

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**  
**Механіко-технологічний факультет**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Зав. каф. «Інженерна механіка та  
комп'ютерне проектування»

доц.  Олександр ВЕРШКОВ

«14» червня 2023 р.

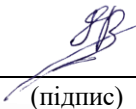
*Пояснювальна записка*

до кваліфікаційної роботи здобувача СВО Бакалавр  
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Комп'ютерне моделювання деталі  
«Кришка» для багатоцільової мотопомпи ММ-27/100»

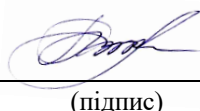
**17 ІМД. 002. 000 000 ПЗ**

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи 41 ПМ  
спеціальності 131 «Прикладна механіка» за ОПП  
«Комп'ютерне проектування і дизайн»  
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

  
(підпис)

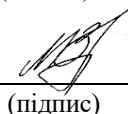
Валентин ПРИТУЛА

Керівник доц.

  
(підпис)

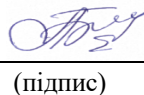
Лариса БОНДАРЕНКО

Консультант доц.

  
(підпис)

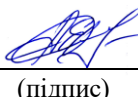
Михайло ЗОРЯ

Консультант доц.

  
(підпис)

Лариса БОЛТЯНСЬКА

Нормоконтроль доц.

  
(підпис)

Олександр МАЦУЛЕВИЧ

Рецензент

  
(підпис)

Петро ЯБЛОНСЬКИЙ

Запоріжжя - 2023 рік

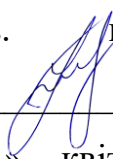
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Факультет: МТ

Кафедра: ІМКП

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»  
ОПП «Комп'ютерне проектування і дизайн»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**

Зав. кафедри: к.т.н, доц.  
  
Олександр ВЕРШКОВ  
«04» квітня 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я**

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ

**Притулі Валентину Олеговичу**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: «Комп'ютерне моделювання деталі «Кришка» для багатоцільової мотопомпи ММ-27/100» затверджена наказом по університету від 03 квітня 2023 року за № 107-С.
2. Вихідні дані до проекту: технічне завдання на розробку кваліфікаційної роботи.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):  
провести аналіз існуючої на підприємстві системи технічної підготовки, проаналізувати наявний техпроцес деталі «Кришка», запропонувати новий технологічний процес із застосуванням програми Вертикаль-Технологія, розробити управляючу програму обробки виробу, розробити міні САПР, розробити робоче місце інженера-технолога, визначити економічні показники ефективності впровадження удосконаленого технологічного процесу.

4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):

4.1 Аналіз існуючої конструкції деталі

4.2 Дослідження міцнісних характеристик деталі





4.3 Спеціалізована САПР

4.4 Технологічний процес виготовлення спроектованого виробу


4.5 Робоче місце інженера-технолога

4.6 Розрахунок економічної ефективності

5. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх:


Розділ	Консультант	Підпис, дата			
		Завдання видав		Завдання виконав	
IV	Зоря М.В.		22.05.2023		31.05.2023
V	Болтянська Л.О.		05.06.2023		09.06.2023

Керівник  Лариса БОНДАРЕНКО  
(підпис)

Завдання прийняв до виконання  Валентин ПРИТУЛА  
(підпис)

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва станів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Створення 3D-моделі та робочих креслеників деталі «Кришка»	08.05-10.05	Виконано
2	Аніліз існуючого ТП на виготовлення деталі «Кришка»; створення досконалого ТП	11.05-12.05	Виконано
3	Створення міні САПР	15.05-19.05	Виконано
4	Охорона праці	22.05-26.05	Виконано
5	Розробка питань з безпеки життєдіяльності	29.05-31.05	Виконано
6	Техніко-економічна оцінка рішень проекту	05.06-09.06	Виконано
7	Оформлення кваліфікаційної роботи в цілому	12.06-16.06	Виконано
8	Представлення кваліфікаційної роботи для перевірки на плагіат	12.06-16.06	Виконано
9	Підпис кваліфікаційної роботи у консультантів і нормоконтроля	12.06-16.06	Виконано

Студент-дипломник  Валентин ПРИТУЛА  
(підпис)

Керівник проекту  Лариса БОНДАРЕНКО  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційну роботу бакалавра представлено у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 62 сторінок друкованого тексту формату А4(210×297) та 7 аркушів креслярсько-графічних робіт формату А1(341×594), містить 5 розділи, 16 рисунки, 3 таблиці, список використаної літератури кількістю 23 найменування.

Об'єкт дослідження – система технічної підготовки виробництва Державного підприємства «Мелітопольський завод Гідромаш».

Ціль роботи – модернізація підсистеми автоматизованого проектування технологічної документації.

В першому розділі проводиться обстеження і аналіз підприємства.

У другому розділі проводиться аналіз існуючої деталі, перевірка деталі на міцність, удосконалення технологічного процесу та створення керуючої програми.

У третьому розділі розроблено спеціалізований модуль для проектування (Технологія АРІ).

У четвертому розділі розроблений кабінет інженера-технолога з вимогами до норм безпеки життєдіяльності.

У п'ятому розділі наведена економічна ефективність проекту.

Ключові слова: технічне завдання, програмне забезпечення, система автоматизованого проектування, числове програмне керування, автоматизована система, технологічний процес, коефіцієнт тиску.

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина

КПО – коефіцієнт природної освітленості

КТЕ – конструкторсько – технологічний елемент

МКЕ – метод – кінцевих елементів





ПК – персональний комп'ютер

ТЗ – технічне завдання

ДПМЗ – Державне підприємство Мелітопольський завод

ТП – технологічний процес

ЧПК – числове програмне керування

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітки	
1	A4	17. ПГД. 002. 000 000. ПЗ	Розрахунково-пояснювальна записка	89	0		
2	A1	17. ПГД. 002. 010 000	Мета та задачі дипломного проекту	1	0		
3	A1	17. ПГД. 002. 210 000	Аналіз технологічності конструкції деталі	1	1		
4	A1	17. ПГД. 002. 220 000	Дослідження напружених станів та можливих деформацій деталі	1	2		
5	A1	17. ПГД. 002. 230 000	Етапи створення керуючої програми	1	3		
6	A1	17. ПГД. 002. 310 000	Принцип роботи спеціалізованого модуля САПР	1	4		
7	A1	17. ПГД. 002. 320 000	Анімація роботи пристрою	1	5		
8	A1	17. ПГД. 002. 410 000	Охорона праці	1	6		
9	A1	17. ПГД. 002. 510 000	Економічні показники ефективності проекту	1	7		
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
				17. ПГД. 002. 000 000			
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата			
Розроб.		Притула В.О.		08.06	Літ	Лист	
Перевір.		БондаренкоЛ.Ю.		08.06		Листів	
						1	
						1	
Н.контр.		Мацулевич О.Є.		08.06	ТДАТУ, 2023		
Затв.		Вершков О.О.		09.06			
Комп'ютерне моделювання деталі «Кришка» для багатоцільової мотопомпи ММ-27/100							

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА ДПМЗ «Гідромаш».....	12
1.1 Загальні відомості про підприємство .....	12
1.2 Організаційна структура підприємства .....	14
1.3 Характеристика технічного та програмного забезпечення відділів підприємства. Топологія обчислювальної мережі .....	16
1.4 Інформаційні потоки в технічних службах.....	19
Висновки по першому розділу .....	20
2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «Кришка».....	21
2.1 Аналіз існуючого виробу «Кришка».....	21
2.2 Аналіз діючої конструкції виробу на підприємстві ДПМЗ «Гідромаш» за допомогою програмного продукту COSMOSWorks .....	22
2.3 Розробка керуючої програми фрезерної обробки.....	25
2.4 Розробка технологічного процесу .....	29
Висновки по другому розділу.....	33
3 РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ «Кришка» (Технологія API) .....	34
3.1 Постановка задачі.....	34
3.2 Параметризація деталі «Кришка».....	35
3.3 Розробка програмного забезпечення.....	38
3.4 Вирішення контрольного приклада.....	41
Висновки по третьому розділу.....	45
4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	46
4.1 Охорона праці та безпека життєдіяльності.....	46
4.2 Розробка ергономічного проекту робочого місця проектувальника .....	47
Висновки по четвертому розділу .....	53



5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ .....	54
5.1 Розрахунок норми часу .....	54
5.2 Техніко-економічні показники .....	55
5.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу.....	55
5.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності.....	55
5.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом.....	56
5.2.4 Собівартість механічної обробки деталі .....	56
5.3 Розрахунок економічної ефективності.....	57
Висновки по п'ятому розділу .....	58
ВИСНОВКИ .....	59
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	61
ДОДАТКИ .....	62

## ВСТУП

Машинобудування є провідною галуззю в промисловості. Тому розвиток машинобудування і технічний рівень машин, що випускаються в значній мірі визначає розвиток і технічний рівень усіх галузей народного господарства. Щоб забезпечити високу якість виробленої продукції необхідно активно впроваджувати у виробництво системи автоматизованого проектування.

Впровадження сучасних технологій автоматизації проектування та підготовки є життєво важливою необхідністю. Так як невирішеність цього питання обмежує перспективи розвитку підприємства, пов'язані з розширенням номенклатури пристроїв, освоєнням випуску продукції, ув'язненням і своєчасним виконанням експортних контрактів і участю в міжнародному поділі праці.

Збільшення продуктивності праці за рахунок застосування автоматизованих продуктів досягається завдяки тому, що для процесу проектування характерну залежність від наступних факторів:

1) процес розробки конструкторських креслеників відрізняється високою складністю;

2) при підготовці креслеників потрібно забезпечувати високий ступінь їх деталізації. У нових проектах часто використовуються вже існуючі деталі;

3) конструкція деталей характеризується істотною симетрією. Чимало об'єктів використовуються дуже широко, являючи собою фактично бібліотечний набір стандартних компонентів.

У міру зростання значущості перерахованих факторів збільшуються і вигоди від застосування систем автоматизованого проектування в аспекті підвищення продуктивності.

Оскільки, на попередніх (2-му та 3-му) курсах, на виробничих практиках, які проводилися на підприємствах – базах виконання кваліфікаційних робіт, була поставлена задача по збиранню інформації про

склад, структуру та технічне оснащення конкретного підприємства м. Мелітополь, **МЕТОЮ** даної кваліфікаційної роботи бакалавра є модернізація підсистеми автоматизованого проектування технологічної документації державного підприємства «Мелітопольський завод Гідромаш».

Ми віримо в те, що результати пропонованого в роботі дослідження будуть затребуваними та доцільними при відбудові Країни.

Об'єкт дослідження – державне підприємство «Мелітопольський завод Гідромаш» в системі технічної підготовки виробництва.

Предметом дослідження є підсистема розробки комплекту технічної документації на виробництво деталі «Кришка».

Модернізація полягає в створення комплекту технологічної документації за допомогою автоматизованого продукту ВЕРТИКАЛЬ-Технологія, розроблені керуючої програма на устаткування з ЧПК у пакеті PowerMill, за допомогою якої можна підвищити ефективність виробничого процесу.

Практичне значення отриманих результатів полягає в наданні технологу можливостей підвищити продуктивність праці.

Для досягнення поставлених цілей в роботі вирішуються наступні задачі:

- 1) проведення передпроектного обстеження підприємства ДПМЗ «Гідромаш»;
- 2) аналіз та модернізація існуючої конструкції деталі «Кришка»;
- 3) аналіз існуючого технологічного процесу обробки деталі «Кришка»;
- 4) розробка технологічного процесу, створення керуючої програми та перевірка деталі «Кришка» на тиск;
- 5) розробка кабінету інженера-технолога;
- 6) розрахунок економічної ефективності впровадження удосконаленого технологічного процесу.

# 1 АНАЛІЗ ДЕРЖАВНОГО ПІДПРИЄМСТВА МЕЛІТОПОЛЬСЬКОГО ЗАВОДА «ГІДРОМАШ»

## 1.1 Загальні відомості про підприємство

Державне підприємство «Мелітопольський завод Гідромаш» (ДПМЗ «Гідромаш») – провідне машинобудівне підприємство Запорізької області по виробництву комунальної і пожежної спецтехніки. Це телескопічні автопідйомники АП-15, АП-18 і АП-22 різних модифікацій, багатоцільові мотопомпа ММ-27/100 і насос СЦН-75/70. Автопідйомники, що випускаються на ДПМЗ «Гідромаш», знайшли широке вживання і завоювали визнання споживачів. І все це завдяки відносній простоті конструкції, ефективності і надійності їхньої роботи.

Державне підприємство «Мелітопольський завод Гідромаш» пройшло сертифікацію виробництва і відповідає вимогам міжнародних стандартів системи якості серії ISO 9001.

Випуск виробів на підприємстві здійснюється на високопродуктивному устаткуванні - верстатах з ЧПУ, спецверстатів, багатошпіндельних автоматів і напівавтоматів. На заводі працюють висококваліфіковані робітники як інженерного, так і робітничого та допоміжного складу.

Розробкою нової продукції на підприємстві займається конструкторське та технологічне бюро. В експериментальному цеху створюються нові види продукції, проводяться дослідження виробів на міцність, надійність та працездатність. Це дозволяє відпрацьовувати окремі технічні рішення, проводити комплексні випробування виробів перед їх запуском в серійне виробництво.

Окрім розробки нових видів продукції Державне підприємство «Мелітопольський завод Гідромаш» приділяє значну увагу розширенню номенклатури виробів, що вже серійно випускаються.

Наприклад. Перед провідними фахівцями підприємства поставлено завдання щодо розширення типорозмірного ряду моделей автопідйомників, призначених для використання на зноуспректованих моделях шасі.

Їх реалізація покликана забезпечувати:

- простоту і надійність конструкції виробів в роботі;
- пристосованість до реальних умов експлуатації і непримхливість в обслуговуванні;
- помірну ціну, обумовлену технологічною оснащеністю виробництва.

Таблиця 1 – Перелік устаткування механічної ділянки

№	Назва учтаткування	Модель	Кількість
1	Токарно-гвинторізний с ЧПУ	16K20Ф3	1
2	Токарно-гвинторізний с ЧПУ	16Б16	2
3	Токарно-гвинторізний с ЧПУ	16А20Ф3	8
4	Вертикально-свердлильний с ЧПУ	2Р135	1
5	Фрезирно свердлильно розточувальний с ЧПУ	С2В05ПМ	1
6	Фрезирно свердлильно розточувальний с ЧПУ	2206ВН-0409	1
7	Горизонтально-фрезерний с ЧПУ	ГФ217С5	1
8	Машина плазмового різання "ИНТЕРТЕХ" с ЧПУ		1

Це дозволить підприємству на високому рівні підтримувати конкурентоспроможність продукції, що виробляється.

## 1.2 Організаційна структура підприємства

На ДПМЗ «Гідромаш» створені та функціонують наступні виробництва:

### 1. Заготівельні виробництва:

- ливарне виробництво;
- заготівельно-штампувальне виробництво;
- зварювальне виробництво із застосуванням ручного, електродугового, напівавтоматичного в середовищі вуглекислого газу, аргонового зварювання та гальванопокриття.

### 2. Механообробне виробництво:

- механообробне виробництво із застосуванням універсального устаткування, верстатів автоматів і напівавтоматів;

### 3. Складальне виробництво:

- складальні роботи;
- випробування;
- фарбування;
- проведення пусконаладжувальних робіт;
- гарантійне і післягарантійне сервісне обслуговування обладнання

виробництва ДПМЗ «Гідромаш».

### 4. Експериментальне виробництво.

### 5. Енергоремонтно-механічне виробництво нестандартного обладнання.

### 6. Інструментальне виробництво.

### 7. Транспортно-складське господарство.

8. Комунікації (котельня, що працює на природному газі, артезіанська свердловина, насосна, компресорна станції, під'їзні залізничні колії.

Таблиця 2 Функції управління підприємством ДПМЗ «Гідромаш»

Найменування функцій	Склад функцій
Адміністративні функції	Загальне керівництво та підготовка і комплектування кадрів.
Технічні функції	Конструкторська і технологічна підготовка виробництва, стандартизація і нормалізація; інструментальне, енергетичне та ремонтне обслуговування; контроль якості продукції; охорона праці та техніка безпеки.
Виробничі функції	Вдосконалення організації праці, виробництва і управління.
Економічні функції	Техніко-економічне планування; економіка та організація праці та заробітної плати; бухгалтерський облік та фінансова діяльність.
Постачальницько-збутові функції	Матеріально-технічне постачання; кооперування та збут продукції.
Господарські функції	Загальне діловодство і господарське обслуговування.

Основними функціями відділу ДПМЗ «Гідромаш».

Відділ головного конструктора здійснює конструкторську підтримку існуючих виробів та проектує нові конструкції виробів.

Відділ головного технолога проектує і впроваджує прогресивні технологічні процеси і спеціальне технологічне обладнання.

Інші відділи, такі як відділ автоматизації та механізації виробництва, інструментальний відділ, відділ технічного контролю, планово-економічний відділ, відділ праці та заробітної плати, відділ кадрів та технічного навчання бухгалтерія, відділ матеріально-технічного постачання та адміністративно-господарський відділ займаються забезпеченням безперебійної та продуктивної роботи основних виробничих підрозділів, які займаються випуском конкурентоспроможної продукції підприємства ДПМЗ «Гідромаш».

### 1.3 Характеристика технічного та програмного забезпечення відділів підприємства. Топологія обчислювальної мережі

Підприємство має досить розвинену обчислювальну техніку та забезпечує технічним устаткуванням всіх працівників, які її потребують.

На підприємстві ДПМЗ «Гідромаш» в технологічному відділі працює два технолога, у своєму розпорядженні вони мають 2 комп'ютера з такими параметрами: відео карта: XpertVision 7700GT 512Mb, жорсткий диск 50 Гб, процесор: Pentium 3 з тактовою частотою 800...1000 МГц . Технологи не мають в наявності автоматизованих програмних продуктів для створення технологічної документації.

Штат конструкторського відділу складає 11 чоловік.

Конструкторський відділ має в наявності 11 комп'ютерів, з наступними характеристиками технічного забезпечення: Pentium 3, жорсткий диск 50 Гб, 1 Гб оперативної пам'яті, відео карта QUDRO JFORC.

Конструктора використовують ліцензійні програмні продукти: ProEngineer, AutoCAD. Всю виконану конструкторську роботу поміщають в електронний архів.

У кожному відділі зв'язок між комп'ютерами здійснюється за допомогою витої пари. Кабель на основі витої пари (або просто "вита пара"), що нагадує звичайний телефонний дріт, був рекомендований для використання



в мережах стандартом IEEE в 1990 році і став дуже поширеним комунікаційним середовищем. Кабель на основі витої пари є гнучким комунікаційним кабелем, що містить пари ізольованих мідних дротів скручених між собою для зменшення радіо- і електромагнітних перешкод, і покритих зовнішньою захисною оболонкою.

На підприємстві ДПМЗ «Гідромаш» використовується так звана неекранована вита пара. Кабель на основі неекранованої витої пари (unshielded twisted pair, UTP) використовується частіше за інші мережені кабелі, оскільки він щодо нВ дорогою і простий в установці. Цей кабель складається з пар дротів в захисній ізоляції, причому екранування між ізольованими скрученими дротами і оболонкою кабелю відсутнє. Як і в екранованій витай парі, скручування пар провідників допомагає збільшити захищеність передаючого сигналу від перешкод. Для зменшення радіо- і електромагнітних перешкод в мережане устаткування вбудовується електричний пристрій, званий фільтром передавального середовища, проте не дивлячись на це, неекранована вита пара залишається погано захищеною.

У кожному відділі підприємства комп'ютери сполучені структурно топологією «зірка», а це означає що від кожної робочої станції відходить свій кабель який приєднаний до концентратора.

Концентратор (hub) є центральним мережним пристроєм, до якого в зіркоподібній топології підключаються мережені вузли (наприклад, робочі станції і сервери). Декілька входів і виходів концентратора можуть бути активними одночасно.

Концентратори виконують наступні функції:

- є центральним пристроєм, через який з'єднується всі вузли мережі;
- дозволяють велику кількість комп'ютерів сполучати в одну або декілька локальних мереж;
- з'єднують разом сегменти мереженої магістралі;
- забезпечують з'єднання між різними типами інформаційного середовища.
- дозволяють централізувати мережне управління і структуру.

На підприємстві залежно від конфігурації концентратори звичайно мають 8, 12 або 24 порта. Відмітною особливістю нарощуваних концентраторів є те, що можна безпосередньо підключити один і інший до восьми концентраторів, і при цьому вони розглядаються як єдиний повторювач. Структура мережі підприємства приведена на рисунку 1.

Доступ до сервера контролює Active Directory, тобто до серверу налаштований авторизований доступ для кожного відділу.

У відділі станків з ЧПК керуючі пристрої з'єднані за допомогою коаксиального кабелю зі структурою «спільна шина». Керуючі програми розподіляються через проміжний сервер.

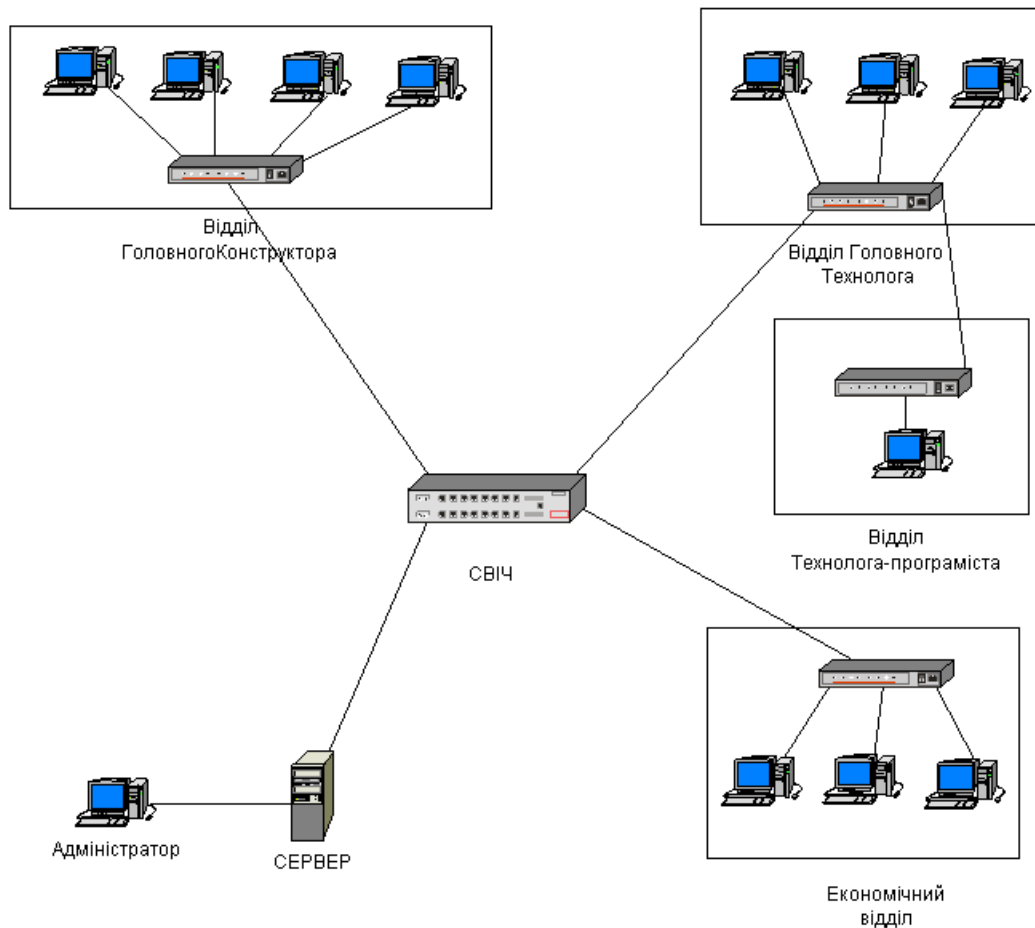


Рисунок. 1 Структура мережі підприємства

#### 1.4 Інформаційні потоки в технічних службах

На підприємстві ДПМЗ «Гідромаш» випускають продукцію мало серійного і одиничного виробництва. У зв'язку з цим доцільно використовувати для виготовлення таких деталей станки з ЧПК (Числовим Програмним Керуванням). На підприємстві встановлено 25 станка з ЧПК, це дозволяє виготовляти деталі зі складними криволінійними поверхнями з високою точністю.

Відділ головного конструктора проводить научно-дослідницькі і дослідно-конструкторські роботи, розробляє повний комплект конструкторської документації і передає його у відділ головного технолога, а також документацію на технологічну підготовку виробництва і передає її в відділ зовнішньої комплектації для замовлення комплектуючих виробів.

У відділі головного технолога розробляються процеси на виготовлення деталей і вузлів виробу, а також видається ТЗ на проектування установлюючих пристосувань, спеціальних ріжучих та вимірюючих інструментів і інших засобів технологічного оснащення і передається в інструментальний цех на виготовлення.

Відділ головного технолога розробляє норми матеріалу і передає їх у відділ матеріально-технічного постачання. Також проектує технічне завдання на проектування оснащення і направляє його в конструкторське бюро відділу головного технолога, яке готує креслення оснащення спеціального ріжучого і вимірюючого інструменту і передає їх в інструментальний цех. З відділу головного технолога відправляється спроектований ТП у відділ технічного контролю, також пишуться програми, що управляють, які видаються у виробничі цехи. У той же час відділ головного технолога розробляє ТЗ на ливарні вироби, які передаються у відділ головного металурга, з якого ТЗ прямує в конструкторське бюро відділу головного металурга, а ТП - в ливарні цехи для подальшого процесу.

Після проходження всіх відділів, інформація з кожного з них направляється у планово-економічний відділ – відділ нарахування ціни.

## Висновки по першому розділу

Підприємство ДПМЗ «Гідромаш» спеціалізується на випуску телескопічних автопідйомників АП-15, АП-18 і АП-22 різних модифікацій, багатоцільові мотопомпа ММ-27/100 і насосів СЦН-75/70 та інших більше 35 років.

Автоматизація підготовки виробництва корінним чином впливає на діяльність сучасного підприємства. Конструкторсько-технологічна підготовка виробництва займає до 90% часу, тоді як безпосередньо виготовлення виробу – близько 10%. Для того, щоб успішно конкурувати на ринку, підприємству машинобудівної галузі насамперед потрібно значно скоротити терміни проведення науково-дослідницьких робіт та підготовки виробництва, що є основною складовою їх діяльності. На підприємстві ДПМЗ «Гідромаш» діє досить ефективна організаційна структура, яка об'єднує різні ланки одного виробничо-технологічного ланцюга.

Підприємство має досить розвинену обчислювальну техніку та забезпечує технічним устаткуванням всіх працівників, які її потребують і яка дозволяє швидко обмінюватись інформацією між технічними підрозділами та контролювати процес виробництва на всіх його етапах.

## 2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «Кришка»

### 2.1 Аналіз існуючого виробу «Кришка»

Підприємство ДПМЗ «Гідромаш» займається виробництвом «Мотопомпа ММ-27/100». Виникла необхідність розробити тривимірну модель «Диску», проаналізувати існуючий технологічний процес та внести свої власні удосконалення. Для цього було вирішено використати програмні продукти COSMOSWorks, ВЕРТИКАЛЬ-Технології, PowerMill.

Підприємством було надано технічне завдання (ТЗ), креслення та технологічний процес (ТП) на модель «Кришка», яка є однією з основних деталей зборки «Мотопомпа ММ-27/100». ТЗ, кресленики та ТП наведені у додатках А, Б, В відповідно.

Після детального аналізу документації, було зроблено декілька висновків, як можна удосконалити існуючий ТП.

На підприємстві заготовку моделі «Кришка» виготовляють використовуючи литу заготовку, яка виготовляється за допомогою котельного лиття під тиском. Лита заготовка дозволяє зменшити використання матеріалу, з кількістю використовуваних інструментів та обробляючих верстатів у процесі виробництва деталі.

Для зниження собівартості даного виробу доцільним є використання іншого матеріалу, а саме Сталь 20 ГОСТ 1577-81. щоб покращити характеристики деталі «Кришка» виготовленої з вказаного вище матеріалу, необхідно виконати цементування виробу на глибину 0,8 мм при температурі 900° на протязі 10 хв.

Цементування – хіміко-термічна обробка, в результаті поверхня сталі насичується вуглецем на певну глибину. Цементують конструкційні вуглецеві та леговані сталі зі змістом вуглецю не більше 0,3%.

До технологічної документації, яку потрібно розробити для обробки деталі «Кришка» на верстаті з ЧПК входить керуюча програма, яка розроблена в PowerMill та супровідний технологічний процес створений в ВЕРТИКАЛЬ-Технології.

2.2 Аналіз діючої конструкції виробу на підприємстві ДПМЗ «Гідромаш» за допомогою ліцензійного програмного продукту COSMOSWorks

Тривимірний пакет Solid Works, є світовим стандартом при розробці складних виробів, параметричним проблемно – орієнтованим графічним пакетом, який дозволяє достатньо ефективно проектувати деталі складних форм, створювати збірні одиниці та відтворювати зборку всього виробу та отримувати креслення всіх деталей і зборки в цілому.

В Solid Works вбудований кінцево-елементний пакет COSMOSWorks, який призначений для рішення пружних задач механіки деформуючого твердого тіла методом кінцевих елементів (МКЕ), крім того дозволяє розраховувати різноманітні деталі і зборки на міцність, теплове й аеродинамічні навантаження, що дає можливість обґрунтовано створювати надійні конструкції.

МКЕ - це чисельний метод аналізу завдань по проектуванню, що розв'язує рівняння, що керують поведінкою кожного елемента і ураховують його зв'язки з іншими елементами. Ці рівняння встановлюють взаємозв'язок між переміщеннями і відомими властивостями матеріалів, обмеженнями й навантаженнями.

Аналіз тиску за допомогою COSMOSWorks 2007, дозволяє розв'язати наступні завдання:

1) тестування виробу на тиск виконується не в виробничому середовищі, а за допомогою комп'ютерного оснащення, що дає змогу знизити витрати;

2) в процесі аналізу деталей на тиск є можливість створювати необхідну кількість проектів з різними видами сценаріїв, щоб перед прийняттям остаточного рішення, зробити оптимальний вибір.

Для запуску процесу аналізу тиску необхідно визначити матеріал деталі, навантаження на деталь та обмеження.

Для початку роботи в COSMOSWorks завантажується 3D модель. Розрахунки в COSMOSWorks виконуються у вигляді Вправи. В

Наступним етапом задаються вихідні параметри розрахунку на міцність.

У контекстному меню твердотільного елемента «Кришка» в Менеджері COSMOSWorks вибирається команда Застосувати/редагувати матеріал. У діалоговому вікні Матеріал обираються матеріали, наявні в базах Solid Works. Для «Кришка» обрано матеріал лита вуглецева сталь рисунок 2.

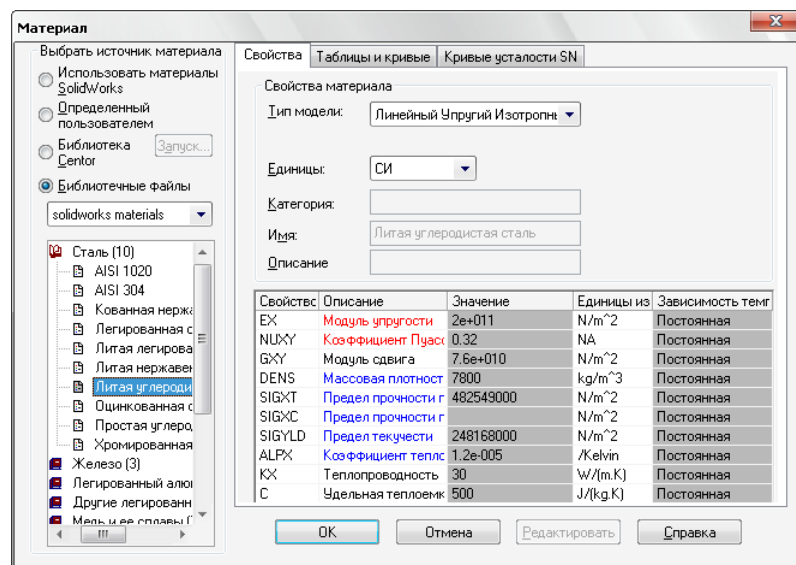


Рисунок 2- Діалогове вікно Матеріал.

У контекстному меню елемента Навантаження/Обмеження в дереві Менеджера обирається команда Обмеження рисунок 3.

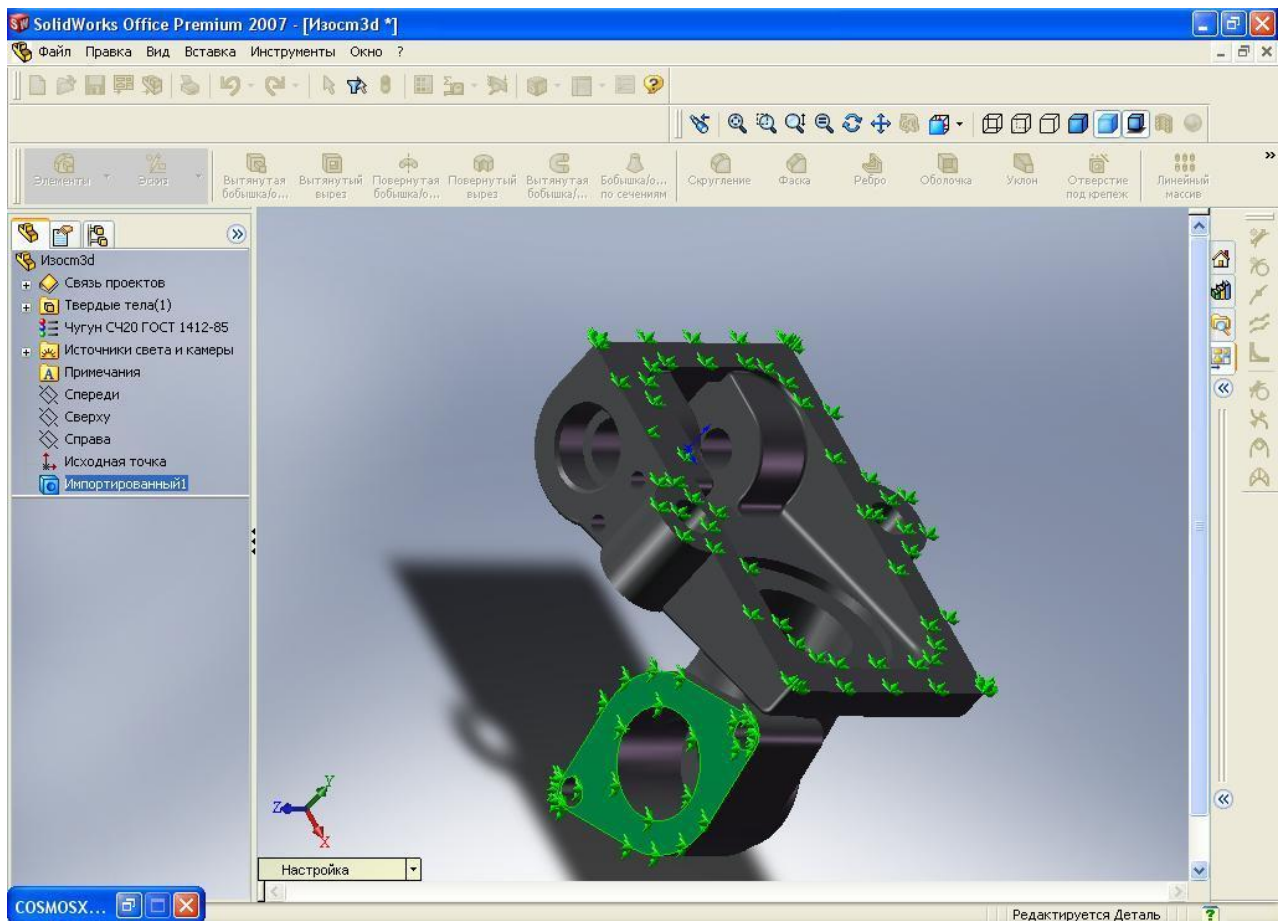


Рисунок 3 – Діалогове вікно Ограничение

Для фіксації обираються дві плоскості поверхні.

Щоб накласти навантаження, у контекстному меню елемента Нагрузки/Ограничение в дереві Менеджера обирається команда Тиск, задається тунель «Кришки», на яку діє тиск рисунок 4.

Для запуску розрахунку на міцність обирається команда COSMOSWorks → Виконати. По закінченні розрахунку в дереві Менеджера COSMOSWorks з'являться додаткові елементи.



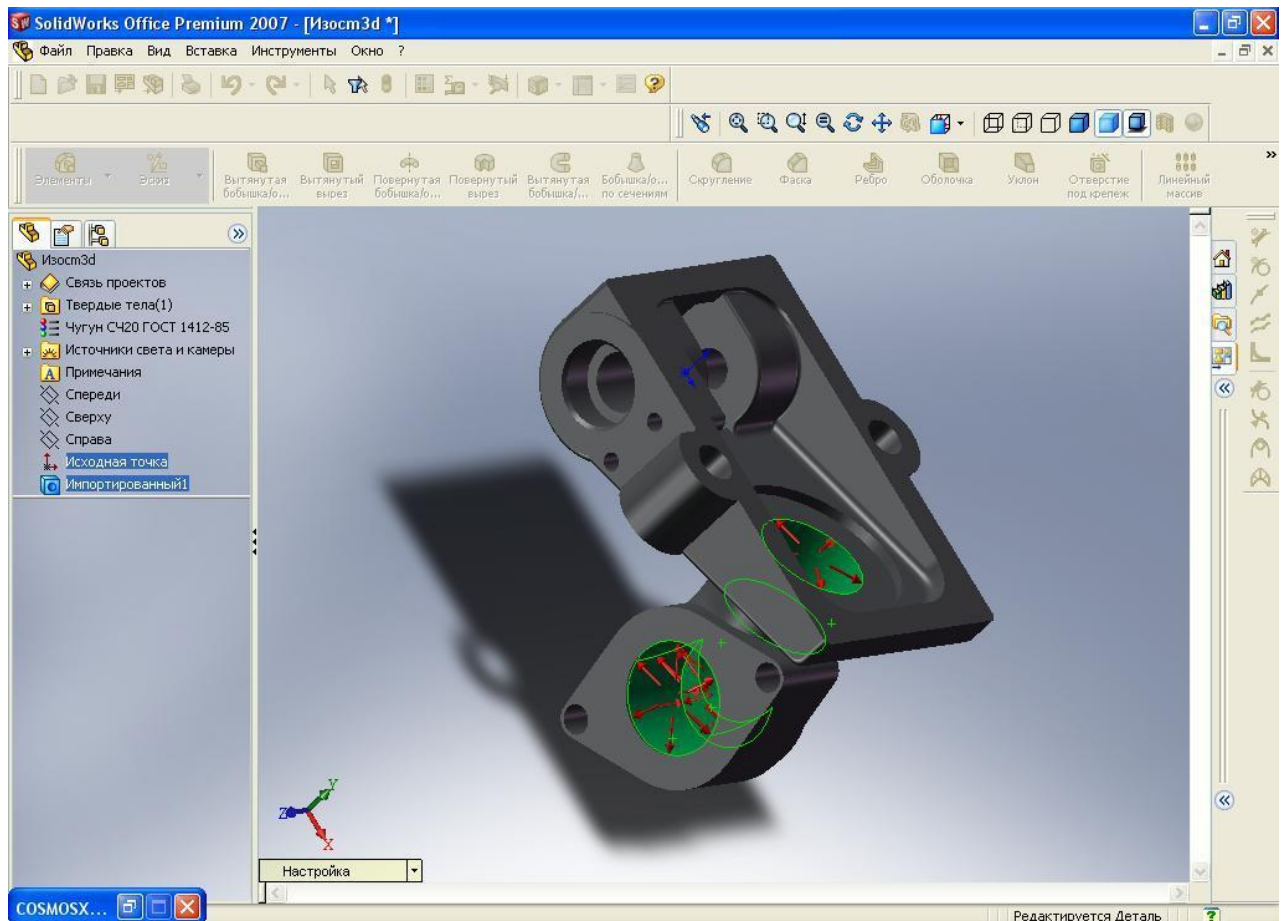


Рисунок 4 – Діалогове вікно Тиск

### 2.3 Розробка керуючої програми фрезерної обробки

Тривимірна деталь «Кришка» створена в САД системі та була імпортована у пакет PowerMill за допомогою допоміжного модулю Exchange, який входить до складу пакету PowerMill та формату IGES.

Для виготовлення деталі використовується лита заготовка, припуск матеріалу складає 1 мм. Тривимірна модель заготовки була розроблена у PowerMill, за допомогою завдання границі деталі рисунок 5.

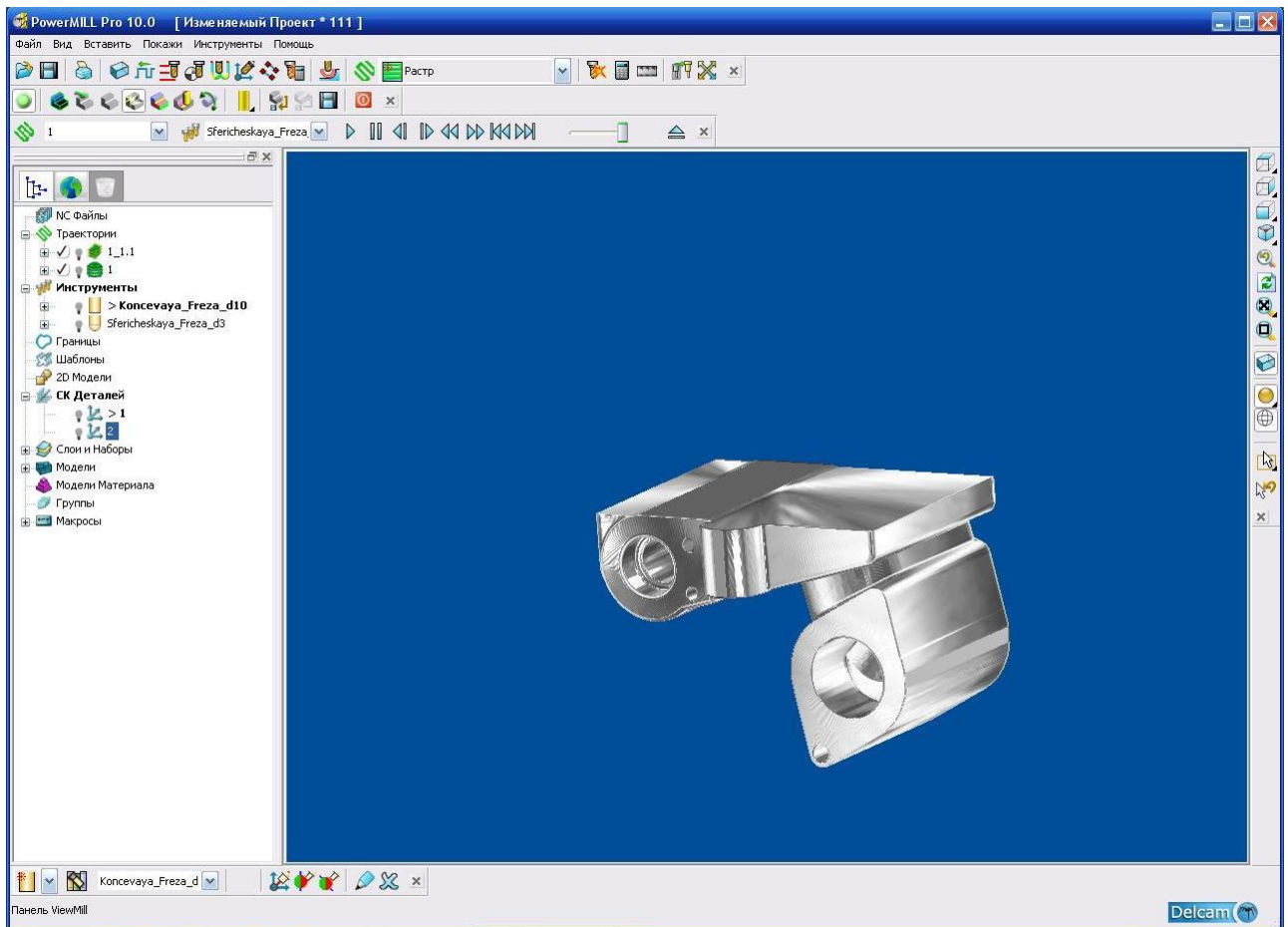


Рисунок 5 – Лита заготовка

Модуль ViewMill, який входить до складу пакету PowerMill надає можливість візуально оцінити результати обробки деталі.

Відповідно до першої операції за технологічним необхідно фрезерувати поверхню деталі. Для чергової обробки була обрана стратегія «Растром» створена кінцева фреза діаметром 10 мм рисунок 7. Для чистової обробки була створена стратегія «Оптимізована Z» створена с фреза діаметром 3 мм рисунок 8.

Швидкість обертання шпинделю становить 1000 об/хв, робоча подача дорівнює 1500 мм/хв. Час обробки складає 4 години 23 хвилин 47 секунди.

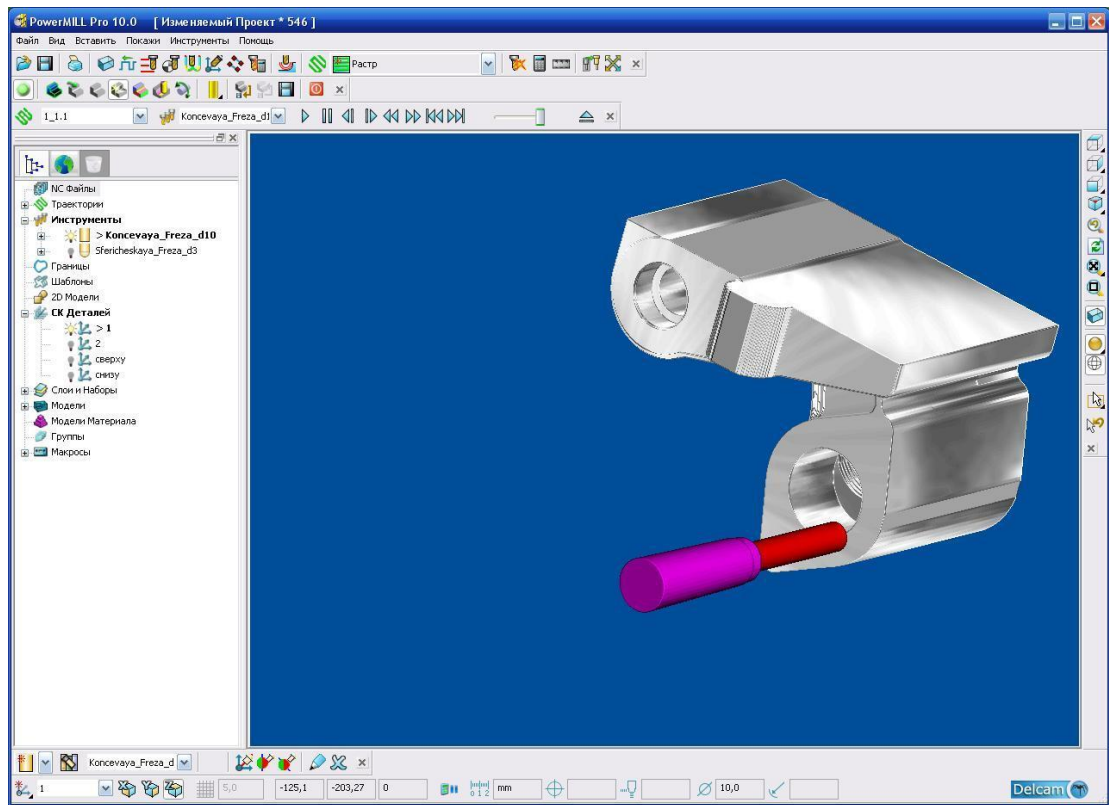


Рисунок 6 - Копія вікна обробки поверхні виробу

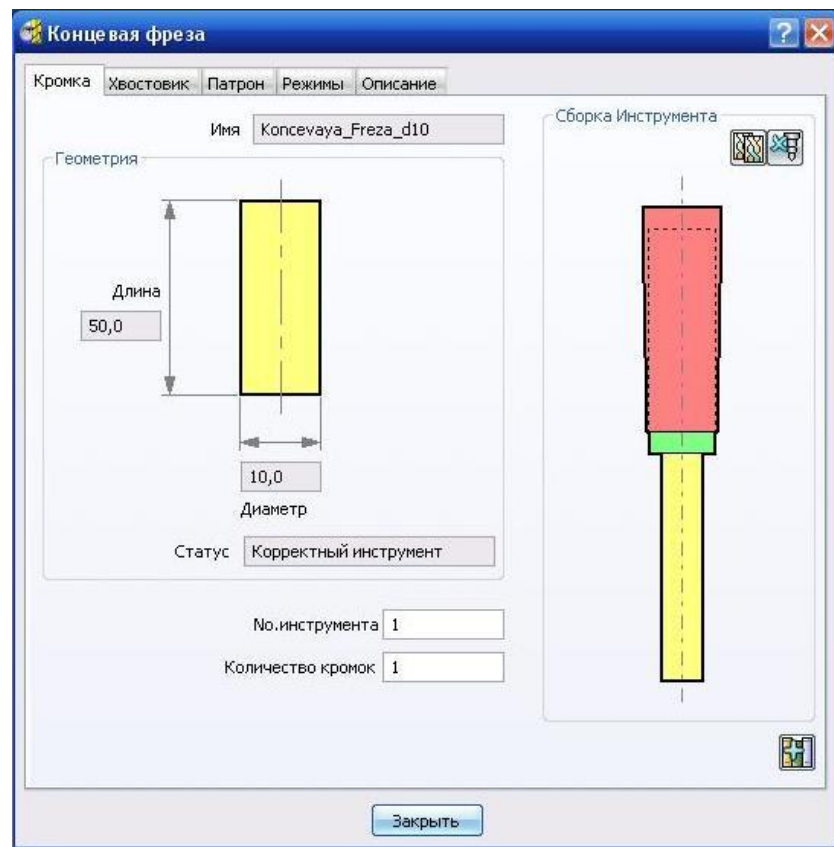


Рисунок 7 - Копія вікна параметрів інструменту кінцева фреза

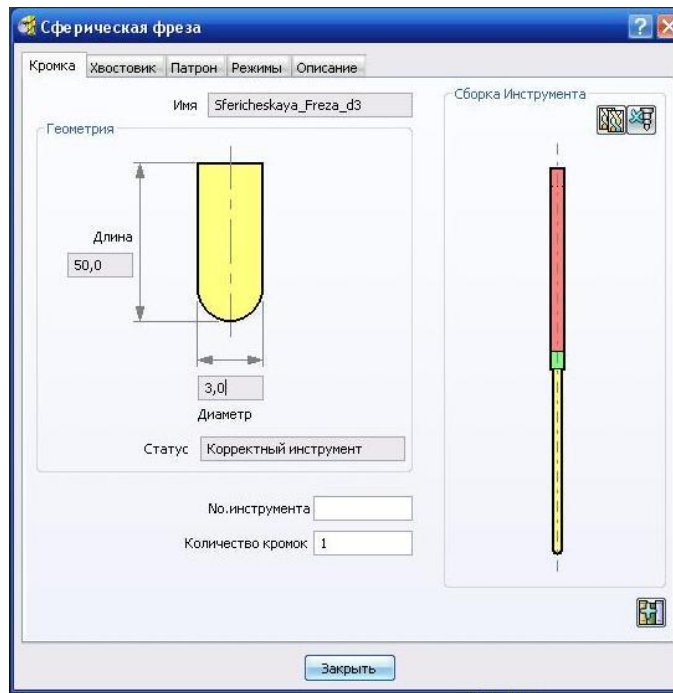


Рисунок 8 - Копія вікна параметрів інструменту сферична фреза

«Кришку» необхідно оброблювати з чотирьох сторін, то необхідно створити новий проект і системи координат.

Оскільки на початку проекту була оброблена основна частина деталі, то з інших сторін залишається обробити поверхню «Кришки». Стратегії та інструменти використовуються ті ж що і на початку проекту. Загальний час обробки деталі з усіх сторін дорівнює 47 годин 27 хвилин 47секунд.

Останнім етапом є створення керуючої програми (файл який містить в собі код керуючої програми, зрозумілий верстату) для пристрою числового програмного керування верстата. Пакет PowerMill дозволяє створити NC-файл в автоматичному режимі фрагмент керуючої програми на обробку «Кришки» наведений у додатку Д. Постпроцесор фіксує дані про положення різального інструменту, що розраховане в САМ-системі у коді конкретного верстата з урахуванням особливостей його кінематики.

## 2.4 Розробка технологічного процесу

Послідовність проектування технологічного процесу виготовлення деталі у програмі «ВЕРТИКАЛЬ – Технологія».

### Етап 1

Запуск програми «ВЕРТИКАЛЬ – Технологія». ЛКМ натискаємо Пуск/ Все программы/ ВЕРТИКАЛЬ – Технологія. Після запуску програми потрібно створити новий технологічний процес. Для цього натискаємо Файл/ Создать/ ТП на деталь. Натискаємо кнопку «ОК». Задаємо ім'я створеного технологічного процесу за допомогою меню редагування

### Етап 2

ВЕРТИКАЛЬ – Технологія містить свою інформаційну базу, за допомогою якої далі потрібно наповнити технологічний процес необхідними операціями та переходами. Для цього ПКМ на назву деталі та вибираємо «Добавить» та у випадяючому вікні обираємо потрібні для обробки даної деталі операції. Для того, щоб додати допоміжний перехід, та наповнити його операціями, приладами вибираємо «Добавить» тільки «Допоміжний перехід». Також можна додати СОЖ, верстати, вимірювальний інструмент, допоміжний матеріал і т.п.

### Етап 3

Наступним етапом потрібно додати ріжучий інструмент. Для того, щоб додати новий ріжучий інструмент потрібно ПКМ на перехід та «Добавить» / «Ріжучий інструмент» та у вікні, що з'явилося обираємо необхідні параметри інструменту (рисунок 9).

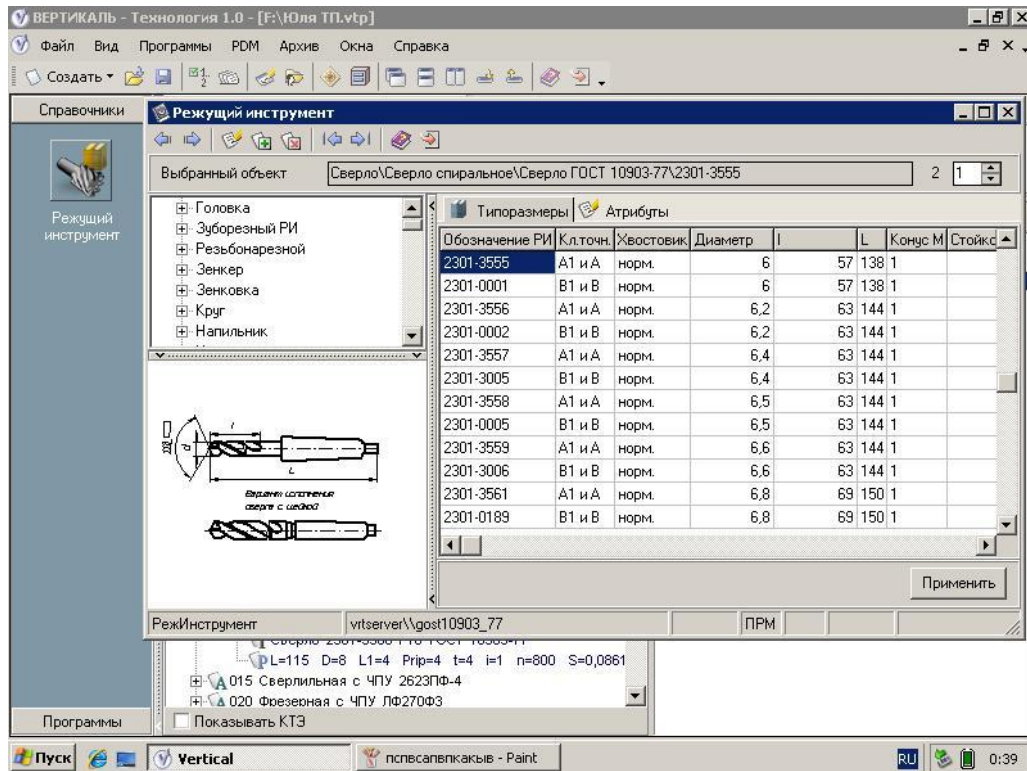


Рисунок 9 – Вікно вибору ріжучого інструменту.

#### Етап 4

На цьому етапі потрібно провести необхідні розрахунки режимів різання. Розрахунки проводяться за алгоритмом, який визначається значенням коду блоку розрахунку для поточного основного переходу. При цьому автоматично виконуються наступні операції:

- 1) Зчитуються параметри, введені користувачем в параметрах основного переходу і в головному діалоговому вікні додатку;
- 2) Завантажуються дані за матеріалом деталі, обладнанням, різального інструменту і виду матеріалу ріжучої частини інструменту;
- 3) Завантажуються дані за додатковими умовами, що впливає на розрахунок параметрів;
- 4) Визначається припуск, товщина шару, що зрізується і кількість

проходів. Якщо в налаштуваннях програми заданий автоматичний розрахунок цих параметрів («Галочки» в стовбці «Не розраховувати» не встановлені), то у вікні програми вони недоступні для редагування;

5) На підставі отриманих даних розраховуються режими різання відповідно до алгоритму, визначеними в налаштуваннях програми для вибраного блоку розрахунку. Алгоритми можуть містити операції, що коректують розрахункові значення режимів (в тому числі і за паспортними даними обладнання).

Розраховані значення відображаються в таблиці результатів головного вікна додатку.

В деяких випадках значення подачі і частоти обертання шпинделя можуть вибиратися технологом безпосередньо (минаючи розрахунок) з паспортних даних верстата.

Для того, щоб розрахувати режими різання спочатку потрібно додати «Код блок расчета». ПКМ на допоміжному переході, де буде проведений розрахунок, та натискаємо кнопку «Код блоку розрахунку» та вибираємо тип обробки.

Як тільки буде додано код блоку розрахунку можна розраховувати режими різання, за допомогою меню допоміжного переходу «Додати», далі потрібно обрати «Розрахунок режимів різання», та необхідно вказати потрібні параметри, після цього натискаємо кнопку «розрахувати» (рисунок 11).

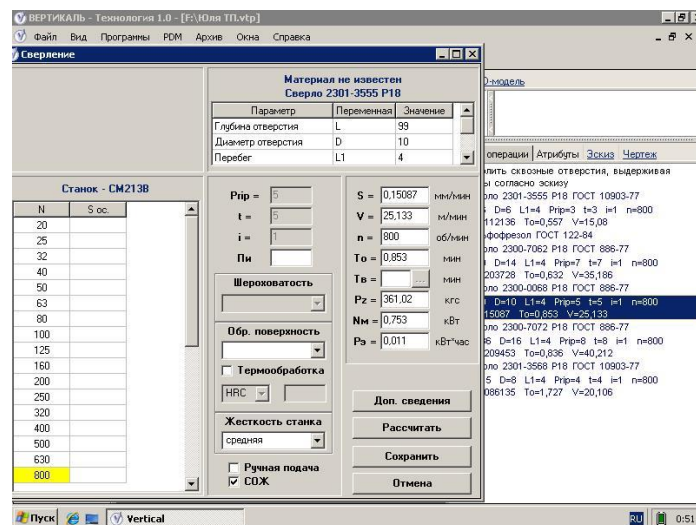


Рисунок 11 – Вікно розрахунку режимів різання.

Для того, щоб отримати спроектований технологічний процес, потрібно сформулювати комплект необхідних карт. Для цього потрібно натиснути на кнопку «Программи» та обрати «Формирователь карт». Обираємо необхідні карти згідно ГОСТу та можна роздрукувати їх на папір, для зручнішого використання. Готовий технологічний процес на виготовлення деталі у програмі «ВЕРТИКАЛЬ – Технологія» представлений на рисунку 12.

Поверхня яку треба обробити наведена на рисунку 12.

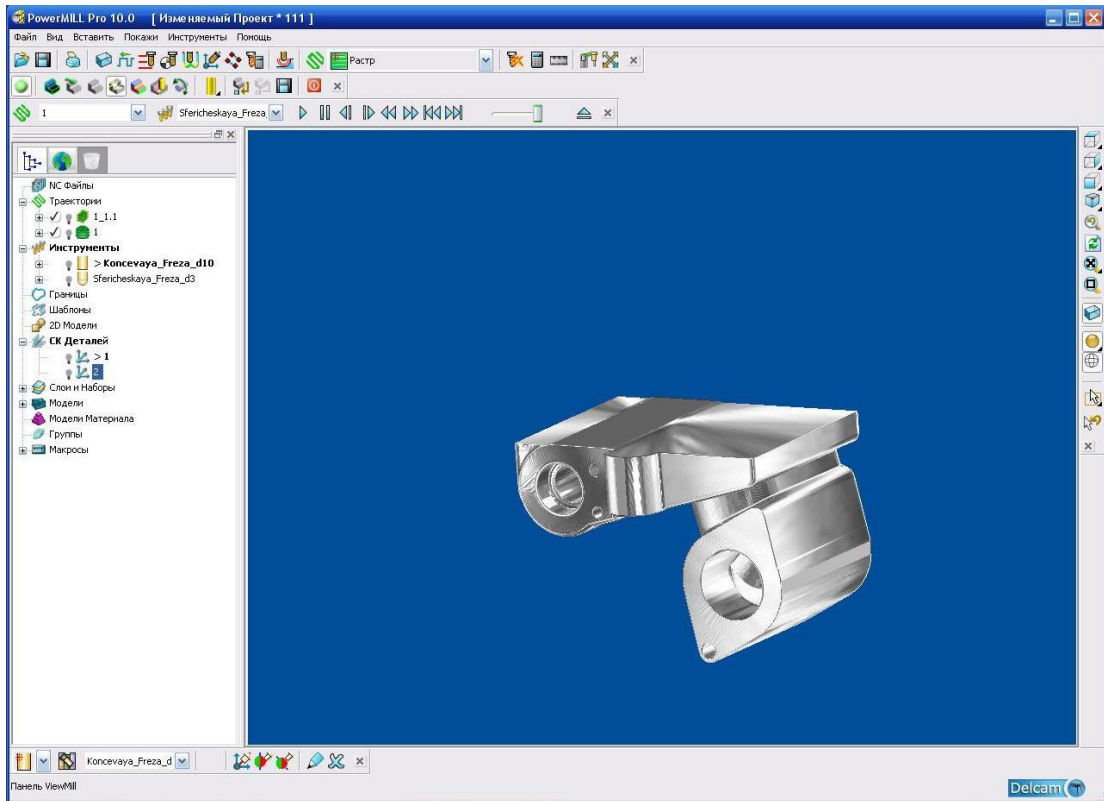


Рисунок 9 - Поверхня, що потрібно обробити



## Висновки по другому розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи бакалавра проаналізована існуюча деталь та виявлені шляхи її удосконалення шляхом зміни матеріалу, збільшення товщини та округлення у місцях з підвищеним тиском.

Одним з основних та складних етапів у машинобудуванні є процес розрахунку деталей і вузлів на тиск. Аналіз тиску виробу «Кришка» було проведено за допомогою пакету програм COSMOSWorks 2007, також був виявлений коефіцієнт тиску при якому деталь може зруйнуватись.

За допомогою програми PowerMill була розроблена керуюча програма обробки розглянутої деталі на верстаті з ЧПК на основі отриманої заздалегідь тривимірної моделі вдосконаленої деталі. Також було обрано оптимальні стратегії чорнкової та чистової обробки даної деталі на верстаті з ЧПК.

## 3 РОЗРОБКА СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРОГРАМНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ «Кришка» (Технологія API)

### 3.1 Постановка задачі

Для обрахунку та поліпшення корпусу треба отримати декілька моделей з різними геометричними характеристиками у тій частині моделі, що ми будемо змінювати. Постійне втручання в геометрію моделі у «ручному» режимі є дуже незручним та займає багато часу, тому для реалізації цієї мети створимо програмний модуль на основі параметричної моделі, який допоможе змінювати геометричні характеристики моделі в автоматичному режимі без втручання у ескізи моделі.

Більшість застосовуваних у промисловості тривимірних САПР є відкритими, тобто у користувача є вільний доступ до їх API- інтерфейсу (Application programming interface). Тому вони можуть бути використані як основа для побудови спеціалізованих САПР, що вирішують завдання розрахунків і проектування конкретного класу виробів. При цьому необхідно об'єднати розрахунковий модуль, що визначає розмірні й інші параметри проєктованого об'єкта, із уже наявним у САПР тривимірним геометричним ядром.

Для цього спочатку створюється параметричне складання проєктованого механізму, у якій ряд розмірів винесений у змінні моделі. Розрахунковий модуль (це зовнішній exe-файл, що підключається до САПР dll-бібліотеки) може розрахувати необхідні значення змінних моделі й автоматично змінити їх, у результаті чого буде отриманий новий варіант 3D-збірки. Таким чином, відразу ж після розрахунків буде отримана нова геометрична модель виробу. Зрозуміло, такий спосіб накладає обмеження на функціональність спеціалізованої САПР: можна тільки міняти розміри, але не додавати або видаляти деталі та їх конструктивні елементи. З іншого боку, у більшості випадків робота конструктора саме й зводиться до модифікації раніше

створеної геометрії вузла відповідно до нових розрахункових даних, і тут описувана спеціалізована САПР повністю виконує завдання автоматизації конструкторської праці, виконуючи й розрахунки, і побудову моделі.

Керування моделлю здійснюється за допомогою технології API (Application Programming Interface). API- технологія надає програмістові набір процедур і функцій для керування САПР, але не дає прямого доступу до властивостей і методів об'єктів усередині САПР, що робить код програми трохи більш громіздким і менш зрозумілим.

Для використання API –інтерфейсу з Delphi необхідно насамперед знайти файли, що зберігають прототипи (заголовки) процедур і функцій API. Ці файли мають назви ksauto.pas, kstlb.pas, Ldefin2D.pas, Ldefin3D.pas.

Створення міні-САПР на основі Api-Інтерфейсу проходить в 3 етапи:

1. Створення тривимірної моделі об'єкта (або групи об'єктів), зміну геометричних характеристик яких слід автоматизувати;
2. Параметризація створеного об'єкта.
3. Створення програмного модуля для підключення до отриманої моделі об'єкта через API -інтерфейс, на базі одної з мов програмування.
4. Реалізація в модулі перевірки змінних на відповідність геометричним характеристикам моделі.
5. Підключення модуля до моделі й налагодження його роботи.

### 3.2 Параметризація деталі «Кришка»

Крок по створенню тривимірної моделі об'єкта пропускаємо і переходимо відразу до параметризації.

Параметризація- досить довгий та складний процес, особливо якщо справа стосується об'єктів зі складною геометричною формою. Процес параметризації вимагає від тривимірної моделі як можна більшого спрощення ескізів (заміну складного контуру на ряд більш простих в ескізі). Час створення

моделі при її спрощенні суттєво збільшується, але за рахунок цього ми виграємо багато часу в процесі параметризації й налагодження моделі.

Загальний порядок параметризації наступний:

1. Увійти в режим редагування ескізу та проставити розміри, що будуть підлягати зміні:

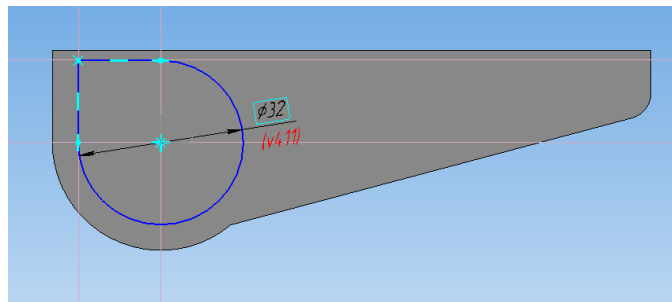


Рисунок 10 - Простановка розмірів на ескізах.

2. Знайти необхідну змінну у віконці «Змінні» ліворуч та внести ім'я змінної у поле «вираз». Після цього кроку наша змінна з'явиться у списку змінних відразу під пунктом «Деталь». Тепер слід перевірити нашу змінну на правильну роботу при зміні її значення: просто змінити її значення в колонці «Вираз» і обрати пункт меню змінних Меню=>Сервіс=>Перебудувати. Модель повинна змінити свою форму. Якщо цього не відбулося, а замість цього з'явилося позначення невірно виконаної операції - тоді слід шукати помилку в побудові відповідного ескізу. У такий же спосіб слід перевірити майже всі змінні моделі (виключення можуть становити лише змінні, відповідні до діаметрів кіл або змінні, створені в результаті застосування тривимірних операцій видавлювання, обертання, фаски і т.д.).

Имя	Выражение	Значение
Деталь (Тел-1)		
Tolshperstenki	5.0	5.0
Tolshzadstenki	8.0	8.0
Shirdetali	56.0	56.0
Tolshbokstenki	9.0	9.0
Dvnutrcilindra	32.0	32.0
Hvnutrcilindra	59.0	59.0
Dvnutrprorezi	32.0	32.0
Hvnutrprorezi	10.0	10.0
Rvneshskrugl	2.0	2.0
Dvertotv	30.0	30.0
Hvertov	11.0	11.0
Dnizhcvireza	50.0	50.0
Hnizhcvireza	3.0	3.0
D	48.0	48.0
Huha	25.0	25.0
Dkreptvnauhe	6.750	6.750
Dbokkreptv	5.0	5.0
Glubbokkreptv	7.0	7.0
Dbokvertushek	24.0	24.0
Hbokvertushek	25.0	25.0
Dotvbokvertushek	11.0	11.0
Dgorizotv	16.0	16.0
Gkubgorizotv	30.0	30.0
Dbolshstupgorizotv	22.0	22.0
Hbolshstupgorizotv	10.0	10.0
Rskr	1.0	1.0

Рисунок 11- Віконце змінних моделі.

3. Тепер слід зберегти й перевідкрити модель, після чого ми зможемо занести всі змінні моделі у категорію зовнішні (гнізда зовнішніх змінних офарблюються в синій колір- рисунок 11).

Після того як усі змінні будуть створені й зроблені зовнішніми процес параметризації можна вважати завершеним. Наступним кроком є підключення програмного модуля до отриманої моделі.

Створення програмного модуля. Розрахунковий модуль крім властиво розрахунків повинен виконувати наступні функції:

- підключення до CAD системи і завантаження в нього параметричного складання;

- одержання поточних значень змінних деталей, що входять у складання, назв деталей і назви самого складання;

- зміна значень змінних, перебудування й збереження моделі.

### 3.3 Розробка програмного забезпечення.

На початку розробки програмного забезпечення необхідно розглянути методику підключення програмного модулю, який передбачено розробити, до CAD системи. Для цього необхідно створити в Delphi новий додаток, який має виконувати команду меню Project à Add to project і додати зазначені файли в проект (можна для надійності скопіювати їх у ту ж папку, де перебуває весь проект). В оператор USES головного модуля проекту необхідно додати модулі Comobj, Olectrls, kstlb, Comctrls.

Типи даних описані в раніше підключеному модулі kstlb. Установлення зв'язку з CAD системою і завантаження в нього зазначеного файлу виконує наведена нижче функція Startsolid. Вона повертає False, якщо встановити зв'язок з CAD систем не вдалося (скажемо, він не встановлений на комп'ютері) і True у випадку удачі.

Можна викликати дану функцію, наприклад, у такий спосіб (на формі є компонент Labelededit1, у який користувач вводить ім'я файлу складання):

```
if not(Startkompas(Trim(Labelededit1.Text))) then
begin
messagedlg('Помилка підключення до КОМПАС',mterror,[mbok],0);
exit
end;
```

У випадку успішного виконання КОМПАС буде запущений, його вікно стане видимим і в нього буде завантажений зазначений файл.

Процес одержання назв деталей у складанні й значень змінних моделі.

Наступна процедура зчитує в масив текстових рядків типу Tstringlist імена деталей у поточнім складанні. Під нульовим індексом у масив міститься ім'я самого складання:

```
procedure Readparts(s:Tstringlist);
var i,num:word;
```

```

parts:kspartcollection;
part:kspart;
begin
parts:=kspartcollection(doc.Partcollection(true));
num:=parts.Getcount;
s.Clear;
s.Add(kspart(doc.Getpart(-1)).name);
for i:=0 to num-1 do
begin
part:=kspart(parts.Getbyindex(i));
s.Add(part.name);
end
end;

```

Для використання цієї процедури слід вручну створити об'єкт типу Tstringlist.

Знаючи ім'я деталі, можна одержати імена її змінних та їх поточні значення. Введемо тип даних (запис) для зберігання імені змінної та її значення й динамічний масив з таких записів:

```

TYPE Tpartvar=RECORD
Varname:STRING;
Varvalue:REAL;
Varnote:STRING;
END;
Tpartvars=ARRAY OF Tpartvar;

```

Зміна значень змінних і перебудова моделі. Наступна процедура зтягає речовинне значення value у змінну з іменем varname деталі з іменем partname:

```

PROCEDURE Changevar(partname, varname: STRING; value_:REAL);
VAR vr:ksvariablecollection;
parts:kspartcollection;
part:kspart;
vvv:ksvariable;

```

```

BEGIN
parts:=kspartcollection(doc.Partcollection(true));
part:=kspart(parts.Getbyname(partname,true,true));
vr:=ksvariablecollection(part.Variablecollection);
vvv:=ksvariable(vr.Getbyname(varname,true,true));
part.Beginedit;
vvv.value:=value_;
part.Update;
part.Rebuildmodel;
part.Endedit(true);
parts.refresh
END;

```

Приклад виклику:

```

VAR c:Tstringlist;
t:Tpartvars;
i:WORD;
BEGIN
c:=Tstringlist.Create;
Readparts(c);
Label1.Caption:='Складання '+c[0];
t:=Getpartvars(c[1])
Changevar(c[1],t[0],28.5)
c.Free

```

Для збереження всього складання після внесення в нього змін слід викликати процедуру Doc.Save.



### 3.4 Вирішення контрольного приклада.

Отже, у нас є всі необхідні процедури для роботи з КОМПАС. Треба винести їх в окремий модуль (наприклад, з іменем Kompasapi.pas), тому що вони знадобляться при розробці безлічі різних спеціалізованих САПР. Для зручності в цьому ж модулі введені масиви prt і partvar, щоб їх не доводилося щоразу описувати в основній програмі.

Розглянемо етап перевірки змінних. Не всі комбінації значень змінних приводять до одержання коректної моделі. Введення в програму умов для перевірки коректності значень змінних – заняття безперспективне. Тому слід винести всі умови, що перевіряються, у зовнішню базу даних, де вони були б записані в зрозумілому людині вигляді й потім аналізувалися б програмою із застосуванням апарата формальних мов і граматик. Тоді перед перебудуванням складання розрахунковий модуль виконує синтаксичний і семантичний розбір кожної умови й перевірку його істинності. Якщо якась умова не виконується, складання не перебудовується й видається відповідне повідомлення.

Перед перебудуванням складання перевіряємо коректність значень змінних за допомогою функції Checkvars.

Функція перевірки виглядає в такий спосіб:

```
function Checkvars:boolean;
VAR r:STRING;
begin
Result:=true;
WITH Form1.Table1 DO
BEGIN
First;
WHILE NOT(EOF) DO
BEGIN
Lx.Parse(Form1.Table1Expression.Asstring);
IF Lx.error<>" THEN
```

```
BEGIN
Messagedlg('Помилка в рядку '+Inttostr(Ресно)+'
таблиці:'+#13+Lx.error,mterror,[mbok],0);
Result:=FALSE;
Exit
END;
r:=Cl.Evaluate(Lx.Lexemlist);
IF Cl.error<>" THEN
BEGIN
Messagedlg('Помилка в рядку '+Inttostr(Ресно)+' таблиці:'+#13+
Cl.error,mterror,[mbok],0);
Result:=FALSE;
Exit
END;
IF Ansiuppercase(r)<>'TRUE' THEN
BEGIN
Messagedlg('Не виконана умова'+#13+
Form1.Table1Expression.Asstring,mterror,[mbok],0);
Result:=FALSE;
Exit
END;
Next
END
END
end;
```

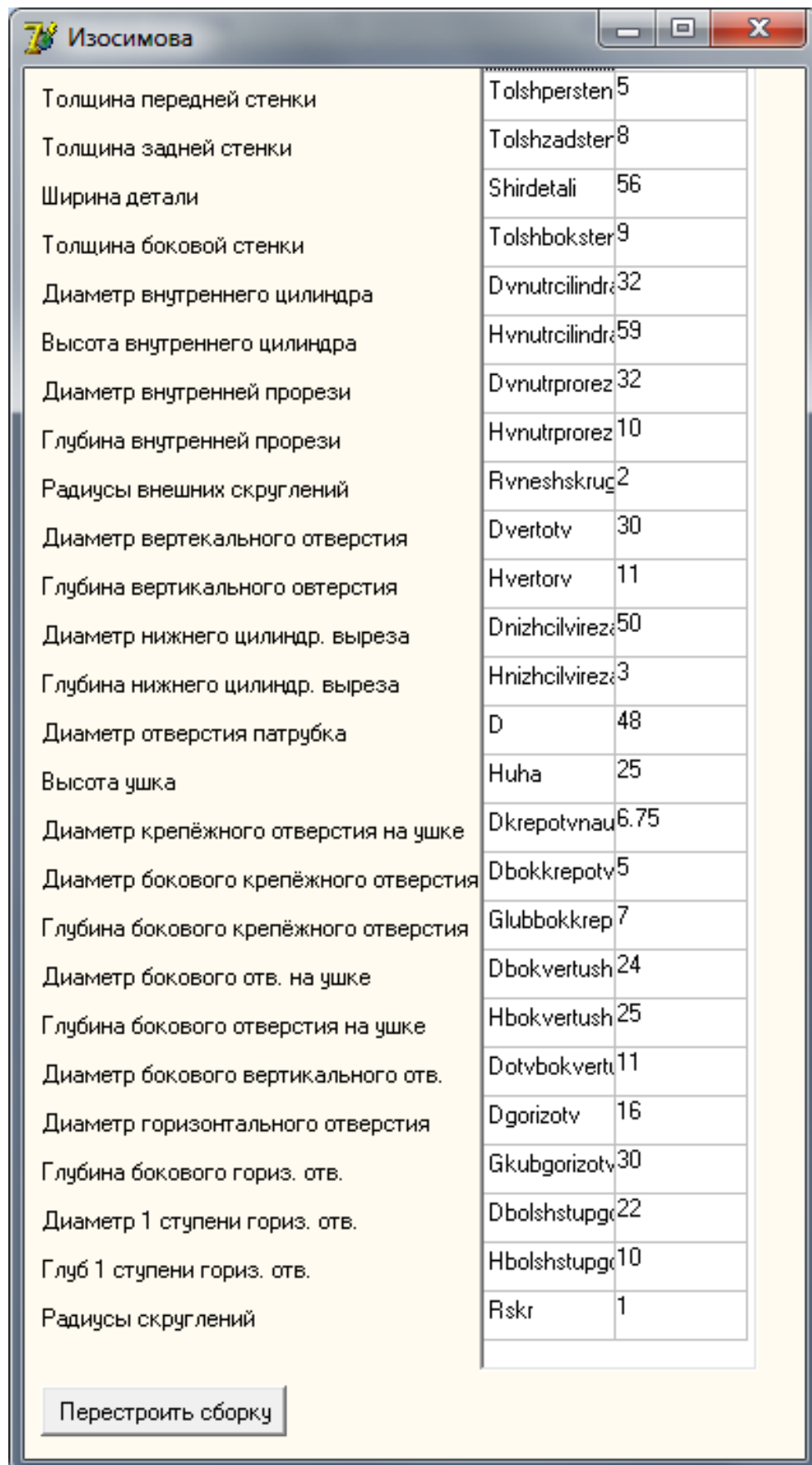


Рисунок 12- Загальний вигляд програмного модулю у робочому стані

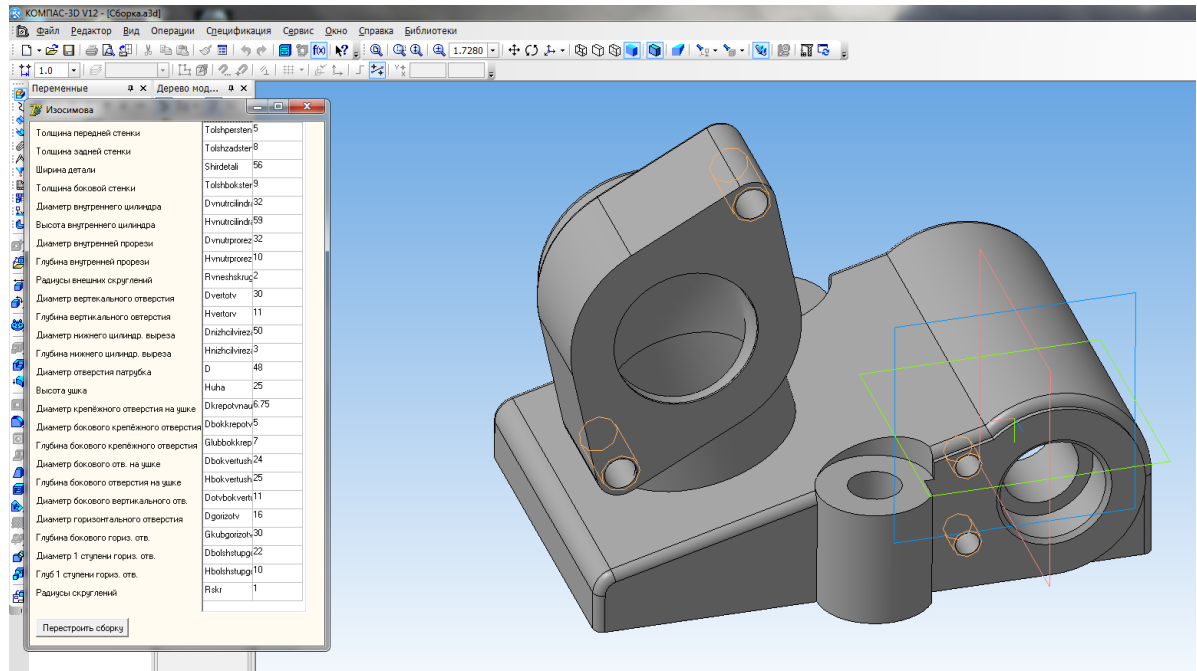


Рисунок 13- Параметрична збірка та міні-САПР- загальний вигляд

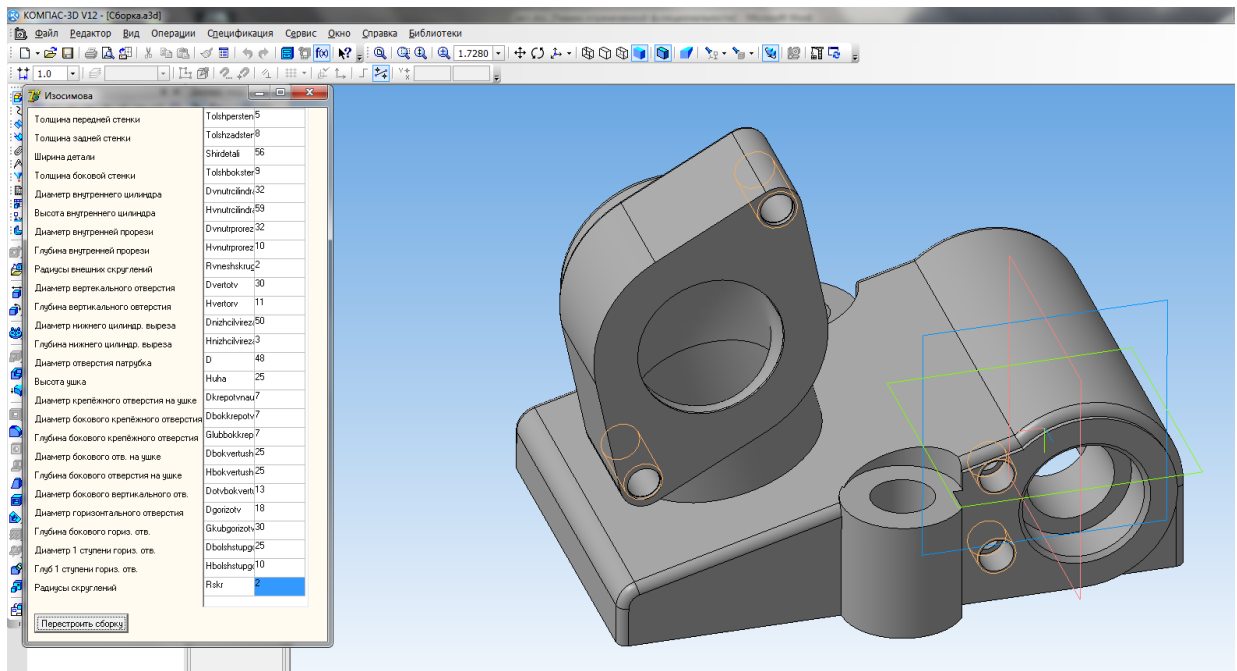


Рисунок 14 - Работа міні-САПР

## Висновки по третьому розділу.

Після отримання деталі «Кришка» на заводі «Продмаш» був проведений її аналіз в програмному продукті CosmosWork. У цьому пакеті є можливість накласти діючі на вал сили та обчислити коефіцієнт запасу міцності. Найбільше напруження припадає на ліву частину валу в районі підшипника. Розрахунки показали, що коефіцієнт запасу міцності при даній геометрії та прикладених силах дорівнює 4. Цей показник задовольняє вимоги до каменедробарок, оскільки вони повинні видержувати великі ударні навантаження а також мати великий запас моменту інерції.

Проаналізувавши дану деталь ми прийшли до висновку, що дану конструкцію змінити проблематично, так як всі зроблені зміни призведуть до зміни всіх складових частин збірки. Тому ми пропонуємо замінити матеріал Сталь 45 ГОСТ 1050-88 на Сталь 40Х ГОСТ 4543-71, яка має більший коефіцієнт міцності, а також пропонуємо змінити діаметри вала під підшипники з їх уніфікацією та покращити їх покриття обробкою ТВЧ. Ці зміни в комплексі призведуть до збільшення коефіцієнта запасу міцності, що є немало важливим для даної конструкції.

Проаналізувавши існуючий технологічний процес, можна зробити висновки, що він має суттєві недоліки. А саме розробка технологічного процесу вручну вимагає високого рівня кваліфікації робочих, займає більше часу на виготовлення досвідченого зразка, збільшує час на корекцію результатів розрахунку. Тому ми пропонуємо розробку технологічного процесу із застосуванням сучасних станків з ЧПК замість універсального встаткування, що має істотні особливості й створює певні переваги, зокрема наступні:

- скорочення строків підготовки виробництва на 50-75 %;
- скорочення загальної тривалості циклу виготовлення продукції на 50-60 %;

підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення допоміжного й основного часу обробки на верстаті.

## 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1 Охорона праці та безпека життєдіяльності.

На підприємстві існує відділ ОПБЖ який забезпечує захист та правила безпечної трудової діяльності співробітників різних середовищ виробництва й особливо це відноситься до служб, які прямо пов'язані з ЕОМ (відділ головного конструктора, відділ головного технолога, бухгалтера).

Мета і зміст ОПБЖД:

- виявлення і вивчення чинників навколишнього середовища, що негативно впливають на здоров'я людини;
- ослаблення дії цих чинників до безпечних меж, або виключення їх, якщо це можливо;
- ліквідація наслідків катастроф і стихійних лих.

Коло практичних задач ОПБЖД перш за все обумовлене вибором принципів захисту, розробкою і раціональним використанням засобів захисту людини і природного середовища від дії техногенних джерел і стихійних явищ, а також засобів, що забезпечують комфортний стан середовища життєдіяльності.

Охорона здоров'я працівників, забезпечення безпеки умов праці, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму складає одну з головних турбот людського суспільства. Звертається увага на необхідність широкого вживання прогресивних форм наукової організації праці, зведення до мінімуму ручної, малокваліфікованої праці, створення обстановки, що виключає професійні захворювання і виробничий травматизм. [2]

ДСТУ з ергономічних вимог визначають норми до робочого місця оператора ЕОМ. На робочому місці повинні бути передбачені заходи захисту від можливої дії небезпечних і шкідливих чинників виробництва. Рівні цих чинників не повинні перевищувати граничних значень, обумовлених правовими, технічними і санітарно-технічними нормами. Ці нормативні

документи зобов'язують до створення на робочому місці умов праці, при яких вплив небезпечних і шкідливих чинників на працюючих або усунений зовсім, або знаходиться в допустимих межах.

Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК є «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 2.2.2.542-96. [6]

Монітор та клавіатура мають розташовуватись на мінімальній відстані від очей користувача, але не ближче 600 мм, з урахуванням алфавітно-цифрових знаків та символів. Відстань від екрана до ока працівника повинна складати:

При розмірі екрана по діагоналі 48см (19'')...800-900 мм, 53см (21'')...900-1000 мм, 58см (22'')...1000-1100 мм.

Вимоги до організації робочого місця обслуговування, ремонту ЕОМ. Організація робочого місця ЕОМ повинна забезпечувати відповідність усіх елементів робочого місця та їх розташування ергономічним вимогам відповідно до ДСТУ 12.2.032 -96 «ССБТ. Робоче місце при виконанні робіт сидячи. Основні ергономічні вимоги», характеру та особливостей трудової діяльності.

Робоче місце з робочого місця обслуговування, ремонту ЕОМ повинно перебувати на відстані не менше 1 м від приладів опалення.

Робоча поверхня столів, а також поверхня ящиків повинна бути вкрита гладеньким матеріалом, що легко може бути помитим.

Вимоги безпеки під час експлуатації ЕОМ. Користувачі ЕОМ повинні слідкувати за тим, щоб ЕОМ та периферійні пристрої ЕОМ були справними і випробуваними відповідно до нормативних документів. Щоденно перед початком роботи необхідно проводити очищення ЕОМ від пилу та інших забруднень. Під час виконання робіт на ЕОМ необхідно дотримуватись режиму праці та відпочинку. Після закінчення роботи, ЕОМ повинні бути відключенні від електричної мережі. У разі виникнення аварійної ситуації необхідно негайно відключити ЕОМ від електричної мережі.

## 4.2 Розробка ергономічного проекту робочого місця проектувальника

Ергономіка займається вирішенням цілого ряду різноманітних завдань, як правильно організувати робоче місце людини. Існують два основні підходи до їх вирішення. Перший розрахований на підвищення ефективності праці, а значить, націлений на пристосування людини до умов роботи. Другий - на створення комфортних умов для роботи, а значить, на пристосування роботи до людини.

Під час роботи часто виникають ситуації, у яких оператор ЕОМ повинен за короткий проміжок часу прийняти правильне рішення. Для успішної праці в таких умовах необхідне раціонально організоване навколишнє середовище, що захищає працівника від впливу сторонніх подразників, якими можуть бути похмура фарбування ЕОМ і приміщення. Тому всіма засобами потрібно знижувати стомлення і напругу оператора ЕОМ, створюючи обстановку виробничого комфорту [4].

Була обґрунтована модель робочого кабінету технолога, що відповідає всім вимогам безпеки життя, ергономічним показникам та зонуванню робочого простору.

Оскільки ергономічно організовані робочі місця, підвищують ефективність і продуктивність праці, зменшують імовірність нещасних випадків і помилок, які можуть виникнути в процесі роботи, то були пред'явлені наступні ергономічні вимоги в процесі проектування та організації робочого місця оператора ЕОМ:

- 1) робочу позу;
- 2) простір для розміщення працівника;
- 3) можливість охопити поглядом всі елементи робочого місця і простір за його межами;
- 4) можливість вести записи, розміщувати документацію та матеріали, необхідні для роботи.



Робоче місце слід організувати так, щоб працівник міг легко переміщатися в процесі трудової діяльності, здійснювати всі рухи, необхідні для обслуговування обладнання.

Робоче місце повинно бути зручним не тільки для роботи, а й для відпочинку, тому кабінет оператора ЕОМ було поділено на робочу зону (рис. 12).



Рисунок 12 - Робочая зона

Один з універсальних критеріїв для оцінки зручності будь-якого столу (незалежно від його форми і розмірів) - це розміри робочих зон. Ділянка стільниці, у межах якої сидить за столом людина може діяти рукою з притиснутим до тулуба ліктем, називається ближньою робочою зоною, а область, до якої він може дотягнутися, повністю випроставши руку, - далекої робочою зоною. Чим більше площа робочих зон, тим зручніше працювати за столом.

Для організації зручного робочого місця користувача персонального комп'ютеру (ПК) був створений стіл зі стільницею більш складної форми (з фігурним вирізом), що забезпечує користувачеві ще більший комфорт за рахунок збільшення площі робочих зон.

Для системного блоку змодельований спеціальний відсік в нижній частині столу, з протилежного боку вбудований зручний ящик для документації.

Монітор встановлений прямо перед користувачем ПК при цьому центральна частина екрана повинна знаходитися трохи нижче рівня очей на відстані витягнутої руки, варто намагатися, щоб кут нахилу екрана щодо вертикальної площини був по можливості мінімальним.

У робітника стілець повинен бути зі спинкою, причому бажано з можливістю регулювання її висоти і кута нахилу.

Оскільки робочий кабінет технолога досить великий у ньому є кілька вікон, розташованих по один сторін, тому приміщення добре освітлено, з метою обмеження кількості сонячного світла, проникаючого всередину, в якості захисних засобів використовуються жалюзі.

При штучному освітленні, джерела світла рівномірно розподілені по приміщенню, що виключає створення відблисків та їх відображення на екрані монітора. При недостатній яскравості загального освітлення, можливо використання настільних світильників.

Рекомендоване робоче місце інженера-технолога представлено на рисунку 13.



Рисунок 13- Загальний вид кабінету оператора ЕОМ

Колір приміщень і меблів повинен сприяти створенню сприятливих умов для зорового сприйняття та гарного настрою. В адміністративних приміщеннях колірне рішення повинне сприяти спокійній психологічній обстановці, забезпечувати умови зорового комфорту. Це досягається гармонічними сполученнями або контрастом при нюансному рішенні жовтих, кремових, зелено-синіх, жовто-зелених, ясно-коричневих кольорів.

У робочих приміщеннях проектувальників колірне рішення приміщення повинне стимулювати розумову діяльність, сприяти зниженню контрастів між білою поверхнею паперів і тлом, знижувати зорове стомлення, створювати спокійну атмосферу, розташовувати до творчої діяльності.

Оскільки вплив кольору на людину тим сильніше, чим більше площа кольору, то після детального аналізу впливу кольору на психофізіологічний стан людини було прийнято рішення використовувати теплі постільні кольори, оскільки вони створюють враження наближення, розширення поверхонь. Для робочого кабінету оператора ЕОМ були використані наступні кольори: коричневий, жовто-коричневий, беж, жовтий, чорний.

Характеристика кольорів на психофізіологічний стан людини.

Коричневий колір уособлює стабільність, відданість. Заспокоює, підтримує під час тривоги. Вибирається при нервовому виснаженні, коли ситуація конфлікту нерозв'язна.

Жовтий колір уособлює розум, вплив домінанта. Він самий гнучкий, скрізь проникає, допомагає подолати труднощі, сприяє концентрації уваги. Під впливом жовтого кольору швидко приймається рішення і миттєво виконується. Стимулює зір і нервова систему, заспокоює психоневрозів.

Жовто - коричневий колір працьовитості і строгості.

Кімната, оздоблена в бежевих тонах, включає діапазон тісно взаємопов'язаних, але приглушених кольорів, які добре поєднуються разом і викликають відчуття спокою.

Блідо - жовтий: свобода від рамок.

Чорний колір пов'язаний з цікавістю, він притягує до себе. Чорний колір дає шанс відпочити.

## Висновки по четвертому розділу

Людина в процесі своєї діяльності постійно прагне поліпшити умови існування, формуючи штучне середовище перебування, підвищуючи продуктивність праці, створюючи більші технічні системи, розвиваючи економіку.

Однією з характерних особливостей сучасного розвитку суспільства є зростання сфер діяльності людини, в яких використовуються інформаційні технології. Широке розповсюдження отримали персональні комп'ютери. Однак їх використання загострило проблеми збереження власного і суспільного здоров'я, вимагає удосконалення існуючих та розробки нових підходів до організації робочих місць, проведення профілактичних заходів для запобігання розвитку негативних наслідків впливу ПК на здоров'я користувачів.

Недотримання вимог безпеки призводить до того, що через деякий час роботи за комп'ютером співробітник починає відчувати певний дискомфорт: у нього виникають головні болі і різь в очах, з'являються втома і дратівливість. У деяких людей порушується сон, погіршується зір, починають хворіти руки, шия, поясниця і т.д.

В зв'язку з цим розроблене робоче місце конструктора з дотриманням всіх норм та ДСТУ по ергономіці та безпеці життєдіяльності:

- спроектована робоча поверхня столу;
- спроектований рухомий стілець;
- підібране колірне рішення, яке зменшує навантаження та стимулює розумову діяльність, сприяє зниженню контрастів
- досягнутий високий рівень освітленості в приміщеннях і на робочих поверхнях апаратури;
- розроблена план-схема розміщення основних та периферійних складових ПК;
- підібраний час регламентованих перерв при роботі на комп'ютері.

## 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

### 5.1 Розрахунок норми часу

Трудомісткість обробки за існуючою ТП надає підприємство. Відомо, що норма часу при існуючому ТП становить 62 хв. Собівартість механічної обробки становить 246,04 грн.

Нормою часу називається час, необхідний для виконання заданої операції при визначених організаційно-технічних умовах. Норма часу на деталь складається з сума часу на операції. Вона характеризує продуктивність праці.

$$\dot{O}_{\phi\phi} = \dot{O}_i + \dot{O}_{\text{аіі}} + \dot{O}_{\text{аіа}}, \text{ хв.}$$

де:  $T_o$  – сумарне основне (машинне) час на всю операцію. Сумарний основний час визначається як сума основного машинного часу усіх переходів та операції;

$T_{\text{доп}}$  – допоміжний час, зв'язаний з установкою і закріпленням деталі, а також з переходом;

$T_{\text{дод}}$  – додатковий час.

Допоміжний час  $T_{\text{доп}}$  - це час установлення та знімання деталі, пуск і зупинку верстату, встановлення та знімання, підведення та відведення різця, вимірювання деталі, переключення швидкості й подачі, вибору перерізу стружки тощо [11].

$$\dot{O}_{\text{аіі}} = \sum_{i=1}^3 t_{\phi\text{іі}} + \sum_{i=1}^3 t_{\text{іаі}} = 3,5 .$$

де  $t_{\text{уст}}$  – час, який витрачається на установку деталі, хв.;

$t_{\text{пер}}$  – допоміжний час на природні потреби робітника, хв..

Додатковий час - це час на організаційно-технічне обслуговування, відпочинок та природні потреби [11].

$$\dot{O}_{\text{аіа}} = \frac{\alpha}{100} \cdot (\dot{O}_i + \dot{O}_{\text{аіі}}),$$

$$\dot{O}_{\dot{a}\dot{a}\dot{a}} = \frac{8}{100} \cdot (53 + 3,5) = 4,52,$$

$$\dot{O}_{\dot{\phi}\dot{\delta}}^{\dot{a}} = 53 + 3,5 + 4,47 = 61,02$$

де:  $\alpha$  – відсотковий коефіцієнт на відпочинок та природні потреби і дорівнює 7-8 %.

## 5.2 Техніко-економічні показники

### 5.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу

$$\eta_i = \frac{\sigma_{\dot{a}}}{\sigma_{\dot{\zeta}}},$$

де:  $\sigma_{\dot{d}}$ ,  $\sigma_{\dot{z}}$  - маса деталі і заготовки відповідно.

Оскільки форма та технологія виготовлення заготовки змінилася, то коефіцієнт використання матеріалу для порівняння буде розрахований для існуючої та модифікованої деталей:

$$\eta_{i \cdot \dot{a}\dot{a}\dot{a}} = \frac{1,51}{3,66} = 0,413$$

Порівнявши два коефіцієнти видно, що в модифікованій деталі матеріал використовується ефективніше.

### 5.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності

$$\eta = \frac{N_{\dot{a}}}{N_{\dot{a}\dot{a}} \cdot \eta_{\dot{a}\dot{a}\dot{\delta}}},$$

де  $N_e$  – потужність, споживана на різання для найбільш завантаженого переходу, кВт;

$N_{\text{дв}}$  – потужність електродвигуна верстата, кВт;

$\eta_{\text{вер}}$  – ККД верстата,  $\eta_{\text{вер}} = 0,8 - 0,9$ .

$$\eta = \frac{2,6}{2 \cdot 0,8} = 0,8127$$

### 5.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом

$$\eta_{\dot{z}} = \sum \frac{\dot{O}_i}{\dot{O}_{\phi\dot{d}}},$$

$$\eta_{\dot{z}} = \frac{53}{61,02} = 0,87$$

### 5.2.4 Собівартість механічної обробки деталі

$$\tilde{N} = S \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right),$$

де Н – відсоток накладних витрат;

S – заробітна плата робітника;

H = 1200 %.

$$S = S_i \cdot K \cdot \frac{T_{\phi\dot{d}}}{60}, \text{ грн.}$$

де  $S_i$  - годинна тарифна ставка робітника 1 розряду;

$S_i = 9,0$  грн;

K - тарифний коефіцієнт (вибирається по таблиці 3).

$$S = 9 \cdot 1,5 \cdot \frac{61,02}{60} = 11,08 \text{ грн.}$$

$$\tilde{N} = 11,08 \cdot \left(1 + \frac{1200}{100}\right) = 144,04 \text{ грн.}$$

Таблиця 3 - Діючі тарифні коефіцієнти для верстатників з погодинною оплатою

Розряд робітника	1	2	3	4	5	6
Тарифний коефіцієнт	1,0	1,09	1,21	1,33	1,5	1,75



### 5.3 Розрахунок економічної ефективності

Річний економічний ефект:

$$\dot{A}_{\partial^{32}} = (C_1 - C_2) \times A_2$$

де:  $C_1, C_2$  – виробнича собівартість відповідно до і після впровадження заходів по зниженню собівартості [15];

$A_2$  – річна програма випуску продукції, складає 1200 шт;

$C_1$  - виробнича собівартість надається підприємством та дорівнює 2438 грн.

$$\dot{A}_{\partial^{32}} = (216,06 - 144,04) \times 1200 = 86424 \text{ грн.}$$

## Висновки до п'ятого розділу

В умовах переходу до ринкової економіки розрахунок економічної ефективності є першочерговим завданням. Економічна ефективність виражається в системі показників які характеризують використання конкретних елементів виробничого процесу.

Результати свідчать про те, що використання робочого часу на заводі є не ефективним, тому були проведені розрахунки, які характеризують сумарний час обробки однієї одиниці.

Впровадження нової технології є обґрунтованим, тому що собівартість зменшиться до 144,04 грн. Зменшення собівартості відбудеться за рахунок скорочення часу обробки деталі та як наслідок зниження затрат на електроенергію.

## ВИСНОВКИ

В процесі виконання Кваліфікаційної роботи бакалавра були поставлені наступні задачі розробка удосконаленого комплексу технічної документації в системі автоматизованого проектування, створення керуючої програми для верстата з ЧПК на виробництво деталі «Кришка».

Для вирішення поставлених задач було проведено комплекс аналітичних робіт та виконані необхідні економічні розрахунки на базі підприємства ДПМЗ «Гідромаш».

Аналіз підприємства проводився в період переддипломної практики. У процесі передпроектного обстеження ДПМЗ «Гідромаш» була розглянута його організаційна структура, сфера діяльності, технічна база підприємства та процес обміну інформації між технічними підрозділами. Отримана інформація свідчить про те що на підприємстві відсутня будь-яка автоматизована система для створення технологічних процесів.

Підприємство має досить розвинену обчислювальну техніку та забезпечує технічним устаткуванням всіх працівників, які її потребують.

Все це свідчить про непоганий потенціал підприємства та можливість його подальшого розвитку.

Задача розробки керуючої програми для верстата з ЧПК на фрезерну обробку виробу «Кришка» була вирішена за допомогою програмного продукту PowerMill.

Оскільки існуючий технологічний процес на обробку деталі «Кришка» був недосконалим та потребував змін, після доробки був отриманий новий більш досконалий технологічний процес, який був розроблений в програмі ВЕРТИКАЛЬ-Технологія. Сформований технологічний процес відповідає всім вимогам єдиної системи технологічної документації.

Наступним етапом було проектування кабінету інженера – технолога з урахуванням усіх стандартів і вимог безпеки життєдіяльності та ергономічних показників. Приміщення було поділено на робочу зону та зону відпочинку, крім

того був створений стіл та стілець, що відповідає всім ергономічним показниками.

Останнім етапом став розрахунок річної економії при впровадженні розробленого комплексу технічної документації на підприємстві. Впровадження нової технології є обґрунтованим, тому що собівартість обробки виробу на рік зменшиться. Зменшення собівартості відбудеться за рахунок скорочення часу обробки деталі та як наслідок зниження затрат на електроенергію.

В результаті роботи над дипломним проектом був розроблений удосконалений комплект технічної документації, до складу якого входить технологічний процес механічної обробки деталі та керуюча програма для верстата з ЧПК на виробництво деталі «Кришка».

Проект є економічно обґрунтованим і в майбутньому дозволить ефективніше використовувати ресурси підприємства.

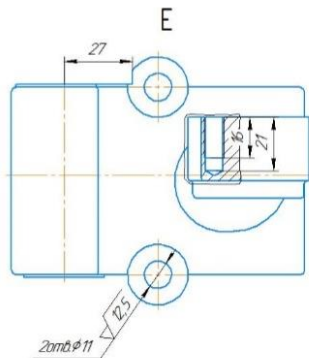
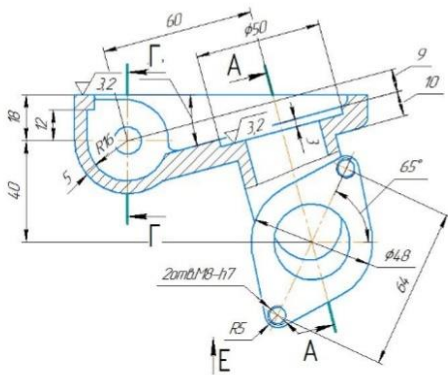
## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ачкасова Л.Ф. Дизайн и обустройство рабочего кабинета– Харьков: Клуб семейного досуга, 2009 – 317 с.
2. Бедрій Я.І. Безпека життєдіяльності – Київ, 2004 – 295 с.
3. Богданович Л.В., Бурьян В.А., Раутман Ф.Н. Художественное конструирование в машиностроении /– К:Техника, 1976 – 184 с.
4. Войненко В.М., Мунипов В.М. Эргономические принципы конструирования – К.: Техника, 1988 – 119 с.
5. Гавриленко С.А. Методичні рекомендації по оформленню дипломних і курсових проектів Мелітополь, ТДАТУ. 2009 54 с.
6. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов – К.: Наукова думка, 1988 – 736 с.
7. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин, 2016р.
8. [www.ascon.ua](http://www.ascon.ua)
9. [www.cosmos.od.ua](http://www.cosmos.od.ua)
10. [www.delcam.ua](http://www.delcam.ua)
11. [www.gidromash.ua](http://www.gidromash.ua)
12. [www.sapr.ua](http://www.sapr.ua)
13. [www.solidworks.ua](http://www.solidworks.ua)
14. [www.vertical.ascon.ua](http://www.vertical.ascon.ua)
15. [www.gidromash.org.ua](http://www.gidromash.org.ua)

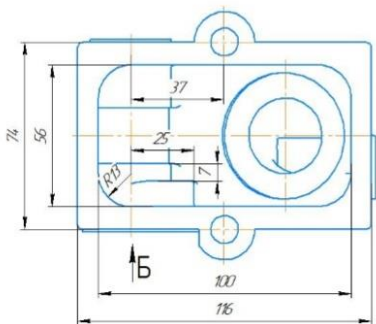
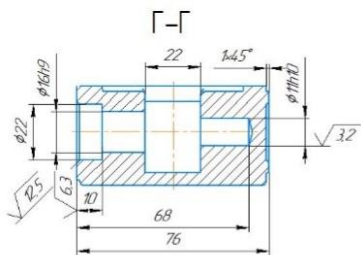
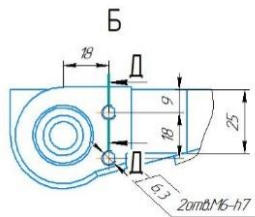
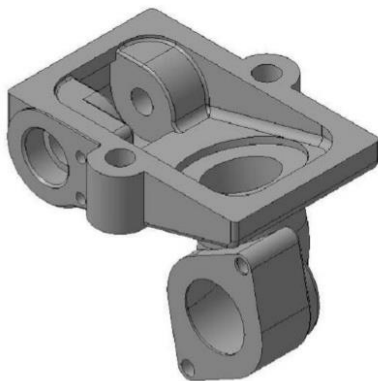
# ДОДАТКИ

# Аналіз технологічності конструкції деталі.

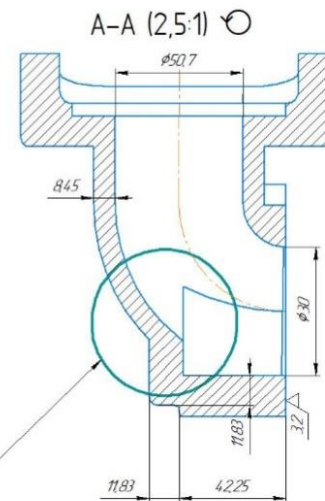
Основні геометричні параметри пропонуваної деталі



3D модель пропонуваної деталі

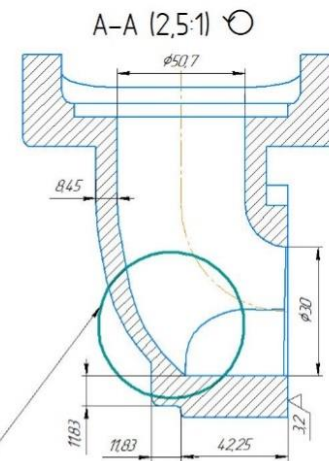


Виявлені недоліки конструкції пропонуваної деталі



Викликає завихрення потоку робочого середовища

Зміни у конструкції пропонуваної деталі

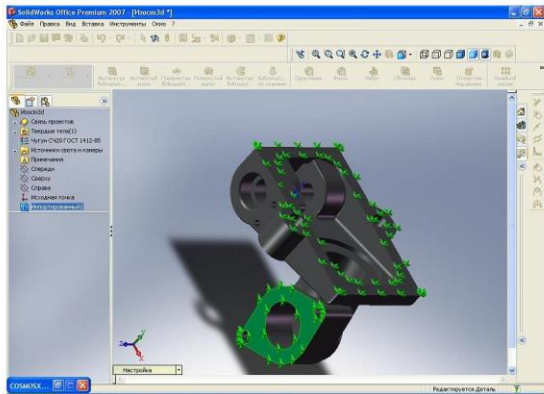


Завихрення потоку робочого середовища відсутнє

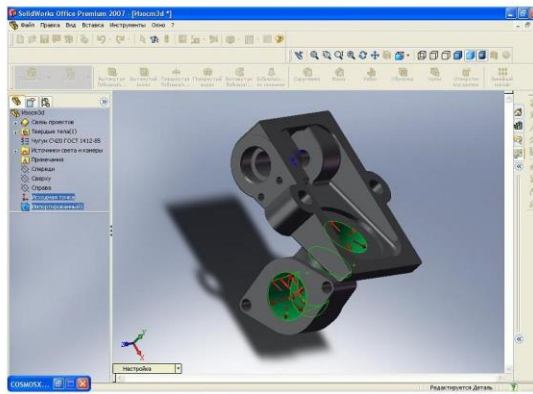
17 ПГД.002.210.000					Лист	Масштаб	Наступний
Розробник	Виконавець	Лист	Дата	Аналіз технологічності конструкції деталі			
Голова	Відомство	№	Розроблено	Лист	151	11	
Контроль	Відомство	№	Відомство	Лист	Листов	1	
Класифікація	Відомство	№	Відомство	СЧ 20 ГОСТ 14.12-85		ДАТУ, 2023	
Метод	Відомство	№	Відомство	Класифікація		Формат А1	

# Дослідження напружених станів та можливих деформацій деталі

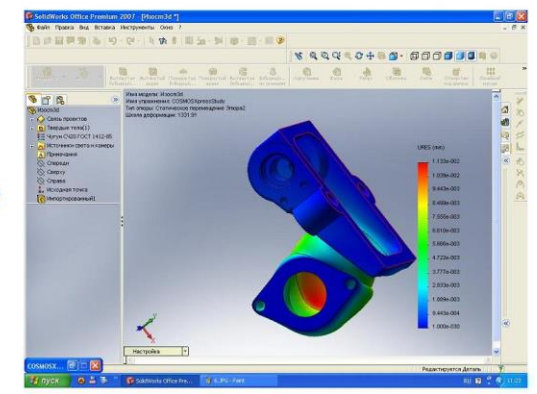
Схема розташування обмежень



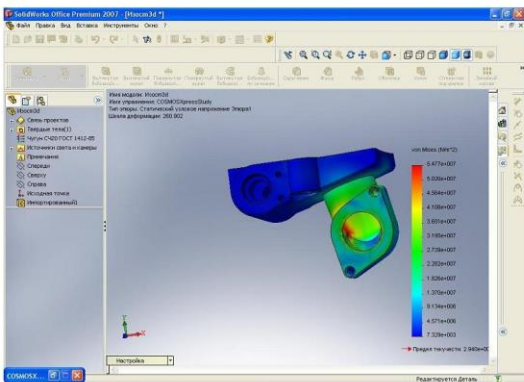
Накладення зусиль деформації



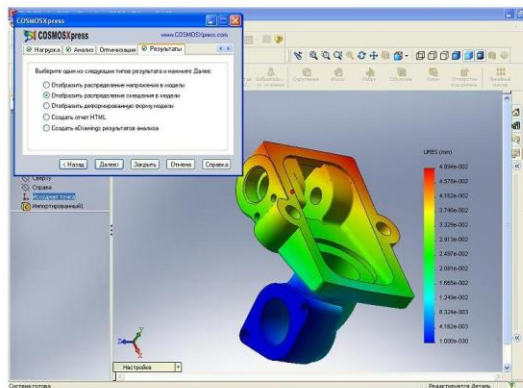
Статична деформація деталі



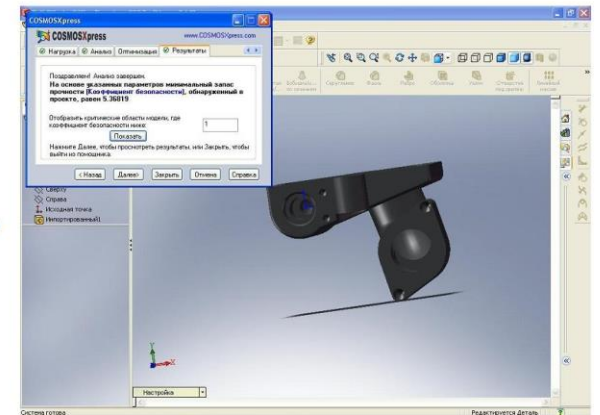
Статичні вузли напруження



Статичні переміщення



Результати проведеного аналізу



Результат дослідження: на основі вказаних параметрів мінімальний запас міцності, виявлений в проекті дорівнює 5,36819, що задовольняє вимогам експлуатації виробу

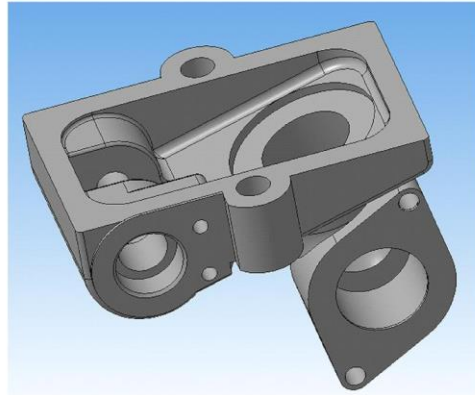
				17 ПГД. 002. 220 000			
Мат. Акт	№ докум.	Лист	Дата	Дослідження напружених станів та можливих деформацій деталі	Лист	Масса	Масштаб
Розроб	Поправки	В.В.	08.06		Лист	Листов	1
Проект	Вибірочка	ЛВ	08.06				
Намиста	Машинин	ОС	08.06				
Стеб	Вершков	ОД	09.06				
				Калькуляція	Формат А1		

Лист 1 з 1  
Сторінка №  
Лист 1 з 1

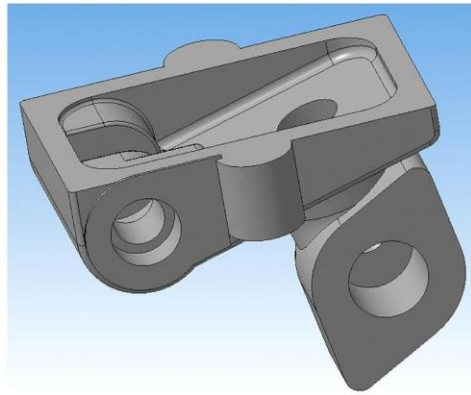


# Етапи створення керуючої програми для обробки деталі у PowerMill

Тривимірні моделі, створені у SolidWorks

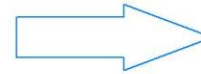


3D модель деталі

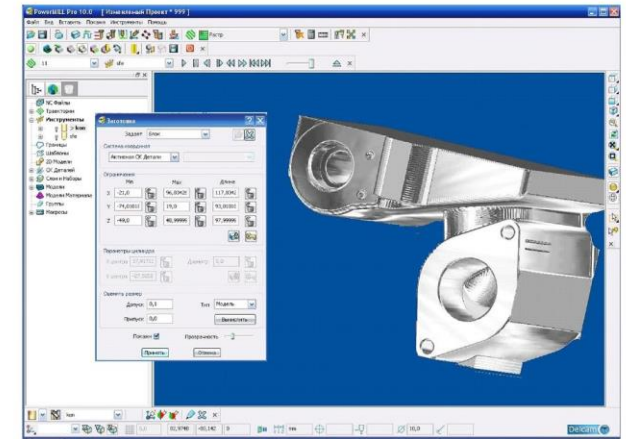


3D модель заготовки

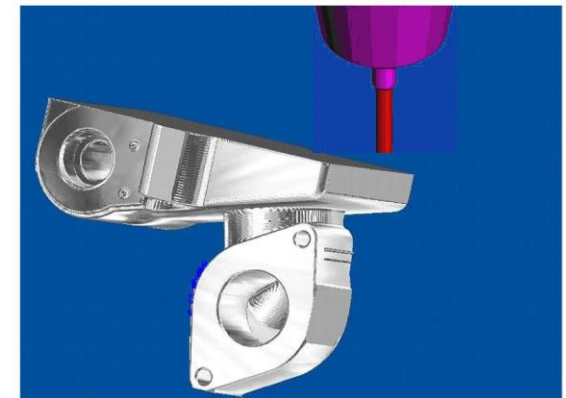
Передача моделей  
у САМ – систему  
PowerMill



Задання параметрів обробки  
робочих поверхонь  
заданої деталі



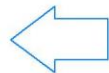
Варифікація обробки у ViewMill



Обробний центр  
ГФ 2171С5



Передача керуючої  
програми  
у пристрій  
числового  
програмного  
керування  
верстата



NC – файл

```
N460X3.732Y-49.617S2000M3
N470G43Z5.H1M8
N480G1Z-21.5F500
N490X-.999Y-49.744F1000
N500X-4.995Y-49.487
N510X-9.657Y-48.789
N520X-14.376Y-47.619
.....
```

Генерація керуючої  
програми у кодї  
верстата



Лист 1  
Лист 2  
Лист 3  
Лист 4  
Лист 5  
Лист 6  
Лист 7  
Лист 8  
Лист 9  
Лист 10  
Лист 11  
Лист 12  
Лист 13  
Лист 14  
Лист 15  
Лист 16  
Лист 17  
Лист 18  
Лист 19  
Лист 20  
Лист 21  
Лист 22  
Лист 23  
Лист 24  
Лист 25  
Лист 26  
Лист 27  
Лист 28  
Лист 29  
Лист 30  
Лист 31  
Лист 32  
Лист 33  
Лист 34  
Лист 35  
Лист 36  
Лист 37  
Лист 38  
Лист 39  
Лист 40  
Лист 41  
Лист 42  
Лист 43  
Лист 44  
Лист 45  
Лист 46  
Лист 47  
Лист 48  
Лист 49  
Лист 50

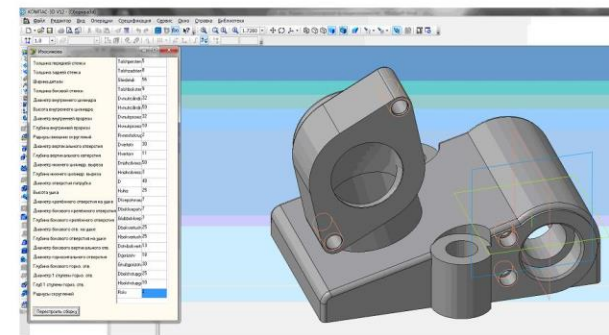
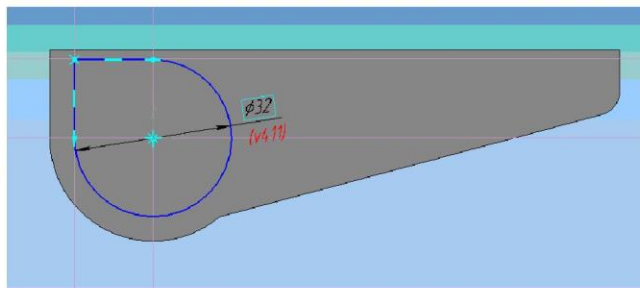
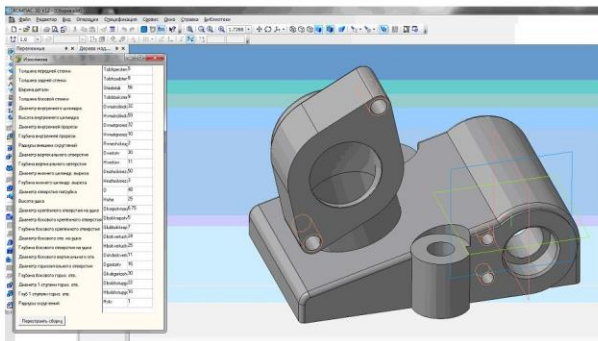
				17 ПГД. 002. 230 000			Лист	Масштаб
Мен. Лист	№ докум.	Повт.	Відр.	Етапи створення керуючої програми		Лист	Листів	
Розроб	Прийнято В.О.		08.06				1	
Проф.	Схвалено П.В.		08.06					
Технік								
Начинк.	Машинний ОС		08.06					
Змб	Версійов	О.О.	07.06					
				ТДАТУ, 2023				

# Принцип роботи спеціалізованого модуля САПР

3D модель деталі до внесення змін

Приклад простановки параметричних розмірів на ескізах деталі

3D модель деталі після корегування основних параметрів



## Алгоритм перевірки коректності значень змінних

```

VAR r:STRING;
begin
Result:=true;
WITH Form1.Table1 DO
BEGIN
First;
WHILE NOT(EOF) DO
BEGIN
Lx.Parse(Form1.Table1Expression.Asstring);
IF Lx.error<>"" THEN
BEGIN
Messagedlg('Помилка в рядку '+Inttostr(Recno)+'
таблиці'+#13+Lx.error,mterror,[mbok],0);
Result:=FALSE;

```

```

Exit
r:=CEvaluate(Lx.Lexemelist);
IF CLerror<>"" THEN
BEGIN
Messagedlg('Помилка в рядку '+Inttostr(Recno)+'
таблиці'+#13+
CLerror,mterror,[mbok],0);
Result:=FALSE;
Exit
END;
IF Ansiuppercase(r)<>'TRUE' THEN
BEGIN
Messagedlg('Не виконана умова'+#13+
Form1.Table1Expression.Asstring,mterror,[mbok],0);
Result:=FALSE;
Exit
END;
Next
END;

```

## Алгоритм внесення зміни значень параметрів

```

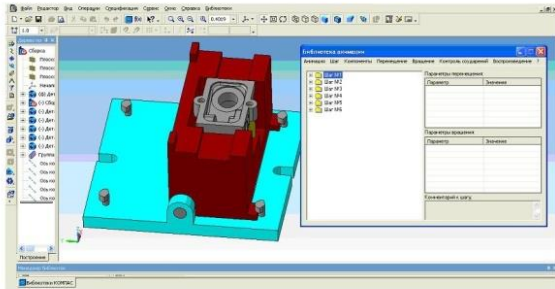
PROCEDURE Changevar(partname, varname: STRING; value_:REAL);
VAR vr:ksvariablecollection;
parts:kspartcollection;
part:kspart;
vvv:ksvariable;
BEGIN
parts:=kspartcollection(doc.Partcollection(true));
part:=kspart(parts.Getbyname(partname,true,true));
vr:=ksvariablecollection(part.Variablecollection);
vvv:=ksvariable(vr.Getbyname(varname,true,true));
part.Beginedit;
vvv.value:=value_;
part.Update;
part.Rebuildmodel;
part.Endedit(true);
parts.refresh
END;
Приклад виклику:
VAR c:Tstringlist;
t:Tpartvars;
i:WORD;
BEGIN
c:=Tstringlist.Create;
Readparts(c);
Label1.Caption:='Складання '+c[0];
t:=Getpartvars(c[1]);
Changevar(c[1],t[0],28.5)
c.Free

```

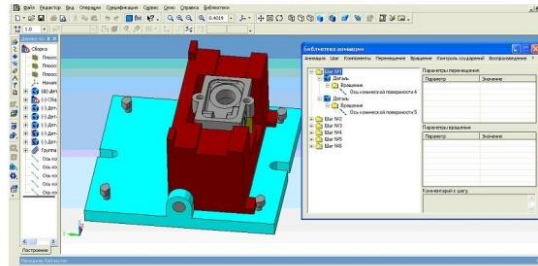
				17 ПГД. 002. 310 000		
Міст. Лист	№ Форми	Лист	Дата	Принцип роботи спеціалізованого модуля САПР		
Розроб	Виконав	ЛР	08.08.2023			
Лист	Листов	1		ТДАТУ, 2023		
Місця	Розробник	ЛР	08.08.2023	Формат А1		
Знак	Варіант	01	09.08.2023	Алгоритм		

# Анімація роботи пристрою

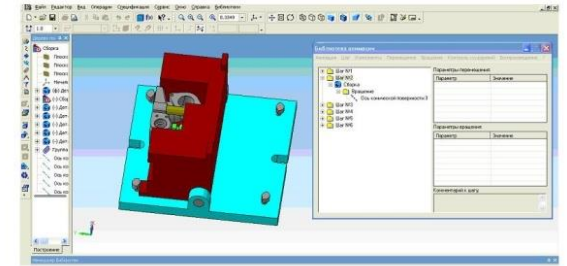
Початок роботи анімації



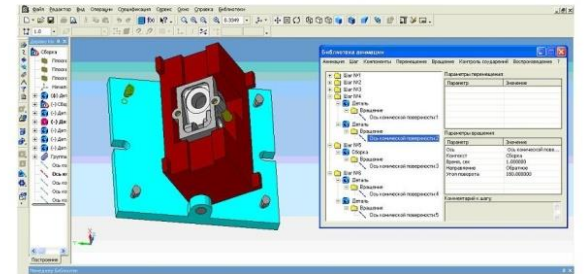
Перший крок анімації



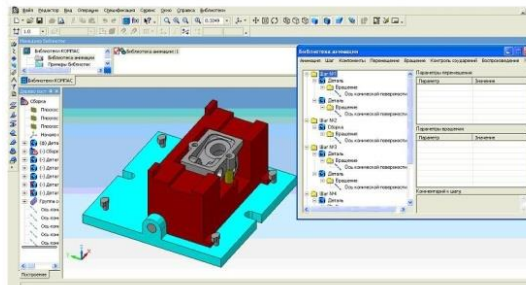
Другий крок анімації



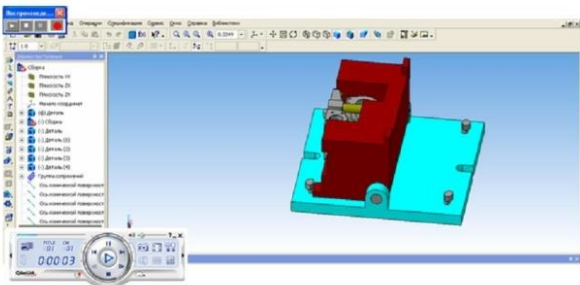
Третій крок анімації



Останній крок анімації  
(повернення у початкове положення)



Відеокліп роботи анімації



				17 ПГД. 002. 320 000			
Имя	Лист	№ докум.	Лист	Дата	Анімація роботи пристрою		
Розроб		Примітка в.в.	02.02	02.02			
Проект		Виробнич. літ.			Лист		
Технікар							Листов
Начальн.		Машинист ДСТ		02.02	ТДАТУ, 2023		
Зам.		Вершков О.В.		02.02			
Катерина						Формат А1	

Лист 1 з 1  
Стр. 1 з 1  
Лист 1 з 1  
Лист 1 з 1  
Лист 1 з 1  
Лист 1 з 1

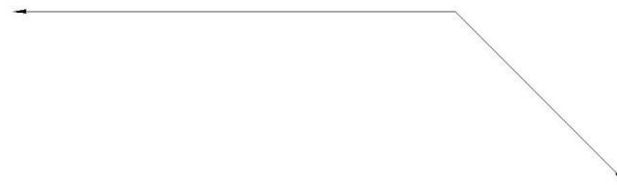
# Розробка робочого місця проектувальника



Кабінет програміста-технолога



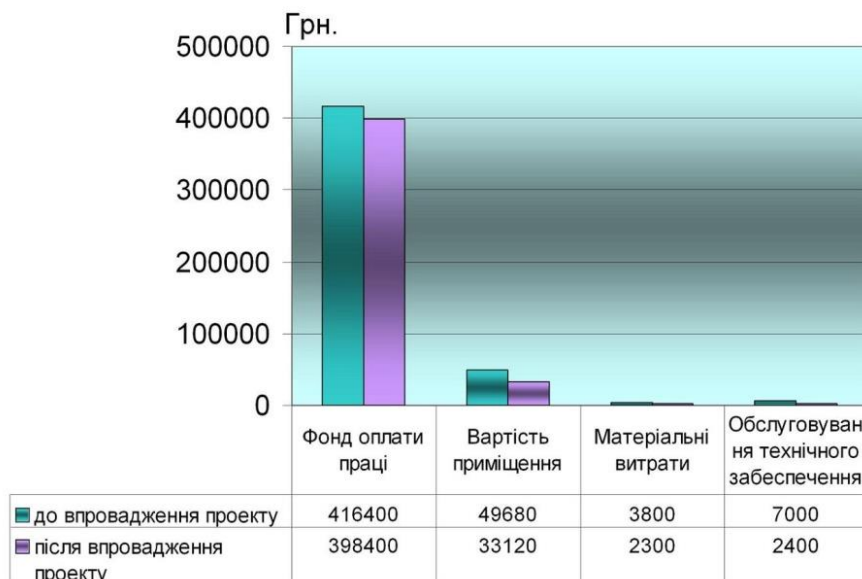
Кабінет програміста-технолога



Лист 1  
Лист 2  
Лист 3  
Лист 4  
Лист 5  
Лист 6  
Лист 7  
Лист 8  
Лист 9  
Лист 10  
Лист 11  
Лист 12  
Лист 13  
Лист 14  
Лист 15  
Лист 16  
Лист 17  
Лист 18  
Лист 19  
Лист 20  
Лист 21  
Лист 22  
Лист 23  
Лист 24  
Лист 25  
Лист 26  
Лист 27  
Лист 28  
Лист 29  
Лист 30  
Лист 31  
Лист 32  
Лист 33  
Лист 34  
Лист 35  
Лист 36  
Лист 37  
Лист 38  
Лист 39  
Лист 40  
Лист 41  
Лист 42  
Лист 43  
Лист 44  
Лист 45  
Лист 46  
Лист 47  
Лист 48  
Лист 49  
Лист 50  
Лист 51  
Лист 52  
Лист 53  
Лист 54  
Лист 55  
Лист 56  
Лист 57  
Лист 58  
Лист 59  
Лист 60  
Лист 61  
Лист 62  
Лист 63  
Лист 64  
Лист 65  
Лист 66  
Лист 67  
Лист 68  
Лист 69  
Лист 70  
Лист 71  
Лист 72  
Лист 73  
Лист 74  
Лист 75  
Лист 76  
Лист 77  
Лист 78  
Лист 79  
Лист 80  
Лист 81  
Лист 82  
Лист 83  
Лист 84  
Лист 85  
Лист 86  
Лист 87  
Лист 88  
Лист 89  
Лист 90  
Лист 91  
Лист 92  
Лист 93  
Лист 94  
Лист 95  
Лист 96  
Лист 97  
Лист 98  
Лист 99  
Лист 100

				17 ПГД. 002. 4 10 000			
Мета	Лист	№ докум	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Розробка	Розробка	Розробка	Розробка	Розробка	Розробка	Розробка	Розробка
Виконав	Виконав	Виконав	Виконав	Виконав	Виконав	Виконав	Виконав
Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб
				Розробка робочого місця проектувальника			
				Лист 1			
				ТДАТУ, 2023			
				Копія			
				Формат А1			

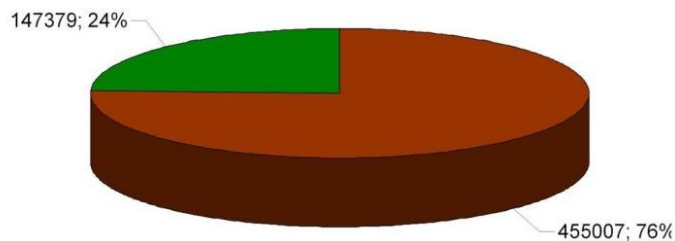
## Витрати на проектування технологічної документації до і після впровадження автоматизованої підсистеми



Річна економія після впровадження підсистеми

$E_p = 264\,340$  гривень

## Капітальні вкладення у підсистему автоматизованого проектування технологічної документації



- загальні витрати на програмне забезпечення всіх АРМ, грн.
- витрати на придбання технічного забезпечення, грн.

Фактичний термін окупності капітальних вкладень

$T_{факт} = 2$  роки 4 місяці

17 ПГД. 002. 510 000				Економічні показники ефективності проекту			Лист	Листів	1
№ п/п	№ докум.	Підп.	Дата	Лист	Маса	Масштаб			
1	17.002.002.510.000	01	08.06	1					
2	17.002.002.510.000	02	08.06	2					
3	17.002.002.510.000	03	08.06	3					
4	17.002.002.510.000	04	08.06	4					
5	17.002.002.510.000	05	08.06	5					
6	17.002.002.510.000	06	08.06	6					
7	17.002.002.510.000	07	08.06	7					
8	17.002.002.510.000	08	08.06	8					
9	17.002.002.510.000	09	08.06	9					
10	17.002.002.510.000	10	08.06	10					

## Відгук

керівника кваліфікаційної роботи бакалавра виконаної здобувачем вищої освіти зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» за ОПІ «Комп'ютерне проектування і дизайн» Притулою Валентином Олеговичем на тему «Комп'ютерне моделювання деталі «Кришка» для багатоцільової мотопомпи ММ-27/100»

Здобувач вищої освіти Притула В.О. виконав кваліфікаційну роботу бакалавра в повному обсязі згідно поставленого завдання.

Автором особисто розроблено:

- спеціалізований модуль для проектування деталі за технологією АРІ;
- технологічний процес обробки деталі на верстаті з ЧПУ;
- керуючу програму деталі для верстата з ЧПУ;
- спроектовано робоче місце інженера-проектувальника;
- розраховано економічну ефективність при впровадженні нового технологічного процесу.

Особливістю кваліфікаційної роботи є створення розрахункового модуля за технологією АРІ, який дозволяє корегувати будь-які параметри деталі «Кришка», розробка керуючої програми для обладнання з ЧПК та методика дослідження напружено-деформованого стану деталі в САЕ системі COSMOSWORKS.

В процесі роботи над проектом студент Притула В.О. проявив ініціативу, самостійність та вміння творчо вирішувати інженерні задачі, відмінну теоретичну і практичну підготовку, вміння користуватися науковою, довідковою та навчальною літературою.

Вважаю, що представлена кваліфікаційна робота бакалавра заслуговує оцінки «відмінно», а здобувач Притула В.О. присвоєння йому кваліфікації бакалавра з прикладної механіки.

Керівник кваліфікаційної роботи \_\_\_\_\_



Лариса БОНДАРЕНКО

## РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра  
Таврійського державного агротехнологічного університету  
імені Дмитра Моторного  
**Притули Валентина Олеговича**

Спеціальність: 131 «Комп'ютерні науки» за ОПП «Комп'ютерне проектування і дизайн».

Тема кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерне моделювання деталі «Кришка» для багатощаблевої мотопомпи ММ-27/100».

Кількість листів креслеників: 6

Кількість сторінок записки: 82

Кількість додатків: 6

Висновок про ступінь відповідності виконаної роботи завданню на кваліфікаційну роботу:

Виконана кваліфікаційна робота бакалавра цілком відповідає виданому завданню.

Характеристика виконання кожного розділу роботи, ступінь використання виконавцем останніх досягнень науки і техніки і передових методик.

Пояснювальна записка виконана якісно, з дотриманням вимог Вищої школи, щодо виконання кваліфікаційних робіт. Кожний розділ достатньо грамотно розкриває зміст роботи. Всі розділи логічно пов'язані між собою. В кінці кожного розділу наведені висновки.

Перелік позитивних якостей кваліфікаційної роботи і якості пояснювальної записки:

До позитивних якостей кваліфікаційної роботи бакалавра варто віднести розроблений комплект технічної документації в системі автоматизованого проектування для виготовлення деталі «Кришка» методичку і програму зміни конструктивних параметрів деталі в залежності від вимог, які накладаються на форму та умови експлуатації пропонованої деталі.

Також, до позитивних якостей кваліфікаційної роботи слід віднести представлення анімаційного відображення процесу обробки пропонованої деталі із застосуванням станка з ЧПУ,

Перелік основних недоліків кваліфікаційної роботи бакалавра (якщо вони мали місце):

До недоліків роботи варто віднести наступне:

При розрахунку параметрів деталі вибраний надто великий коефіцієнт запасу міцності.

Із матеріалів кваліфікаційної роботи бакалавра не зовсім зрозуміла необхідність проектування пристосування для обробки поверхонь деталі із застосуванням анімації процесу обробки.

Оцінка якості виконання графічної частини:

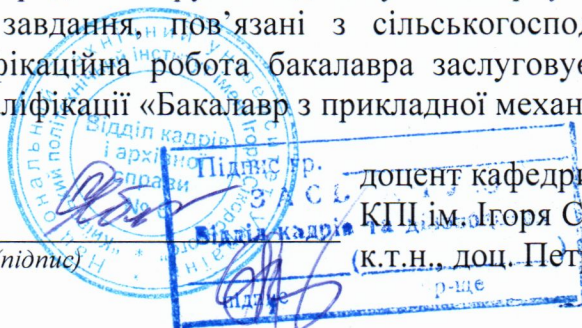
Графічна частина виконана відповідно до вимог ISO, ЄСКД, ДСТУ.

Загальний висновок:

У ході співбесіди по виконанню кваліфікаційної роботи бакалавра студент Притула Валентин Олегович продемонстрував відмінну інженерну підготовку, вміння вирішувати інженерно-технічні завдання, пов'язані з сільськогосподарським машинобудуванням. Представлена кваліфікаційна робота бакалавра заслуговує відмінної оцінки, а її автор присвоєння йому кваліфікації «Бакалавр з прикладної механіки»

Рецензент: \_\_\_\_\_

(підпис)



доцент кафедри НГІКГ, ФМФ,

КПЦ ім. Ігоря Сікорського,

к.т.н., доц. Петро ЯБЛОНСЬКИЙ

Ім'я користувача:  
Радміла Вікторівна Скляр

ID перевірки:  
1015629796

Дата перевірки:  
16.06.2023 20:33:32 EEST

Тип перевірки:  
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:  
16.06.2023 20:57:46 EEST

ID користувача:  
100006183

Назва документа: Диплом 2023 Притула В.О. 41 ПМ\_п

Кількість сторінок: 63 Кількість слів: 7355 Кількість символів: 56563 Розмір файлу: 10.48 MB ID файлу: 1015276417

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

## 31.3% Схожість

Найбільша схожість: 10.8% з джерелом з Бібліотеки (ID файлу: 1015276420)

15% Джерела з Інтернету

371

Сторінка 65

22.8% Джерела з Бібліотеки

53

Сторінка 67

## 0.87% Цитат

Цитати

2

Сторінка 68

Не знайдено жодних посилань

## 0% Вилучень

Немає вилучених джерел

## Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

1546

Підозріле форматування

13  
сторінок