на постійне число ϕ , що називається знаменником прогресії.

Незважаючи на різні конструкції верстатів, коробки швидкостей складаються з механізмів і деталей, що, як правило, мають у всіх верстатах. На рисунку 3.7 зображено коробку швидкостей верстата 1Б240-6К в якій використовуються електромагнітні муфти для зміни кількості обертів шпинделя [8].

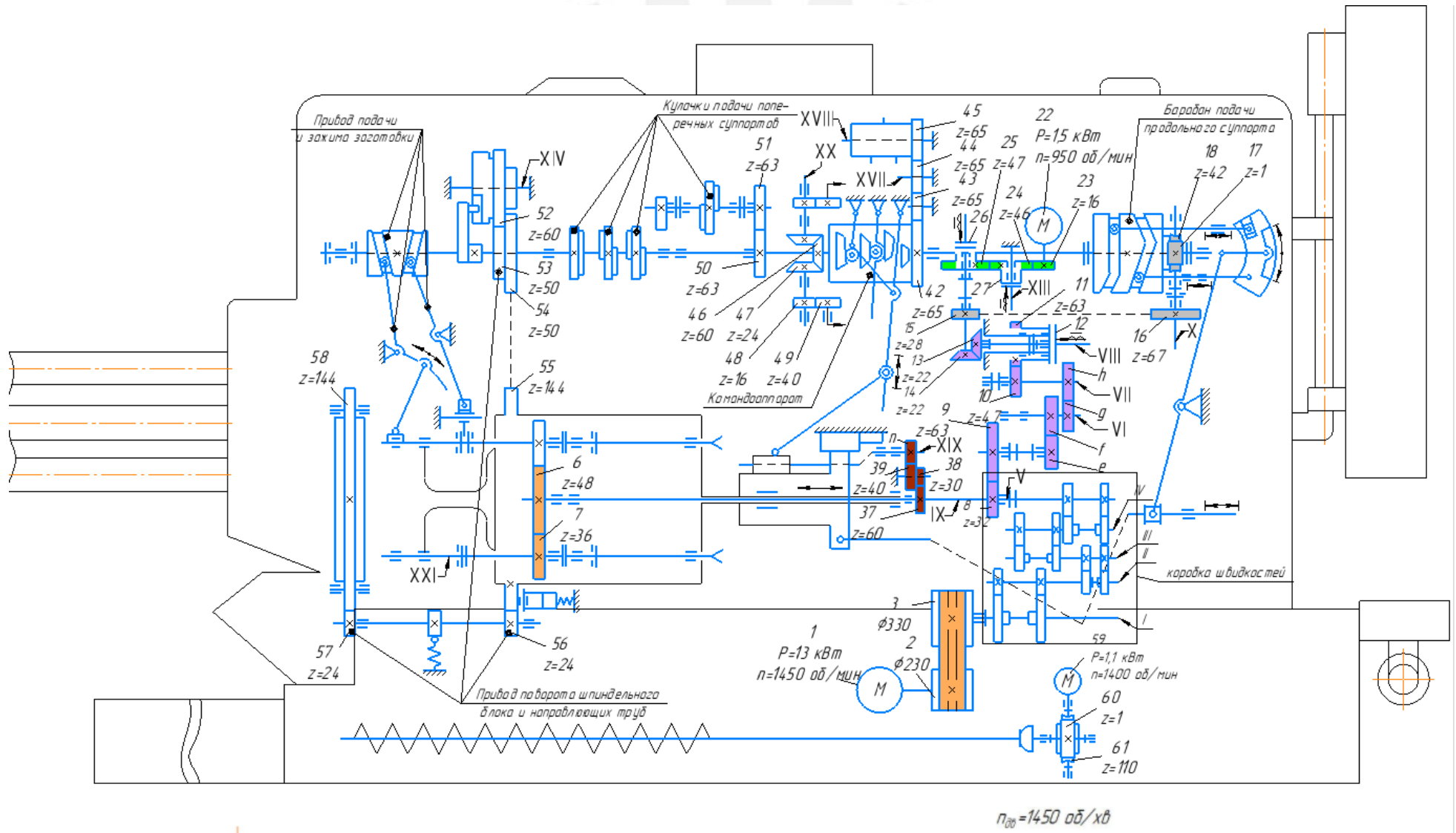


Рисунок 3.6 – Кінематична схема верстата 1Б240-6К

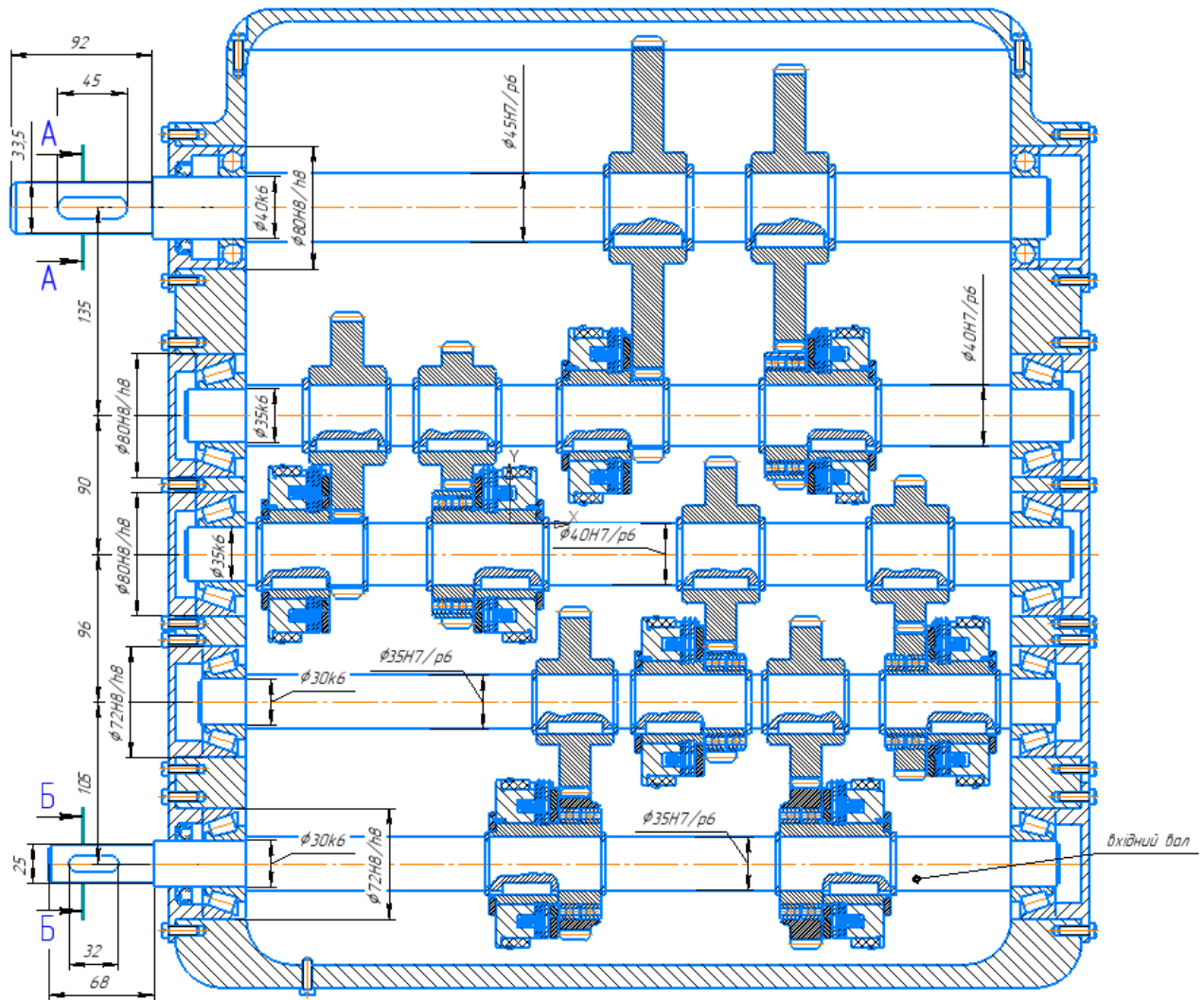


Рисунок 3.7 – Коробка швидкостей (вузол в якому розміщений вхідний вал)

3.3 Опис маршрутно-технологічного процесу обробки вхідного валу

Вхідний вал коробки швидкостей виготовляється з конструкційної вуглецевої сталі марки 45 ГОСТ 1050.

Найбільші вимоги по точності мають наступні параметри:

- діаметр $\phi 30k6$;
- діаметр $\phi 35p6$;
- діаметр $\phi 25h6$;
- три шпонкових пази з такими параметрами $10 \times 5 \times 32$.

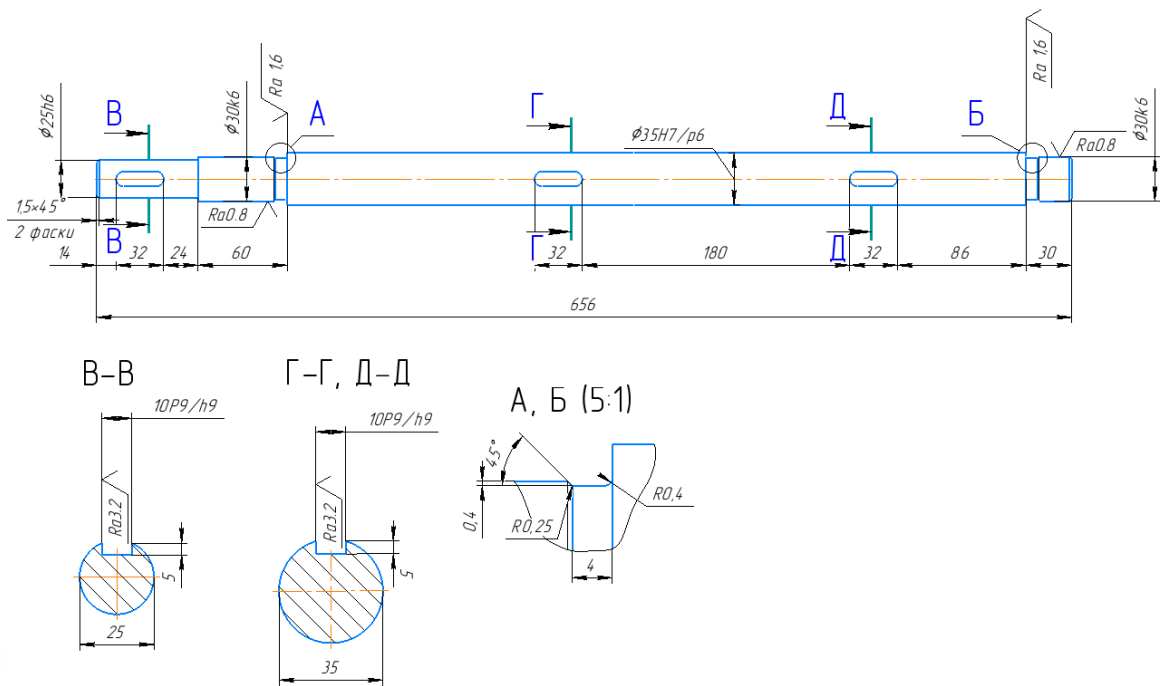


Рисунок 3.8 – Конструкція вхідного валу

Техпроцес складається з наступних операцій:

000 Підготовча

Відрізання заготовки від прутка діаметром 40 мм, довжиною 660.

- Обладнання: Відрізний верстат UE – 100S(CE)
- Інструмент для вимірювання: рулетка; лінійка металева.

005 Фрезерно-центрувальная

Фрезерувати торці одночасно з двох сторін на довжині $L=656$; свердлити одночасно з двох сторін два центрових отвори 6 мм.

- Обладнання: Фрезерно-центрувальний верстат МР78.
- Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

010 Токарно-гвинторізна

Установ 1. 1) Точити начорно по контуру: $\phi 30_{k6}$ до $\phi 35$ мм на $L=30$ мм; $\phi 35_{p6}$ до $\phi 30$ мм на $L=526$ мм;

2) Точити начисто по контуру: $\phi 30_{k6}$ до $\phi 30.8$ мм на $L=30$ мм; $\phi 35_{p6}$ до $\phi 35.8$ мм на $L=526$ мм; зняти фаски $1.5 \times 45^\circ$.

- Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат 16к20т1.

- Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.
Установ 2. 1) Точити начорно по контуру: $\text{Ø}30\text{k}6$ до $\text{Ø}35$ мм на $L=130$ мм; $\text{Ø}25\text{h}9$ до $\text{Ø}30$ мм на $L=70$ мм.
2) Точити начисто по контуру: $\text{Ø}30\text{k}6$ до $\text{Ø}30.8$ мм на $L=130$ мм; $\text{Ø}25\text{h}9$ до $\text{Ø}25.8$ мм на $L=70$ мм; зняти фаски $1.5 \times 45^\circ$.
- Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат 16к20т1.
- Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.
015 Вертикально фрезерна
Свердлити отвір $\text{Ø}10$ мм, $\text{Ø}8$ мм під фрезу; фрезерувати 3 шпонкових паза $L=32$ мм, $B=10$ мм, $L=32$ мм, $B=10$ мм, $L=32$ мм, $B=10$ мм.
- Обладнання: Вертикально-фрезерний верстат 6Р11.
- Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.
020 Термічна
Покласти в ячейку чистої касети; поставити касету з валом в контейнер для гартування: контейнер завантажити в установку; провести гартування вала в вакуумі при температурі 8600 С; вимкнути нагрівання і опустити контейнер в масло для охолодження; покласти в тару; поставити касету з валом в контейнер для відпалу; контейнер завантажити в установку; провести відпуск вала у вакуумі при температурі 5000 С; вимкнути нагрівання і опустити контейнер у воду для охолодження; покласти в тару.
- Обладнання: Установка ТВЧ.
025 Круглошліфувальна
1. Початково шліфувати по контуру: $\text{Ø}25\text{h}9$ мм $L=70$ мм; $\text{Ø}30\text{k}6$ мм $L=130$ мм; $\text{Ø}30\text{k}6$ мм $L=30$ мм; $\text{Ø} 635\text{p}6$ мм $L=526$ мм.
2. Кінцеве шліфування по контуру: $\text{Ø}25\text{h}9$ мм $L=70$ мм; $\text{Ø}30\text{k}6$ мм $L=130$ мм; $\text{Ø}30\text{k}6$ мм $L=30$ мм; $\text{Ø} 635\text{p}6$ мм $L=526$ мм.
- Обладнання: Круглошліфувальний верстат 3М153.
- Інструмент для вимірювання: Скоба рычажная 25 – 50 с ціною ділення шкали $0,002$ мм ГОСТ 1677-89.

030 Промивальня

Ретельно промити деталі в тринатрійфосфатом розчині протягом 10-15 хв; деталь послідовно промити в гарячій, а потім в холодній проточній воді (шляхом багаторазового занурення); 3) ретельно просушити (протерти чистою марлею або ганчіркою); 4) покласти в тару.

- Обладнання: Мийна машина.

035 Контрольна

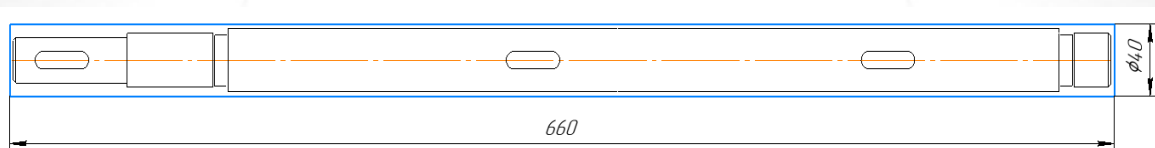
Перевірити розміри.

- Обладнання: Контрольний стіл.

3.4 Опис операційно-технологічного процесу обробки вхідного валу

000 Підготовча операція

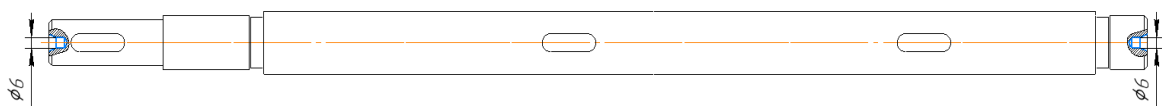
Відрізання заготовки від прутка діаметром 40 мм, довжиною 660.



- 1) Обладнання: Відрізний верстат UE – 100S(CE).
- 2) Різальний інструмент: Стрічкова пила.
- 3) Пристосування: Призматичні самоцентруючі тиски.
- 4) Інструмент для вимірювання: рулетка; лінійка металева.

005 Фрезерно-центрувальна операція

Фрезерувати торці одночасно з двох сторін на довжині $L=656$; свердлити одночасно з двох сторін два центрових отвори 6 мм.



- 1) Обладнання: Фрезерно-центрувальний верстат МР78.
- 2) Різальний інструмент 1, для фрезерування торців:
 - фреза торцева Ø30 мм 2214-0131 60°-1;
 - матеріал Т5К10 ГОСТ 24359-80;

– режими різання: $s=0,14$ мм/об; $v=113,04$ м/хв; $t=2$ мм; $n=1273,885$ об/хв.

Різальний інструмент 2, для свердління отворів 6 мм:

– свердло центрове $\varnothing 6$ мм;

– матеріал ВК8 2317-0008 ГОСТ14952-83;

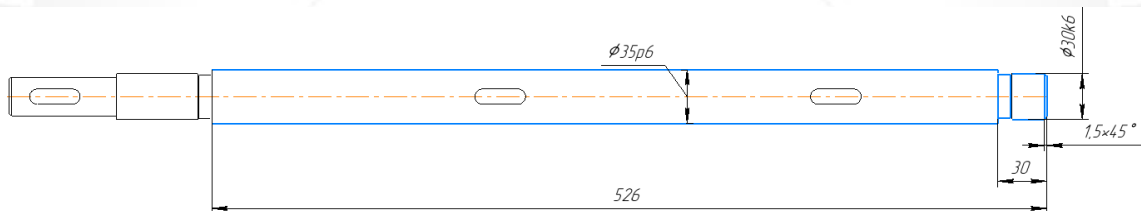
– режими різання: $s=0,04$ мм/об; $v=38$ м/хв; $t=2,5$ мм; $n=2420$ об/хв.

3) Пристосування: Призматичні самоцентруючі тиски.

4) Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

010 Токарно-гвинторізна операція

Установ 1. Точити начорно по контуру: $\varnothing 30_{к6}$ до $\varnothing 35$ мм на $L=30$ мм; $\varnothing 35_{р6}$ до $\varnothing 30$ мм на $L=526$ мм; точити начисто по контуру: $\varnothing 30_{к6}$ до $\varnothing 30,8$ мм на $L=30$ мм; $\varnothing 35_{р6}$ до $\varnothing 35,8$ мм на $L=526$ мм; зняти фаски $1,5 \times 45^\circ$.



1) Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат 16к20т1.

2) Різальний інструмент 1, для чорнової обробки:

– різець прохідний упорний відігнутий;

– матеріал Т15К6 ГОСТ 18879-73;

– режими різання: $s=0,23$ мм/об; $v=160,01$ м/хв; $t=2,0$ мм; $n=1019$ об/хв.

Різальний інструмент 2, для чистової обробки:

– різець прохідний упорний відігнутий;

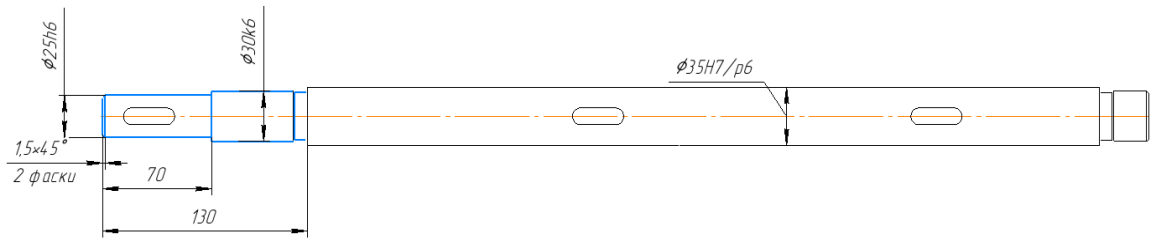
– матеріал Т30К4 ГОСТ 18879-73;

– режими різання: $s=0,1$ мм/об; $v=275,4$ м/хв; $t=0,22$ мм; $n=7308$ об/хв.

3) Пристосування: Центра з паводковим патроном.

4) Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

Установ 2. Точити начорно по контуру: $\varnothing 30_{к6}$ до $\varnothing 35$ мм на $L=130$ мм; $\varnothing 25_{h9}$ до $\varnothing 30$ мм на $L=70$ мм; точити начисто по контуру: $\varnothing 30_{к6}$ до $\varnothing 30,8$ мм на $L=130$ мм; $\varnothing 25_{h9}$ до $\varnothing 25,8$ мм на $L=70$ мм; зняти фаски $1,5 \times 45^\circ$.



- 1) Обладнання: Токарно-гвинторізний верстат 16к20т1.
- 2) Різальний інструмент 1, для чорнової обробки:
 - різець прохідний упорний відігнутий;
 - матеріал Т15К6 ГОСТ 18879-73;
 - режими різання: $s=0,23$ мм/об; $v=160,01$ м/хв; $t=2,0$ мм; $n=1019$ об/хв.

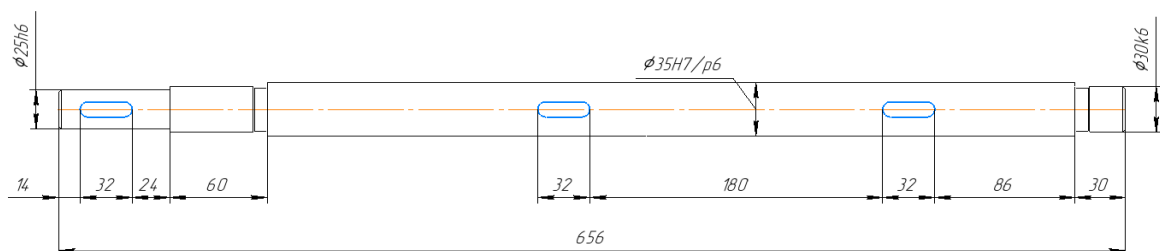
Різальний інструмент 2, для чистової обробки:

- різець прохідний упорний відігнутий;
- матеріал Т30К4 ГОСТ 18879-73;
- режими різання: $s=0,1$ мм/об; $v=275,4$ м/хв; $t=0,22$ мм; $n=7308$ об/хв.

- 3) Пристосування: Центра з паводковим патроном.
- 4) Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

015 Вертикально фрезерна операція

Свердлити отвір $\varnothing 10$ мм, $\varnothing 8$ мм під фрезу; фрезерувати 3 шпонкових паза $L=32$ мм, $B=10$ мм, $L=32$ мм, $B=10$ мм, $L=32$ мм, $B=10$ мм.



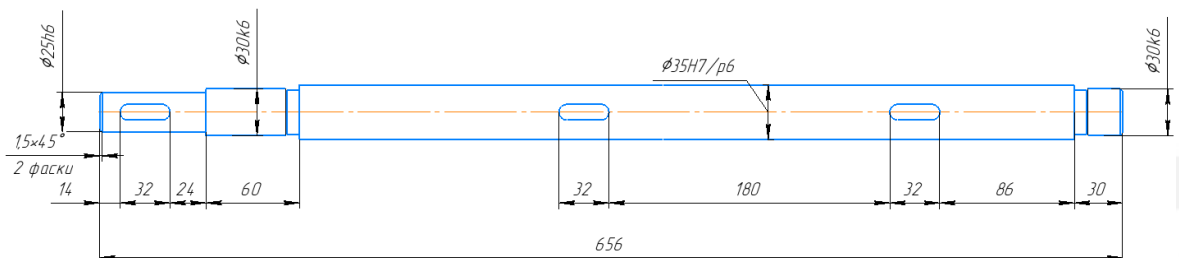
- 1) Обладнання: Вертикально-фрезерний верстат 6P11.
- 2) Різальний інструмент 1, для свердління отвору:
 - свердло $\varnothing 10$ мм, $\varnothing 8$ мм;
 - матеріал ВК8 ГОСТ 4010-77;
 - режими різання: $s=0,08$ мм/об; $v=37$ м/хв; $t=4,0$ мм; $n=1472$ об/хв.

Різальний інструмент 2, для фрезерування пазів:

- Пальцева фреза;
 - матеріал Р6М5 ГОСТ 9140-78;
 - режими різання: $s=0,0462$ мм/об; $v=47,2$ м/хв; $t=1,0$ мм; $n=1503$ об/хв.
- 3) Пристосування: УДГ.
 - 4) Інструмент для вимірювання: штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.

025 Круглошліфувальна операція

Початкво шліфувати по контуру: $\varnothing 25h9$ мм L=70 мм; $\varnothing 30k6$ мм L=130 мм; $\varnothing 30k6$ мм L=30 мм; $\varnothing 635p6$ мм L=526 мм; кінцеве шліфування по контуру: $\varnothing 25h9$ мм L=70 мм; $\varnothing 30k6$ мм L=130 мм; $\varnothing 30k6$ мм L=30 мм; $\varnothing 635p6$ мм L=526 мм.



- 1) Обладнання: Круглошліфувальний верстат 3М153.
 - 2) Інструмент: Шліфувальний круг ПП 80X25X32 25А 50 СМ-5-к ГОСТ 2424-83
- режими різання: $s_{пр}=0,006$ мм/хв; $s_{рад} = 0,05$ мм/дв.хід; $v_k=30$ м/с; $v_3=25$ м/с; $n_k=10000$ об/хв; $n_3=2000$ об/мин;
- 3) Пристосування: Центра з паводковим патроном.
 - 4) Інструмент для вимірювання: Скоба рычажна 25 – 50 с ціною ділення шкали 0,002 мм ГОСТ 1677-89.

3.5 Висновок

Розроблено технологічний процес виготовлення вхідного валу коробки швидкостей багатошпindelного токарного автомата мод.1Б240-6К.

РОЗДІЛ 4

ПОБУДОВА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СКЛАДАННЯ КОРОБКИ ШВИДКОСТЕЙ

4.1 Загальна характеристика та класифікація видів складання

Технологічний процес складання - це сукупність операцій по з'єднанню деталей в певній технічно і економічно доцільній послідовності для отримання складальних одиниць (вузлів) і виробів, відповідно запропонованим до них вимогам. Розрізняють процеси вузлового і загального складання. Об'єктом вузлового складання є складальна одиниця - самостійна частина машини або пристрою, яка виконує певну функцію і може транспортуватися або для установки, або для реалізації споживачам. Прикладами складальних одиниць дизельного двигуна є фільтр масляний, двигун пусковий, фільтр паливний та інше.

Машина як виріб розбирається на складальні одиниці 1-го порядку і окремі деталі. Складальні одиниці 1-го порядку розбираються на складальні одиниці 2-го порядку і окремі деталі. Складальні одиниці найбільшого ($n - 1$) -го порядку розбираються тільки на деталі. Деталь – це виготовлена з однорідного по найменуванню і марці матеріалу без застосування складальних операцій. Об'єктом загального складання є машина в цілому. Складальна операція – це частина технологічного процесу складання по з'єднанню деталей, виконувана на одному робочому місці одним робочим або бригадою. Складальна операція складається з переходів (частина операції по отриманню одного виду з'єднання одним інструментом) позицій або установ (частина операції, яка виконується при незмінному положенні об'єкта складання).

Процес складання має важливе значення для забезпечення якості машини і ефективності виробництва, так як він завершує процес виготовлення машини. У той же час з розробки технологічного процесу складання зазвичай починають технологічну підготовку виробництва, так як при формуванні процесу складан-

ня уточнюють вимоги до конструкції виробу, точності його елементів, технічні умови, пропоновані до їх взаємодії.

До вихідних даних для проектування технологічних процесів складання відносять складальне креслення виробу (складальної одиниці), технічні умови його (її) приймання, програму і період випуску виробу[9].

4.2 Методика розроблення технологічної схеми складання коробки швидкостей

До основних етапів розробки технологічних процесів складання відносять:

- 1) Аналіз вихідних даних;
- 2) Розрахунок такту збірки, визначення типу виробництва та організаційної форми складання;
- 3) Відпрацювання конструкції виробу з точки зору її складальної технологічності;
- 4) Проведення розмірного аналізу конструкції виробу, вибір баз і раціональних методів складання;
- 5) Розробка технологічної схеми і маршруту складання;
- 6) Формування технологічних операцій;
- 7) Нормування технологічного процесу складання;
- 8) Оцінка економічної ефективності варіантів технологічного процесу складання.

При аналізі вихідних даних оцінюється їх повнота; вивчається конструкція виробу, вимоги до його складання; виявляються сполучення, що пред'являють певні вимоги до точності і якості поверхні складових деталей; виділяються і класифікуються за методами виконання рухомих і нерухомих з'єднань деталей [9].

4.3 Розроблення структурного дерева

Складальне креслення коробки швидкостей зображено на рисунку 4.1, а специфікація до нього наведено в таблиці 4.1.

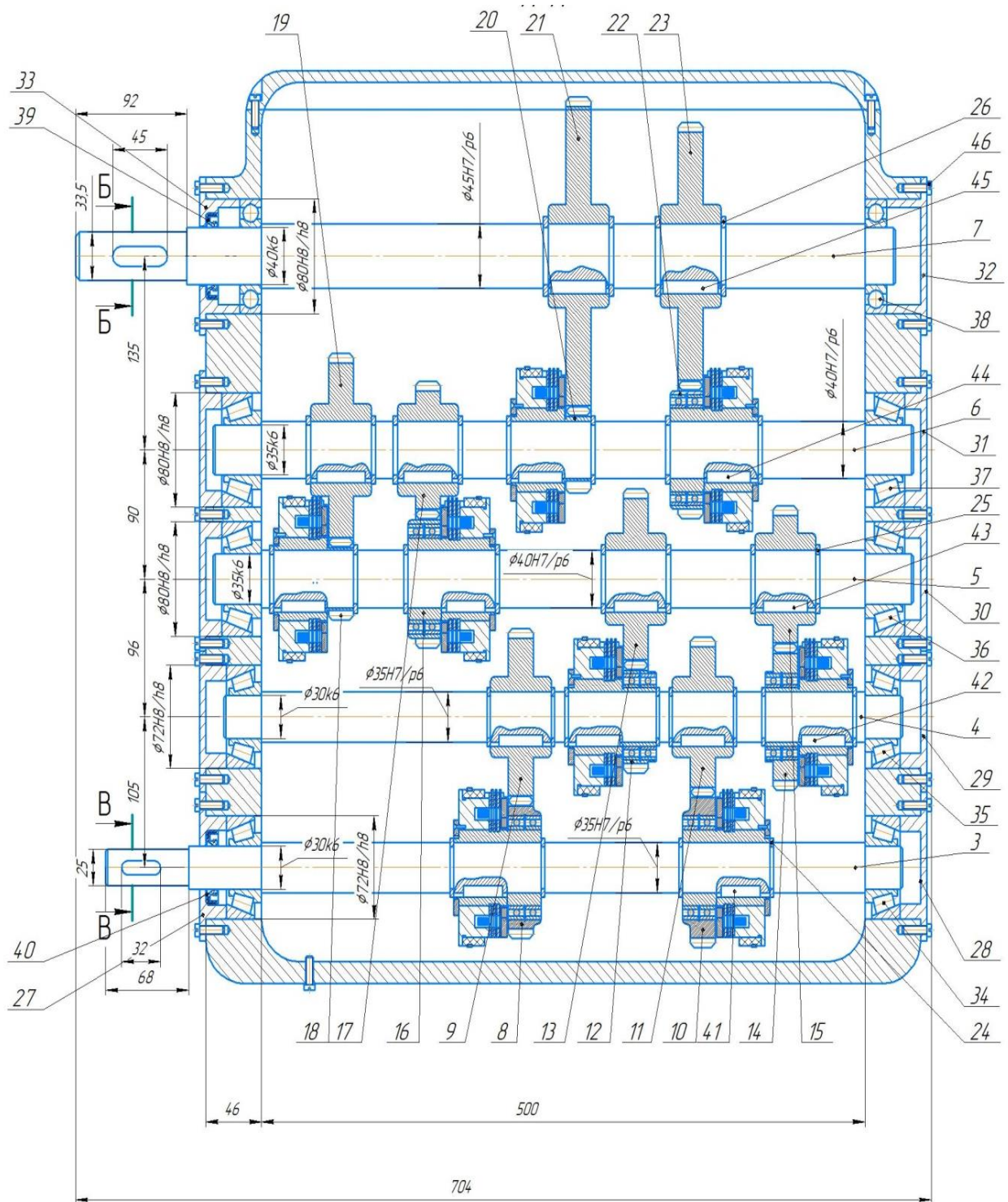


Рисунок 4.1 – Коробка швидкостей

Таблиця 4.1 – Коробка швидкостей (специфікація)

Поз.	Найменування деталі	Кіл
1	Кришка	1
2	Корпус	1
3	Вал	1
4	Вал	1
5	Вал	1
6	Вал	1
7	Вал	1
8	Шестерня	1
9	Зубчасте колесо	1
10	Шестерня	1
11	Зубчасте колесо	1
12	Шестерня	1
13	Зубчасте колесо	1
14	Шестерня	1
15	Зубчасте колесо	1
16	Шестерня	1
17	Зубчасте колесо	1
18	Шестерня	1
19	Зубчасте колесо	1
20	Шестерня	1
21	Зубчасте колесо	1
22	Шестерня	1
23	Зубчасте колесо	1
24	Стопорне кільце	12
25	Стопорне кільце	16
26	Стопорне кільце	4
27	Кришка наскрізна	1

28	Кришка глуха	1
29	Кришка глуха	2
30	Кришка глуха	2
31	Кришка глуха	2
32	Кришка глуха	1
33	Кришка наскрізна	1
34	Підшипник 27606А	2
35	Підшипник 27606А	2
36	Підшипник 27606А	2
37	Підшипник 27606А	2
38	Підшипник 208	2
39	Манжета-40х60-1	1
40	Манжета-30х52-1	1
41	Шпонка 10х8х32	2
42	Шпонка 10х8х36	4
43	Шпонка 12х8х36	4
44	Шпонка 10х8х40	4
45	Шпонка 14х9х45	2
46	Болт М6х20	21

4.4 Розроблення матриць суміжності до загального та вузлового складання коробки швидкостей

Будуємо розмірні ланцюги для замикальних ланок $A_0 = 254 \pm 0,65$ (рисунок 4.2) і $B_0 = 308 \pm 0,5$ (рисунок 4.3).

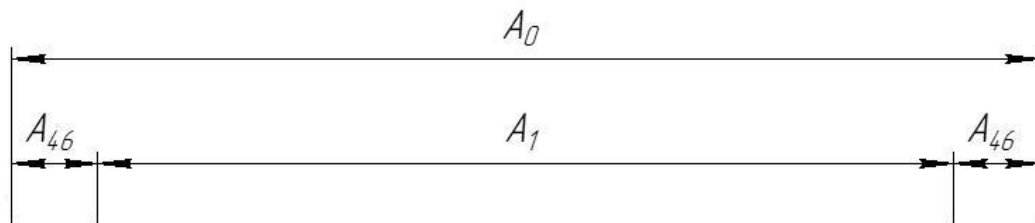


Рисунок 4.2 – Розмірний ланцюг для замикальної ланки $A_0 = 254 \pm 0,65$

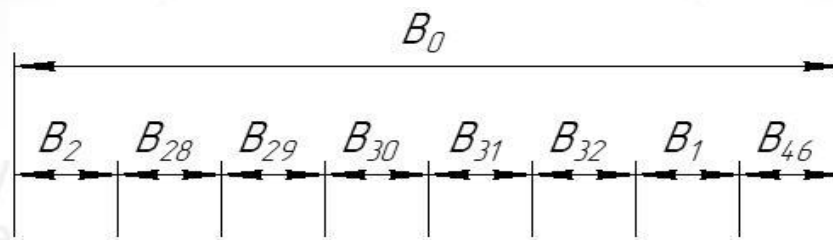


Рисунок 4.3 – Розмірний ланцюг для замикальної ланки $B_0 = 308 \pm 0,5$

Розчленовуємо коробку швидкостей на складальні одиниці. Виходячи з можливості з'єднання деталей, зручності складання, а також з огляду на перевагу здійснення паралельного складання, виділяємо п'ять незалежних технологічних складальних одиниць другого порядку, що містять:

$S_{2.1}$ – вал 3, шестерня 8, шестерня 10, стопорне кільце 24, 10x8x32 шпонка 41;

$S_{2.2}$ – вал 4, зубчасте колесо 9, зубчасте колесо 11, шестерня 12, шестерня 14, стопорне кільце 24, 10x8x36 шпонка 42;

$S_{2.3}$ – вал 5, зубчасте колесо 13, зубчасте колесо 15, шестерня 16, шестерня 18, стопорне кільце 25, 12x8x36 шпонка 43;

$S_{2.4}$ – вал 6, зубчасте колесо 17, зубчасте колесо 19, шестерня 20, шестерня 22, стопорне кільце 25, 10x8x36 шпонка 44;

$S_{2.5}$ – вал 7, зубчасте колесо 21, зубчасте колесо 23, стопорне кільце 26, 10x8x36 шпонка 45.

І п'ять складальних одиниць першого порядку:

$S_{1.1}$ – складальну одиницю $S_{2.1}$ і кришка наскрізна 27, кришка глуха 28, 34 підшипник 27606А, 40 манжета-30x52-1, 46 болт М6x20;

$S_{1.2}$ – складальну одиницю $S_{2.2}$ і кришка глуха 29, 35 підшипник 27606А, 46 болт М6x20;

$S_{1.3}$ – складальну одиницю $S_{2.3}$ і кришка глуха 30, 36 підшипник 27606А, 46 болт М6x20;

$S_{1.4}$ – складальну одиницю $S_{2.4}$ і кришка глуха 31, 37 підшипник 27606А, 46 болт М6x20;

$S_{1.5}$ – складальну одиницю $S_{2.5}$ і кришка глуха 32, кришка глуха 33, 38 підшипник 208, 39 манжета-40x60-1, 46 болт М6x20.

Ці складальні одиниці містять приблизно однакову кількість деталей і під час їх формування не потрібно розбірних робіт.

Будуємо структурне дерево взаємозв'язків компонентів коробки швидкостей (рисунок 4.4) і за ним складаємо матриці суміжності [9].

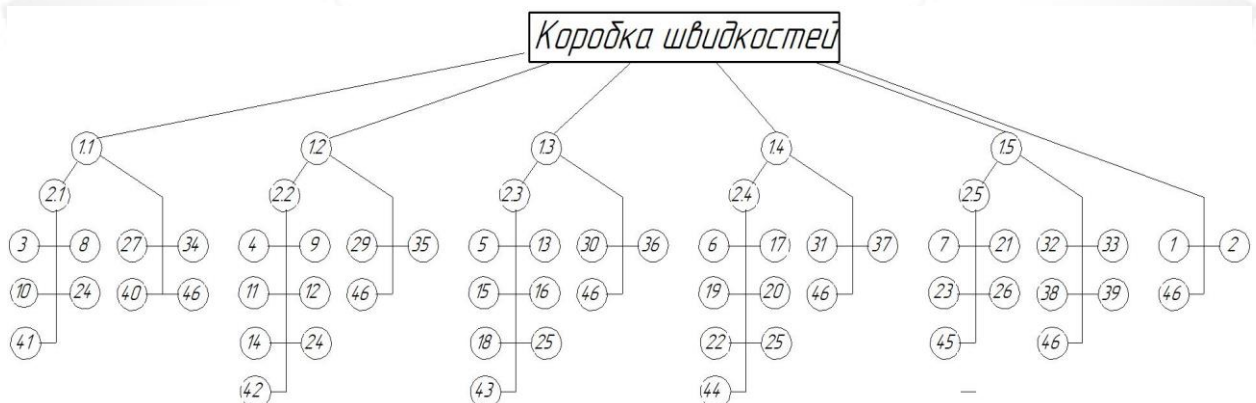


Рисунок 4.4 – Структурне дерево взаємозв'язків компонентів коробки швидкостей

$$W_{0.1} = \begin{pmatrix} S_{1.1} \\ S_{1.2} \\ S_{1.3} \\ S_{1.4} \\ S_{1.5} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad W_{0.2} = \begin{pmatrix} S_{2.1} \\ S_{2.2} \\ S_{2.3} \\ S_{2.4} \\ S_{2.5} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad W_{0.3} = \begin{pmatrix} S_{3.1} \\ S_{3.2} \\ S_{3.46} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$W_{1.2} = \begin{pmatrix} S_{1.1} & S_{1.2} & S_{1.3} & S_{1.4} & S_{1.5} \\ S_{2.1} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{2.2} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{2.3} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{2.4} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_{2.5} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$W_{1.3} = \begin{pmatrix} S_{1.1} & S_{1.2} & S_{1.3} & S_{1.4} & S_{1.5} \\ S_{3.27} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.28} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.34} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.40} & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.46} & 1 & 1 & 1 & 1 \\ S_{3.29} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{3.35} & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{3.30} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.36} & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.31} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_{3.37} & 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_{3.32} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.33} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.38} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.39} & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$W_{1.3} = \begin{pmatrix} S_{2.1} & S_{2.2} & S_{2.3} & S_{2.4} & S_{2.5} \\ S_{3.3} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.8} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.10} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.24} & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.41} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.4} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.9} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.11} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.12} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.14} & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ S_{3.42} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{3.5} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{3.13} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{3.16} & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ S_{3.18} & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ S_{3.25} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.6} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.17} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.19} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.20} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.22} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.44} & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ S_{3.7} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_{3.21} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_{3.23} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_{3.26} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ S_{3.45} & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

4.5 Розроблення технологічних схем загального та вузлового складання коробки швидкостей

За базові деталі під час формування складальних одиниць другого порядку $S_{2.1}$, $S_{2.2}$, $S_{2.3}$, $S_{2.4}$, $S_{2.5}$ вибираємо відповідно вали 3,4,5,6,7. Формування складальних одиниць першого порядку доцільно взяти: для складальної одиниці $S_{1.1}$ – складальну одиницю $S_{2.1}$, для складальної одиниці $S_{1.2}$ – складальну одиницю $S_{2.2}$, $S_{1.3}$ – складальну одиницю $S_{2.3}$, $S_{1.4}$ – складальну одиницю $S_{2.4}$, $S_{1.5}$ – складальну одиницю $S_{2.5}$. Під час складання виробу за базову деталь вибираємо корпус 2.

Послідовність виконання спільного та вузлового складання визначаємо, виходячи з зручності приєднання деталей і складальних одиниць та з урахуванням існуючих взаємозв'язків між компонентами виробу. Складання кожної складальної одиниці та виробу в цілому починається з базової деталі.

Будуємо технологічну схему загальної (рисунок 5) та вузлових складань (рисунок 6, 7, 8, 9,10,11,12,13,14,15) [9].

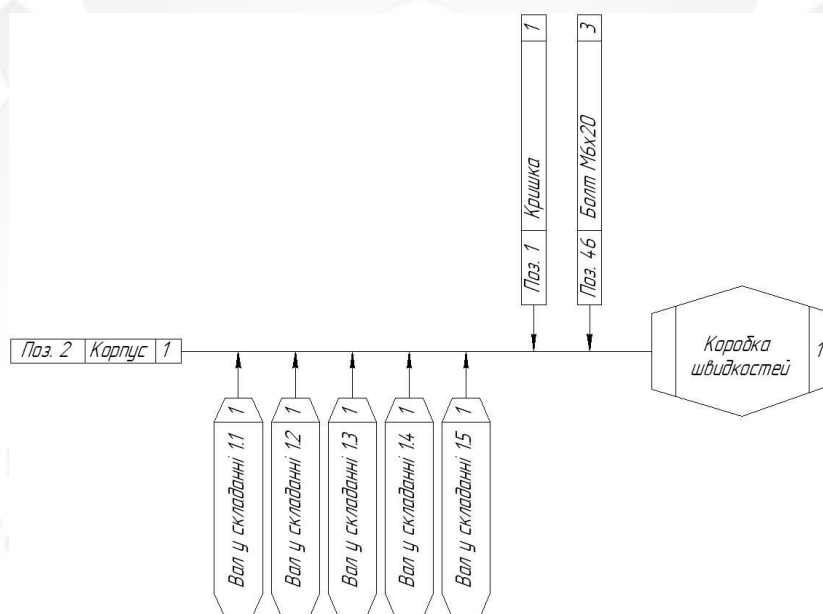


Рисунок 4.5 – Технологічна схема загального складання коробки швидкостей

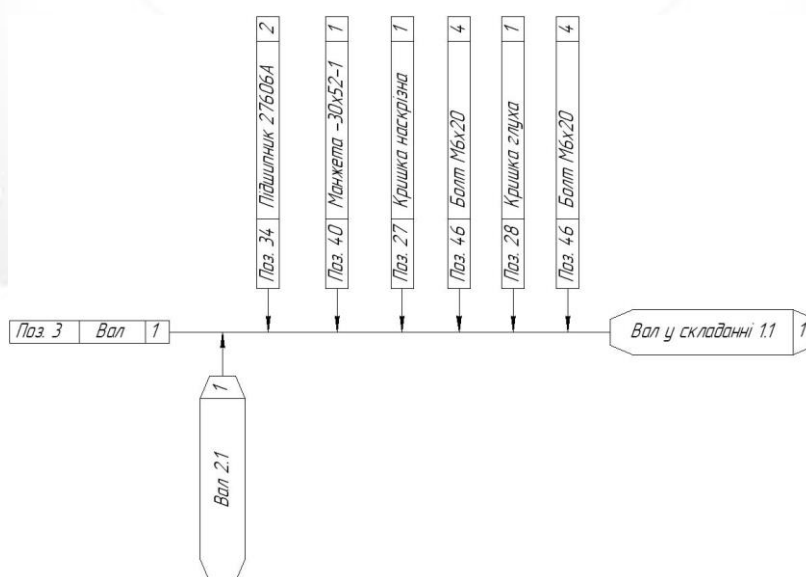


Рисунок 4.6 – Технологічна схема складання вала у складанні 1.1

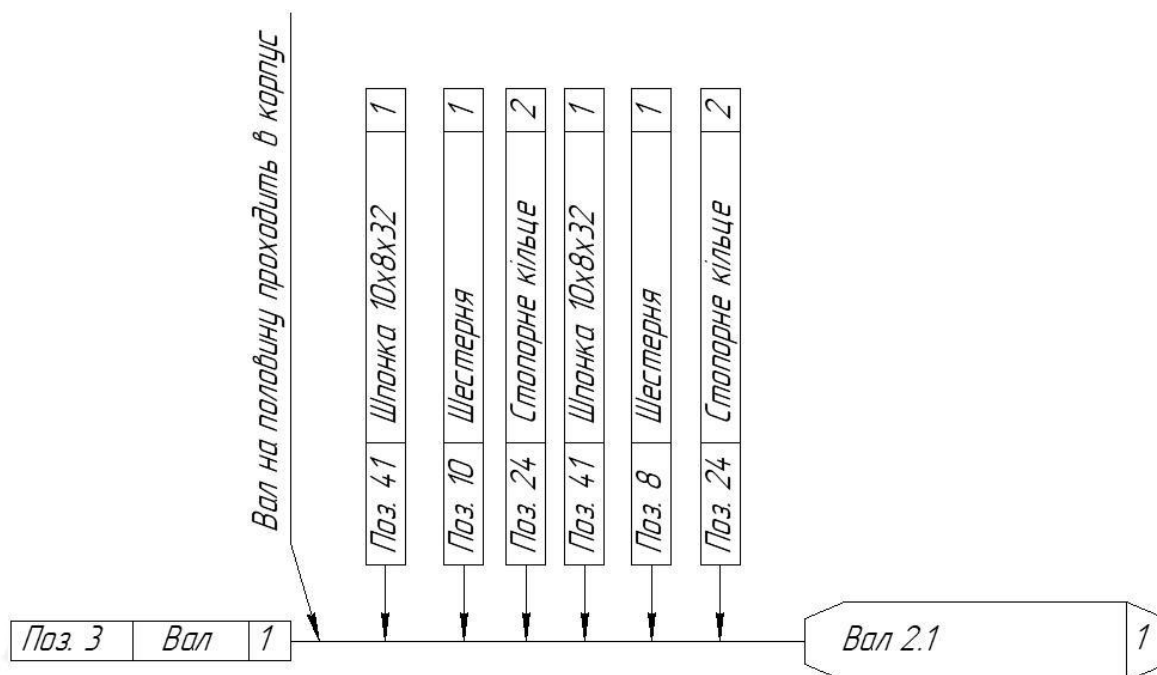


Рисунок 4.7 – Технологічна схема складання вал 2.1

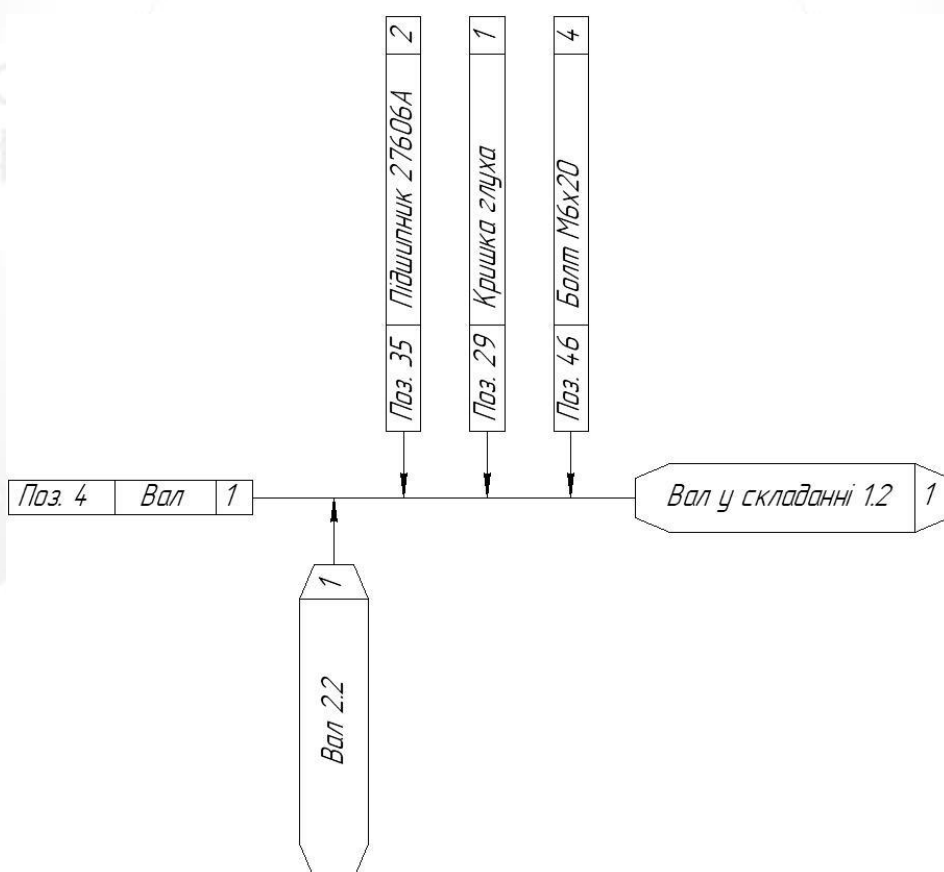


Рисунок 4.8 – Технологічна схема складання вал у складанні 1.2

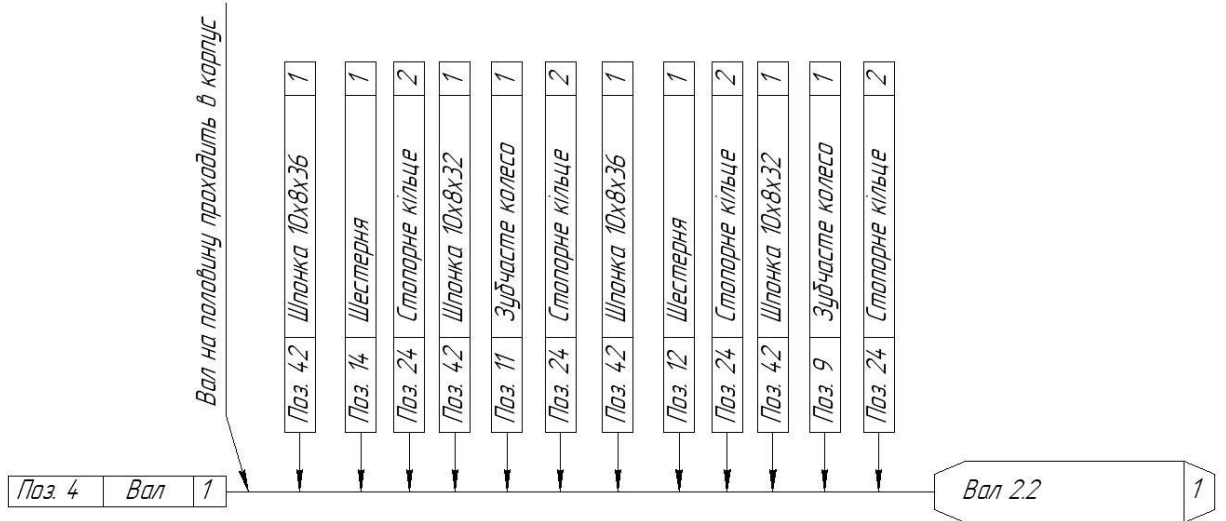


Рисунок 4.9 – Технологічна схема складання вал 2.2

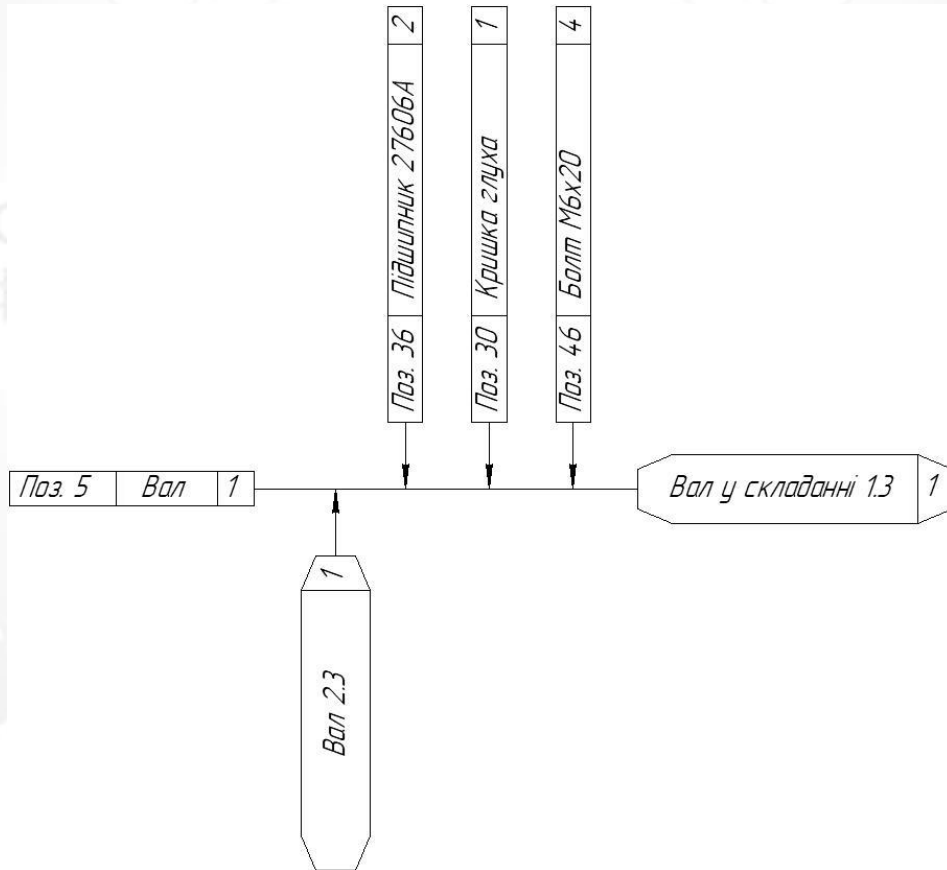


Рисунок 4.10 – Технологічна схема складання вал у складанні 1.3

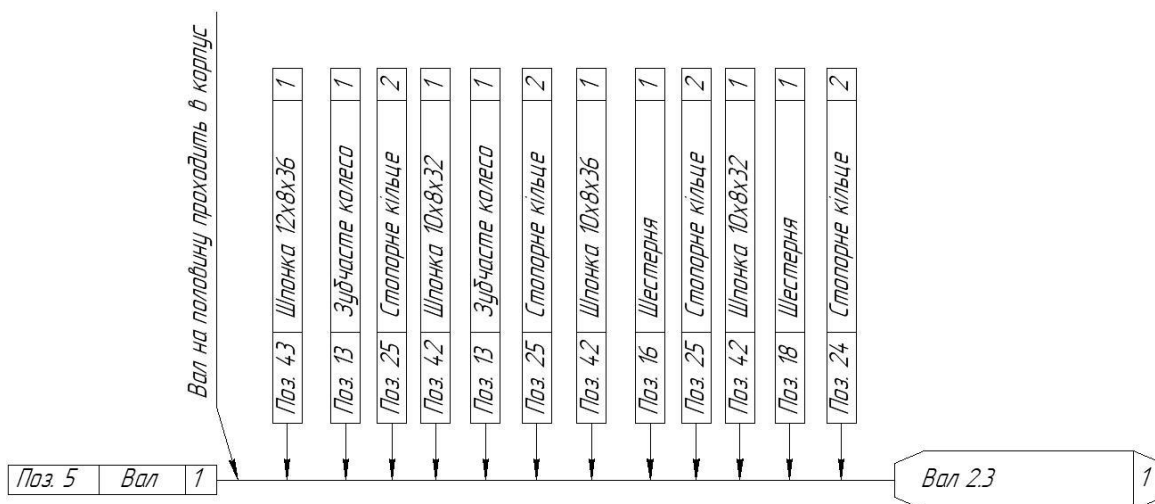


Рисунок 4.11 – Технологічна схема складання вал 2.3

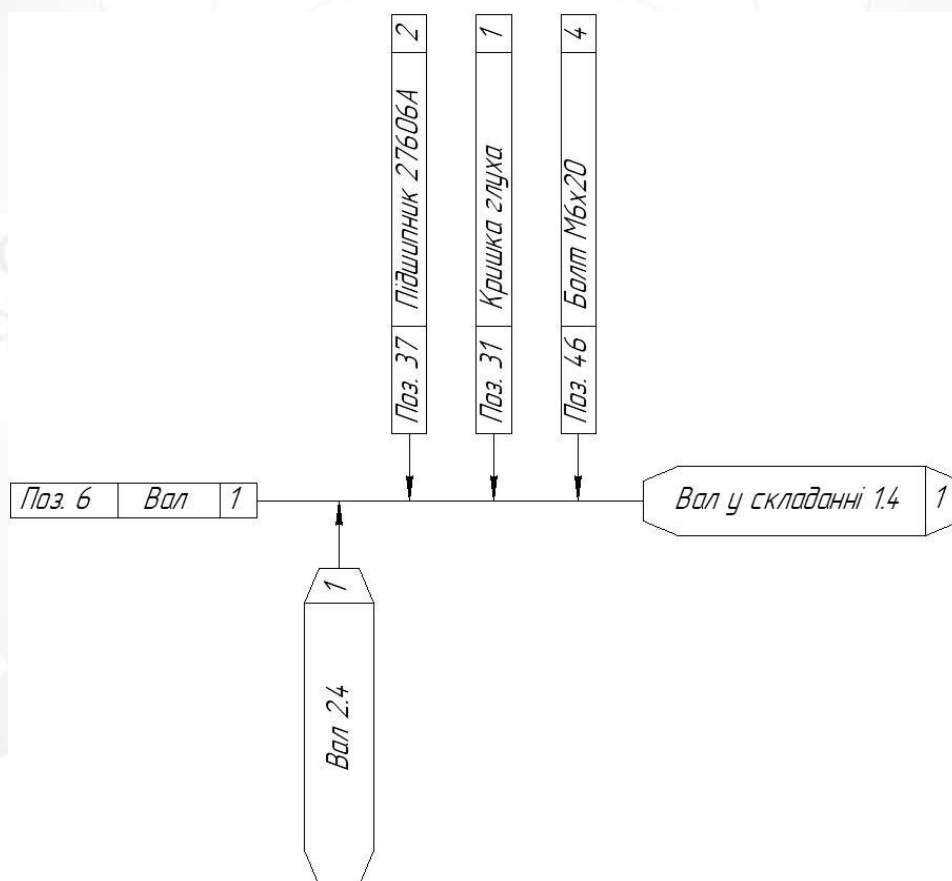


Рисунок 4.12 – Технологічна схема складання вал у складанні 1.4

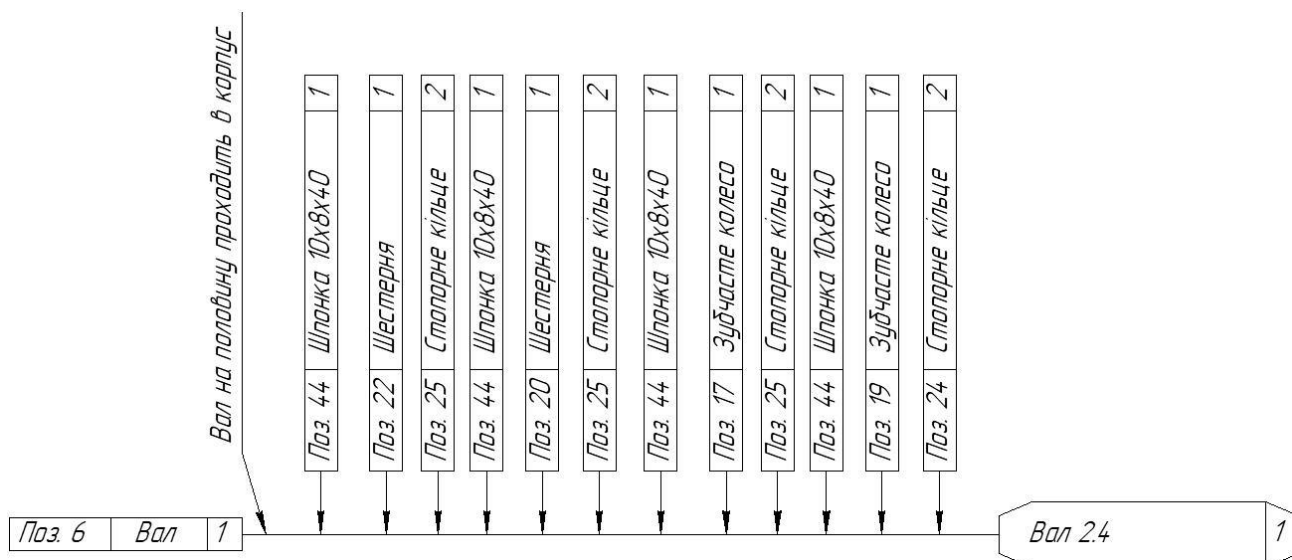


Рисунок 4.13 – Технологічна схема складання вал 2.4

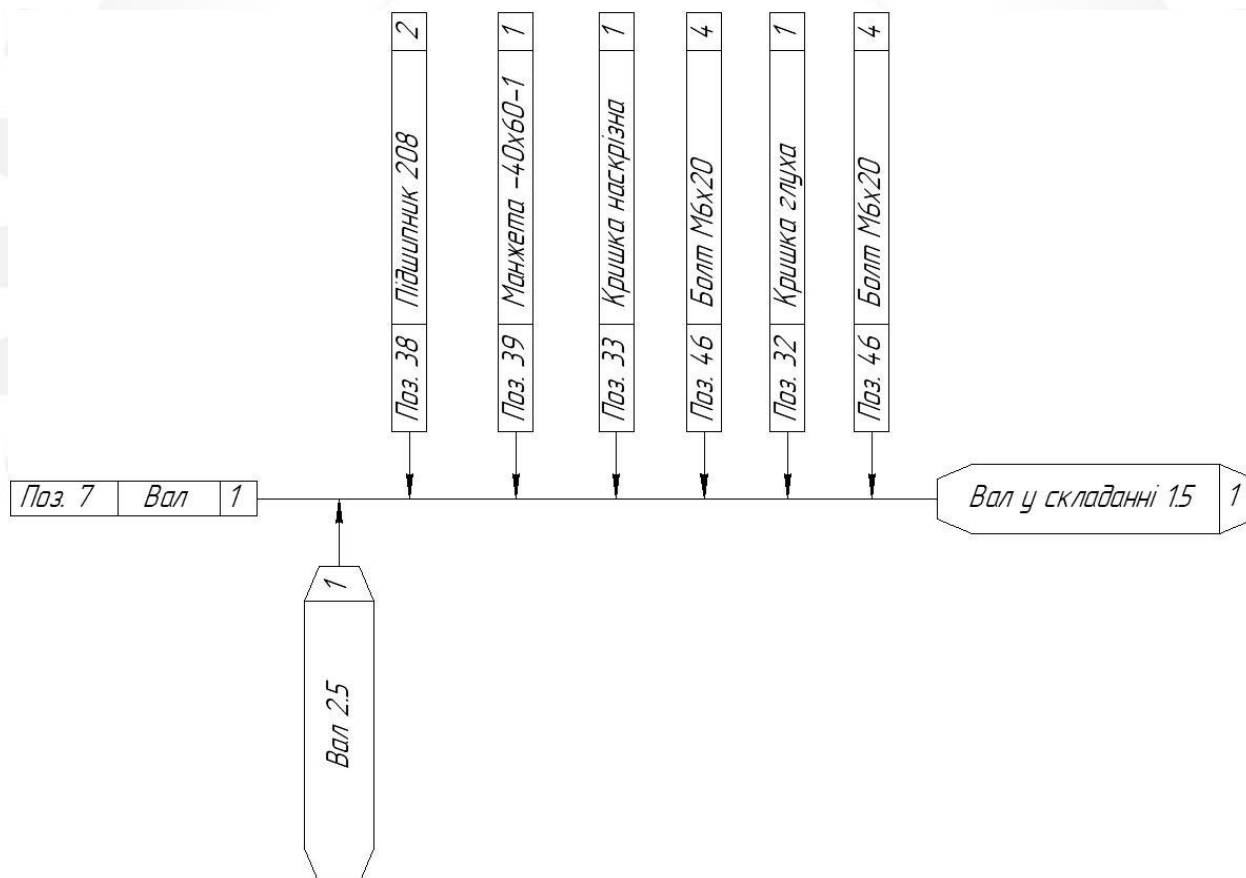


Рисунок 4.14 – Технологічна схема складання вал у складанні 1.5

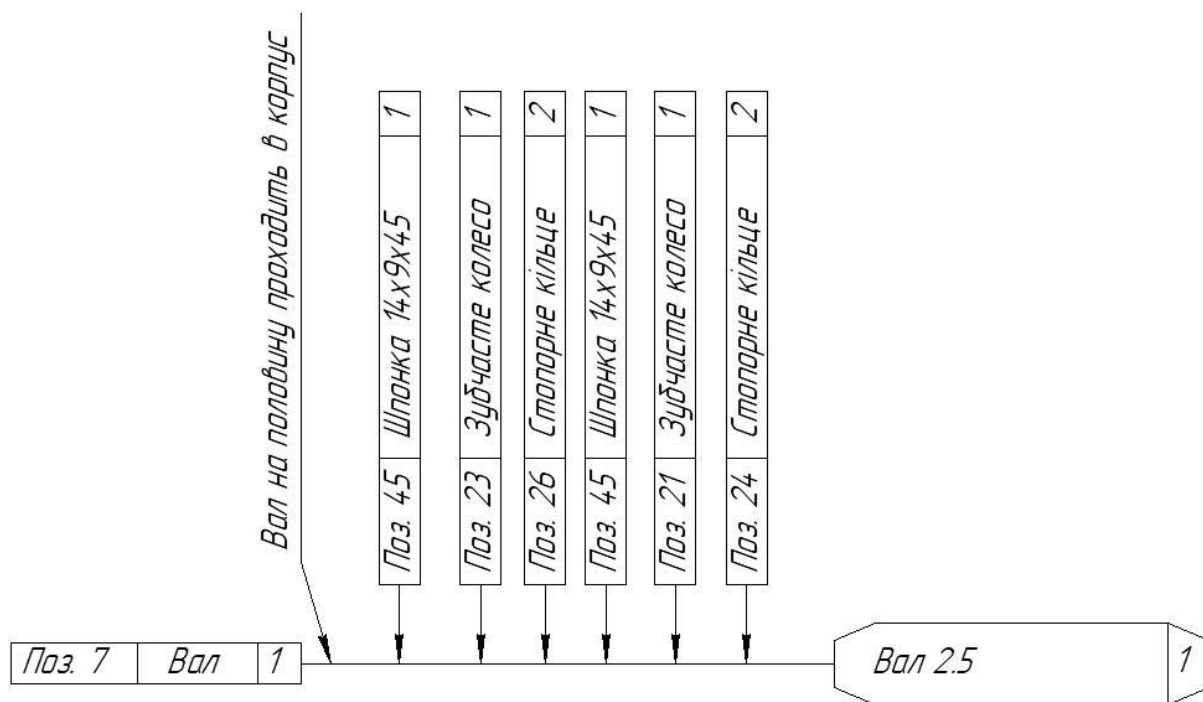


Рисунок 4.15 – Технологічна схема складання вал 2.

3.6 Висновок

Побудовано технологічну схему складання коробки швидкостей багатопиндельного токарного автомата мод.1Б240-6К.

РОЗДІЛ 5

РЕЗУЛЬТАТИ НАУКОВО - ДОСЛІДНИЦЬКОЇ РОБОТИ. АВТОМАТИЗАЦІЯ РОЗРАХУНКУ КІЛЬКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ СКЛАДАНН КОРОВКИ ШВИДКОСТЕЙ ЗВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГІЙ

5.1 Методика розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей

Методика розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей складається з наступних дій:

1) Ознайомлення з конструкцією виробу по складальному кресленню (комплексу, комплекту) і технічним умовами його використання. Складальне креслення має містити всі необхідні проєкції, номери деталей і складальні одиниці, розміри, що витримуються при складанні, натяг і зазори в сполученнях, а також дані про масу виробу.

2) Складаються розмірні ланцюги виробу (без виконання пов'язаних з ними розрахунків), приймаючи в якості замикаючих ланок розміри, які необхідно витримати при збиранні. При знаходженні складових ланок розмірних ланцюгів обхід починається від однієї сторони ланки і закінчується другою його стороною. Враховується також, що у кожній складовій ланки обидві його сторони повинні належати тільки одній деталі.

3) Визначаються деталі, розміри яких одночасно входять в дві, три і більше розмірні ланцюги.

4) Вироби розбираються на складальні одиниці і деталі, керуючись такими основними рекомендаціями:

а) складальна одиниця не повинна мати занадто великі габарити, масу і складатися з значної кількості деталей і сполучень, щоб надмірно не ускладнювати вузлову збірку;

б) не повинно допускатися виділення надмірно дрібних складальних одиниць, так як це ускладнює процес комплектування виробу при загальній збірці;

в) трудомісткість складання повинна бути приблизно однаковою для більшості складальних одиниць;

г) частину виробу, що вимагає випробування, обкатування або спеціальної слюсарної пригонки, повинна виділятися в особливу складальну одиницю;

д) більшість деталей, виключаючи головні базові (станини, рами і т. п.), а також кріпильні деталі, повинні увійти в ті чи інші складальні одиниці з тим, щоб скоротити кількість окремих деталей, що подаються безпосередньо на загальну збірку;

е) складальна одиниця при подальшому монтуванні її у виробі не повинна піддаватися будь-якому розбиранні. Якщо цього уникнути не можна, то відповідні розбірні роботи необхідно передбачити в технології;

ж) функціональне призначення частини виробу не є обов'язковою умовою виділення її в складальну одиницю;

з) складальні одиниці повинні по можливості збиратися незалежно один від одного, з тим щоб скоротити тривалість циклу загальної збірки;

5) Будується структурне дерево взаємозв'язків компонентів виробу (деталей, складальних одиниць), позначивши вузлами i -того рівня складальні одиниці i -того порядку. За нульовий рівень приймається виріб в цілому, за найвищий – деталь. Вузли дерева з'єднуються дугою, утворюючи гілки дерева відповідно до наявних сполук деталей і складальних одиниць з виробу. Виріб позначається I_0 , компоненти виробу $S_{1,j}$ де 1 – рівень компонента виробу, j – порядковий номер на цьому рівні.

б) Складаються матриці суміжності попарно для всіх рівнів дерева, починаючи з 0-1, 1-2 і т. д. до пари, в яку входять деталі (компоненти вищого рівня). Наявність зв'язків між вузлами структурного дерева позначається "1", а відсутність – "0". Матриця суміжностей позначається $W_{k,p}$, де k, p – відповідно нижчий і вищий рівні компонентів в парі. Вибирається базова деталь для вузлової і загальної збірки. В якості базової деталі при вузловій збірці приймається така деталь, поверхні

якої будуть згодом використані при установці на ній або в ній інших деталей, і складальних одиниць. При загальній збірці або формуванні складальної одиниці нижчого порядку роль базової деталі може також виконувати раніше зібрана складальна одиниця.

Визначається послідовність загальної збірки, виходячи з наступного:

а) збірка починається з установки на конвеєрі або складальному стенді деталі, до якої послідовно приєднуються інші деталі або складальні одиниці;

б) деталі і складальні одиниці, що несуть у виробі найбільш відповідальні функції, бажано монтувати в першу чергу;

в) деталі, розміри яких є загальними ланками декількох паралельно пов'язаних, розмірних ланцюгів, переважні для першочергової збірки;

г) кожна раніше змонтована деталь або складальна одиниця не повинна заважати подальшій збірці;

д) загальний порядок складання визначається можливістю і зручністю приєднання деталей або складальних одиниць з урахуванням існуючих взаємозв'язків між компонентами виробу.

7) Визначається послідовність виконання складання вузлів, починаючи зі складальних одиниць вищого порядку (що складаються з одних деталей) і закінчуючи одиницями нижчого порядку. При цьому керуються тими ж принципами, що і при призначенні послідовності загального складання.

8) Будується технологічна схема складання. При розробці схеми використовуються умовні графічні позначення і такі вказівки:

а) креслення елементів складальних схем, складальних одиниць і ліній складання виконується суцільною лінією товщиною $2S-3S$, деталей, ліній установки, демонтажу, інформації – суцільною лінією товщиною S ;

б) при оформленні схеми загальної збірки або вузлової зборки складальної одиниці нижчого порядку лінія збірки розташовується горизонтально, а лінія збірки входить до їх складових частин (складальних одиниць вищого порядку і деталей) – вертикально, причому трафарети деталей поміщаються вище лінії складання, а складальних одиниць – нижче лінії складання;

в) вказівка про подальший рух складальної одиниці після вузлової збірки розташовується біля стрілки, якою закінчується лінія збірки;

г) на складальній одиниці, що має однаковий складальний комплект деталей або складальних одиниць, розробляються групові схеми складання з застосуванням таблиць, в яких відображаються змінні дані в позначенні, найменування та позиціях для різних виконань. Таблиця розміщується з правого боку або внизу схеми збірки під технічними вимогами до складальної одиниці.;

д) початок лінії складання позначається крапкою;

е) якщо технологічна схема збірки не поміщається на аркуші заданого формату, то лінія збірки переривається, кінець її позначається стрілкою і дається вказівка про номер листа, на якому триває схема збірки (напис над стрілкою «продовження на аркуші ... »).

ж) вся необхідна додаткова інформація розташовується над і під лінією інформації у графічному зображенні тих деталей або складальних одиниць, при установці яких ці дані використовуються. Додаткова інформація при складанні, використовується скорочена форма запису змісту операції шляхом послідовного написання ключового слова (похідне від назви операції в наказовому відмінку), найменування предмета виробництва, позначення розмірів і додаткових відомостей.

9) Визначаються кількісні характеристики розробленої технологічної схеми складання [9].

5.2 Методи автоматизації інженерних розрахунків

Методи автоматизації інженерних розрахунків, залежать від систем в яких проводяться ті чи інші розрахунки.

Це сучасні програмні засоби, які сьогодні не тільки успішно замінюють вченим і інженерам ручку з зошитом, логарифмічну лінійку, таблиці інтегралів та інші математичні довідники, а й дозволяють у багатьох випадках обійтися без традиційного програмування прикладних задач, вирішуючи їх в спеціально роз-

роблених середовищах, що дозволяють виконувати чисельні розрахунки, аналітичні перетворення, аналіз даних і графічне представлення результатів.

Нижче представлено перелік найвідоміших програмних забезпечень в яких виконується автоматизація розрахунків [10].

5.2.1 MathSoft. Системи Mathcad, S-Plus, Axum.

Компанія MathSoft ведучий виробник математичного, наукового та інженерного програмного забезпечення. Mathcad дозволяє, використовувати зручний графічний інтерфейс і наближену математичну мову опису задач, автоматизувати чисельні розрахунки і аналітичні перетворення і наочно представити результати.

Поряд з пакетом Mathcad, на сервері представлені і менш широко відомі в нашій країні продукти: система S-Plus для аналізу даних, візуалізації та моделювання; система технічної графіки та аналізу даних Axum .

Mathcad – це потужне програмне забезпечення і в той же час достатньо просте у розумінні середовище для вирішення завдань в різних галузях науки і техніки, фінансів і економіки, фізики та астрономії, математики і статистики.

Mathcad залишається єдиною системою, в якій опис розв'язання математичних задач задається за допомогою звичних математичних формул і знаків. Mathcad дозволяє виконувати як чисельні, так і аналітичні (символьні) обчислення, має надзвичайно зручний інтерфейс і чудові засоби наукової графіки [10].

5.2.2 MathWorks. MatLab

Компанія MathWorks отримала всесвітню популярність своїм пакетом MatLab.

MatLab – одна з найстаріших і ретельно опрацьованих систем автоматизації математичних розрахунків.

Нинішній MatLab – це високоефективна мова інженерних і наукових обчислень. Він підтримує математичні обчислення, візуалізацію наукової графіки та програмування з використанням легко освоюєння операційного оточення, коли завдання і їх рішення можуть бути представлені в нотації, близькою до математичної.

MatLab – це інтерактивна система, основним об'єктом якої є масив, для якого не потрібно вказувати розмірність явно. Це дозволяє вирішувати багато обчислювальні завдання, пов'язані з векторно-матричними формулами, істотно скорочуючи час, який знадобився б для програмування на скалярних мовах типу C або FORTRAN [10].

5.2.3 StatSoft. Система STATISTIC

Компанія StatSoft спеціалізується в області програмного забезпечення для вирішення завдань статистики, аналізу даних і графічного представлення результатів.

STATISTIC – це універсальна інтегрована система, призначена для статистичного аналізу та візуалізації даних, управління базами даних і розробки призначених для користувача додатків, що містить широкий набір процедур аналізу для застосування в наукових дослідженнях, техніці, бізнесі, а також спеціальні методи видобутку даних.

Крім загальних статистичних і графічних засобів в системі є спеціалізовані модулі, наприклад, для проведення соціологічних або біомедичних досліджень, промислових завдань: карти контролю якості, аналіз процесів і планування експерименту [10].

5.2.4 Waterloo Mapl. Система Maple

Канадська компанія Waterloo Mapl є розробником широко відомої системи Maple орієнтованої на виконання аналітичних (символьних) перетворень, які отримали назву "Комп'ютерної алгебри".

У Maple включені спеціалізовані пакети підпрограм для вирішення завдань аналітичної геометрії, лінійної та тензорної алгебри, теорії чисел, комбінаторики, теорії ймовірностей і математичної статистики, теорії груп, чисельної апроксимації і лінійної оптимізації (симплекс-метод), фінансової математики, інтегральних перетворень тощо.

Як висновок можна сказати, що всі ці програмні забезпечення дуже добре допомагають, але було б краще на основі інтернет технологій [10].

5.3 Середовище проектування Microsoft Office FrontPage

З розвитком Інтернету з'явився протокол обміну інформацією, протокол називається HTTP (HyperText Transfer Protocol – протокол передачі гіпертексту). Разом з цим протоколом з'явилася і служба World Wide Web (часто звана WWW або просто Web), яка підставляє собою велику мережу серверів HTTP, передаючих файлів через Інтернет.

Основною частиною цих файлів є Web-сторінки – спеціальні файли, написані на мові HTML (HyperText Markup Language - мова розмітки гіпертексту). Web-сторінки публікуються в Інтернеті шляхом розміщення таких файлів на серверах HTTP (Web-вузлах). Зміст Web-сторінок може бути різним і присвяченим абсолютно довільним темам, але всі вони використовують одну й ту саму основу – мови HTML.

Більшість людей бажаючих створити свій власний сайт або сторінку, знайомі з мовою HTML тільки в певній мірі. Тому їм на допомогу може прийти програма Microsoft FrontPage, один з найвідоміших конструкторів сайтів.

FrontPage, входить в пакет додатків Microsoft Office, ставши першим продуктом широкого використання для Internet, що поєднує в собі клієнтську і серверну частини і забезпечує можливість розробки сайту в цілому і установки його на більшість популярних серверів. FrontPage здатний взяти на себе всю необхідну роботу по програмуванню. Однак FrontPage стане досить серйозним помічником і для професійних розробників, що віддають перевагу тримати в руках повний контроль над творчим процесом.

Microsoft Frontpage дозволяє розробляти документи Web і керувати ними. Не тільки сторінками Web, для роботи з якими є маса інших програм, але документами Web (sites) в цілому, тобто. Наборами пов'язаних сторінок.

Frontpage складається з трьох основних компонентів:

1) Frontpage Explorer (Провідник) забезпечує створення структури документів Web, і надає майстрів і шаблони, які дозволяють це зробити всього за кілька

хвилин. Якщо Web вже встановлено, провідник дає візуальне уявлення всього документа Web і дозволяє підтримувати його в подальшому;

2) Frontpage Editor (Редактор) дозволяє створювати окремі сторінки

Web або редагувати раніше запроваджені сторінки в режимі WYSIWYG "що бачите, те й отримуєте"; Режим точного відображення "What You See Is What You Get". Принцип WYSIWYG – це принцип відповідності екранного образу готового документу. В цьому режимі автор безпосередньо бачить на екрані готовий результат і працює з ним.

3) Frontpage Personal Web Server (Персональний сервер Web) забезпечує перевірку всіх аспектів роботи даного Web і його обслуговування в Internet.

Програмний пакет FrontPage був розроблений компанією Vermeer Technologies, відомої своїми розробками стандартних графічних засобів представлення та розміщення інформації в WWW. Microsoft придбала цей пакет і включила його до складу MS Office.

Програмний пакет FrontPage орієнтований на залучення до роботи над Web-сторінками і Web-сайтами численної кількості користувачів, які не мають достатнього досвіду роботи в більш складних програмних середовищах, але бажаючих створити свій електронний документ. Цей пакет може використовуватися і професійними Web-майстрами для створення деяких компонентів Web-сайтів або домашніх Web-сторінок.

При його створенні розробники вважали, що у користувачів не вистачає часу або досвіду для того, щоб розбиратися в тонкощах мови HTML. Тому в даному програмному середовищі користувачеві надається можливість збирати Web-сторінку з готових компонентів в тому вигляді, в якому вона з'явиться на екрані браузера. На програму покладено функції генерування відповідних керуючих кодів HTML. Фактично завдання творця сайту при роботі в цій програмі зводиться до підбору матеріалів і форматування тексту. Тим самим публікація матеріалів в Internet стала доступною для непрофесіоналів. З іншого боку, і у фахівців найменше часу стало йти на написання кодів стандартних операцій.

FrontPage, інтегрований в пакет додатків Microsoft Office, в останні роки став продуктом досить широкого використання для підготовки електронних видань для Internet, що поєднує в собі клієнтську і серверну частини і забезпечує можливість розробки Web-сайту в цілому і установки його на віддаленому сервері.

У FrontPage використовується графічний FrontPage Explorer для створення, перегляду і супроводу Web-сайтів, а також для розміщення їх на комп'ютері, в локальній мережі або Internet. FrontPage Explorer містить команди для адміністрування Web-сайтів FrontPage, перевірки, перегляду і управління гіперссилками (URL).

Програмний пакет Microsoft FrontPage, за визначенням розробників, призначений для створення і супроводу Web-вузлів. Він може бути використаний для ефективною розробки та побудови динамічного Web-вузла.

Під Web-вузлом FrontPage розуміється сукупність Web-сторінок, зображень і мультимедійних компонентів, організованих у вигляді відповідних файлів і папок.

Функціональні можливості пакету MS FrontPage від версії до версії наближаються до можливостей програмного пакету Macromedia Dreamweaver, розглянутого раніше. Тому матеріал даного параграфу в певному плані можна вважати доповненням до матеріалу попереднього розділу.

Одне з основних властивостей Редактора FrontPage – можливість для користувачів розробляти Web-сторінки в режимі WYSIWYG. При цьому немає необхідності вручну задавати параметри керуючих тегів HTML. У своїй роботі з розміткою HTML FrontPage використовує методи роботи текстового редактора і середовища візуального програмування, що дозволяє зробити процес більш швидким і зрозумілим.

FrontPage може як створювати нові сторінки, так і редагувати підготовлені раніше HTML-документи. Web-Сторінки можна розглядати в режимі WYSIWYG, у вигляді розмітки HTML-коду і у вигляді попереднього перегляду (подібного ві-

кна браузера). Крім цього є можливість завантаження Web-сторінки в браузер для перегляду (зазвичай Internet Explorer)[11].

5.4 Організація даних

Таблиця 5.1 – Теги які використовувались

Теги	Властивості
Основні теги	
<html>	Вказує програмі перегляду сторінок, що це HTML-документ
<head>	Визначає місце, де розміщується різна інформація, яка не відображається в документі. Тут розміщується тег назви документа та теги для пошукових машин
<body>	Визначає видиму частину документа
Теги змісту	
<title>	Поміщає назву документа в зміст програми перегляду сторінок
Атрибути тіла документа	
<body bgcolor=?>	Встановлює колір фону документа, використовуючи значення кольору в стандарті RGB
<body text=?>	Встановлює колір тексту документа, використовуючи значення кольору в стандарті RGB
Гіперпосилання	
ТЕКСТ	Створює гіперпосилання на інші документи або частину поточного документа
Мета інфо	
<meta>	Визначає метатеги, які використовуються для збереження інформації для браузерів і пошукових систем
Теги форматування тексту	
<i>	Створює похилий текст
<p>	Абзац, може використовуватися як парний, так і непарний
 	Встановлює перехід рядка в тому місці, де цей тег знаходиться
<sub>	Нижній індекс
<h1>	Заголовок першого рівня
Теги стилю та семантика	
	Визначає розділ в документі
Теги програмування	
<script>	Служить для опису скриптів
Теги таблиці	
<table>	Служить контейнером для елементів, які визначають вміст таблиці
<tr>	Визначає рядок таблиці
<td>	Служить для створення однієї комірки таблиці
Тег елементів управління	
<input>	Дозволяє створювати різні елементи інтерфейсу та забезпечує взаємодію з користувачем
Тег графічні елементи	

Теги	Властивості
	Служить для відображення на веб-сторінці зображень в графічному форматі gif, jpeg або png
Теги фреймів	
<frameset>	Визначає структуру фреймів на веб-сторінці
<frame>	Визначає властивості окремого фрейму, на які ділиться вікно браузера
<noframes>	Зміст тегу відображається в браузері, коли він не підтримує фрейми і не вміє їх інтерпретувати

На рисунку 5.1 зображена схема розміщення фреймів

Frmpitleft (leftsb.htm)	Frmpittop (topsb.htm)
	Frmpitbottom (svediniya.htm, metodika.htm, raschet.htm)

Рисунок 5.1 – Схема розміщення фреймів

На рисунку 5.2 наведено приклад багато-фреймових сторінок

Загальні відомості
Методика розрахунку Розрахунок

Розрахунок кількісних характеристик складальної одиниці

Технологічний процес складання - це сукупність операцій по укладанню деталей в певній технічно і економічно доцільній послідовності для отримання складальних одиниць (кузлів) і виробів, відповідно запропонованим до них вимогам.

Розрізняють процеси вузлового і загального складання. *Об'єктом вузлового складання є складальна одиниця* - самостійна частина машини або пристрою, яка виконує певну функцію в машині і може транспортуватися або для установки в машину, або для реалізації споживачам. Прикладами складальних одиниць двигельного двигуна є фільтр масляний, двигун пусковий, фільтр паливний і ін.

Машину як виріб розбирається на *складальні одиниці 1-го порядку* і окремі деталі. Складальні одиниці 1-го порядку розбираються на *складальні одиниці 2-го порядку* і окремі деталі. Складальні одиниці найбільшого (n - 1) -го порядку розбираються тільки на деталі. *Деталь* виготовлена з однієї заготовки по найменуванню і марці матеріалу без застосування складальних операцій. Об'єктом *загального складання* є машина в цілому. *Складальна операція* - це частина технологічного процесу складання по укладанню деталей, виконувана на одному робочому місці одним робочим або бригадою. Складальна операція складається з *переходів* (частина операції по отриманню одного виду укладання одним інструментом) і *позицій* або *установ* (частина операції, яка виконується при незмінному положенні об'єкта складання).

Процес складання має важливе значення для забезпечення якості машини і ефективності виробництва, так як він завершує процес виготовлення машини. У той же час з розробки технологічного процесу складання зазвичай починають технологічну підготовку виробництва, так як при формуванні процесу складання уточнюються вимоги до конструкції виробу, точності його елементів, технічні умови, пропоновані до їх взаємодії.

До *вихідних даних* для проектування технологічних процесів складання відносять складальне креслення виробу (складальної одиниці), технічні умови його (її) приймання, програму і період випуску виробу.

До *основних етапів розробки технологічних процесів складання* відносять:

- 1) аналіз вихідних даних;
- 2) розрахунок такту збірки, визначення типу виробництва та організаційної форми складання;
- 3) відпрацювання конструкції виробу з точки зору її складальної технологічності;
- 4) проведення розмірного аналізу конструкції виробу, вибір баз і раціональних методів складання;
- 5) розробка технологічної схеми і маршруту складання;
- 6) формування технологічних операцій;
- 7) нормування технологічного процесу складання;
- 8) оцінка економічної ефективності варіантів технологічного процесу складання.

При виконанні даної практичної роботи студенти повинні вивчити методику виконання 1-3-го і 5-го етапів розробки технологічних процесів складання.

При *аналізі вихідних даних* оцінюються їх повнота; вивчається конструкція виробу, вимоги до його складання; виявляються сполучення, що пред'являють певні вимоги до точності і якості поверхні складових деталей; виділяються і класифікуються за методами виконання рухомих і нерухомих з'єднань деталей.

Рисунок 5.2 – Приклад багато-фреймових сторінок

5.5 Висновок

Виконано дослідження і розроблено інтернет-орієнтовану програму для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.

ВИСНОВКИ

Під час написання магістерської роботи було отримано такі результати:

- 1) Розглянуто сучасні конструкції верстатів за типом базового багатшпиндельного токарного автомата 1Б240-6К.
- 2) Було модернізовано привід багатшпиндельного токарного автомата 1Б240-6К.
- 3) Розроблена технологія виготовлення вхідного валу коробки швидкостей.
- 4) Побудована технологічна схема складання коробки швидкостей.
- 5) Створена інтернет-орієнтовна програма для розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей, яка наведена в «Додатку А. Інтернет-орієнтовна програма».

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Токарные многошпиндельные автоматы. [Текст] / В.И. Чергикало, О.И. Гуров, Б.П. Давидович и др. – Машиностроение: 1978. – 309 с.
2. Токарный станок [Электронный ресурс]: токарный автомат 1Б240-6К шестишпиндельный прутковый горизонтальный. – Режим доступа: http://www.stankitrade.ru/component/virtuemart/?page=shop.product_details&product_id=61&flypage=flypage.tpl&pop=0.
3. Рубикон ООО Иллюстрированные каталоги, справочники, базы данных по металлорежущим станкам и кузнечно-прессовому оборудованию [Электронный ресурс]: 1Б240, 1Б240-6, 1Б240-6К, 1Б240П-6, 1Б240П-6К станок токарный шестишпиндельный горизонтальный автомат описание, характеристики, схемы. – Режим доступа: http://stanki-katalog.ru/sprav_1b240.htm.
4. Технология обработки металлов [Электронный ресурс]: Многошпиндельный токарный автомат 1Б240-6К. – Режим доступа: <https://www.metalcutting.ru/content/mnogoshpindelnyy-tokarnyy-avtomat-1b240-6k>.
5. Коротун М.М. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічної роботи «Кінематичний розрахунок привода металорізальних верстатів» [Текст]/ М.М. Коротун – Суми: СумДУ, 2009. – 23 с.
6. Коротун М.М. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з теми «Проектування та розрахунки привода верстатів» [Текст]/ М. М. Коротун, О. В. Івченко. – Суми : Сумський державний університет, 2013. – 35 с.
7. Курсовое проектирование деталей машин [Текст]: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов / С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин и др.– 2-е изд. перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1988. – 416 с.
8. Helpiks. ORG [Электронный ресурс]:Призначення, конструкції та матеріали – Режим доступа: <https://helpiks.org/5-57393.html>.
9. 4742 Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи з теми «Побудова технологічної схеми складання виробів верстатобудування» з курсу «Професійна комп'ютерна підготовка в проектуванні обладнання загального машинобу-

дування» для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», («Металорізальні верстати та системи») денної й заочної форм навчання.

10. Docsity [Електронний ресурс]: Автоматизация инженерных расчетов, Рефераты из Информационные и компьютерные технологии – Режим доступа: <https://www.docsity.com/ru/avtomatizaciya-inzheneryh-raschetov/4604075/>.

11. Mkr-novo2 [Електронний ресурс]: Описание и основные возможности программы MS Frontpage. Создание Web-страниц при помощи программы FrontPage – Режим доступа: <https://mkr-novo2.ru/programmy/opisanie-i-osnovnye-vozmozhnosti-programmy-ms-frontpage-sozдание.html>.

12. Охрана труда [Електронний ресурс]: ОХРАНА ТРУДА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ НА КОМПЬЮТЕРЕ ОХРАНА ТРУДА ПРИ РАБОТЕ НА КОМПЬЮТЕРЕ – Режим доступа: <https://ohranatrud-ua.ru/spravochnaya-informatsiya/2272-okhrana-truda-pri-vypolnenii-rabot-na-kompyutere.html>.

13. ДСанПіН 3.3.2.007-98. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин.

14. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов по безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

15. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

16. СН 3223-85 (ДНАОП 0.03-3.14-85) Санітарні норми допустимих рівнів шуму на робочих місцях.

17. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности

18. СНиП 2.04.05-91*. Отопление, вентиляция и кондиционирование.

19. СН 4088-86 Микроклимат производственных помещений.

20. СН 2152-80. Санитарно-гигиенические нормы допустимых уровней ионизации воздуха производственных и общественных помещений.

21. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

22. Allbest [Електронний ресурс]: Выбери лучшее – Режим доступа: <https://allbest.ru/o-2c0a65635b3bd68a4d43b89521316d27.html>.

ДОДАТОК А

ІНТЕРНЕТ-ОРІЄНТОВНА ПРОГРАМА

1) Файл index.htm – Для створення фрейму

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">
<title>Новая страница 1</title>
</head>
<FRAMESET framespacing="1" border="1" cols="160,*">
<FRAME name="Frmpitleft" src="leftsb.htm" scrolling="no" >
<FRAMESET rows="70,*">
<FRAME name="Frmpittop" src="topsb.htm" scrolling="no">
<FRAME name="Frmpitbottom" src="svediniya.htm">
</FRAMESET>
<NOFRAMES>
<BODY>
2
I
II
3
<p>This page uses frames, but your browser doesn't support them</p>
</BODY>
</NOFRAMES>
</FRAMESET>
</html>
```

2) Файл leftsb.htm – Для створення гіперпосилань, на вказаний пункт у змісті

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Language" content="ru">
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">
<title>Общие положения</title>
</head>
<body text="#00FFFF" bgcolor="#FFFF99">
<A href="svediniya.htm" target="Frmpitbottom">Загальні відомості</A><BR>
<A href="metodika.htm" target="Frmpitbottom">Методика розрахунку </A><BR>
<A href="raschet.htm" target="Frmpitbottom">Розрахунок</A>
</body>
</html>
```

3) Файл metodika.htm – Методика для розрахунку кількісної характеристики складальної одиниці

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">
<title>Побудова технологічної схеми скл</title>
</head>
<body bgcolor="#FFFFCC">
```

Побудова технологічної схеми складання здійснюється в наступній послідовності.

<p>1. Знайомляться по складальному кресленню з конструкцією виробу (комплексу, комплекту) і технічними умовами його приймання. Складальне креслення повинне містити всі необхідні

проекції, номери деталей і складальні одиниці, розміри, що витримуються при складанні, натяг і зазори в сполученнях, а також дані про масу виробу. </p>

<p>2. Складаються розмірні ланцюги виробу (без виконання пов'язаних з ними розрахунків), приймаючи в якості замикаючих ланок розміри, які необхідно витримати при збиранні. При знаходженні складових ланок розмірних ланцюгів обхід починається від однієї сторони останнього у ланки і закінчується другою його стороною. Враховується також, що у кожній складовій ланки обидві його сторони повинні належати тільки одній деталі. </p>

<p>3. Визначаються деталі, розміри яких одночасно входять в дві, три і більше розмірні ланцюги. </p>

<p>4. Вироби розбираються на складальні одиниці і деталі, керуючись такими основними рекомендаціями:

а) складальна одиниця не повинна мати занадто великі габарити, масу і складатися з значної кількості деталей і сполучень, щоб надмірно не ускладнювати вузлову збірку;

б) не повинно допускатися виділення надмірно дрібних складальних одиниць, так як це ускладнює процес комплектування виробу при загальній збірці;

в) трудомісткість складання повинна бути приблизно однакова для більшості складальних одиниць;

г) частину виробу, що вимагає випробування, обкатування або спеціальної слюсарної пригонки, повинна виділятися в особливу складальну одиницю;

д) більшість деталей, виключаючи головні базові (станини, рами і т. п.), а також кріпильні деталі, повинні увійти в ті чи інші складальні одиниці з тим, щоб скоротити кількість окремих деталей, що подаються безпосередньо на загальну збірку;

е) складальна одиниця при подальшому монтуванні її у виробі не повинна піддаватися будь-якому розбиранні. Якщо цього уникнути не можна, то відповідні розбірні роботи необхідно передбачити в технології;

ж) функціональне призначення частини виробу не є обов'язковою умовою виділення її в складальну одиницю;

з) складальні одиниці повинні по можливості збиратися незалежно один від одного, з тим щоб скоротити тривалість циклу загальної збірки; </p>

<p>5. Будується структурне дерево взаємозв'язків компонентів виробу (деталей, складальних одиниць), позначивши вузлами і-того рівня складальні одиниці і-того порядку. За нульовий рівень приймається виріб в цілому, за найвищий – деталь. Вузли дерева з'єднуються дугою, утворюючи гілки дерева відповідно до наявних сполуками деталей і складальних одиниць з виробі. Виріб позначається I_{0} , компоненти виробу $S_{1,j}$ де 1 – рівень компонента виробу, j – порядковий номер на цьому рівні. </p>

<p>6. Складаються матриці суміжності попарно для всіх рівнів дерева, починаючи з 0-1, 1-2 і т. д. до пари, в яку входять деталі (компоненти вищого рівня). Наявність зв'язків між вузлами структурного дерева позначається 1 , а відсутність – 0 . Матриця суміжностей позначається $W_{k,p}$, де k, p – відповідно нижчий і вищий рівні компонентів в парі. Вибирається базова деталь для вузлової і загальної збірок. В якості базової деталі при вузловій збірці приймається така деталь, поверхні якої будуть згодом використані при установці на ній або в ній інших деталей, і складальних одиниць. При загальній збірці або формуванні складальної одиниці нижчого порядку роль базової деталі може також виконувати раніше зібрана складальна одиниця. </p>

<p>Визначається послідовність загальної збірки, виходячи з наступного:

а) збірка починається з установки на конвеєрі або складальному стенді деталі, до якої послідовно приєднуються інші деталі або складальні одиниці;

б) деталі і складальні одиниці, що несуть у виробі найбільш відповідальні функції, бажано монтувати в першу чергу;

в) деталі, розміри яких є загальними ланками декількох паралельно пов'язаних, розмірних ланцюгів, переважні для першочергової збірки;

г) кожна раніше змонтована деталь або складальна одиниця не повинна заважати подальшій збірці;

д) загальний порядок складання визначається можливістю і зручністю приєднання деталей або складальних одиниць з урахуванням існуючих взаємозв'язків між компонентами виробу. </p>

<p>7. Визначається послідовність виконання вузлових зборок, починаючи зі складальних одиниць вищого порядку (що складаються з одних деталей) і закінчуючи одиницями нижчого порядку. При цьому керуються тими ж принципами, що і при призначенні послідовності загального складання. </p>

<p>8. Будується технологічна схема збірки. При розробці схеми використовуються умовні графічні позначення і такі вказівки:

а) креслення елементів складальних схем, складальних одиниць і ліній складання виконується суцільною лінією товщиною 2S–3S, деталей, ліній установки, демонтажу, інформації – суцільною лінією товщиною S;

б) при оформленні схеми загальної збірки або вузлової зборки складальної одиниці нижчого порядку лінія збірки розташовується горизонтально, а лінія збірки входять до них складових частин (складальних одиниць вищого порядку і деталей) – вертикально, причому трафарети деталей поміщаються вище лінії складання, а складальних одиниць – нижче лінії складання;

в) вказівка про подальший рух складальної одиниці після вузлової зборки розташовується біля стрілки, якою закінчується лінія збірки;

г) на складальні одиниці, що мають однаковий складальний комплект деталей або складальних одиниць, розробляються групові схеми складання з застосуванням таблиць, в яких відображаються змінні дані в позначенні, найменування та позиціях для різних виконань. Таблиця розміщується з правого боку або внизу схеми збірки під технічними вимогами до складальної одиниці. Посилання на таблицю дається на 10 графічному зображенні складальної одиниці в зоні 1 – позначення і номер позиції за кресленням (див. додаток А);

д) початок лінії складання позначається крапкою;

е) якщо технологічна схема збірки не вміщується на аркуші заданого формату, то лінія збірки переривається, кінець її позначається стрілкою і дається вказівка про номер листа, на якому триває схема збірки (напис над стрілкою «продовження на аркуші ... »).

ж) вся необхідна додаткова інформація розташовується над і під лінією інформації у графічного зображення тих деталей або складальних одиниць, при установці яких ці дані використовуються. При вказівці додаткової інформації про виконуваних при складанні роботах використовується скорочена форма запису змісту операції шляхом послідовного написання ключового слова (похідне від назви операції в наказовому способі), найменування предмета виробництва, позначення розмірів і додаткових відомостей. </p>

<p>9. Визначаються кількісні характеристики розробленої технологічної схеми складання.</p>

</body>

</html>

4) Файл raschet.htm – Розрахунок кількісної характеристики складальної одиниці

<html>

<head>

<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">

<title>Визначаємо ступінь складності ск</title>

</head>

<script language="JavaScript">

function S3_ch()

{

X16.value=X61.value;

}


```
function S2_ch()
{
X13.value=X60.value;
}
function S1_ch()
{
X10.value=X59.value;
}
function m5_ch()
{
X6.value=X57.value;
}
function m4_ch()
{
X5.value=X56.value;
}
function m3_ch()
{
X4.value=X55.value;
}
function m2_ch()
{
X3.value=X54.value;
}
function m1_ch()
{
X2.value=X53.value;
}
function n_ch()
{
X8.value=X51.value;
}
function S_ch()
{
X1.value=X17.value=X14.value=X11.value=X52.value;
}
function plus()
{
Y.value=X7.value=X2.value-(-1)*X3.value-(-1)*X4.value-(-1)*X5.value-(-1)*X6.value;
}
function del()
{
A=X7.value;
B=X8.value;
C=(A)/(B-1);

Z.value=C;
}
function del1()
{
X19.value=X10.value/X11.value;
}
```

```

function del2()
{
X15.value=X13.value/X14.value;
}
function del3()
{
X18.value=X16.value/X17.value;
}
</script>
<body bgcolor="#FFFFCC">
<p align="left" style="text-indent: 2px"><span lang="uk">Таблиця</span> -<span lang="uk">
</span><span lang="ru"></span><span lang="uk">Вхідні значення</span></p>
<table border="1" width="500" bgcolor="#CCFFCC">
  <tr>
    <td width="30"><p align="center">n</td>
    <td width="33"><p align="center">S</td>
    <td width="32"><p align="center">m<sub>1</sub></td>
    <td width="28"><p align="center">m<sub>2</sub></td>
    <td width="34"><p align="center">m<sub>3</sub></td>
    <td width="42"><p align="center">m<sub>4</sub></td>
    <td width="41"><p align="center">m<sub>5</sub></td>
    <td width="37"><p align="center">i</td>
    <td width="55"><p align="center">S<sub>уН</sub></td>
    <td><p align="center">S<sub>сТ</sub></td>
    <td><p align="center">S<sub>з</sub></td>
  </tr>
  <tr>
    <td width="30" bordercolor="#FFFFCC">
<input id="X51" size="8" style="text-align: center" name="T20" onchange="n_ch()"></td>
    <td width="33">
<input id="X52" size="8" style="text-align: center" name="T21" onchange="S_ch()"></td>
    <td width="32">
<input id="X53" size="8" style="text-align: center" name="T22" onchange="m1_ch()"></td>
    <td width="28">
<input id="X54" size="8" style="text-align: center" name="T24" onchange="m2_ch()"></td>
    <td width="34">
<input id="X55" size="8" style="text-align: center" name="T25" onchange="m3_ch()"></td>
    <td width="42">
<input id="X56" size="8" style="text-align: center" name="T26" onchange="m4_ch()"></td>
    <td width="41">
<input id="X57" size="8" style="text-align: center" name="T23" onchange="m5_ch()"></td>
    <td width="37">
<input id="X58" size="8" style="text-align: center" value="5" name="T27" onchange="i_ch()"></td>
    <td width="55">
<input id="X59" size="8" style="text-align: center" name="T28" onchange="S1_ch()"></td>
    <td>
<input id="X60" size="8" style="text-align: center" name="T29" onchange="S2_ch()"></td>
    <td>
<input id="X61" size="8" style="text-align: center" name="T30" onchange="S3_ch()"></td>
  </tr>
</table>
<p>n – порядок деталі; <br>

```

S – компонент виробу;

m_{i} – коефіцієнт кратності;

i – рівень збірки;

$S_{ун}$ – сума уніфікованих (покупних, стандартизованих і запозичених) компонентів по специфікації;

$S_{ст}$ – сума стандартизованих компонентів по специфікації;

S_3 – сума компонентів, запозичених з конструкцій інших виробів. </p>

<p align="left" style="text-indent: 2px">Визначаємо ступінь складності складального складу виробу</p>

<p align="center"> $I_0 = S_{(n+1)}$ =

<input id="X1" size="8" style="text-align: center"> ,</p>

<p align="left">де I_0 – виріб;

n – порядок деталі;

S – компонент виробу.</p>

<p align="left" style="text-indent: 2px">Расчитываем общее число сборочных единиц сборочного состава</p>

<p align="center" style="text-indent: 2px">

</p>

<p align="center">Q =

<input id="X2" size="8" name="T1" style="text-align: center">

<input id="X3" size="8" name="T2" style="text-align: center">

<input id="X4" size="8" name="T3" style="text-align: center">

<input id="X5" size="8" name="T4" style="text-align: center">

<input id="X6" size="8" name="T5" style="text-align: center">

<input type="button" value=" + " onclick="plus()">

<input id="Y" size="8" name="T6" style="text-align: center"> , </p>

<p align="left">де m_i – коефіцієнт кратності;

i – рівень збірки,</p>

<p align="left">середню повноту складального складу виробу</p>

<p align="center">,</p>

<p align="center">Cp =

<input id="X7" size="8" name="T7" style="text-align: center">/

<input id="X8" size="8" name="T8" style="text-align: center">

<input id="X9" size="2" value="-1" name="T9" style="text-align: center">

<input type="button" value=" = " onclick="del()">

<input id="Z" size="8" name="T10"></p>

<p align="left">коефіцієнт уніфікації виробу

</p>

<p align="center"> $K_{ун} =$

$S_{ун}$

/S =

<input id="X10" size="8" name="T11" style="text-align: center"><input id="X11" size="8" name="T12" style="text-align: center"><input type="button" value=" / " onclick="del()"><input id="X19" size="8" name="T13" style="text-align: center"> , </p>

<p align="left">де S – сума всіх компонентів по специфікації;

$S_{ун}$ – сума уніфікованих (покупних, стандартизованих і запозичених) компонентів по специфікації;</p>

<p align="left">коефіцієнт стандартизації виробу</p>

<p align="center"> $K_{ст} =$

```

S<sub>с</sub> /S =<input id="X13" size="8" name="T14" style="text-align: center"><input
id="X14" size="8" name="T15" style="text-align: center"><input type="button" value=" / "
onclick="del2()"><input id="X15" size="8" name="T16" style="text-align: center">,</p>
<p align="left">S<sub>с</sub> – сума стандартизованих компонентів по специфікації;</p>
<p align="left">i коефіцієнт повторюваності виробу</p>
<p align="center">K<sub>п</sub> =S<sub>з</sub> /S=&nbsp;
<input id="X16" size="8" name="T17" style="text-align: center"><input id="X17" size="8"
name="T18" style="text-align: center"><input type="button" value=" / " onclick="del3()"><input
id="X18" size="8" name="T19" style="text-align: center">,</p>
<p align="left">де S<sub>з</sub> – сума компонентів, запозичених з конструкцій інших
виробів. </p>
</body>
</html>

```

5) Файл svediniya.htm – Загальні відомості складальної одиниці

```

<html>
<head>
<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">
<title>Технологічний процес складання -</title>
</head>
<i>Технологічний процес складання</i> - це сукупність операцій по з'єднанню деталей в певній
технічно і економічно доцільно<span lang="uk">i</span> послідовності для отримання склада-
льних одиниць (вузлів) і виробів, відповідн<span lang="uk">o</span>
<span lang="uk">запр</span>опонованим до них вимогам.<p>&nbsp;Розрізняють процеси вуз-
лов<span lang="uk">>ого</span> і загально<span lang="uk">>го</span>
<span lang="uk">складання</span>. <i><span lang="uk">О</span>б'єктом вузлов<span lang="uk">го</span> <span lang="uk">складання</span> є складальна одиниця</i> - самостійна
частина машини або пристро<span lang="uk">ю</span>, яка виконує певну функцію в машині і
може транспортуватися або для установки в машину, або для реалізації споживачам. Приклада-
ми складальних одиниць дизельного двигуна є фільтр масляний, двигун пусковий, фільтр пали-
вний і ін.</p>
<p>Машина як виріб розбирається на <i>складальні одиниці 1-го порядку</i> і окремі деталі.
Складальні одиниці 1-го порядку розбираються на <i>складальні одиниці 2-го порядку</i> і ок-
ремі деталі. Складальні одиниці найбільшого (<i>n</i> - 1) -го порядку розбираються тільки на
деталі.
<i>Деталь</i> виготовлена &#8203;&#8203;з однорідного по найменуванню і марці матеріалу
без застосування складальних операцій. Об'єктом <i>загального<span lang="uk">складання</span></i> &nbsp;є машина в цілому. <i>Складальна операція</i> - це ча-
стина технологічного процесу складання по з'єднанню деталей, виконувана на одному робочо-
му місці одним робочим або бригадою. Складальна операція складається з <i>переходів</i>
(частина операції по отриманню одного виду з'єднання одним інструментом) і <i>позицій</i>
або <i><span lang="uk">установ</span></i> (частина операції, яка виконується при незмінному
положенні об'єкта <span lang="uk">складання</span>). </p>
<p>Процес складання має важливе значення для забезпечення якості машини і ефективності
виробництва, так як він завершує процес виготовлення машини. У той же час з розробки техно-
логічного процесу складання зазвичай починають технологічну підготовку виробництва, так як
при формуванні процесу складання уточнюють вимоги до конструкції виробу, точності його
елементів, технічні умови, пропоновані до їх взаємодії.</p>
<p>До <i>вихідних даних</i> для проектування технологічних процесів складання відносять
складальне креслення вироб<span lang="uk">у</span> (складальної одиниці), технічні умови
його (ii) приймання, програму і період випуску вироб<span lang="uk">у</span>.</p>
<p>До <i>основних етапів розробки технологічних процесів складання</i> відносять:
<br>

```

1) аналіз вихідних даних;

2) розрахунок такту збірки, визначення типу виробництва та організаційної форми складання;

3) відпрацювання конструкції виробу з точки зору її складальної технологічності;

4) проведення розмірного аналізу конструкції виробу, вибір баз і раціональних методів

складання;

5) розробка технологічної схеми і маршруту складання;

6) формування технологічних операцій;

7) нормування технологічного процесу складання;

8) оцінка економічної ефективності варіантів технологічного процесу складання.</p>

<p>При виконанні даної практичної роботи студенти повинні вивчити методики виконання 1-3-го і 5-го етапів розробки технологічних процесів складання.</p>

<p>При <i>аналізі вихідних даних</i> оцінюється їх повнота; вивчається конструкція виробу, вимоги до його складання; виявляються сполучення, що пред'являють певні вимоги до точності і якості поверхні складових деталей; виділяються і класифікуються за методами виконання

рухомих і нерухомих з'єднань деталей.

<body bgcolor="#FFFFCC"></p>

</body>

</html>

б) Файл topsb.htm – Для створення заголовку сторінки

<html>

<head>

<meta http-equiv="Content-Type" content="text/html; charset=windows-1251">

<title>Расчет количественных характеристик</title>

</head>

<body text="#FFFFFF" bgcolor="#008000">

<H1 align="center">Розрахунок кількісних характеристик складальної одиниці

</H1>

</body>

</html>

ДОДАТОК Б

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Б.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів під час модернізації багатопшпindelного токарного автомата 16240-6К з використанням інтернет-технологій для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей

Проведемо аналіз умов праці у кімнаті, де проходить розробка модернізації багатопшпindelного токарного автомата 16240-6К з використанням-інтернет технологій для автоматизації розрахунку кількісних характеристик технологічної схеми складання коробки швидкостей.

Нормативна база

Основними нормативно-правовими актами, які регулюють правила охорони праці під час експлуатації ПК можна назвати наступні:

- Наказ Держгірпромнагляду України «Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» від 26 березня 2010 р. № 65;
- Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПіН 3.3.2.007-98, затверджені постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10 грудня 1998 р. № 7;
- Примірня інструкція з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, затверджена наказом Міністерства доходів і зборів України від 5 вересня 2013 р. № 443.

Вимоги до приміщення

Приміщення, в яких планується установка та подальша робота з комп'ютером, повинні відповідати проектній документації будинку, погодженій з уповноваженими державними органами. Крім того, потрібно враховувати санітарні нормативи освітлення, вимоги до параметрів мікроклімату (температура, від-

носна вологість), ступеня і сили вібрації, звукового шуму і вогнестійкості приміщення, а також характеристики електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного полів.

Усі зазначені вище параметри санітарних норм можуть негативно впливати на здоров'я робітників, якщо їх показники не будуть знаходитися в допустимих межах, які можна знайти в Державних санітарних правилах і нормах роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПН 3.3.2.007-98, затверджених Постановою Головного державного санітарного лікаря України №7 від 10 грудня 1998 року.

Вимоги до особистого робочого місця працівника

Розмір одного робочого місця має становити не менше 6 квадратних метрів.

Площа кімнати в якій проводились розрахунки 25 м², а обсяг – 62,5 м³.

Робоче місце розміщено на 1 м від вікна., природне освітлення падає з правої сторони.

Робота проводиться за ноутбуком.

Розміри робочого столу: висота – 760 мм, довжина – 1100 мм, ширина – 680 мм.

Конструкція робочого місця забезпечує підтримання оптимальної робочої пози (при роботі сидячі): ступні ніг – на підлозі, стегна – в горизонтальній площині, передпліччя – вертикально, лікті – під кутом 90 градусів до площини, зап'ястя під кутом 180 відносно горизонтальної площини, нахил голови – 100 відносно вертикальної площини.

Конструкція крісла створює умови для підтримки фізіологічного раціонального положення зі збереженням природних вигинів зроста, а також забезпечує зниження статичного напруження м'язів шийно-плечової області спини та не ускладнює робочих рухів.

Крісло включає основні елементи: сидіння, спинку, підлокітники.

Розташування екрана дисплея в робочій зоні забезпечує зручність зорового спостереження у вертикальній площині під кутом 300 від нормальної лінії погляду.

Відстань від екрана до очей дорівнює розміру екрана по діагоналі 43 см (17 ") = 600 мм.

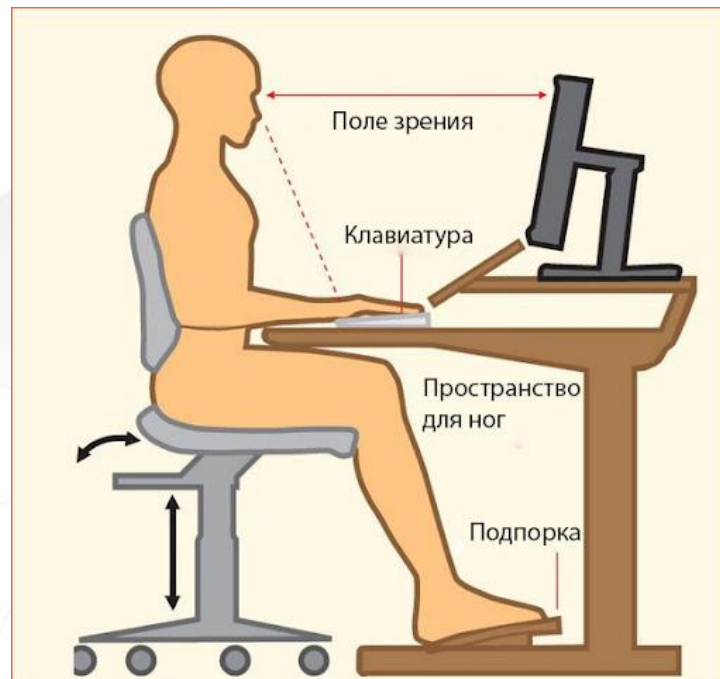


Рисунок Б.1 – Правильне положення працівника при роботі з комп'ютером

Рівень освітленості

Рівень освітленості на робочому столі 350 лк.

Рівні шуму і вібрації

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85, ГОСТ 12.1.003-83, ГР 2411-81.

Кімната знаходиться в будинку, яке не оточене виробничими цехами.

Мікроклімат

Мікроклімат у приміщеннях, головним чином, визначається температурою, швидкістю руху повітря та відносною вологістю повітря. Значення нормативних параметрів мікроклімату визначаються відповідно до ГОСТ 12.1.005 (див. табл. Б.1).

Таблиця Б.1 – Мікроклімат у кімнаті

| Параметр | Період часу | Фактична величина | Нормативна величина |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|---------------------|
| Температура, °С | Теплий період | 23 | 22...25 |
| | Холодний період | 22 | 21...23 |
| Відносна вологість, % | Теплий період | 40 | 40...60 |
| | Холодний період | 40 | 40...60 |
| Швидкість руху повітря, м/с | Теплий період | 0,1 | 0,6...1,0 |
| | Холодний період | 0,1 | 0,2...0,4 |

Чистота повітря

Чистота повітря в робочій зоні відповідає ГОСТу 12.1.005: наявність озону не перевищує 0,1 мг / м³, наявність оксидів азоту не перевищує 5 мг / м³; наявність пилу не перевищує 4 мг / м³.

Б.2 Розрахунок конденсації

Конденсація повітря – це створення і автоматична підтримка в приміщеннях незалежно від зовнішніх умов постійних або змінних за певною програмою температури, вологості, чистоти і швидкості руху повітря, найбільш сприятливих для людей або необхідних для нормального протікання технологічного процесу. На промислових підприємствах конденсація повітря застосовується або для забезпечення комфортних (оптимальних) санітарно-гігієнічних умов, створення яких звичайною вентиляцією неможливо, або як складова частина технологічного процесу.

Розрахунок конденсації проведемо використовуючи формулу для знаходження кратності повітрообміну k :

$$k = \pm \frac{L}{s},$$

де L – кількість повітря, що подається (+) або видаляється (-) з приміщення, $\text{м}^3 / \text{год}$;

s – обсяг приміщення, м^3 .

За цією формулою визначимо необхідний обсяг повітря, що видаляється, обравши кратність з довідника $k = 3$ (повинно бути не менше 3).

Розрахуємо:

$$L = k \cdot s;$$

де $s = 5 \cdot 5 \cdot 4 = 100 \text{ м}^2$;

Отже

$$L = 3 \cdot 100 = 300 \text{ (м}^3/\text{год)}$$

Тепер використовуємо формулу

$$L = 3600 \cdot v \cdot F_n,$$

де L – кількість повітря, що видаляється протягом години витяжкою або парасолькою (ковпаком); v – середня швидкість всмоктування повітря у відкритий проріз шафи (парасольки) $\text{м}/\text{с}$ ($0.5 - 1.7 \text{ м}/\text{с}$ в залежності від токсичності і летючості газів і парів); F_n – площа відкритої щілини, м^2 .


Отже, розрахувавши

$$F_n = \frac{L}{3600 \cdot v};$$

приймавши $v = 0,8$ м/с, знайдемо площу відкритої щілини:

$$F_n = \frac{300}{3600 \cdot 0,8} = 0,104 \text{ (м}^2\text{)}$$

В результаті цього розрахунку отримали, що кількість повітря, що видаляється протягом години витяжкою, для нашого приміщення повинно бути $360 \text{ м}^3 / \text{год}$, а площа відкритого прорізу – 0.104 м^2 [22].



Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

ДОДАТОК В

КОМПОНОВКА І КОНСТРУКТИВНІ РІЗНОВИДИ АВТОМАТІВ

Фірма Gildemeister випустила шестишпindelний горизонтальний автомат ASL – 10 поздовжньо-фасонного точіння для обробки прутків діаметром до 10 мм. Автомати поздовжньо-фасонного точіння випускалися до цього часу тільки в використанні з одним шпindelем. За даними фірми, автомат ASL – 10 ПЗ порівняно з одношпindelними володіє рядом переваг, головні з яких – скорочення в середньому в 5 – 6 разів штучного часу і значне спрощення і полегшення налагодження.

Серед автоматів з горизонтальним компонуванням найбільш широке поширення набули верстати типу рами. Ці верстати були створені спеціально для масового виробництва. Фірма Асте (США) випускає автомати з дуже жорсткою масивною рамою і гранично простими приводами супорта. Нижні поперечні і поздовжній супорти приводяться в рух безпосередньо від кулачків барабанного типу, а верхні і середні поперечні супорти мають в приводі по одному важелю. Для здійснення таких приводів до кожного супорта підводиться окрема ділянка розподільного валу з барабаном для установки кулачків. При кожному переналагодження верстата необхідно проектувати, виготовляти і встановлювати на верстат нові комплекти кулачків. До переваг цієї конструкції відносяться висока жорсткість приводів супортів, зручне для заміни розташування більшості кулачків, можливість установки на різних ділянках розподільного валу додаткових барабанів з кулачками для пристроїв різних пристроїв. Недоліком такої системи є затруднений схід стружки в приймальну зону транспортера, так як через цю зону вздовж осі верстата проходить головна ділянка розподільного валу. Це особливо відчутно на верстатах середніх і великих розмірів, де обсяг знімається при обробці стружки великий.

Для усунення цього недоліку фірма Cone (США) спроектувала конструкцію і виготовляє пруткові автомати з верхнім розташуванням розподільного валу, який в цьому випадку встановлено в траверсі. Барабани з кулачками приводів по-

перечних супортів розташовуються на двох вертикальних ділянках розподільного валу, розташованих по обидві сторони від шпindelного блоку. Від кулачків через жорсткий важіль, що має форму диска, отримує рух кожен з поперечних супортів. При розгляді конструкції супортів з приводами стає очевидним, що всі сили були спрямовані на отримання максимальної жорсткості цих вузлів. З цією метою супорти прямокутної форми врізані в корпус шпindelного блоку. Їх напрямні максимально наближені до важелів приводу. Однак така конструкція супортів не дозволяє побудувати на базі автоматів напівавтомати. Тому фірма Cone напівавтоматів не виготовляє. Переналагодження цих автоматів, здійснюється тільки шляхом заміни кулачків.

У міру того як удосконалювалися конструкції автоматів і пізнавалися їх гідності, починала проявлятися тенденція до застосування їх не тільки в масовому і крупносерійному, але і у середньосерійному виробництві. Однак система змінних кулач в більшості випадків робила економічно нецільеспрямоване застосування автоматів у середньосерійному виробництві. Задля вирішення цього завдання фірмою Gildemeister (ФРГ) був розроблений автомат з регульованим приводом поперечних супортів. Від кулачків розподільного валу рух супортам передається через систему важелів, пов'язаних між собою тягами. По плечу верхнього важеля можна переміщати повзун, з якої шарнірно пов'язана приводна тяга. При переміщенні повзуна змінюється плече приводного важеля і, отже, величина ходу супорта. Ця система дозволяє вибирати величину ходу супорта при одному кулачку в певних межах. Задля забезпечення повного діапазону ходу супорта необхідний набір кулачків. Привід поздовжнього супорта нерегульований і здійснюється безпосередньо від кулачків барабана, що сидить на єдиному, що має верхнє розташування розподільному валу. Описаний привід поперечних супортів володіє достатньою жорсткістю і дозволяє використовувати автомати в середньосерійне виробництво. Фірмою Wickman (Англія) випускаються автомати, що мають регульовані приводи всіх супортів, що не потребують заміни дванадцяти кулачків.

ДОДАТОК Г

КОНСТРУКЦІЯ, ПАСПОРТНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТА ОПИС РОБОТИ ВЕРСТАТА 1Б240-6К

Є широкий вибір спеціальних пристроїв, що розширюють технологічні можливості, підвищують точність обробки і забезпечують високу економічну ефективність, наприклад, пристрої для:

- точіння циліндрів і конусів з поздовжнього супорта, канавок в отворах на торцях, камер в отворах, сферичних і криволінійних поверхонь;
- забезпечення необхідної швидкості різання осьовим інструментом незалежно від частоти обертання шпинделя;
- розгортання отворів;
- фрезерування пазів, лисок на торці деталі, шпонкових пазів, шліців;
- нарізування, фрезерування, накатки різьб [3].

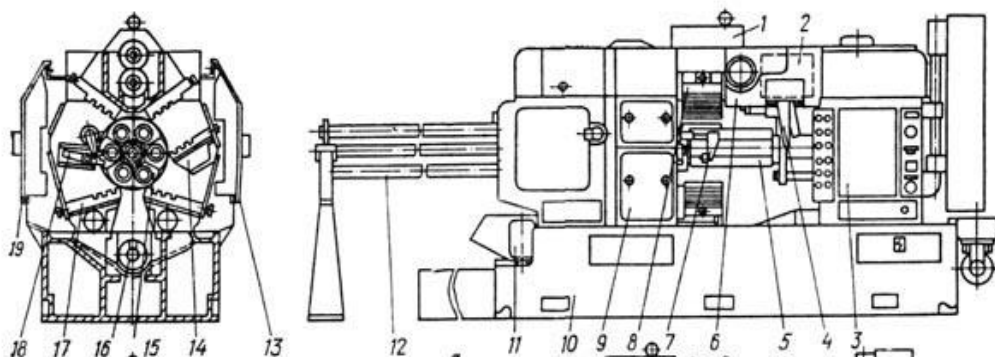


Рисунок Г.1 – Розташування складових частин шестишпindelного токарного верстата 1Б240-6К : 1 – щити верхні; 2 – командо апарат; 3 – коробка передач; 4 – привід незалежних подач; 5 – супорт поздовжній; 6 – траверса; 7 – упор матеріалу; 8 – супорт верхній; 9 – механізми шпindelного блоку; 10 – станина; 11 – охолодження; 12 – труби напрямні; 13 – огорожа задня; 14 – супорт середній задній; 15 – барабан шпindelний; 16 – транспортер стружки; 17 – супорт нижній; 18 – супорт відрізний; 19 – огорожа передня [3].

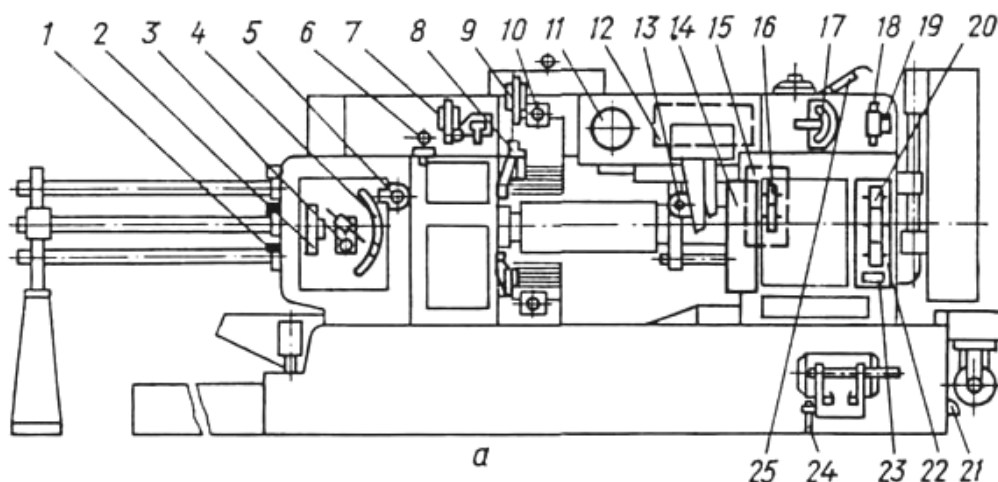


Рисунок Г.2 – Розташування органів управління багатшпindelного токарного верстата 1Б240-6К: 1 – замок направляючих труб; 2 – обмежувач відведення труб подачі; 3 – рукоятка виключення подачі прутка; 4 – регулювання довжини подачі прутка; 5 – рукоятка ручного затиску прутка; 6 – індикатор контролю підйому барабана (індикатор встановлюється при контролі); 6 – механізм регулювання величини ходу середніх і нижніх супортів; 7 – упори поперечних супортів; 8 – механізм регулювання величини ходу верхніх поперечних супортів; 9 – механізм регулювання переднього положення поперечних супортів; 10 - ціле показник; 11 – командо апарат; 12 – механізм регулювання величини ходу державок пристроїв з незалежною подачею; 13 – пульт управління передній; 14 - пульт управління задній; 15 - змінні шестерні пристроїв розгортання і швидкого свердління; 16 - механізм регулювання величини ходу поздовжнього супорта; 17 – квадрат ручного повороту розподільного валу; 18 – запобіжна зрізна шпонка; 19 – змінні шестерні швидкостей, подач і різьбо нарізання; 20 – введення від електромережі [3].

Технологічна характеристика верстата 1Б240-6К:

| | |
|--------------------------------|------|
| Кількість робочих шпинделів | 6 |
| Кількість поздовжніх супортів | 1 |
| Кількість поперечних супортів | 6 |
| Діаметр отвору в шпинделях, мм | 62,6 |

| | |
|--|----------------|
| Найбільша довжина обробки, мм | 160 |
| Найбільша довжина подачі прутка, мм | 180 |
| Найбільший діаметр прутка, мм | 40 |
| Найбільша сторона квадратного прутка, мм | 28 |
| Найбільша сторона шестигранного прутка, мм | 36 |
| Найбільша довжина прутка, мм | 4000 |
| Найбільший загальний/ робочий хід поздовжнього супорта, мм | 180/ 160 |
| Найбільший загальний/ робочий хід поперечного супорта, мм | 80/30 |
| Найбільший загальний/ робочий хід відрізного супорта, мм | 35/ 23 |
| Найбільший діаметр нарізаної різьби, мм | 30 |
| Найбільший хід інструментальних шпинделів, мм | 188 |
| Частота обертання шпинделів, об/хв | 140..1600 |
| Величина подач поздовжнього супорта, мм/об | 0..6,65 |
| Величина подач поперечних супортів, мм/об | 0..2,7 |
| Найбільший крутний момент, кгс·м | 2000 |
| Найбільше тягове зусилля, кгс | 5000 |
| Найбільше зусилля подачі, кгс | 1500 |
| Електрообладнання: | |
| Електродвигун головного приводу (шпинделів), кВт | 15 |
| Електродвигун налагоджувального обертання, кВт | 1,5 |
| Електродвигун привода транспортера стружки, кВт | 1,1 |
| Електродвигун насоса мастила, кВт | 2,2 |
| Електродвигун насоса охолодження, кВт | 0,6 |
| Встановлена потужність, кВт | 19,2 |
| Габарити і маса верстата: | |
| Габарити верстата без приставного обладнання (довжина ширина висота), мм | 3975 1750 1970 |
| Маса верстата, кг | 12000 [3]. |

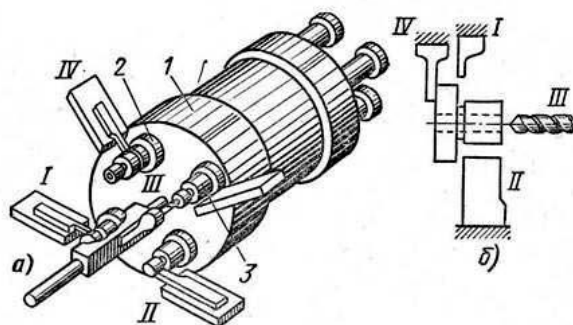


Рисунок Г.3 – Шпиндельний блок [3]

Основним вузлом автомата є шпиндельний блок I (рисунок Г 3 а), в якому розташовані шпинделі 2 з заготовками 3. Шпиндельний блок періодично повертається, і шпинделі займають нове положення. Кожному положенню шпинделя присвоюють найменування: позиція I, позиція II і т. д. В кожній позиції виконується певна операція. Проти кожного шпинделя в супорті встановлений ріжучий інструмент, що виробляє певну для даної позиції операцію.

Припустимо, що нам необхідно виготовити деталь, показану на рисунку Г 3 (б). У позиції I пруток подається до упору і затискається, а потім різцем поперечного супорта прорізається канавка. Після повороту блоку заготівля займе позицію II, де різцем другого поперечного супорта обробляється зовнішня поверхня. Блок знову повертається, і деталь виявляється в позиції III, де свердлом, встановленим у поздовжньому супорті, свердлиться отвір. У позиції IV відрізається готова деталь.

Шестишпиндельний токарний автомат мод. 1Б240-6К. Автомат призначений для обробки деталей з прутків. Кожна позиція шпинделів обслуговується поздовжнім і поперечним супортами. Дві верхні позиції можуть оснащуватися додатковими пристроями, що мають незалежну подачу. У п'яти позиціях поздовжнього супорта можуть бути встановлені пристосування для свердел, розгорток, різьбових плашок та ін.

Кінематична схема

Головний рух шпинделі отримують від електродвигуна 1 через клинопасову передачу 8 – 9, колеса 36 – 37, змінні колеса a – b, c, d, центральний вал IV і центральне колесо 20, пов'язане з колесами 14 шести шпинделів XXII, які обертаються з однаковою частотою.

Рух подачі і холостих ходів здійснюється кулачками 73 і 74, встановленими на розподільчому валу XIII і валу XIV. У період робочих рухів розподільний вал обертається повільно, а при допоміжних рухах – швидко, з постійною кутовою швидкістю. Повільне обертання він отримує від центрального валу IV передачі через 32 – 42, змінні колеса e – f, g – h, колеса 31 – 44, електромагнітну муфту 60, колеса 29 – 30, 28 – 46 і черв'ячну передачу 45 – 47; швидке обертання від електродвигуна I по ланцюгу передач 8 – 9, муфти 58, коліс 38 – 39, 28 – 46 і черв'ячної пари 45 – 47. При включенні муфти 58 або 60 муфта 61 відключається, а гальмівна муфта 59 включається [4].

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів

ДОДАТОК Д
КІНЕМАТИЧНИЙ РОЗРАХУНОК ПРИВОДА ГОЛОВНОГО РУХУ
ВЕРСТАТА 1Б240-6К

Д.1 Визначення кількості зубців зубчастих коліс

$\Sigma Z = Z_1 + Z_2 = Z_3 + Z_4 = \text{const.}$ – сума зубів на колесах, між першим та другим валами.

$\Sigma Z = Z_5 + Z_6 = Z_7 + Z_8 = \text{const.}$ – сума зубів на колесах, між другим та третім валами.

$\Sigma Z = Z_9 + Z_{10} = Z_{11} + Z_{12} = \text{const.}$ – сума зубів на колесах, між третім та четвертим валами.

$\Sigma Z = Z_{13} + Z_{14} = Z_{15} + Z_{16} = \text{const.}$ – сума зубів на колесах, між четвертим та п'ятим валами.

Суму Z визначають виходячи з того, що найменша кількість зубів на одному колесі може бути 18 – 20. Тоді $\Sigma Z_{\min} \approx 40$, а відповідно $\Sigma Z_{\max} \approx 120$.

З першого на другий:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{1}{\phi}; \quad \frac{z_3}{z_4} = \frac{1}{\phi^0};$$

З третього на четвертий:

$$\frac{z_9}{z_{10}} = \frac{1}{\phi^4}; \quad \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{1}{\phi^0};$$

З другого на третій:

$$\frac{z_5}{z_6} = \frac{1}{\phi^2}; \quad \frac{z_7}{z_8} = \frac{1}{\phi^0};$$

З четвертого на п'ятий:

$$\frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{1}{\phi^4}; \quad \frac{z_{15}}{z_{16}} = \phi^2;$$

Подані два рівняння (за першим та другим правилами) розв'язують спільно.

Тоді значення Z_1 та Z_2 визначають так:

$$Z_1 = \frac{\Sigma Z}{1+\phi}; \quad Z_2 = \Sigma Z - Z_1$$

$$Z_9 = \frac{\Sigma Z}{1+\phi^4}; \quad Z_{10} = \Sigma Z - Z_9$$

$$Z_3 = \frac{\Sigma Z}{1+\phi^0}; \quad Z_4 = \Sigma Z - Z_3$$

$$Z_{11} = \frac{\Sigma Z}{1+\phi^0}; \quad Z_{12} = \Sigma Z - Z_{11}$$

$$Z_5 = \frac{\Sigma Z}{1+\phi^2}; \quad Z_6 = \Sigma Z - Z_5$$

$$Z_{13} = \frac{\Sigma Z}{1+\phi^6}; \quad Z_{14} = \Sigma Z - Z_{13}$$

$$Z_7 = \frac{\Sigma Z}{1+\phi^0}; \quad Z_8 = \Sigma Z - Z_7$$

$$Z_{15} = \frac{\Sigma Z}{1 + \frac{1}{\phi^2}}; \quad Z_{16} = \Sigma Z - Z_{15}$$

Для визначення реальних значень потрібно задати ΣZ .

$$\Sigma Z = 70, \quad 1 + \phi = 2,26 \text{ і } Z_1 = 30,97 \approx 31. \quad Z_2 = 70 - 31 = 39.$$

Таким чином, $i_1 = 31/39 = 0,8$.

$$\Sigma Z = 70, \quad 1 + \phi^0 = 2 \text{ і } Z_3 = 35. \quad Z_4 = 70 - 35 = 35.$$

Таким чином, $i_2 = 35/35 = 1$.

$$\Sigma Z = 64, \quad 1 + \phi^2 = 2,6 \text{ і } Z_5 = 24,61 \approx 24. \quad Z_6 = 64 - 24 = 40.$$

Таким чином, $i_3 = 24/40 = 0,6$.

$$\Sigma Z = 64, \quad 1 + \phi^0 = 2 \text{ і } Z_7 = 32. \quad Z_8 = 64 - 32 = 32.$$

Таким чином, $i_4 = 32/32 = 1$.

$$\Sigma Z = 60, \quad 1 + \phi^4 = 3,5 \text{ і } Z_9 = 17,2 \approx 17. \quad Z_{10} = 60 - 17 = 43.$$

Таким чином, $i_5 = 17/43 = 0,4$.

$$\Sigma Z = 60, \quad 1 + \phi^0 = 2 \text{ і } Z_{11} = 30. \quad Z_{12} = 60 - 30 = 30.$$

Таким чином, $i_6 = 30/30 = 1$.

$$\Sigma Z = 90, \quad 1 + \phi^6 = 5 \text{ і } Z_{13} = 18. \quad Z_{14} = 90 - 18 = 72.$$

Таким чином, $i_7 = 18/72 = 0,25$.

$$\Sigma Z = 90, \quad 1 + \frac{1}{\phi^2} = 1,6 \text{ і } Z_{15} = 56,25 \approx 60. \quad Z_{16} = 90 - 60 = 30.$$

Таким чином, $i_8 = 60/30 = 2$.

Д.2 Підрахування фактичних частот обертання шпинделя

$$n_1 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_3 \cdot i_5 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,25 = 100 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_2 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_5 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 0,25 = 120 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_3 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 0,25 = 160 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_4 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 0,25 = 200 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_5 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_3 \cdot i_6 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,25 = 240 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_6 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_6 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,25 = 300 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_4 \cdot i_6 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,25 = 400 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_4 \cdot i_6 \cdot i_7 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,25 = 510 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_9 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_3 \cdot i_5 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 2 = 780 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_{10} = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_5 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 0,4 \cdot 2 = 980 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_{11} = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 2 = 1300 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_{12} = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,4 \cdot 2 = 1600 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_{13} = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_3 \cdot i_6 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 2 = 1950 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_{14} = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_6 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 2 = 2450 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_{15} = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_1 \cdot i_4 \cdot i_6 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 = 3250 \text{ XB}^{-1};$$

$$n_{16} = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot i_2 \cdot i_4 \cdot i_6 \cdot i_8 = 1450 \cdot \frac{330}{230} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2 = 4060 \text{ XB}^{-1};$$

Д.3 Оцінка точності кінематичного розрахунку

Вважається, що кінематичний розрахунок привода верстата виконаний добре, якщо фактичні частоти обертання відрізняються від стандартизованих не більше ніж $\mp 10(\varphi - 1)\% = [\Delta]$. Для $\varphi = 1,26$ $[\Delta] = \mp 2,6\%$.

Для визначення ступеня невідповідності фактичних частот обертання стандартизованим, користуються формулою

$$\Delta = \pm \frac{n_{\phi} - n_{ст}}{n_{ст}} \times 100\% ,$$

де n_{ϕ} , $n_{ст}$ – відповідно фактичні та стандартизовані частоти обертання шпинделя.

Перевіримо відповідність останньої (найбільшої) частоти обертання шпинделя:

$$\Delta = \frac{4060 - 4000}{4000} \times 100\% = 1,5\% .$$

що знаходиться у межах допуску $[\Delta] = \mp 2,6\%$ [5].

ДОДАТОК Е

ПРОЕКТУВАННЯ ТА РОЗРАХУНКИ ПРИВОДА ВЕРСТАТА

Е.1 Проектний розрахунок і методика конструювання привода верстата

Починають із того, що визначають міжцентрову відстань між валами майбутньої коробки швидкостей.

Для цього використовують відому формулу:

$$a_{wi} = m \cdot \frac{(z_1 + z_2)}{2} = 0,5 \sum z \cdot m,$$

де m – модуль зубчастих коліс, мм;

z_1 – кількість зубців на шестерні;

$\sum z$ – сумарна кількість зубців колеса та шестерні між валами (з кінематичного розрахунку);

z_2 – кількість зубців на колесі.

Особливістю використання такої формули є те, що значення модуля невідоме і його потрібно прийняти попередньо, умовно, заручившись досвідом проектування коробок швидкостей із джерел технічної літератури (паспорта верстата).

Частіше за все на верстатах середніх розмірів у коробках швидкостей використовують зубчасті передачі, що мають модуль від 2,5 – 3,0 мм до 6,0 – 8,0 мм.

Візьмемо значення модуля 3,0 мм для всіх валів і скориставшись даними за кількістю зубів із кінематичного розрахунку визначимо міжцентрову відстань між валами, тобто:

$$a_{w1-2} = 0,5 \cdot 70 \cdot 3 = 105 \text{ (мм)};$$

$$a_{w2-3} = 0,5 \cdot 64 \cdot 3 = 96 \text{ (мм)};$$

$$a_{w3-4} = 0,5 \cdot 60 \cdot 3 = 90 \text{ (мм)};$$

$$a_{w4-5} = 0,5 \cdot 90 \cdot 3 = 135 \text{ (мм)}.$$

Визначення навантажень на валах: діючі сили, крутні моменти

Для цього потрібно розрахувати сили різання при найбільших режимах та визначити потужність двигуна. Такі розрахунки можливі при індивідуальному завданні та розробленні оригінальної конструкції верстата. Для типових моделей верстатів можна скористатися потужністю базової моделі. Під час розрахунку коробок швидкостей вводять та використовують не номінальні, а розрахункові навантаження:

$$T_{pi} = T_j \cdot K,$$

$$F_p = F_t \cdot K,$$

де T_{pi} – розрахунковий крутний момент на i – му валу, Н·мм;

T_j – момент на попередньому валу, Н·мм;

F_t – колова сила, що прикладена до вала, Н;

K – коефіцієнт навантаження, $K = 1,2$.

Крутний момент розраховують за такою формулою:

$$T = \frac{P}{\omega};$$

де ω – кутова швидкість. При $n = 1450$ хв⁻¹;

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3.14 \cdot 1450}{30} = 152 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}}\right),$$

P – потужність двигуна. $P = 13$ кВт;

$$T = \frac{13 \cdot 10^3}{152} = 85,5 \cdot 10^3 \text{ (Н·мм)}.$$

Крутний момент за умови навантаження: (з урахуванням коефіцієнта навантаження):

$$T_{pI} = 85,5 \cdot 1,2 = 102,6 \cdot 10^3 \text{ (H} \cdot \text{мм)};$$

$$T_{pII} = 102,6 \cdot 1,2 = 123,1 \cdot 10^3 \text{ (H} \cdot \text{мм)};$$

$$T_{pIII} = 123,1 \cdot 1,2 = 147,7 \cdot 10^3 \text{ (H} \cdot \text{мм)};$$

$$T_{pIV} = 147,7 \cdot 1,2 = 177,2 \cdot 10^3 \text{ (H} \cdot \text{мм)};$$

$$T_{pV} = 177,2 \cdot 1,2 = 212,7 \cdot 10^3 \text{ (H} \cdot \text{мм)}.$$

Колову (тангенціальну) силу для розрахунку вала визначимо за формулою:

$$F_{ti} = \frac{2 \cdot T_{pi}}{d_{zi}}$$

Ділильні діаметри зубчастих коліс – $d_{z1} = m \cdot z_1$, $d_{z2} = m \cdot z_2$ і т.д. – можна визначити за наявності взятого попередньо модуля та кількості зубів шестерень із кінематичного розрахунку.

Ділильні діаметри зубчастих коліс:

$$d_{z1} = m \cdot z_1 = 3 \cdot 31 = 93 \text{ мм}$$

$$d_{z2} = m \cdot z_2 = 3 \cdot 39 = 117 \text{ (мм)};$$

$$d_{z10} = m \cdot z_{10} = 3 \cdot 43 = 129 \text{ (мм)};$$

$$d_{z3} = m \cdot z_3 = 3 \cdot 35 = 105 \text{ (мм)};$$

$$d_{z11} = m \cdot z_{11} = 3 \cdot 30 = 90 \text{ (мм)};$$

$$d_{z4} = m \cdot z_4 = 3 \cdot 35 = 105 \text{ (мм)};$$

$$d_{z12} = m \cdot z_{12} = 3 \cdot 30 = 90 \text{ (мм)};$$

$$d_{z5} = m \cdot z_5 = 3 \cdot 24 = 72 \text{ (мм)};$$

$$d_{z13} = m \cdot z_{13} = 3 \cdot 18 = 54 \text{ (мм)};$$

$$d_{z6} = m \cdot z_6 = 3 \cdot 40 = 120 \text{ (мм)};$$

$$d_{z14} = m \cdot z_{14} = 3 \cdot 72 = 216 \text{ (мм)};$$

$$d_{z7} = m \cdot z_7 = 3 \cdot 32 = 96 \text{ (мм)};$$

$$d_{z15} = m \cdot z_{15} = 3 \cdot 60 = 180 \text{ (мм)};$$

$$d_{z8} = m \cdot z_8 = 3 \cdot 32 = 96 \text{ (мм)};$$

$$d_{z16} = m \cdot z_{16} = 3 \cdot 30 = 90 \text{ (мм)}.$$

$$d_{z9} = m \cdot z_9 = 3 \cdot 17 = 51 \text{ (мм)};$$

Тангенціальна сила:

$$F_{t1} = \frac{2 \cdot T_{pI}}{d_{z1}} = \frac{2 \cdot 102.6 \cdot 10^3}{93} = 2206 \text{ (Н)};$$

$$F_{t9} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z9}} = \frac{2 \cdot 147.7 \cdot 10^3}{51} = 5792 \text{ (Н)};$$

$$F_{t2} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z2}} = \frac{2 \cdot 123.1 \cdot 10^3}{117} = 2104 \text{ (Н)};$$

$$F_{t10} = \frac{2 \cdot T_{pIV}}{d_{z10}} = \frac{2 \cdot 177.2 \cdot 10^3}{129} = 2747 \text{ (Н)};$$

$$F_{t3} = \frac{2 \cdot T_{pI}}{d_{z3}} = \frac{2 \cdot 102.6 \cdot 10^3}{105} = 1954 \text{ (Н)};$$

$$F_{t11} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z11}} = \frac{2 \cdot 147.7 \cdot 10^3}{90} = 3282 \text{ (Н)};$$

$$F_{t4} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z4}} = \frac{2 \cdot 123.1 \cdot 10^3}{105} = 2344 \text{ (Н)};$$

$$F_{t12} = \frac{2 \cdot T_{pIV}}{d_{z12}} = \frac{2 \cdot 177.2 \cdot 10^3}{90} = 3937 \text{ (Н)};$$

$$F_{t5} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z5}} = \frac{2 \cdot 123.1 \cdot 10^3}{72} = 3419 \text{ (Н)};$$

$$F_{t13} = \frac{2 \cdot T_{pIV}}{d_{z13}} = \frac{2 \cdot 177.2 \cdot 10^3}{54} = 6562 \text{ (Н)};$$

$$F_{t6} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z6}} = \frac{2 \cdot 147.7 \cdot 10^3}{120} = 2461 \text{ (Н)};$$

$$F_{t14} = \frac{2 \cdot T_{pV}}{d_{z14}} = \frac{2 \cdot 212.7 \cdot 10^3}{216} = 1969 \text{ (Н)};$$

$$F_{t7} = \frac{2 \cdot T_{pII}}{d_{z7}} = \frac{2 \cdot 123.1 \cdot 10^3}{96} = 2564 \text{ (Н)};$$

$$F_{t15} = \frac{2 \cdot T_{pIV}}{d_{z15}} = \frac{2 \cdot 177.2 \cdot 10^3}{180} = 1968 \text{ (Н)};$$

$$F_{t8} = \frac{2 \cdot T_{pIII}}{d_{z8}} = \frac{2 \cdot 147.7 \cdot 10^3}{96} = 3077 \text{ (Н)};$$

$$F_{t16} = \frac{2 \cdot T_{pV}}{d_{z16}} = \frac{2 \cdot 212.7 \cdot 10^3}{90} = 4726 \text{ (Н)}.$$

Розрахункові навантаження остаточно дорівнюють:

$$F_{tpi} = F_{ti} \cdot K$$

$$F_{tp1} = F_{t1} \cdot 1,2 = 2206 \cdot 1,2 = 2647 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp9} = F_{t9} \cdot 1,2 = 5792 \cdot 1,2 = 6950 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp2} = F_{t2} \cdot 1,2 = 2104 \cdot 1,2 = 2524 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp10} = F_{t10} \cdot 1,2 = 2747 \cdot 1,2 = 3296 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp3} = F_{t3} \cdot 1,2 = 1954 \cdot 1,2 = 2344 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp11} = F_{t11} \cdot 1,2 = 3282 \cdot 1,2 = 3938 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp4} = F_{t4} \cdot 1,2 = 2344 \cdot 1,2 = 2812 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp12} = F_{t12} \cdot 1,2 = 3937 \cdot 1,2 = 4724 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp5} = F_{t5} \cdot 1,2 = 3419 \cdot 1,2 = 4102 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp13} = F_{t13} \cdot 1,2 = 6562 \cdot 1,2 = 7874 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp6} = F_{t6} \cdot 1,2 = 2461 \cdot 1,2 = 2953 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp14} = F_{t14} \cdot 1,2 = 1969 \cdot 1,2 = 2362 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp7} = F_{t7} \cdot 1,2 = 2564 \cdot 1,2 = 3076 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp15} = F_{t15} \cdot 1,2 = 1968 \cdot 1,2 = 2361 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp8} = F_{t8} \cdot 1,2 = 3077 \cdot 1,2 = 3692 \text{ (Н)};$$

$$F_{tp16} = F_{t16} \cdot 1,2 = 4726 \cdot 1,2 = 5671 \text{ (Н)}.$$

Е.2 Геометричний розрахунок зубчастих коліс

Основні розміри шестерні та колеса. Ділильні діаметри визначаються за вищенаведеною формулою. Зовнішні діаметри розраховують за формулою:

$$d_{a1} = d_{w1} + 2 \cdot m,$$

а внутрішній – за формулою:

$$d_{f1} = d_{w1} - 2,5 \cdot m [6].$$

Розрахунок діаметрів коліс краще звести у таблицю

Таблиця Е.1 – Розрахунок діаметрів коліс привода

| Кількість зуб-
ців коліс | Ділильний
діаметр d_w , (мм) | Зовнішній
діаметр d_{ai} , (мм) | Внутрішній діаметр
d_{fi} , (мм) |
|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| $Z_1=31$ | 93 | 99 | 85.5 |
| $Z_2=39$ | 117 | 123 | 109.5 |
| $Z_3=35$ | 105 | 111 | 97.5 |
| $Z_4=35$ | 105 | 111 | 97.5 |
| $Z_5=72$ | 72 | 78 | 64.5 |
| $Z_6=40$ | 120 | 126 | 112.5 |
| $Z_7=32$ | 96 | 102 | 88.5 |
| $Z_8=32$ | 96 | 102 | 88.5 |
| $Z_9=17$ | 51 | 57 | 43.5 |
| $Z_{10}=43$ | 129 | 135 | 121.5 |
| $Z_{11}=30$ | 90 | 96 | 82.5 |
| $Z_{12}=30$ | 90 | 96 | 82.5 |
| $Z_{13}=18$ | 54 | 60 | 46.5 |
| $Z_{14}=72$ | 216 | 222 | 208.5 |
| $Z_{15}=60$ | 90 | 96 | 82.5 |
| $Z_{16}=30$ | 180 | 186 | 172.5 |

Е.3 Розрахунок валів та шпонкового з'єднання

Попередній розрахунок

Визначаємо мінімальний діаметр вала із розрахунку на чисте кручення (без урахування згину) за зниженими допустимими напруженнями кручення за формулою:

$$d_{min} \geq \sqrt[3]{\frac{T_i}{0,2 \cdot [\tau_{кр}]}}$$

де $[\tau_{кр}] = 20 \text{ МПа}$ – знижені допустимі напруження кручення.

Діаметр вихідного кінця першого вала :

$$d_{min1} = \sqrt[3]{\frac{102,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 30 \text{ (мм)}.$$

а) діаметр вала під підшипниками: $d_{п} = d_{min} = 30 \text{ (мм)}$;

б) діаметр вала під колеса:

$$d_k = d_{п} + (5 \div 8 \text{ мм}) = 30 + 5 = 35 \text{ (мм)}.$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізована. Розрахункове допустиме напруження зминання $[\sigma_{зм}] = 100 \text{ МПа}$ для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями.

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 35 \text{ (мм)}$ вибираємо за ГОСТ 23360–78 розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 10 \text{ (мм)}$, висоту $h = 8 \text{ (мм)}$ і глибину паза на валу $t_1 = 5,0 \text{ (мм)}$).

Розрахунковий момент обертання на валу $T_1 = 102,6 \text{ (Н·м)}$.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на зминання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_1}{d \cdot [\sigma_{3M}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 102,6 \cdot 10^3}{35 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 20 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 20 + 10 = 30 \text{ (мм)}.$$

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 32$ (мм).

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 32$ ГОСТ 23360–78.

Діаметр вихідного кінця другого вала :

$$d_{\min 2} = \sqrt[3]{\frac{123,1 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 30 \text{ (мм)}.$$

а) діаметр вала під підшипниками:

$$d_{\Pi} = d_{\min} = 30 \text{ (мм)}.$$

б) діаметр вала під колеса:

$$d_k = d_{\Pi} + (5 \div 8 \text{ мм}) = 30 + 5 = 35 \text{ (мм)}.$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізована. Розрахункове допустиме напруження змінання $[\sigma_{3M}] = 100$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями.

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 35$ (мм) вибираємо за ГОСТ 23360–78 розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 10$ (мм), висоту $h = 8$ (мм) і глибину паза на валу $t_1 = 5,0$ (мм)).

Розрахунковий момент обертання на валу $T_2 = 123,1$ (Н·м).

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на зминання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_2}{d \cdot [\sigma_{зм}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 123,1 \cdot 10^3}{35 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 25 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 25 + 10 = 35 \text{ (мм)}.$$

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 36$ (мм).

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 10 \times 8 \times 36$ ГОСТ 23360–78.

Діаметр вихідного кінця третього вала :

$$d_{min3} = \sqrt[3]{\frac{147,7 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 35 \text{ (мм)}.$$

а) діаметр вала під підшипниками:

$$d_{п} = d_{min} = 35 \text{ (мм)}.$$

б) діаметр вала під колеса:

$$d_k = d_{п} + (5 \div 8 \text{ мм}) = 35 + 5 = 40 \text{ (мм)}.$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізо-

вана. Розрахункове допустиме напруження змінання $[\sigma_{зм}] = 100$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями.

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 40$ мм вибираємо за ГОСТ 23360–78 розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 12$ мм, висоту $h = 8$ мм) і глибину паза на валу $t_1 = 5,0$ мм.

Розрахунковий момент обертання на валу $T_3 = 147,7$ Н·м.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на змінання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_1}{d \cdot [\sigma_{зм}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 147,7 \cdot 10^3}{40 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 25 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 25 + 12 = 37 \text{ (мм)}.$$

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 36$ (мм).

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 12 \times 8 \times 36$ ГОСТ 23360–78.

Діаметр вихідного кінця четвертого вала:

$$d_{min4} = \sqrt[3]{\frac{177,2 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 35 \text{ (мм)}.$$

а) діаметр вала під підшипниками:

$$d_{п} = d_{min} = 35 \text{ (мм)}.$$

б) діаметр вала під колеса:

$$d_k = d_{п} + (5 \div 8 \text{ мм}) = 35 + 5 = 40 \text{ (мм)}.$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізована. Розрахункове допустиме напруження змінання $[\sigma_{зм}] = 100$ МПа для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями.

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 40$ мм вибираємо за ГОСТ 23360–78 розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 12$ мм, висоту $h = 8$ мм) і глибину паза на валу $t_1 = 5,0$ мм.

Розрахунковий момент обертання на валу $T_4 = 177,2$ Н·м.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на змінання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_1}{d \cdot [\sigma_{зм}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 177,2 \cdot 10^3}{40 \cdot 100 \cdot (8 - 5,0)} = 30 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 30 + 12 = 42 \text{ (мм)}.$$

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 40$ мм.

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 12 \times 8 \times 40$ ГОСТ 23360–78.

Діаметр вихідного кінця п'ятого вала :

$$d_{min5} = \sqrt[3]{\frac{212,7 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 20}} \approx 40 \text{ (мм)}.$$

а) діаметр вала під підшипниками:

$$d_{п} = d_{min} = 40 \text{ (мм)}.$$

б) діаметр вала під колеса:

$$d_k = d_{\Pi} + (5 \div 8 \text{ мм}) = 40 + 5 = 45 \text{ (мм)}.$$

в) Вибираємо для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом призматичну шпонку із закругленими торцями. Матеріал шпонки – сталь 45 нормалізована. Розрахункове допустиме напруження зминання $[\sigma_{\text{зм}}] = 100 \text{ МПа}$ для такого шпонкового з'єднання вибираємо за рекомендаціями.

Для вала під зубчастим колесом з діаметром $d = 45 \text{ мм}$ вибираємо за ГОСТ 23360–78 розміри шпонки $b \times h$ (ширину $b = 14 \text{ мм}$, висоту $h = 9 \text{ мм}$) і глибину паза на валу $t_1 = 5,5 \text{ мм}$.

Розрахунковий момент обертання на валу $T_5 = 212,7 \text{ Н}\cdot\text{м}$.

Визначаємо робочу довжину шпонки l_p із умови міцності шпонкового з'єднання на зминання:

$$l_p = \frac{2 \cdot T_1}{d \cdot [\sigma_{\text{зм}}] \cdot (h - t_1)} = \frac{2 \cdot 212,7 \cdot 10^3}{45 \cdot 100 \cdot (9 - 5,5)} = 32 \text{ (мм)}.$$

Довжина шпонки:

$$l = l_p + b = 32 + 14 = 46 \text{ (мм)}.$$

Згідно ГОСТ 23360–78 обираємо довжину $l = 45 \text{ (мм)}$.

Таким чином, для шпонкового з'єднання вала із зубчастим колесом вибираємо призматичну шпонку $b \times h \times l = 14 \times 9 \times 45 \text{ ГОСТ 23360–78}$.

За наявності таких розрахунків можна починати компоновання коробки швидкостей. Деякі параметри (наприклад, ширина зубчастих коліс) можна взяти із базової моделі верстата (хоч є рекомендації до співвідношення для ширини коліс через модуль $b = (5-10) m = (5-10) \cdot 3 = 15-30$. [7]

Е.4 Уточнюючий (перевірний) розрахунок вала

1) Метою розрахунку є визначення коефіцієнту запасу втомної міцності S у небезпечному перерізі першого вала і порівняння його з допустимим запасом $[S] = 1,3 - 1,5$. Міцність забезпечується, якщо $S \geq [S]$.

Приймаємо при розрахунку вала на втомну міцність, що напруження згину змінюються за симетричним циклом, а напруження кручення – за віднульовим (пульсуючим) циклом.

Проводимо розрахунок для небезпечного перерізу вала під колесом, де концентрація напружень обумовлена наявністю шпонкового паза.

2) Вибираємо матеріал вала – сталь 45, вуглецева, нормалізована, тоді за табл. 3.3 [7] границя міцності $\sigma_B = 570$ МПа.

Визначаємо границю витривалості матеріалу вала на згин при симетричному циклі зміни напружень:

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 570 = 245 \text{ (МПа)}.$$

Визначаємо границю витривалості матеріалу вала на кручення при симетричному циклі зміни напружень:

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 245 = 142 \text{ (МПа)}.$$

Визначаємо коефіцієнт запасу втомної міцності S у небезпечному перерізі вала за формулою 8.17 [7]:

$$S = \frac{S_\sigma \cdot S_\tau}{\sqrt{S_\sigma^2 + S_\tau^2}},$$

де S_σ і S_τ – коефіцієнти запасу втомної міцності за нормальними напруженнями згину і дотичними напруженнями кручення.

Коефіцієнти S_σ і S_τ визначаємо за формулами:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{(K_{\sigma}/\varepsilon_{\sigma}) \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m};$$

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{(K_{\tau}/\varepsilon_{\tau}) \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m},$$

де $K_{\sigma} = 1,6$, $K_{\tau} = 1,5$ – ефективні коефіцієнти концентрації напружень відповідно при згині та крученні для вала із шпонковою канавкою, визначаємо за табл. 8.5 [7];

$\varepsilon_{\sigma} = 0,88$, $\varepsilon_{\tau} = 0,77$ – масштабні фактори відповідно для нормальних і дотичних напружень при згині і крученні, визначаємо за табл. 8.8 [7] для вуглецевої сталі та діаметра вала під колесом $d_k = 35$ мм;

$\psi_{\sigma} = 0,15$, $\psi_{\tau} = 0,1$ – коефіцієнти чутливості вуглецевої сталі до асиметрії циклу навантажень, вибираємо за рекомендаціями [7];

σ_a , τ_a – амплітуди циклів зміни напружень відповідно при згині й крученні;

$\sigma_m = 0$ і τ_m – середні напруження за цикл відповідно при згині й крученні.

Визначаємо амплітудні напруження σ_a (напруження згину $\sigma_{зг}$) в небезпечному перерізі вала:

колова сила на колесах: $F_{t1} = 2206$ Н; $F_{t3} = 1954$ Н;

радіальна сила на колесах: $\cos \beta = \frac{\sum \sum Z \cdot m_n}{2 \cdot a_w} = \frac{70 \cdot 3}{2 \cdot 105} = 1$.

$$F_{r1} = F_{t1} \cdot \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta = 2206 \cdot \operatorname{tg} 20^{\circ} / 1 = 803 \text{ (Н)};$$

$$F_{r2} = F_{t2} \cdot \operatorname{tg} \alpha / \cos \beta = 1954 \cdot \operatorname{tg} 20^{\circ} / 1 = 711 \text{ (Н)},$$

де $\alpha = 20^{\circ}$ – кут зачеплення.

На рисунку Е.1 зображено розрахункову схему першого валу.

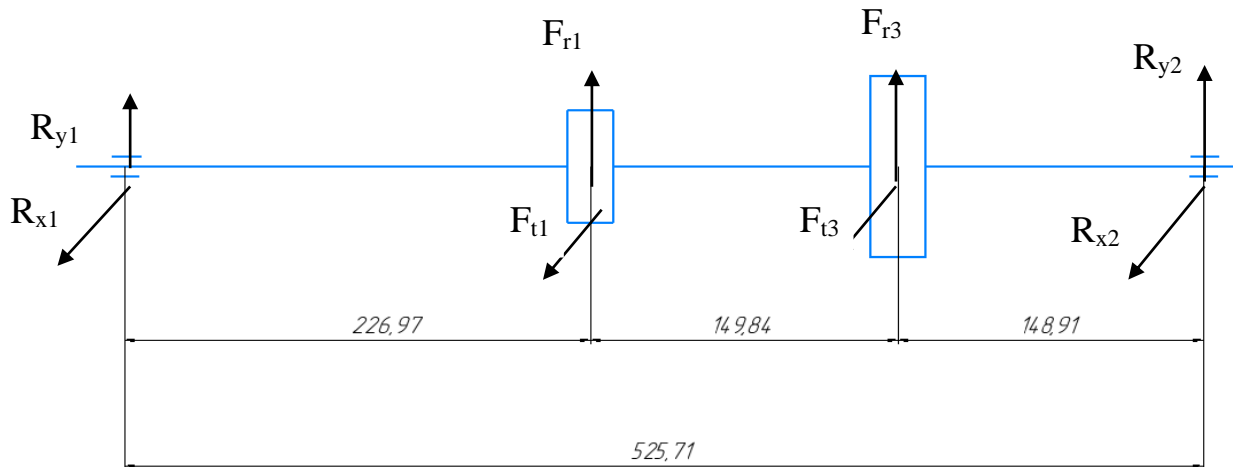


Рисунок Е.1 – Розрахункова схема першого валу

Визначаємо сили реакцій в підшипниках із умов рівноваги

Для підшипників 1 та 2 умову рівноваги $\Sigma M_{x1} = \Sigma M_{x2} = 0$ в площині YZ можна записати так:

$$F_{r1} \cdot 226,97 + F_{r3} \cdot 376,86 + R_{y2} \cdot 525,71 = 0.$$

Тоді

$$R_{y2} = \frac{-F_{r1} \cdot 226,97 - F_{r3} \cdot 376,86}{525,71} = \frac{-803 \cdot 226,97 - 711 \cdot 376,86}{525,71} = -856,37 \text{ (Н)};$$

$$F_{r3} \cdot 148,91 + F_{r1} \cdot 298,75 + R_{y1} \cdot 525,71 = 0.$$

Тоді

$$R_{y1} = \frac{-F_{r3} \cdot 148,91 - F_{r1} \cdot 298,75}{525,71} = \frac{-711 \cdot 148,91 - 803 \cdot 298,75}{525,71} = -657,72 \text{ (Н)}.$$

Перевіряємо умову рівноваги $\Sigma F_y = 0$,

$$R_{y1} + F_{r1} + R_{y2} + F_{r3} = -657 + 803 - 856 + 711 = 0.$$

Умова рівноваги виконується.

Для підшипників 1 та 2 умову рівноваги $\Sigma M_{y1} = \Sigma M_{y2} = 0$ в площині XZ можна записати так:

$$F_{t1} \cdot 226.97 + F_{t3} \cdot 376.86 + R_{x2} \cdot 525.71 = 0.$$

Тоді

$$R_{x2} = \frac{-F_{t1} \cdot 226.97 - F_{t3} \cdot 376.86}{525.71} = \frac{-2206 \cdot 226.97 - 1954 \cdot 376.86}{525.71} = -2353 \text{ (Н)};$$

$$F_{t3} \cdot 148.91 + F_{t1} \cdot 298.75 + R_{x1} \cdot 525.71 = 0.$$

Тоді

$$R_{x1} = \frac{-F_{t3} \cdot 148.91 - F_{t1} \cdot 298.75}{525.71} = \frac{-1954 \cdot 148.91 - 2206 \cdot 298.75}{525.71} = -1803 \text{ (Н)}.$$

Перевіряємо умову рівноваги $\Sigma F_x = 0$,

$$R_{x1} + F_{t1} + R_{x2} + F_{t3} = -1803 + 2206 - 2353 + 1954 = 0.$$

Умова рівноваги виконується.

Будуємо епюри згинальних і крутного моментів для веденого вала

Епюра M_x :

$$M_{x2} = R_{y2} \cdot 149 = -856 \cdot 149 = -127544 \text{ (Н}\cdot\text{мм)};$$

$$M_{x1} = R_{y1} \cdot 227 = -658 \cdot 227 = -149366 \text{ (Н}\cdot\text{мм)}.$$

Епюра M_y :

$$M_{y2} = R_{x2} \cdot 149 = -2353 \cdot 149 = -350597 \text{ (Н}\cdot\text{мм)};$$

$$M_{y1} = R_{x1} \cdot 227 = -1803 \cdot 227 = -409281 \text{ (Н} \cdot \text{мм)}.$$

Епюра $M_{кр}$:

$$M_{кр1} = \frac{F_{t1}}{4} \times \frac{d_1}{2} = \frac{2206}{4} \times \frac{99}{2} = 27299 \text{ (Н} \cdot \text{мм)};$$

$$M_{кр2} = \frac{F_{t3}}{4} \times \frac{d_3}{2} = \frac{1954}{4} \times \frac{111}{2} = 27111 \text{ (Н} \cdot \text{мм)}.$$

На рисунку Е.2 зображено епюру згинальних і крутних моментів.

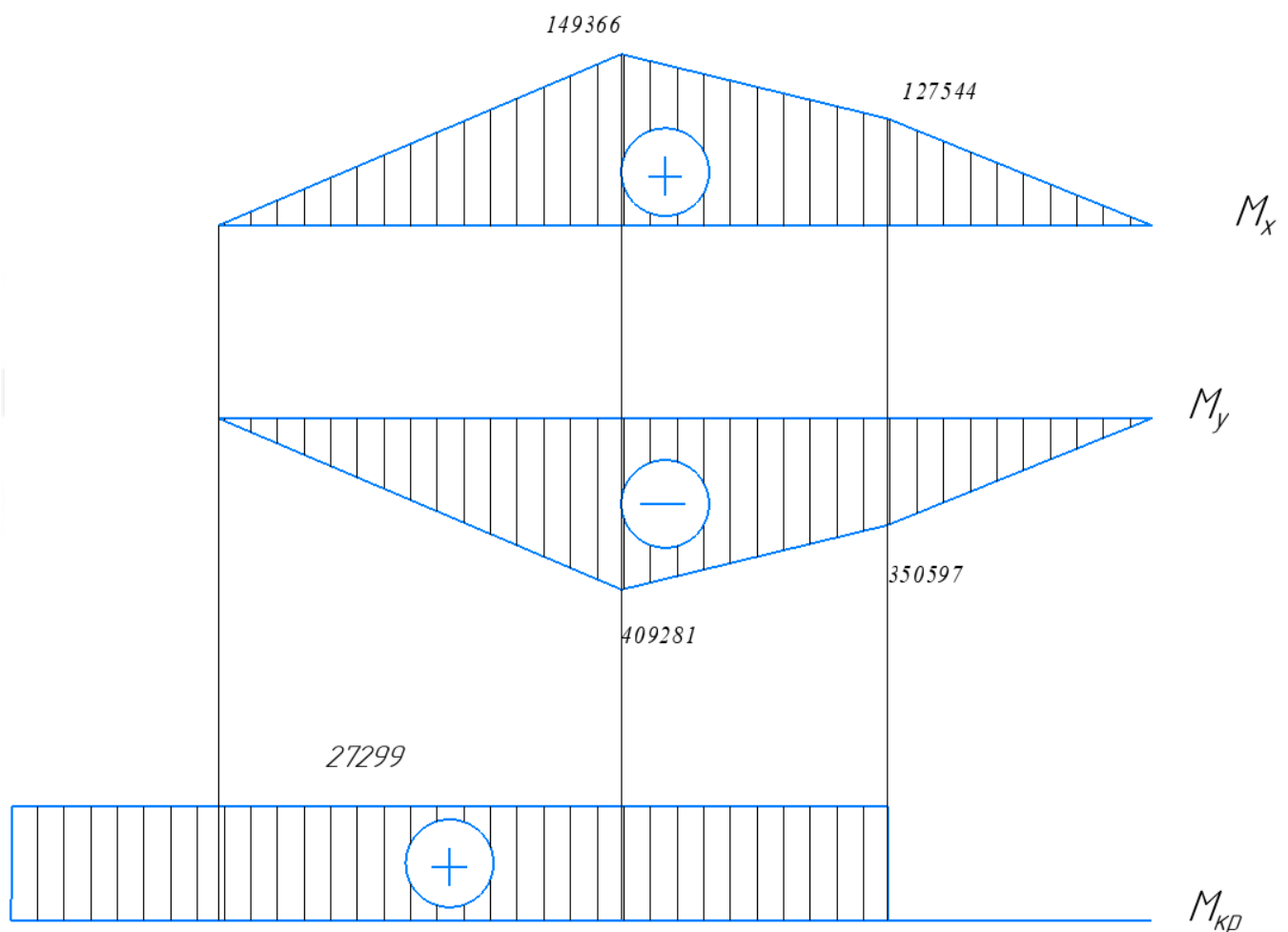


Рисунок Е.2 – Епюри згинальних і крутних моментів

Сумарний момент згину в небезпечному перерізі вала

$$M_{зг} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2} = \sqrt{(-149366)^2 + (-409281)^2} = 435674 \text{ Н} \cdot \text{мм},$$

де $M_x = -149366 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ – згинальний момент у вертикальній площині, визначаємо з епюри M_x (рис. 2.7);

$M_y = -409281 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ – згинальний момент у горизонтальній площині, визначаємо з епюри M_y (рис. 2.7);

$W_{\text{зг.нетто}}$ – момент опору перерізу (нетто) згину, визначаємо за формулою з табл. 8.5 [7, с. 165].

$$W_{\text{зг.нетто}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{к}}^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 (d_{\text{к}} - t_1)^2}{2d_{\text{к}}} = \frac{\pi \cdot 35^3}{32} - \frac{10 \cdot 5(35 - 5)^2}{2 \cdot 35} = 3564 \text{ (мм}^3\text{)},$$

де $b = 10 \text{ мм}$, $t_1 = 5 \text{ мм}$ – ширина і глибина шпонкового паза за стандартом.

$$\sigma_a = \sigma_{\text{зг}} = M_{\text{зг}}/W_{\text{зг.нетто}} = 435674 / 37533 = 122 \text{ (МПа)}.$$

Визначаємо амплітудні τ_a і середні τ_m напруження кручення в небезпечному перерізі вала:

$$\tau_a = \tau_m = M_{\text{кр}}/W_{\text{кр.нетто}} = 27299 / 7771 = 3,5 \text{ (МПа)},$$

Де $M_{\text{кр}} = 27299 \text{ Н} \cdot \text{мм}$ – момент кручення в небезпечному перерізі вала, визначаємо з епюри $M_{\text{кр}}$ (рис. 2.7);

$W_{\text{кр.нетто}}$ – момент опору перерізу (нетто) крученню, визначаємо за формулою з табл. 8.5 [7].

$$W_{\text{кр.нетто}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{к}}^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 (d_{\text{к}} - t_1)^2}{2d_{\text{к}}} = \frac{\pi \cdot 35^3}{16} - \frac{10 \cdot 5(35 - 5)^2}{2 \cdot 35} = 7771 \text{ (мм}^3\text{)}.$$

Тоді

$$S_{\sigma} = \frac{245}{(1,6/0,88) \cdot 122} = 1,1;$$

$$S_{\tau} = \frac{142}{(1,5/0,77) \cdot 3,5 + 0,1 \cdot 3,5} = 19,8.$$

Таким чином:

$$S = \frac{1,1 \cdot 19,8}{\sqrt{1,1^2 + 19,8^2}} = 1,4.$$

4) Розрахунковий коефіцієнт запасу втомної міцності вала в небезпечному перерізі під колесом $S = 1,4 \geq [S] = 1,3$, тому витривалість вала в цьому перерізі забезпечена. [7]

Сумський державний університет
Кафедра технології машинобудування,
верстатів та інструментів