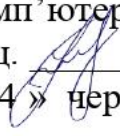


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

доц.  Олександр ВЕРШКОВ
« 14 » червня 2024 р.

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи здобувача СВО Бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Технічна підготовка виробництва деталі «Ведучий вал» в системі
автоматизованого проектування з розробкою комплекту технологічної
документації»

17 ПМД. 9686739.06.24/000000 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)


Владислав МОСКІВЕЦЬ
(підпис)

Керівник доц. 
Олексвандр ВЕРШКОВ
(підпис)

Консультант доц. 
Михайло ЗОРЯ
(підпис)

Консультант доц. 
Лариса БОЛТЯНСЬКА
(підпис)

Нормоконтроль доц. 
Олександр МАЦУЛЕВИЧ
(підпис)

Рецензент 
Петро ЯБЛОНСЬКИЙ
(підпис)

Запоріжжя - 2024 рік

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Факультет: МТ

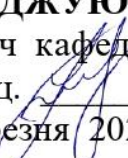
Кафедра: ІМКП

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

ОПП «Комп'ютерне проектування і дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ІМКП

к.т.н, доц.  Олександр ВЕРШКОВ

«20» березня 2024р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА
Москівця Владислава Романовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: «Технічна підготовка виробництва деталі «Ведучий вал» в системі автоматизованого проектування з розробкою комплексу технологічної документації», затверджена наказом по університету від 18 березня 2024 року за № 157-С.

1. Термін здачі студентом закінченого проекту: 16 червня 2024 року.
2. Вихідні дані до проекту (роботи): завдання на розробку кваліфікаційної роботи.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):
провести обстеження підприємства у відповідності до ТЗ, створити комплект технічної документації, вибрати програмне забезпечення для підвищення автоматизації проектних процедур, розробити керуючу програму виготовлення диску, 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 «Ведучий вал»
 - 4.2 Перевірка деталі на міцність
 - 4.3 Розробка технологічного процесу на виготовлення деталі «Ведучий вал»
 - 4.4 Розробка керуючої програми для верстатів з ЧПК
 - 4.5 Проект робочого місця технолога-програміста
 - 4.6 Економічні показники ефективності впровадження удосконаленого технологічного процесу

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

Консультант	Підпис, дата			
	Завдання видав		Завдання виконав	
Зоря М.В.		22.05.2024		31.05.2024
Болтянська Л.О.		05.06.2024		09.06.2024

Керівник  Олександр ВЕРШКОВ
(підпис)

Завдання прийняв до виконання  Владислав МОСКІВЕЦЬ
(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва станів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Передпроектне обстеження підприємства ТОВ «Продмаш»	04.02-16.02	Виконано
2	Перевірка деталі на міцність	18.01-1.02	Виконано
3	Розробка технологічного процесу	5.02-25.02	Виконано
4	Розробка керуючої програми	1.03-20.03	Виконано
5	Розробка робочого місця інженера-технолога з урахуванням ергономічних показників	21.03-06.04	Виконано
6	Розробка питань з охорони праці	7.04-20.05	Виконано
7	Техніко-економічна оцінка рішень проекту	21.06-28.06	Виконано
8	Оформлення проекту в цілому	29.07-03.07	Виконано
9	Підпис проекту у консультантів і нормоконтроля	05.07-07.07	Виконано

Студент-дипломник  Владислав МОСКІВЕЦЬ
(підпис)

Керівник проекту  Олександр ВЕРШКОВ
(підпис)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка дипломного проекту містить 66 сторінок друкованого тексту формату А4, 4 розділів, 24 рисунків, 7 таблиць, 53 сторінок додатків.

Графічна частина роботи складається з 6 аркушів формату А1.

Об'єкт дослідження – Товариство з обмеженою відповідальністю “Продмаш” (м. Мелітополь).

Мета роботи – модернізація комплексу технічної документації деталі «Ведучий вал» в системі автоматизованого проектування.

В роботі пропонується заміна матеріалу Сталь 45 на Сталь 40Х, збільшення діаметрів під підшипники для забезпечення уніфікації купованих виробів, покращення обробки ТВЧ під підшипники.

Річна економія норми часу становить 150 н/год. В рік ми економимо 26325,144 грн.

В першому і другому розділі проведено аналіз стану підприємства.

У другому розділі пропонуються покращення конструкції деталі та модернізація комплексу технічної документації в системі автоматизованого проектування, а також розробка керуючих програм для верстатів з ЧПК

У третьому розділі описується безпека життєдіяльності інженера-конструктора, та розроблене уніфіковане робоче місце технолога-програміста.

Четвертий розділ посвячено визначенню техніко-економічних показників проекту.

Після кожного розділу наведені висновки. В кінці роботи приводяться загальні висновки по роботі.

Ключові слова: система автоматизованого проектування, товариство з обмеженою відповідальністю, програмне забезпечення, технічне завдання, відділ головного конструктора, відділ головного технолога, технологічний процес, автоматизована система, автоматизоване робоче місце.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце;

АС – автоматизована система;

БЖД – безпека життєдіяльності;

ВГК – відділ головного конструктора;

ВГТ – відділ головного технолога;

КП – керуюча програма;

МКЕ – метод кінцевих елементів;

ПЕТ – поліетиленова тара;

ПЗ – програмне забезпечення;

ТЗ – технічне завдання;

ТОВ – товариство з обмеженою відповідальністю;

ЧПК – числове програмне керування;

CAD – Computer-Aided Design;

CAM – Computer-Aided Manufacturing;

CAE – Computer-Aided Engineering;

PDM – Product Data Management.

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітки
1	A4	17 ПМД. 9686739.06.24/000000 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна			
2			записка			
3	A1	17 ПМД. 9686739.06.24/010 000	Тема та мета кваліфікаційної	1	0	
			роботи			
4	A1	17 ПМД. 9686739.06.24/ 210 000	Аналіз існуючої конструкції			
5			деталі «Ведучий вал»	1	1	
6	A1	17 ПМД. 9686739.06.24/ 220 000	Перевірка деталі на міцність	1	2	
7	A1	17 ПМД. 9686739.06.24/ 230 000	Розробка технологічного			
8			процесу на виготовлення			
9			деталі «Ведучий вал»	1	3	
10	A1	17 ПМД. 9686739.06.24/ 240 000	Розробка керуючих програм			
11			для верстатів з ЧПК	1	4	
12	A1	17 ПМД. 9686739.06.24/ 310 000	Проект робочого місця			
13	A1		технолога-програміста	1	5	
14		17 ПМД. 9686739.06.24/ 410 000	Економічні показники			
15			ефективності впровадження			
16			удосконаленого			
17			технологічного процесу	1	6	
18						
19						
20						
21						
22						
				17 ПМД. 9686739.06.24/000000 ПЗ		
Зм	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Технічна підготовка виробництва деталі «Ведучий вал» в системі автоматизованого проектування з розробкою комплексу технологічної документації	
Розроб.	Москівець В.Р.		14.06.24			
Перевір.	Вершков О.О.		14.06.24			
Консул.	Зоря М.В.		14.06.24			
Консул.	Болтянська Л.О.		14.06.24			
Н.контр.	Мацулевич О.Є.		14.06.24			
Затв.	Вершков О.О.		14.06.24		ТДАТУ, 2024	
					Л	Лист
						1
						Листів
						1

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «ПРОДМАШ».....	11
1.1 Загальна інформація про ТОВ «ПРОДМАШ».....	11
1.2 Характеристика технічного та програмного забезпечення відділів підприємства.	12
1.3 Інформаційні потоки в технічних службах.....	14
1.4 Технологія проектування й технічної підготовки.....	16
Висновки по першому розділу.....	18
2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «ВЕДУЧИЙ ВАЛ».....	19
2.1 Основні відомості COSMOSWorks 2007.....	19
2.1.1 Аналіз існуючої моделі.....	20
2.1.2 Виконання розрахунку.....	23
2.2 Аналіз технологічності деталі.....	26
2.2.1 Вибір технологічних баз і розробка маршрутної технології.....	27
2.2.2 Аналіз технологічного встаткування, пристосувань, різального та міряльного інструмента існуючого технологічного процесу.....	27
2.2.3 Обґрунтування вибору встаткування.....	29
2.3 Розробка керуючих програм обробки деталі «Вал» із застосуванням програмних продуктів MasterCAMX4 та Power Mill	32
Висновок по другому розділу	40
3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	41
3.1 Характеристика умов праці оператора ЕОМ.....	42
3.2 Вимоги до виробничих приміщень.....	43
3.2.1 Колір і коефіцієнти віддзеркалення.....	43
3.3 Освітлення.....	44
3.4 Параметри мікроклімату.....	45
3.5 Ергономічні вимоги до робочого місця.....	46
3.6 Алгоритм створення 3d моделі робочого стола.....	50

3.7 Режим праці.....	53
Висновки по третьому розділу	55
4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ	56
4.1 Розрахунок норм часу.....	56
4.2 Техніко-економічні показники.....	58
4.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу.....	58
4.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності.....	58
4.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом.....	59
4.2.4 Собівартість механічної обробки деталі.....	59
Висновки по четвертому розділу	61
ВИСНОВКИ.....	62
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	64
ДОДАТКИ.....	66

ВСТУП

У теперішній час деякі області України знаходяться під окупацією російських загарбників. Особливо це стосується міст та селищ Запорізької, Херсонської, Харківської та інших областей. Тут зруйновано або розкрадено більшість машинобудівних підприємств. Тому перед майбутніми фахівцями постає завдання відновлення таких підприємств після перемоги України у війні.

В даній кваліфікаційній роботі пропонується заходи відновлення технічної підготовки виробництва деталі «Ведучий вал» в системі автоматизованого проектування на ТОВ «ПРОДМАШ» (м. Мелітополь) з розробкою комплексу технологічної документації.

У теперішній час спостерігається швидкий розвиток автоматизованого проектування у таких галузях, як авіабудування, автомобілебудування, важке машинобудування, архітектура, будівництво, нафтогазова промисловість. Автоматизоване проектування у машинобудуванні використовується для проведення конструкторських, технологічних робіт, у тому числі робіт з технологічної підготовки виробництва. За допомогою автоматизованого проектування виконується розробка креслень, виробляється тривимірне моделювання виробу й процесу зборки, проектується допоміжне оснащення, наприклад штампи й прес-форми, складається технологічна документація й керуючі програми (КП) для верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК), ведеться архів. Сучасне проектування застосовується для наскрізного автоматизованого проектування, технологічної підготовки, аналізу й виготовлення виробів у машинобудуванні, для електронного керування технічною документацією.

В умовах ринкової економіки конкурентна боротьба вимагає від виробничих підприємств постійного оновлення продукції, що випускається, і підвищення її якості. Це приводить до необхідності скорочення термінів і вартості проектування виробів при підвищенні якості проектів, що розробляються. Рішення цих проблем багато в чому може бути забезпечено шляхом автоматизації процесу технічної підготовки виробництва. Одним з важливих етапів автоматизації даного процесу є автоматизація проектування виробів.

Тому ми пропонуємо застосування верстатів зі ЧПУ замість універсального встаткування для виготовлення досвідченого зразку. Такі рішення мають істотні особливості. Вони забезпечують скорочення строків на проектування, виготовлення та випробування виробу; економію засобів на проектування й виготовлення технологічного оснащення.

Метою даної кваліфікаційної роботи є модернізація комплексу технічної документації деталі «Ведучий вал» ТОВ «Продмаш» в системі автоматизованого проектування.

Об'єкт дослідження – аналіз конструкції та технології виготовлення деталі «Ведучий вал».

Задачі, які необхідно вирішити під час виконання кваліфікаційної роботи:

- провести обстеження підприємства у відповідності до технічного завдання;
- проаналізувати існуючу на підприємстві систему технічної підготовки виробництва деталі «Ведучий вал»;
- проаналізувати існуючу конструкцію деталі;
- запропонувати нову конструкцію деталі;
- проаналізувати існуючий технологічний процес;
- розробити керуючу програму обробки деталі із застосуванням PowerMill та MasterCAM;
- спроектувати робоче місце інженера-конструктора;
- визначити економічні показники ефективності проекту.

1 АНАЛІЗ ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «ПРОДМАШ»

1.1 Загальна інформація про ТОВ «ПРОДМАШ»

Мелітопольське підприємство ТОВ «Продмаш» є спеціалізованим підприємством по випуску технологічного встаткування для харчової промисловості, одне із самих найстарших підприємств у системі машинобудування України. Завод був заснований в 1886 році й призначався для випуску сільськогосподарських машин і землеробських знарядь. З 1926 року завод перейшов

на випуск млиново-елеваторного встаткування, а з початку 1947 року завод повністю перекваліфікувався на випуск мийного й фасово-укупорочного встаткування для харчової промисловості.

Здобутками підприємства є розробка таких машин, як:

- машина типу Flow Pack для упаковки в поліетилен (цукерок, вафель, серветок, сирків і т. д.);
- автомат для виготовлення виробів з пенополістеролу;
- триблок для розливу в ПЕТ пляшки производительностью до 18000 пляшок за годину;
- машина для наклеювання полімерної етикетки до 18000 пляшок за годину;

За майже 60-літню роботу накопичений величезний досвід у розробці повного комплекту технологічного встаткування для ліній розливу пиво-безалкогольних, ликероводочних напоїв, тихих і гристих вин, молочних продуктів, соків та рослинного масла.

Останнім часом, у зв'язку з економічною кризою, об'єми постачання і випуску продукції значно скоротились. Тому підприємство, маючи достатньо-універсальне технологічне обладнання, заключило контракти з іноземними фірмами на виготовлення не типового для них обладнання – каменедробарка. Тому терміново постало питання – розробка конструкторської і технологічної документації як на випуск так і на підготовку виробництва нової продукції.

Вся продукція виготовляється на сучасному механообробному устаткуванні. Підприємство «Продмаш» має в своєму користуванні три станка з числовим програмним керуванням ОКИМА японської фірми FEDEK. А також декілька станків з ЧПК вітчизняного виробництва. Верстат призначений для токарної обробки з функцією фрезерування в напівавтоматичному режимі зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей типу тіл обертання зі ступінчастим і криволінійним профілем різної складності.

Висока якість пропонуємої продукції дозволила підприємству придбати постійних партнерів в Німеччині, Австрії та країнах азіатського регіону.

1.2 Характеристика технічного та програмного забезпечення відділів підприємства

На підприємстві ТОВ «Продмаш» діє система автоматизованого проектування. Відділ головного конструктора має дев'ять автоматизованих робочих місць (АРМ). Робоче місце конструктора обладнане комп'ютером з такими показниками:

Процесор: AMD Athlon 3500+

ОЗУ: 1ГБ

Відеокарта: XpertVision 7700GT 512Mb

Жорсткий диск: 80 ГБ

На цьому комп'ютері використовуються такі програми як AutoCAD, ProEngineering.

AutoCAD - найпопулярніше в світі середовище автоматизованого проектування, вибране більшістю розробниками як базова графічна платформа для створення програм і систем інженерного аналізу. За допомогою пакету AutoCAD можливо створювати 3D-моделі і формувати креслення вже на їх основі.

Наявне ліцензійне програмне забезпечення ProEngineering, продукт компанії Parametric Technology Corporation (PTC), є єдиною системою автоматизації проектування, яка інтегрує весь процес конструювання і підготовки виробництва. Його унікальна єдина структура даних, що підвищує взаємодію між конструкторами, оскільки всі члени групи можуть працювати над проектом одночасно. Вперше виріб і технологічний процес його виробництва розробляються одночасно, що дає кращі конструктивні рішення, прискорення початку випуску виробу і зниження його собівартості.

Інженер-конструктор:

1 Конструює вироби, забезпечуючи при цьому відповідність розроблювальних конструкцій технічними, діючими стандартами, а також використання в них стандартизованих й уніфікованих складальних одиниць і деталей.

2 Розробляє проектну й робочу документацію. Знімає ескізи складних деталей з натури, виконує складні деталіровки необхідні при конструюванні, технічні розрахунки й розрахунок економічної ефективності по типових методиках.

3 Розробляє програми, методики й іншу документацію по випробуваннях конструйованого виробу.

4 Веде авторський нагляд при виготовленні досвідчених зразків і за серійним виробництвом по тематиці сектора.

Інженер-технолог: Розроблює технологічні нормативи, інструкції, схеми складання, маршрутні карти, карти технічного рівня та якості продукції й іншу технологічну документацію, вносить зміни до технічної документації у зв'язку з корекцією технологічних процесів і режимів виробництва.

Робоче місце інженера-технолога обладнане комп'ютером з такими показниками:

Процесор: AMD Athlon 3500+

ОЗУ: 1 ГБ

Відеокарта: XpertVision 7700GT 512Mb

Жорсткий диск: 80 ГБ

На підприємстві ТОВ «Продмаш» технологічний процес створюється без застосування засобів обчислювальної техніки.

1.3 Інформаційні потоки в технічних службах

Знаходячись на ринку, маркетинг аналізує і відстежує ситуацію, що склалася на цей час. На підставі результатів цих обстежень робить висновки про необхідність створення і проектування нових виробів з певними технічними характеристиками. На підставі всього цього видається технічне завдання у відділ головного конструктора на проектування нового виробу.

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.

До функцій відділу головного технолога входить організація технічної підготовки виробництва, впровадження науково-технічних досягнень, нової техніки та прогресивної технології, створення нових та модернізація конструкцій виробів діючого виробництва, забезпечення високої конкурентоспроможності нової продукції, що розробляється, безперебійне забезпечення заводу інструментом та технологічним оснащенням, організація роботи щодо підвищення кваліфікації працівників технічного відділу, забезпечення здорових та безпечних умов праці для підлеглих виконавців.

Інформаційний потік на підприємстві зображений на рисунку 1.2

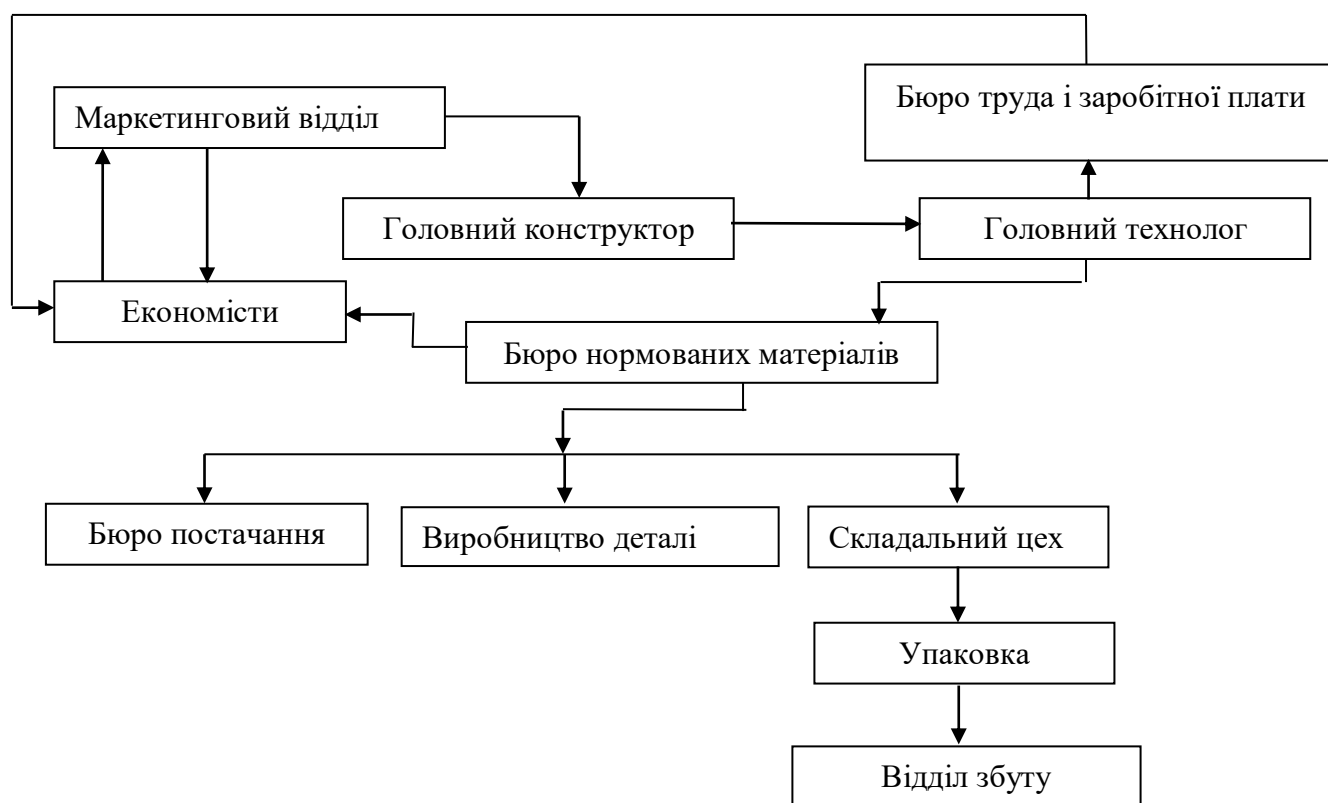


Рисунок 1.2 – Інформаційні потоки в технічних службах

1.4 Технологія проектування й технічної підготовки

Технічна підготовка виробництва включає конструкторську й технологічну підготовку. А саме:

- проведення прикладних досліджень, пов'язаних з удосконалюванням виготовленої продукції, техніки, технології, складом застосовуваних матеріалів, організації виробництва;
- проектування нової продукції та модернізацію продукції, яка раніше випускалася;
- розробку технологічного процесу виготовлення продукції;
- придбання спеціального устаткування та інструментів;

ТОВ «Продмаш» є багатомономенклатурним підприємством з дрібносерійним типом виробництва. Воно характеризується широкою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються. Верстати, пристосування, різальні інструменти є універсальними, що дозволяє виготовляти деталі широкої номенклатури. Технологічне обладнання є в достатній кількості, в тому числі і верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК).

Діюча система взаємодії технічних служб в процесі підготовки виробництва нових виробів є малоефективною. Одна з причин цього - відсутність єдиного електронного архіву, бази даних не пов'язані між собою.

Починаючи роботу над проектом, проектувальник стикається з рядом завдань, пов'язаних з підготовчими стадіями випуску промислової продукції. Відповіддю на багато питань, що виникають в ході підготовки виробництва, може стати паралельно-агрегатний інжиніринг, який створює відповідне середовище розробки, але на підприємстві він відсутній.

При паралельному інжинірингі елементи послідовного ланцюга “ідея-конструювання-виробництво” реалізується водночас. Для того, щоб це стало реальністю, засоби і технологія управління виробничо-технологічними даними повинні гармонійно злитися у вибрану підприємством організацію, яка повинна бути гнучкою: в перспективі споживач повинен отримати здатність втручатися в

проектування продукції на етапі створення її віртуальної моделі, а також необхідно створити новий набір прикладних програм, до яких відноситься і програмне забезпечення САПР.

Використання спроектованих моделей в процесі розробки управляючих програм для верстатів з ЧПК ведеться не регулярно. Це обумовлено політикою підприємства, віковим складом проектувальників. Склад представлений працівниками пенсійного і перед пенсійного віку, що мають консервативне відношення до обчислювальної техніки.

Висновки по першому розділу

ТОВ «Продмаш» – одне з найбільших та ведучих в Україні та СНД підприємство по виробництву і реалізації технологічного устаткування, що спеціалізується по випуску автоматизованих ліній розливу харчових продуктів. Воно є багатомоноклатурним підприємством з дрібносерійним виробництвом.

Останнім часом, у зв'язку з економічною кризою, об'єми постачання і випуску продукції значно скоротились. Тому підприємство, маючи достатньо-універсальне технологічне обладнання, заключило контракти з іноземними фірмами на виготовлення не типового для них обладнання – каменедробарок.

Вся продукція виготовляється на сучасному механообробному устаткуванні. Підприємство «Продмаш» має в своєму користуванні три станка з числовим програмним керуванням ОКІМА японської фірми FEDEK. А також декілька станків з ЧПК вітчизняного виробництва. На підприємстві ТОВ «Продмаш» діє система автоматизованого проектування. Відділ головного конструктора має дев'ять автоматизованих робочих місць (АРМ). Робоче місце конструктора оснащено такими програмними продуктами як КОМПАС, AutoCAD, ProEngineering.

Діюча система взаємодії технічних служб в процесі підготовки виробництва нових виробів є малоефективною. Одна з причин цього - відсутність єдиного електронного архіву, бази даних не пов'язані між собою. Починаючи роботу над проектом, проектувальник стикається з рядом завдань, пов'язаних з підготовчими стадіями випуску промислової продукції. Відповіддю на багато питань, що виникають в ході підготовки виробництва, може стати паралельно-агрегатний інжиніринг, який створює відповідне середовище розробки, але на підприємстві він відсутній.

2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «ВЕДУЧИЙ ВАЛ»

2.1 Основні відомості COSMOS Works 2007

При комп'ютерному проектуванні нових деталей та вузлів створення тривимірних моделей складових частин вузла є початковим кроком розробки виробу. Після цього перед проектувальником постає завдання комп'ютерної перевірки спроектованої деталі на вплив на неї навантажень, з метою визначення граничних значень негативних силових факторів. До таких факторів можна віднести дослідження впливу механічної та теплової деформації спроектованої деталі.

Цей процес виконується циклічно й триває до тих пір, доки не буде отримане задовільне рішення. За допомогою аналізу міцності можна вирішити наступні завдання:

- знизити витрати, виконавши тестування моделі на міцність на комп'ютері, а не в процесі дорогих виробничих випробувань;
- скоротити час розробки шляхом зменшення кількості циклів розробки виробу;
- оптимізувати проект, швидко змодельовавши декількох концепцій і сценаріїв перед ухваленням остаточного рішення й відвівши більший час на обмірковування нових проектів.

В основі аналізу міцності, реалізованого в COSOSWorks 2007, покладено метод кінцевих елементів (МКЕ). МКЕ - це надійний чисельний метод аналізу завдань по проектуванню при якому розв'язуються 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. Вирішальна програма виявляє переміщення в напрямках X, Y і Z у кожному вузлі, що для даного проекту має вирішальне значення.

Використовуючи переміщення, програма розраховує навантаження, що діють у різних напрямках. Нарешті, програма використає математичні вирази для розрахунку напружень.

У процесі проведеного аналізу розраховуються переміщення, навантаження і напружень в деталі. Матеріал руйнується, коли напруження досягне певного рівня.

2.1.1 Аналіз існуючої моделі

Деталь “Вал” - є складовою частиною збірки «Ротор». Деталь являє собою вал зі шліцьовими, різьбовими поверхнями, крім цього з одного з торців деталі є глухі отвори й пази різних конфігурацій і розмірів та два центрові отвори.

Головний вал одержує обертання через пасову передачу від приводу та приводить в рух другі вузли. Вал являє собою ланку механізму, який передає обертаючий момент, і, отже, крім вигину від зусиль, які виникають у передачах, маси посаджених на вал деталей і власної маси випробовують крутіння.

В даній роботі ми будемо аналізувати існуючу конструкцію деталі. У відповідності до розмірів будуємо модель валу та відкриваємо її в COSOSWorks 2007 (дивись рисунок 2.1).

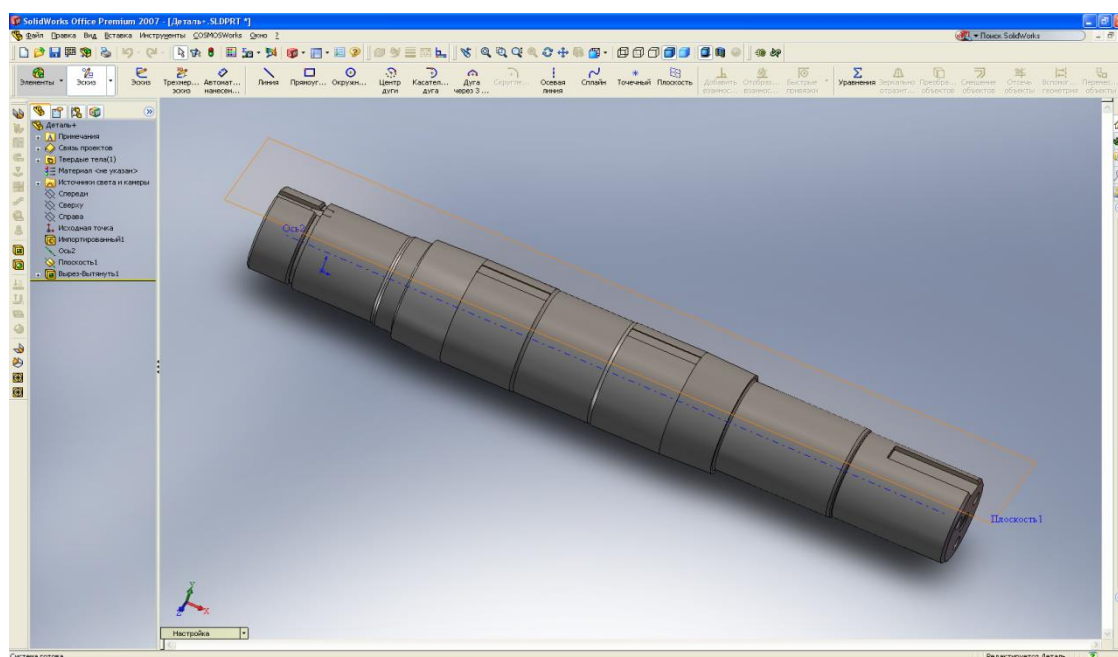


Рисунок 2.1 – Тривимірна модель валу

Створюємо вправу та застосовуємо до неї матеріал. Наводимо покажчик миші в **Менеджері COSMOSWorks** на тврдотільний елемент Вал і клацаємо правою кнопкою миші. У контекстному меню, що з'явиться, вибираємо Застосувати/редагувати матеріал. Для задання обмежень необхідно клацнути правою кнопкою миші на елементі **Навантаження/Обмеження** в дереві **Менеджера** (дивись рисунок 2.2).

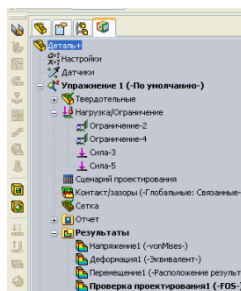


Рисунок 2.2 – Дерево менеджера

У контекстному меню, що з'явився вибираємо пункт **Обмеження** та задаємо необхідну нам грань (дивись рисунок 2.3).

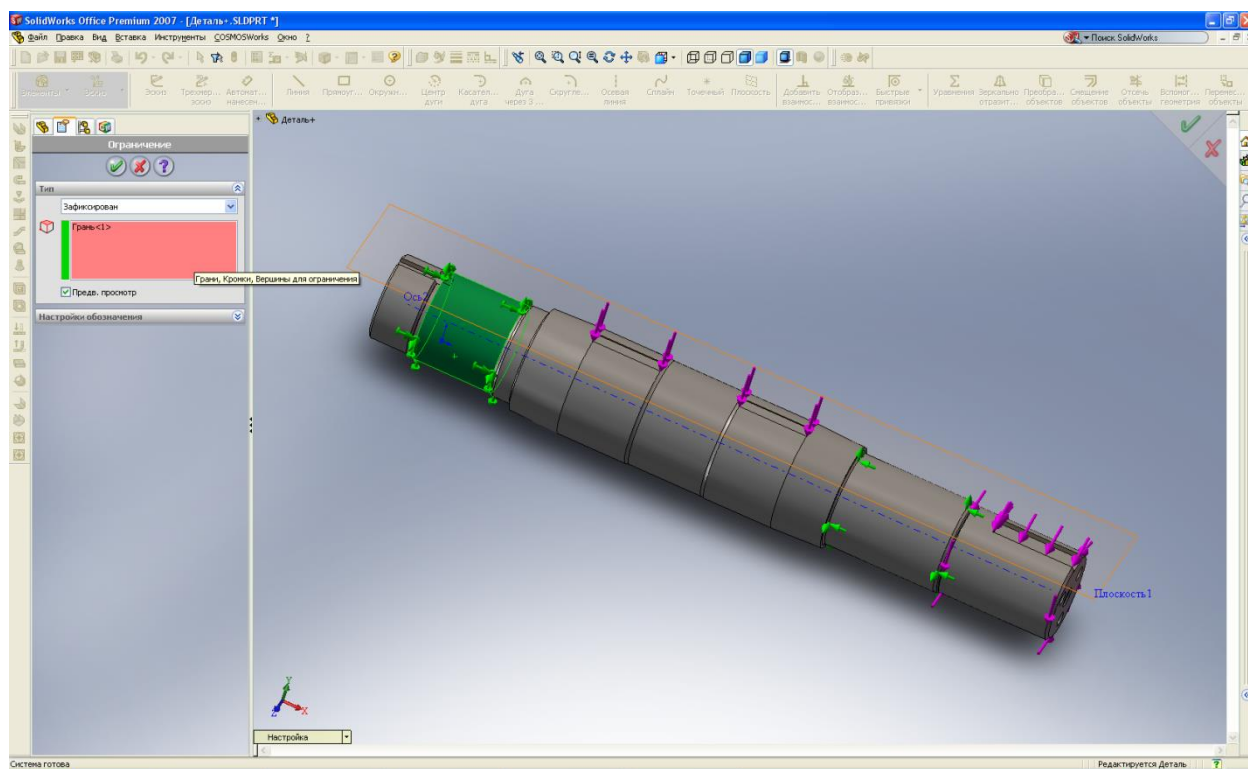


Рисунок 2.3 – Задання обмежень

Далі накладаємо на вал прикладену силу (дивись рисунок 2.4), задаючи їй параметри 70000 N та прикладений обертаючий момент – 14000 N (дивись рисунок 2.5).

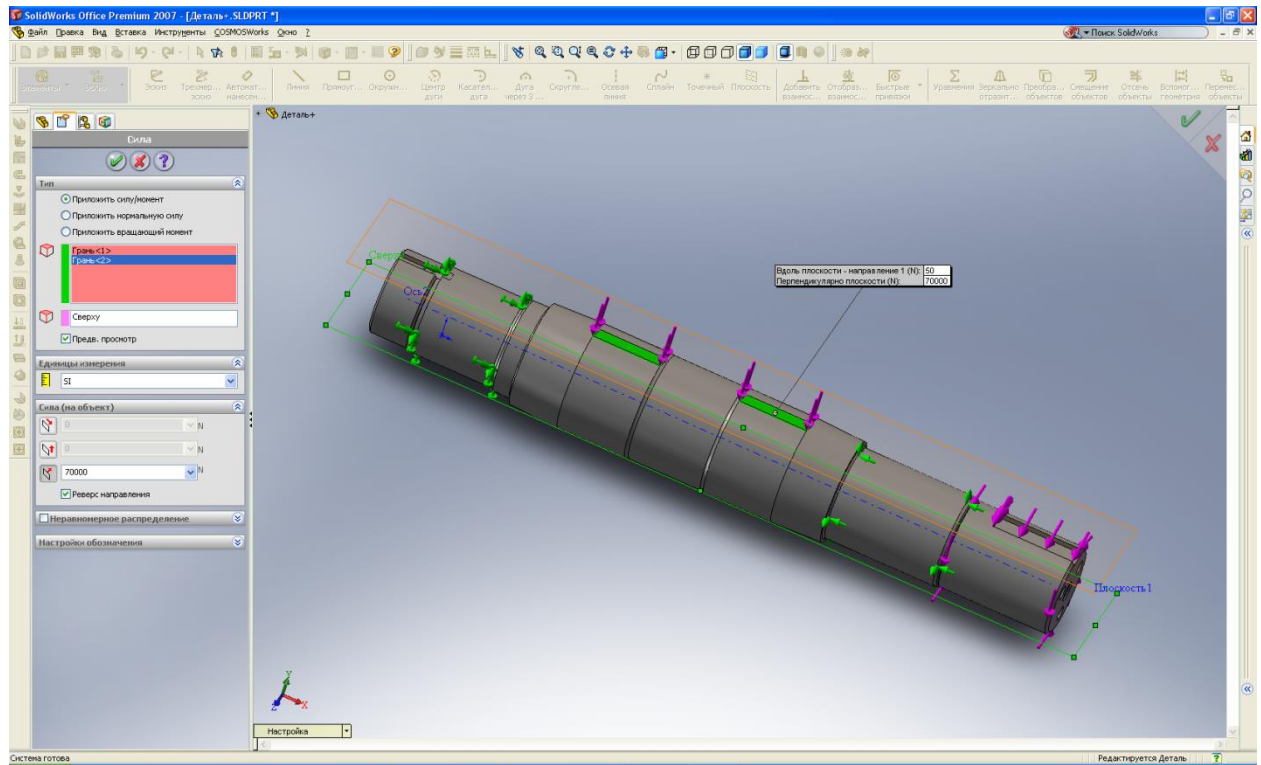


Рисунок 2.4 – Прикладена сила

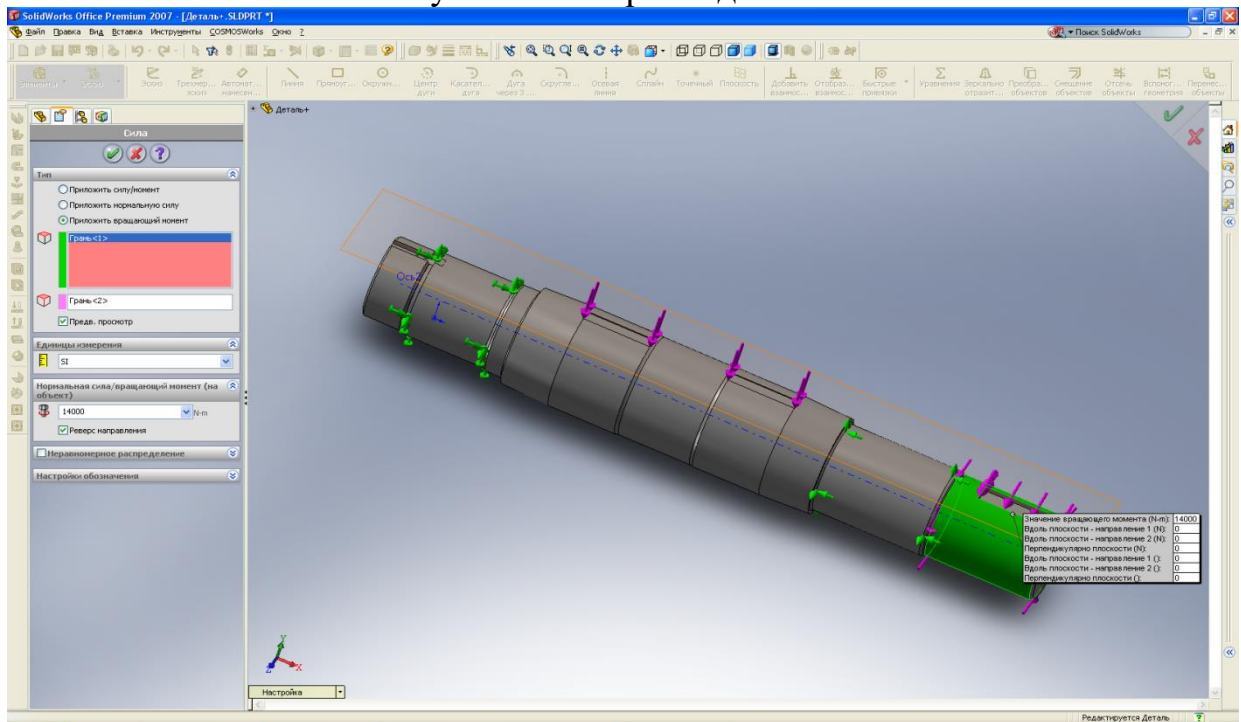


Рисунок 2.5 – Прикладений обертаючий момент

2.1.2 Виконання розрахунку

Проведення розрахунку на міцність виконуємо після попередніх результатів дослідження. Для запуску розрахунку вибираємо команду **COSMOSWorks – Виконати**, починається процес розрахунку на міцність.

На початку процесу буде відбуватися розбивка деталі на кінцеві елементи — побудова сітки, про що свідчить появу інформаційного вікна **Процедура створення сітки**. Ця процедура буде виконуватися завжди, при зміні геометрії деталі. При оптимізації геометрії можна оперативно перемикатися між **Деревом Конструювання** й **Менеджером COSMOSWorks**. У випадку яких-небудь перебудовувань деталі програма автоматично попередить про те, що відбулися зміни в геометрії моделі, і запропонує перебудувати сітку. По закінченні розбивки деталі на кінцеві елементи вона відобразиться у вигляді, показаному на рисунку 2.6.

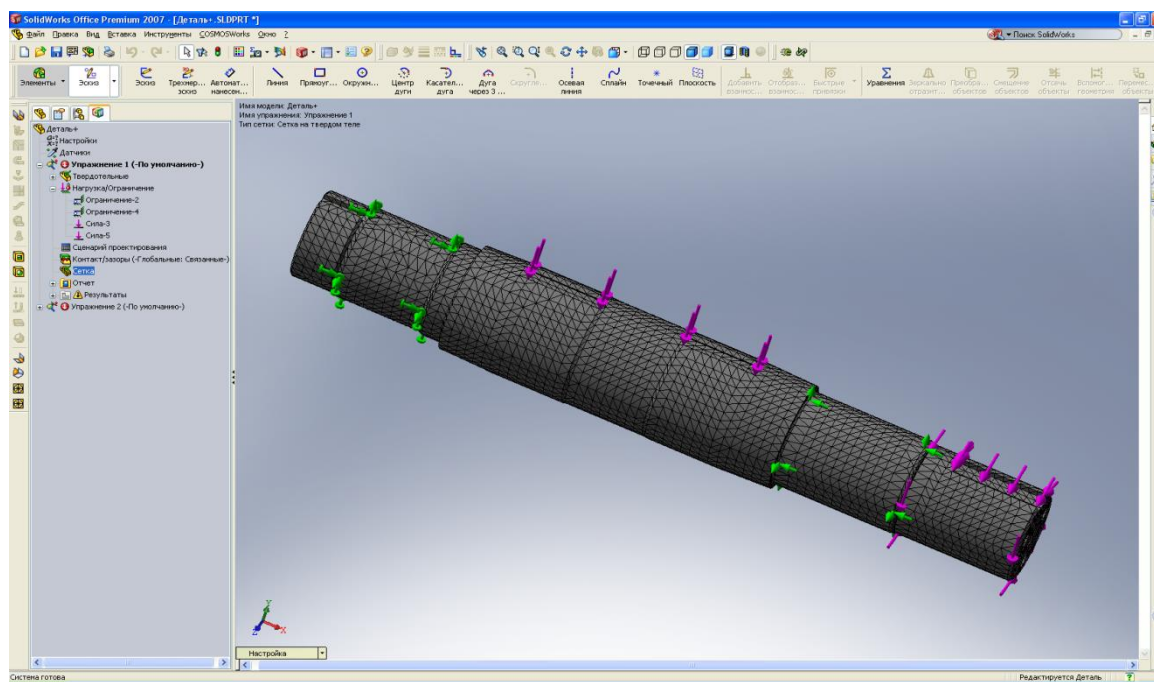


Рисунок 2.6 – Формування сітки для відображення геометрії поверхні деталі «Вал»

По закінченні розрахунку в дереві **Менеджера COSMOSWorks** з'явилися додаткові елементи, що ставляться до результатів розрахунку. В результаті проведення аналізу маємо результат представлений на рисунок 2.7.

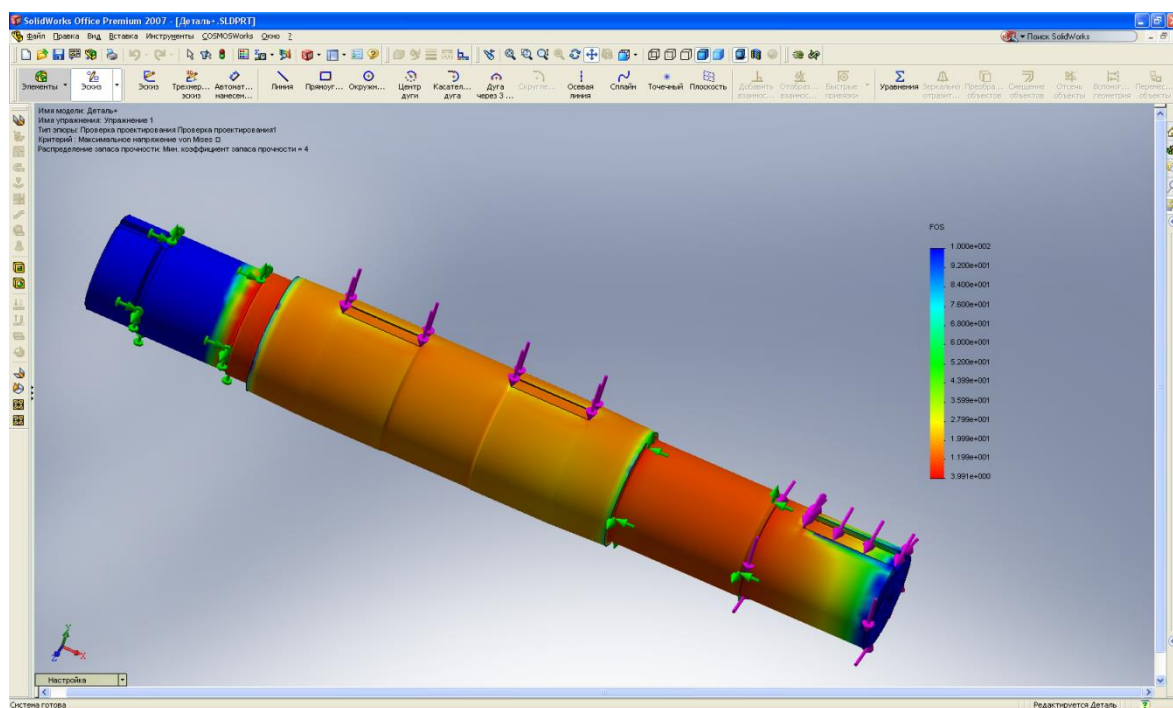


Рисунок 2.7 – Кінцевий результат розрахунку

Найбільше напруження припадає на ліву частину валу в районі підшипника. Після проведення дослідження, програмою зроблений звіт в якому наведені максимальне та мінімальне навантаження (дивись таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Результати дослідження

Имя	Тип	Мин	Место	Макс	Место
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	65.5104 N/m ² Узел: 65048	(- 85.6722 mm, -23.6521 mm, -17.3756 mm)	1.81364e+008 N/m ² Узел: 80369	(91.1492 mm, -19.3645 mm, 36.1006 mm)
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	9.19604e- 010 Элемент: 14559	(- 83.9113 mm, -21.7441 mm, 15.2837 mm)	0.000685888 Элемент: 13602	(90.1255 mm, 5.01577 mm, 54.5213 mm)
Перемещение1	URES:Результирующее перемещение	0 m Узел: 281	(89.0882 mm, 63.4442 mm, -54.1294 mm)	0.000239484 m Узел: 484	(892.402 mm, -29.9817 mm, 2.31778 mm)

Дану конструкцію змінити проблематично, так як всі зроблені зміни призведуть до зміни всіх складових частин збірки. Тому ми пропонуємо замінити матеріал Сталь 45 на Сталь 40Х. Даний матеріал - легована конструкційна сталь 40Х. Це сталь, оброблена тиском, вона дорожче, ніж лита, але має кращі властивості, особливо в'язкістю (яка дозволяє матеріалу добре пручатися динамічним навантаженням) і щільністю (що дозволяє пручатися змінним навантаженням тривалий час). Ці властивості дуже важливі для вала. Крім того, у матеріалу, отриманого обробкою тиском, відсутні пористість і раковини.

А також пропонуємо змінити діаметри вала під підшипники з їх уніфікацією та покращити покриття обробки ТВЧ, під підшипники. Ці зміни в комплексі призведуть до збільшення коефіцієнта запасу міцності, що є немало важливим для даної конструкції.

2.2 Аналіз технологічності деталі

Конструкція деталі напряму впливає на розробку технологічного процесу, вибір верстатів, пристосувань і може бути визнана технологічною, якщо забезпечує просте й економічне виготовлення цього виробу. Від точності розмірів деталі залежить вибір робітників тієї або іншої кваліфікації. Залежно від матеріалу вибирається спосіб одержання заготівлі, її вид, режими обробки, інструмент.

Проаналізуємо креслення конструкції вихідної деталі й дамо якісну оцінку її технологічності. Тип деталі – Вал. Матеріал деталі Сталь 45 звичайно застосовується при виготовленні вала швидкохідних високо навантажених передач. Він недорогий, широко розповсюджений і застосовуваний у машинобудуванні; добре обробляється різанням, що сприяє скороченню часу обробки.

Як технологічні бази використовують центрувальні отвори, які дозволяють обробити майже всі зовнішні поверхні вала на єдиних базах з установкою в центрах. Вони збігаються з конструкторськими, що не спричинить погрішності базування. Але конструкторські розміри можуть не збігатися з технологічними, що викличе жорсткість допусків на деякі розміри.

Даний вал має невеликі перепади діаметрів щаблів, що дозволяє вести обробку одночасно декількома різцями й говорить про технологічність.

Вимоги до шорсткості вала тяжкі – є поверхні з високими вимогами (поверхні Ø125мм та Ø130мм – місця під підшипники) обробка яких ускладнює технологічний процес, збільшує номенклатуру обробного інструмента, але є й з досить низькими, обробка яких не вимагає більших витрат часу й високої трудомісткості.

2.2.1 Вибір технологічних баз і розробка маршрутної технології

Для чорнової операції приймаємо технологічну базу - зовнішня циліндрична поверхня заготівлі.

Для наступних чистових операцій приймаємо базу - центрові отвори.

Припуск на довжину для діаметра прутка 150 мм дорівнює 3 мм на сторону.

Маршрутна технологія й вихідні дані для розробки технологічного процесу механічної обробки вала наведені в додатках.

2.2.2 Аналіз технологічного встаткування, пристосувань, різального та міряльного інструмента існуючого технологічного процесу

Фрезерно-центрувальна

Устаткування: Фрезерно-центрувальний станок МР-73М, потужність двигуна $N_{\text{дв}}=15$ кВт.

Ріжучий і міряльний інструмент: фреза ВК8, центрувальне свердло 36М5, штангенциркуль ШЦ-I-135-0,05

Токарна обробка

Устаткування: токарно-гвинторізний верстат РТ2516Ф1, потужність двигуна $N_{\text{дв}}=15$ кВт.

Пристосування: токарський самоцентрувальний патрон.

Ріжучий і міряльний інструмент: токарський підрізний різець T15K6, , штангенциркуль ШЦ-I-135-0,05.

Фрезерна обробка

Устаткування: вертикально-фрезерний верстат 6Н13П, потужність двигуна $N_{\text{дв}}=8$ кВт.

Пристосування: рухливі призми, патрон.

Ріжучий і міряльний інструмент: шпонкова фреза Ш5мм, штангенциркуль ШЦ-I-135-0,05.

Свердлильна обробка

Устаткування: горизонтально-сверлильний верстат FRJ TZ BERNER.

Пристосування: патрон.

Ріжучий і міряльний інструмент: свердло спіральне Р20мм, штангенциркуль ШЦ-III-125-0,05, мітчик М12, пробка.

Шліфувальна обробка

Устаткування: круглошліфувальний верстат 3М175, потужність двигуна $N_{\text{дв}}=8$ кВт.

Пристосування: трьохкулачковий патрон, передній і задній центра.

Ріжучий і міряльний інструмент: шліфувальне коло Ш125х25х32 мм, мікрометр 50-75.

Проаналізувавши існуючий ТП можна зробити висновки, що написання технологічного процесу вручну займає більше часу на створення досвідченого зразка, збільшує час на корекцію результатів розрахунку, відсутня можливість комплексного підходу до БД.

Використання ВЕРТИКАЛЬ значно скорочує роботу технологічного відділу. Нові можливості, закладені розроблювачами в систему, розширили сферу застосування електронного проектування технологічних процесів. Підвищення швидкості проектування ТП на місцях і можливість передачі технологічної

документації в електронному виді в інші підрозділи дозволить скоротити строки підготовки виробництва. Розроблений технологічний процес представлений у вигляді маршрутно-операційної карти та карти ескізів і наведений в додатках.

2.2.3 Обґрунтування вибору встаткування

Застосування верстатів зі ЧПК замість універсального встаткування 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 %;
- економію засобів на проектування й виготовлення технологічного оснащення на 30-85 %;
- підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення допоміжного й основного часу обробки на верстаті.

Для обробки деталі використається токарний верстат зі ЧПК. Для порівняння було вибрано 3 верстати, якими можна обробити деталь. В таблиці 2.2 наведені їхні технічні характеристики.

Проаналізуємо дані станки за допомогою програми Аналіз ієрархії (дивись рисунок 2.8).

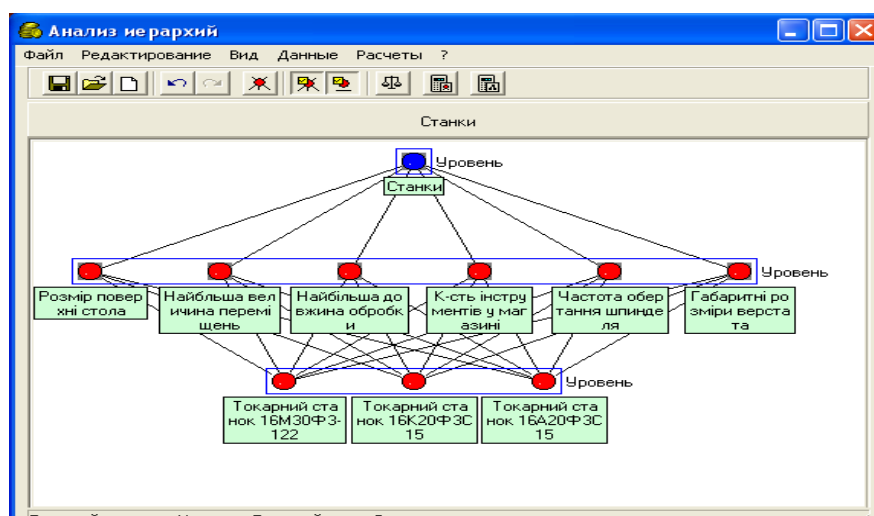


Рисунок 2.8 - Порівняння токарних станків в програмному продукті Аналіз ієрархії

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики токарних станків з ЧПК

Характеристики	16М30Ф3-122	16К20Ф3С15	16А20Ф3С15
Розміри загальної поверхні стола, мм	400x1600	630x300	250x500
Найбільша величина переміщень, м/хв:			
поздовжнє	10	7,5	7,5
поперечне	10	5	5
Найбільша довжина обробки, мм	1500	900	900
Кількість інструментів у магазині, шт.	5...9	6	7
Найбільший маса деталі, кг	850	600	600
Габаритні розміри верстата, мм:			
довжина	5290	2840	2840
ширина	4255	1650	1650
висота	2130	1600	1600
Частота обертання шпинделя, об/хв	8...2000	12,5..2000	12,5..2000
Маса верстата, кг	4050	4050	4050

Провівши аналіз по даним критеріям було побудовано діаграму пріоритетів приведену на рисунку 2.9.

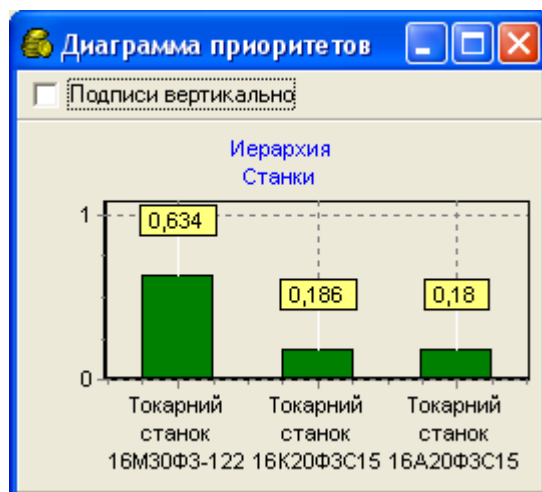


Рисунок 2.9 – Діаграма пріоритетів

З діаграми видно, що найбільш пріоритетним токарним станком виявився станок 16М30Ф3-122. Він має порівняно великі габарити й масу, величина переміщень по осях задовольняє необхідним для обробки деталей переміщенням. Даний верстат призначений для токарної обробки. Верстат оснащений системою ЧПК, що дозволяє робити обробку в широкому діапазоні швидкостей. Верстат відрізняється високою точністю й продуктивністю.

Обробка пазів та свердлення отворів здійснюється за допомогою оброблювального центра з ЧПК ЛР395, технічна характеристика якого представлена в таблиці 2.3.

Для шліфування поверхні деталі вибираємо Круглошліфувальний станок 3М175. Круглошліфувальний верстат 3М175М, призначений для шліфування в центрах циліндричних і конічних поверхонь в умовах одиничного, серійного й масового виробництва. Обробка виробу виробляється поздовжнім або урізним шліфуванням з ручним або напівавтоматичним циклом.

Основні технічні характеристики:

- найбільший D - 400мм;
- L - 2800мм;
- маса деталі - 1000 кг;
- габаритні розміри станка, мм – 8310х2840х2000;
- маса верстата-13850кг;
- шорсткість оброблювальних поверхонь - 0,32мкм;
- точність шліфування – 2,5 мкм.

Таблиця 2.3 – Технічна характеристика станка ЛР395

Характеристики	ЛР395
Розміри загальної поверхні стола, мм	850x1000
Найбільша величина переміщень, м/хв:	
поздовжнє	10
поперечне	10
Найбільша довжина обробки, мм	1000
Кількість інструментів у магазині, шт.	5-7
Найбільший маса деталі, кг	500
Габаритні розміри верстата, мм:	
довжина	4900
ширина	3520
висота	2130
Частота обертання шпинделя, об/хв	10-1500
Маса верстата, кг	3050

2.3 Розробка керуючих програм обробки деталі «Вал» із застосуванням програмних продуктів MasterCAMX4 та Power Mill

Після імпорту моделі в програму MasterCAMX4 вибираємо заготівлю деталі - циліндр. Обробку деталі будемо проводити з перестановкою заготівлі. Для цього закріплюємо заготівлю в патрон. Для чорнової обробки вибираємо тригранний різець з наступними параметрами (дивись рисунок 2.10).

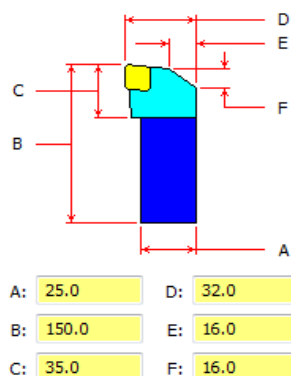


Рисунок 2.10- Параметри тригранного різця для чорнової обробки

Траєкторія №1 (чорнова обробка деталі).

Вибрана стратегія займає 17 хв 30 с.

Припуск на доробку 2 мм.

Після установки параметрів перевіримо траєкторію на зіткнення патроном з деталлю й на зарізи. Для чистової обробки вибираємо паралелограмний різець з наступними параметрами (дивись рисунок 2.11).

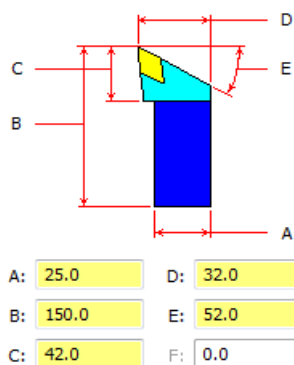


Рисунок 2.11 - Параметри паралелограмного різця для чистової обробки

Траєкторія №2 (чистова обробка деталі).

Вибрана стратегія займає 2 хв 30 с.

Припуск на доробку 1 мм.

Після установки параметрів перевіримо траєкторію на зіткнення патроном з деталлю й на зарізи. Результат обробки деталі представлений на рисунку 2.12.

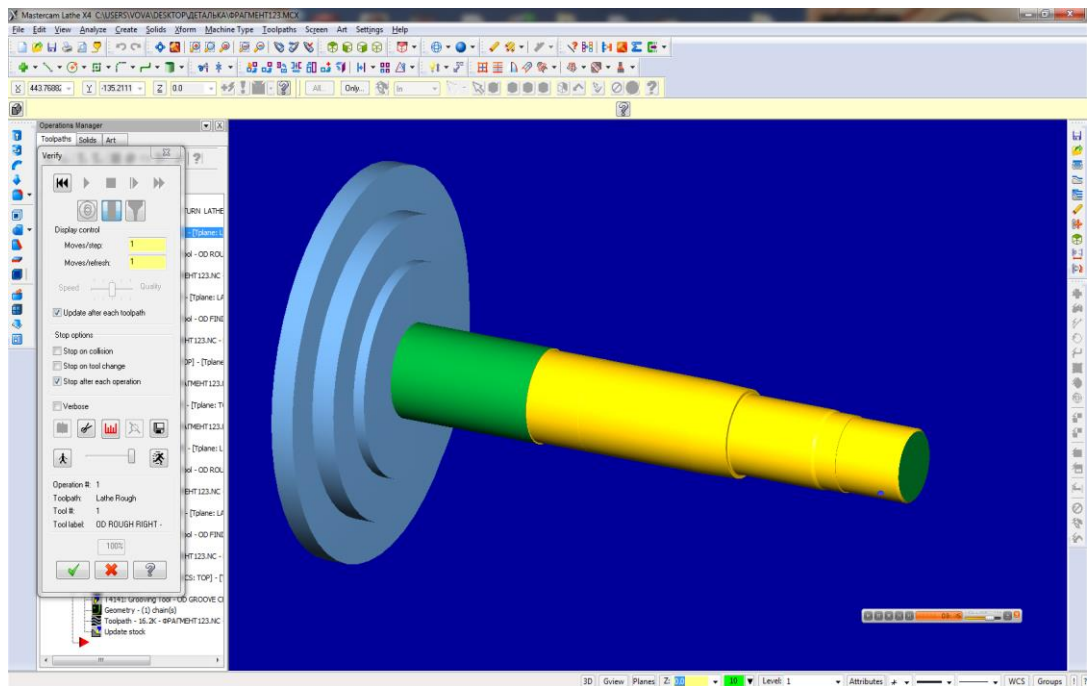


Рисунок 2.12 - Обробка деталі «Вал» з однієї сторони

Далі переустановлюємо та закріплюємо деталь в патрон. Аналогічно проводимо чорнову та чистову обробку деталі такими ж різцями. Після обробки деталі, нам залишилося обробити канавку під шліфувальне кільце. Для цього вибираємо канавочний різець з заступними параметрами (дивись рисунок 2.13).

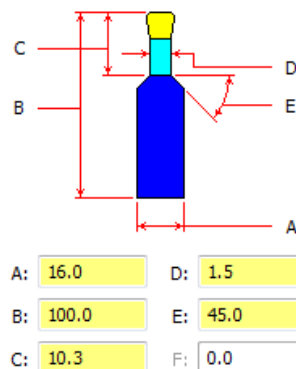


Рисунок 2.13- Параметри канавочного різця

В кінцевому вигляді маємо деталь представлену на рисунку 2.14.

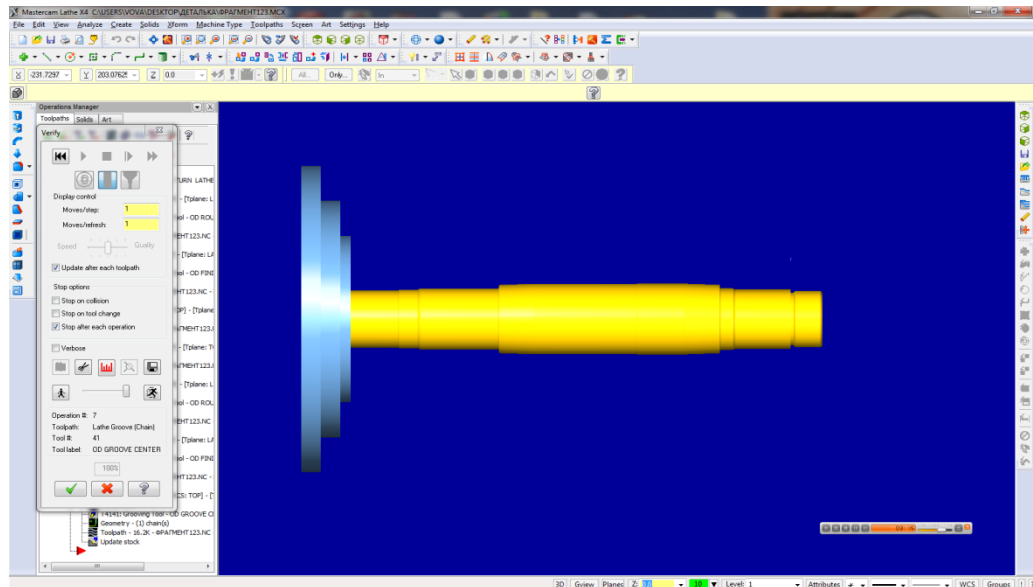


Рисунок 2.14 - Кінцевий результат токарної обробки валу

По закінченню обробки деталі «Вал» було створено керуючу програму для обробки вала на токарному станку. Фрагмент керуючої програми:

```
%
O0000
(PROGRAM NAME - ПРОГРАММА1)
(DATE=DD-MM-YY - 17-06-10 TIME=HH:MM - 11:11)
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)
G21
(TOOL - 1 OFFSET - 1)
(OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08)
G0 T0101
G18
G97 S350 M03
G0 G54 X250. Z987.174
G50 S3600
G96 S275
X149.501
G99 G1 Z985.174 F.25
Z635.174
X152.842 Z588.071
X152.941 Z490.567
Z377.254
X153.227 Z376.868
G18 G3 X153.39 Z376.416 R1.3
G1 Z278.916
X156.218 Z280.33
G0 Z987.174
X145.613
G1 Z985.174
Z659.834
G3 X147.84 Z658.593 R1.3
G1 X149.901 Z629.534
X152.73 Z630.948
```

Для обробки шпонкових пазів на отворів імпортуємо деталь в програму Power Mill, далі обов'язковою є налаштування системи координат моделі для кожної зі

стратегій. Наступна операція - це вибір заготівлі деталі (блок, контур, модель, границя, циліндр). Так як основна токарна обробка деталі зроблена в програмі MasterCAM X4, вибрана заготівля з моделі.

Далі необхідно визначити інструменти, якими буде оброблятися шпонкові пази, 2 центрові отвори та 3 отвори. Було використано 4 інструменти: 1 кінцева фреза діаметром 8 мм, 1 фреза округлена діаметром 5 мм і 2 свердла діаметром 10 мм та 20 мм, та 5 траєкторій.

Траєкторія №1 (фрезерування шпонкового пазу фрезою діаметром 8 мм).

Вибрана стратегія «Вибірка по профілю» (обробка 3D моделі), яка займає 1 хв 43 с.

Крок фрези 3мм;

Припуск на доробку 2 мм.

Після установки параметрів перевіримо траєкторію на зіткнення патроном з деталлю й на зарізи фрези (дивись рисунок 2.15)

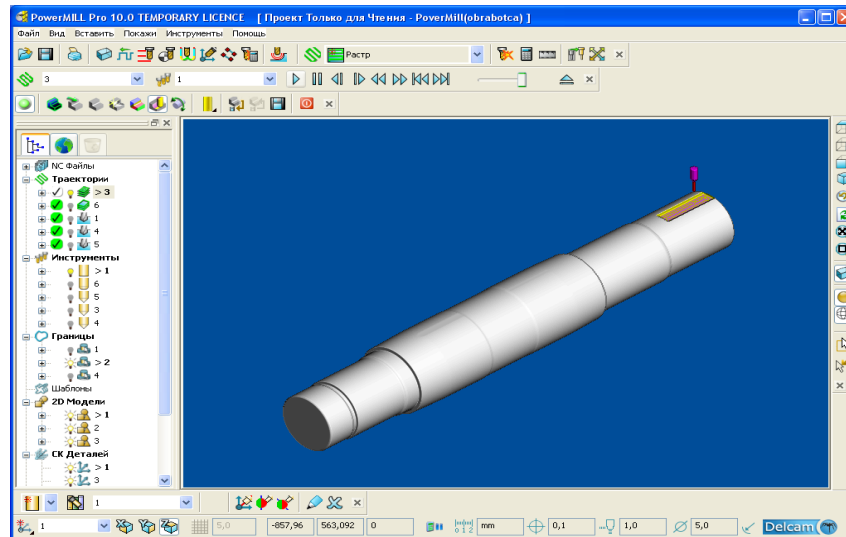


Рисунок 2.15 – Фрезерування шпонкового пазу

Траєкторія №2 (фрезерування шпонкового пазу округленою фрезою діаметром 5 мм).

Вибрана стратегія «Вибірка по профілю» (обробка 3D моделі), яка займає 30 с.

Крок фрези 3мм;

Припуск на доробку 2 мм.

Після установки параметрів перевіримо траєкторію на зіткнення патроном з деталлю й на зарізи фрези (дивись рисунок 2.16).

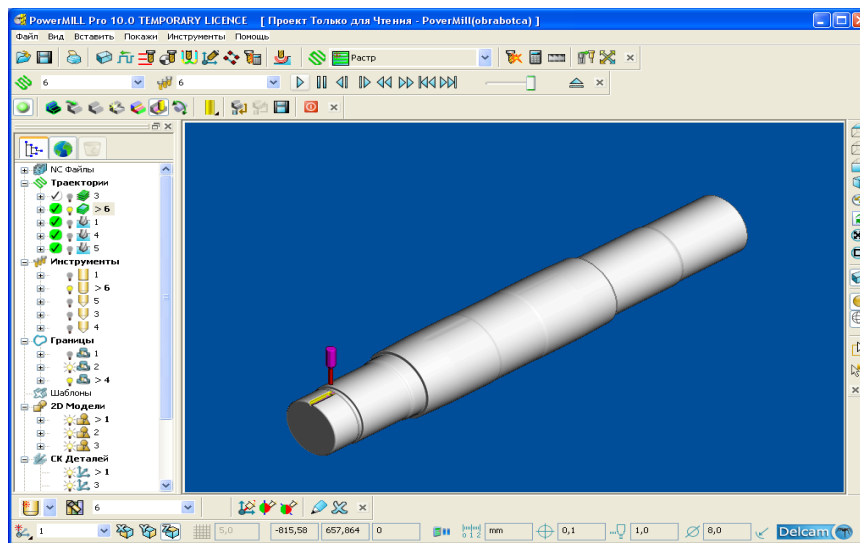


Рисунок 2.16 – Фрезерування шпонкового пазу

По двом траєкторіям була створена керуюча програма для обробки шпонкових пазів. Фрагмент керуючої програми:

```
%
:0001
N10G91G28X0Y0Z0
N20G40G17G80G49
N30G0G90Z84.999
N40T1M6
N50G54G90
N60 ( Имя Траектории: 3)
N70 ( Вывод: )
N80 ( Единицы: ММ)
N90 ( Координаты Инструмента: Конец)
N100 ( Но.Инструмента: 1)
N110 ( ID.Инструмента: 1)
N120 ( Охлаждение: Standard)
N130 ( Общая длина: 55,000)
N140 ( Заготовка: )
N150 ( MIN X: -86,875)
N160 ( MIN Y: -42,806)
N170 ( MIN Z: -74,998)
N180 ( MAX X: 896,299)
N190 ( MAX Y: 107,191)
N200 ( MAX Z: 74,998)
N210 ( COORDINATE SYSTEM: Глобальная СК)
N220 ( Кончик фрезы: )
N230 ( X: -2,486)
N240 ( Y: 947,214)
N250 ( Z: 84,999)
N260 ( Рекомендованная длина: 30,000)
N270 ( Количество кромок: 1)
N280 ( Фреза: Концевая)
N290 ( DIAMETER: 5,000)
N300 ( Безопасность: )
```

N310 (Рабочие ходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
 N320 (Подводы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
 N330 (Переходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
 N340 (Рабочие Патрона: Столкновения НЕ проверялись)
 N350 (Подводы Патрона: Столкновения НЕ проверялись)
 N360 (Переходы Патрона: Столкновения НЕ проверялись)
 N370 (Траектория: Выборка Смещением)
 N380 (STEP OVER: 5,000)
 N390 (ДОПУСК: 0,100)

Далі для свердління трьох отворів створюємо нову систему координат та прив'язуємо до неї деталь.

Траєкторія №3 (свердління трьох отворів свердлом діаметром 20 мм).

Вибрана стратегія «Свердління» (обробка 3D моделі), яка займає 20 с.

Крок фрези 5 мм;

Припуск на доробку 1 мм.

Після установки параметрів перевіримо траєкторію на зіткнення патроном з деталлю й на зарізи фрези (дивись рисунок 2.17).

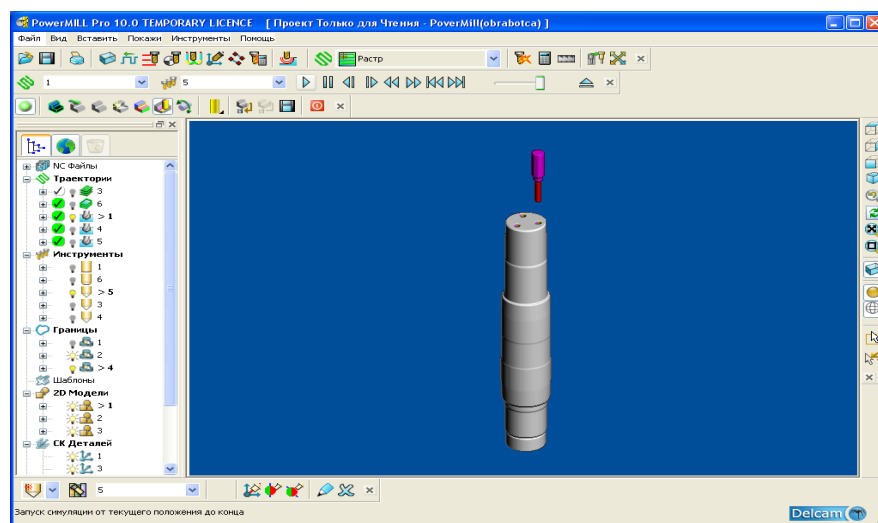


Рисунок 2.17 – Свердління трьох отворів

По даній траєкторії була створена керуюча програма для свердління трьох отворів. Фрагмент керуючої програми:

```

%
:0001
N10G91G28X0Y0Z0
N20G40G17G80G49
N30G0G90Z84.999
N40T1M6
N50G54G90
N60 ( Имя Траектории: 1)
N70 ( Вывод: )
N80 ( Единицы: ММ)
N90 ( Координаты Инструмента: Конец)
  
```

```

N100 ( No.Инструмента: 1)
N110 ( ID.Инструмента: 5)
N120 ( Охлаждение: Standard)
N130 ( Общая длина: 220,000)
N140 ( Заготовка:)
N150 ( MIN X: -86,875)
N160 ( MIN Y: -42,806)
N170 ( MIN Z: -74,998)
N180 ( MAX X: 896,299)
N190 ( MAX Y: 107,191)
N200 ( MAX Z: 74,998)
N210 ( COORDINATE SYSTEM: Глобальная СК)
N220 ( Кончик фрезы:)
N230 ( X: 505,000)
N240 ( Y: -7,807)
N250 ( Z: 84,999)
N260 ( Рекомендованная длина: 120,000)
N270 ( Количество кромок: 1)
N280 ( Фреза: Сверло)
N290 ( DIAMETER: 20,000)
N300 ( TAPER ANGLE: 60,000)
N310 ( Безопасность:)
N320 ( Рабочие ходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N330 ( Подводы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N340 ( Переходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N350 ( Рабочие Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N360 ( Подводы Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N370 ( Переходы Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N380 ( Траектория: Сверление)
N390 ( STEPOVER: 5,000)
N400 ( ДОПУСК:0,100)
N410 ( РАДИАЛЬНЫЙ ПРИПУСК: 0,000)

```

Для свердління центрових отворів створюємо нову систему координат та прив'язуємо до неї деталь.

Траєкторія №4 (свердління центрових отворів центровим свердлом 10 мм).

Вибрана стратегія «Свердління» (обробка 3D моделі), яка займає 2 с.

Крок фрези 5 мм;

Припуск на доробку 1 мм.

Висновок по другому розділу

У другому розділі кваліфікаційної роботи була поставлена задача розробити технологію обробки деталі «Ведучий вал» на верстаті з ЧПК. Для проведення подальшої роботи була проаналізована існуюча деталь та виявлені шляхи її удосконалення.

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

За рахунок автоматизації розрахункових розробок в інтегрованім комплексі COSMOSWorks тривалість проектування скорочується приблизно на 49 %.

Для обробки деталі на верстаті з ЧПК була розроблена керуюча програма за допомогою програми PowerMill, для цього були використані тривимірна модель та заготовка деталі «Ведучий вал». Обрані стратегії для обробки даної деталі є оптимальними.

Існуючий ТП на обробку деталі «Ведучий вал» був недосконалим та потребував змін, після доробки ми отримали новий більш досконалий ТП. Сформований технологічний процес відповідає всім вимогам єдиної системи технологічної документації.

,

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Освітленість робочого місця

Раціональне висвітлення робочого місця є одним з найважливіших факторів, що впливають на ефективність трудової діяльності людини, що попереджають травматизм і професійні захворювання. Правильно організоване висвітлення створює сприятливі умови праці, підвищує працездатність і продуктивність праці. Висвітлення на робочому місці програміста повинне бути таким, щоб працівник міг без напруги зору виконувати свою роботу. Стомлюваність органів зору залежить від ряду причин:

- недостатність освітленості;
- надмірна освітленість;
- неправильний напрямок світла.

Недостатність висвітлення приводить до напруги зору, послабляє увагу, приводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве висвітлення викликає осліплення, роздратування й різь в очах. Неправильний напрямок світла на робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, дезорієнтувати працюючого. Всі ці причини можуть привести до нещасного випадку або профзахворювань, тому настільки важливий правильний розрахунок освітленості.

Розрахунок освітленості робочого місця зводиться до вибору системи висвітлення, визначенню необхідного числа світильників, їхнього типу й розміщення. Процес роботи програміста в таких умовах, коли природне висвітлення недостатньо або відсутній. Виходячи із цього, розрахуємо параметри штучного висвітлення.

Штучне висвітлення виконується за допомогою електричних джерел світла двох видів: ламп накаливання й люмінесцентних ламп. Будемо використовувати люмінесцентні лампи, які в порівнянні з лампами накаливання мають істотні переваги:

- по спектральному составі світла вони близькі до денного, природного висвітлення;
- володіють більше високим КПД (в 1.5-2 рази вище, ніж КПД ламп накаливання);
- мають підвищену світловіддачу (в 3-4 рази вище, ніж у ламп накаливання);
- більше тривалий термін служби.

3.2 Параметри мікроклімату на робочому місці

Параметри мікроклімату можуть мінятися в широких межах, у те час як необхідною умовою життєдіяльності людини є підтримка сталості температури тіла завдяки властивості терморегуляції, тобто здатності організму регулювати віддачу тепла в навколишнє середовище.

Основний принцип нормування мікроклімату - створення оптимальних умов для теплообміну тіла людини з навколишнім середовищем. У санітарних нормах СН-245/71 установлені величини параметрів мікроклімату, що створюють комфортні умови. Ці норми встановлюються залежно від пори року, характеру трудового процесу й характеру виробничого приміщення (значні або незначні тепловиділення). Для робочих приміщень із надлишковим тепловиділенням до 20 ккал/м³ припустимі й оптимальні значення параметрів мікроклімату наведені в таблиці:

Таблиця 3.1 – нормовані параметри мікроклімату на робочому місці

Пора року	Зона	Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний період	Оптимальна	18 - 21	60 - 40	< 0.2
Перехідний період	Припустима	17 - 21	< 75	< 0.3
Теплий період ($t > 10^{\circ}\text{C}$)	Оптимальна	20 - 25	60 - 40	< 0.3
	Припустима	< 28	< 75	< 0.5

У цей час для забезпечення комфортних умов використовуються як організаційні методи, так і технічні засоби. До числа організаційних ставляться раціональна організація проведення робіт залежно від пори року й доби, а також організація правильного чергування праці й відпочинку. У зв'язку із цим рекомендується на території підприємства організовувати зелену зону з ослонами для відпочинку й водоймою (басейни, фонтани). Технічні засоби включають вентиляцію, кондиціювання повітря, опалювальну систему.

3.3 Нормування шуму

Установлено, що шум погіршує умови праці, впливаючи на організм людини. При тривалому впливі шуму на людину відбуваються небажані явища: знижується гострота зору, слуху, підвищується кров'яний тиск, знижується увага. Сильний тривалий шум може стати причиною функціональних змін серцево-судинної й нервової систем.

Характеристикою постійного шуму на робочих місцях є середньоквадратичні рівні тисків в октавних смугах частот зі среднегеометрическими стандартними частотами: 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 і 8000 Гц. У цьому Дст зазначені значення гранично припустимих рівнів шуму на робочих місцях підприємств. Для приміщенні конструкторських бюро, розраховувачів і програмістів рівні шуму не повинні перевищувати відповідно: 71, 61, 54, 49, 45, 42, 40, 38 дБ. Ця сукупність восьми нормативних рівнів звукового тиску називається граничним спектром.

3.4 Методи захисту від шуму

Будівельно-акустичні методи захисту від шуму передбачені будівельними нормами й правилами (Сніп- II-12-77). це:

- звукоізоляція конструкції, що обгороджує, ущільнення по периметрі притворів вікон і дверей;
- звуковбирні конструкції й екрани;

- глушители шуму, звуковбирні облицювання.

На робочому місці програміста джерелами шуму, як правило, є технічні засоби, як те - комп'ютер, принтер, вентиляційне встаткування, а також зовнішній шум. Вони видають досить незначний шум, тому в приміщенні досить використовувати звукопоглинання. Зменшення шуму, що проникає в приміщення ззовні, досягається ущільненням по периметрі притворів вікон і дверей. Під звукопоглинанням розуміють властивість акустично оброблених поверхонь зменшувати інтенсивність відбитих ними хвиль за рахунок перетворення звукової енергії в теплову. Звукопоглинання є досить ефективним заходом щодо зменшення шуму. Найбільш вираженими звуковбирними властивостями володіють волокнисто-пористі матеріали: фібролітові плити, скловолокно, мінеральна вата, поліуретановий поропласт, пористий полівінілхлорид і ін. До звуковбирних матеріалів ставляться лише ті, коефіцієнт звукопоглинання яких не нижче 0.2.

Звуковбирні облицювання із зазначених матеріалів (наприклад, мати із супертонкого скловолокна з оболонкою зі стеклоткани потрібно розмістити на стелі й верхніх частинах стін). Максимальне звукопоглинання буде досягнуто при облицюванні не менш 60% загальної площі поверхонь, що обгороджують, приміщення.

3.5 Ергономічні вимоги до робочого місця

Відстані між бічними поверхнями відеомоніторів - не менш 1.2 м. Можна поставити 2 столи під прямим кутом і сісти особою до утвореному ними куту - коли лікті стоять на столі, руки утомлюються значно менше. Для спеціалізованих робочих місць, обладнаних комп'ютерами, застосовуються кутові столи з увігнутою передньою крайкою, висувним столиком для клавіатури (повинен фіксуватися у висунутому положенні) і полочною надбудовою в межах робочої зони. Монітор при цьому положенні виноситься з робочої зони в далекий кут. При такому встаткуванні місця досягається максимальна площа досяжного без напруги робочого простору.

Максимальна зона досяжності рук - це частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними максимально витягнутими руками при русі їх в плечовому суглобі. [4, 15]

Оптимальна зона - частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними передпліччями при русі в ліктьових суглобах з опорою в точці ліктя і з відносно нерухомим плечем (дивись рисунок 3.2).

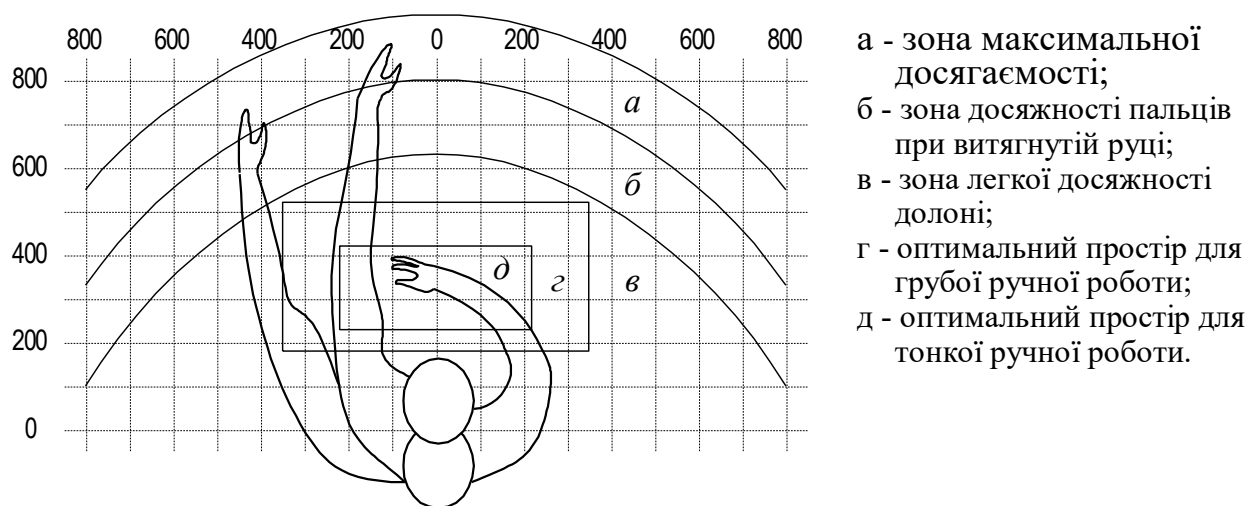


Рисунок 3.2 - Зона досягаємості рук в горизонтальній площині

Оптимальне розміщення предметів праці і документації в зонах досяжності:

- дисплей розміщується в зоні а (в центрі);
- системний блок розміщується в передбаченій ніші столу;
- клавіатура - в зоні г/д;
- «миша» - в зоні в справа;
- Сканер в зоні а/б (зліва);
- принтер знаходиться в зоні а (справа);

Документація: необхідна при роботі - в зоні легкої досяжності долоні – в, а у висувних ящиках столу - література, невживана постійно.

На рисунок 3.3 показаний приклад розміщення основних і периферійних складових ПК на робочому столі конструктора.



Рисунок 3.3 - Розміщення основних і периферійних складових ПК

Розташування клавіатури не повинне приводити до напруги рук. Рівень клавіатури - ледве вище колін, таким чином, щоб передпліччя були паралельні підлозі. Із сучасних моделей клавіатур рекомендується вибрати клавіатуру з розворотом 2х блоків відносно один одного, і з "горбом" (MS Natural Pro і її імітації). Розташування клавіш повинне бути звичним і зручним. Існують інфрачервоні (ИК) ергономічні клавіатури, які можна тримати на колінах, відкинувшись у крісло. Є радіоклавіатура з мишею в комплекті Logitech Cordless Desktop Pro (Ergo, Multimedia, ser&ps). Однак насторожує наявність радіовипромінювання в діапазоні 2 ГГц поблизу тіла користувача. Більш функціональними можуть виявитися клавіатури із трьох роздільних блоків (під кожен руку + цифрової). Для запобігання несприятливих впливів на суглоби кистей рук доцільно застосовувати підставки для рук і клавіатури. Якщо клавіатура вище 1.5 див бажано використовувати підлокітники. Миша повинна відповідати розміру руки. Зараз багато нових мишей оснащені коліщам, і це зручно в роботі. Тримати таку мишу коштує за край більшим пальцем і мізинцем, щоб вказівний лежав на лівій кнопці, середній на коліщаті, а безіменний на правій кнопці. При цьому зап'ясті повинне лежати на столі постійно, а катати миша по столі треба тільки рухами пальців. Коли передпліччя спокійно лежить на столі, рука утомлюється значно менше, і менше ймовірність розвитку тоннельного синдрому. Коли миша втримується більшим пальцем і мізинцем, то

амплітуда руху її більше, і при сучасній чутливості мишей цього цілком вистачає. У спокійному стані вся рука повинна расслаблено лежати на миші, не свешиваясь по краях, але й не скукожившись. Оптичні миші як правило більше зручні за формою й продумані по дизайні, однак точність позиціонування й зручність у складній і відповідальній роботі начебто редагування зображень залишаються за старою й більше розробленою кульковою технологією й портом PS/2. Порт PS/2 допускає частоту опитування миші до 200 Гц, а USB тільки 125. Крім того професіонали згадують про так званому "почуття кульки". Це пов'язане з тим, що вага кульки дорівнює або навіть більше ваги всього іншого мишачого "тіла", і при переміщеннях миші відчувається досить чітко, багатьом користувачам допомагаючи більш точно позиціонувати курсор. Під час руху тертя кульки об валики створює невелику вібрацію, що викликає характерні тактильні (у кінчиках пальців) відчуття. Ці відчуття кількісно точно відбивають величину зсуву, більш тонко, ніж відчуття від зсуву кисті, які усвідомлюються через більше грубе м'язово-суглобне почуття. При цьому в гарних кулькових мишах досягається точність прицілювання, раз у 2 перевищуюча точність другого покоління оптичних мишей. З іншого боку, оптичні миші не мають ефекту проковзування кульки по робочій поверхні, що позитивно з погляду ергономіки миші. Для запобігання цього ефекту потрібно підтримувати внутрішні механічні частини кулькової миші в чистоті.

Документ для читання повинен перебувати на одному рівні з дисплеєм. Необхідно передбачати при проектуванні можливість різного розміщення документів: збоку від відеотермінала, між монітором і клавіатурою, клавіатурою й користувачем і т.п. Крім того, у випадках, коли відеотермінал має низька якість зображення, наприклад помітні мелькання, відстань від очей до екрана роблять більше (близько 700 мм), чим відстань від ока до документа (300-450 мм). Взагалі при високій якості зображення на відеотерміналі відстань від очей користувача до екрана, документа й клавіатури може бути рівним. Для розслаблення м'язів око можливе застосування перфораційних окулярів.

Велике значення також надається правильній робочій позі користувача. При незручній робочій позі можуть з'явитися болю в м'язах, суглобах і сухожиллях. Нога

повинна стояти більшу частину часу на підлозі повною ступнею. Сприятливе використання опори для ніг. Рука повинна й ліктем, і зап'ястям лежати на чому-небудь. У тому випадку, якщо користувач сидить за двома столами, складеними кутом, положення рук при печатці на клавіатурі найбільш гарне. При роботі мишею, рука завжди повинна стосуватися стола й ліктем, і зап'ястям, і передпліччям. Це положення, коли м'яза плечового пояса найменш навантажені, тобто профілактика шийного остеохондрозу. Вимоги до правильної робочої пози користувача відеотермінала наступні (правильна поза багато в чому повторює "ембріональне положення"):

- шия не повинна бути нахилена більш ніж на 20 градусів (між віссю "голова-ший" і віссю тулуба);
- плечі повинні бути розслаблені, лікті - перебувати під кутом 80 - 100 градусів, а передпліччя й кисті рук - у горизонтальному положенні;
- положення тулуба пряме, ненапружене;
- положення голови пряме, вільне, зручне;
- положення рук - зігнуті ледве більше, ніж під прямим кутом;
- положення ніг - зігнуті ледве більше, ніж під прямим кутом;
- правильна відстань для зору, клавіатура й дисплей приблизно на однаковій відстані для точки зору: при постійних роботах - близько 50 див, при випадкових роботах - до 70 див.

Важливий також правильний метод роботи:

- треба передбачати по можливості зміну завдань і навантажень;
- дотримувати перерв у роботі: 5 minut через 1 годину роботи на дисплеї або 10 minut після 2-х годин роботи на дисплеї. У перерві рекомендується робити фізичні вправи з розтяганням м'язів спини й рук;
- періодично давати очам можливість розслабитися, робити гімнастику для очей, масажувати очні яблука й переводити погляд із близько розташованих об'єктів на об'єкти за вікном. Стежити за чистотою поверхні екрана й, якщо є окуляри, за їхньою частотою.

3.6 Алгоритм створення 3d моделі робочого стола

У даному розділі представлені практична частина й прийоми для моделювання робочого столу в програмі AutoDesk 3DStudio MAX7.

У цьому випадку моделювання можна провести багатьма способами тут будуть наведені лише деякі:

1) За допомогою інструмента **Box** на вкладці **Create Geometry Box** (Створити Геометрію Коробки), створюємо прямокутну панель із заданими параметрами, вкладка **Create Geometry Box** наведена на рисунку 3.4.

2) За допомогою кривих ліній й отриманих при їхньому використанні ескізів. Для цього необхідно активізувати вкладку **Create Shapes** (Створити Криві). Скористаємося інструментом **Rectangle** (Прямокутник) який знаходиться в **Create Shapes Rectangle** (Створити Криві Прямокутник).

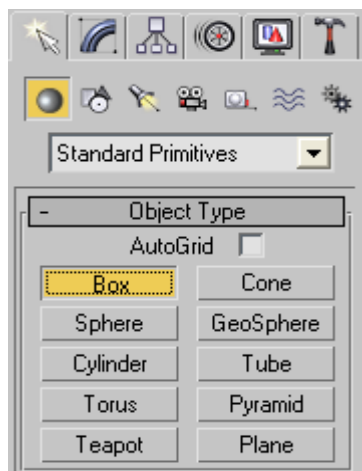


Рисунок 3.4 – Вкладка **Create Geometry Box**

3) Створення ескізу шляхом почергового введення точок з відповідними координатами X и Y до одержання прямокутника даного розміру після чого за допомогою вкладки **Modifi** можемо задавати скруглення в полі **Fillet** (скругление) нашим кутам. Щоб змінити дану панель надалі її можна модифікувати за допомогою інструментів вкладки **Modifiers** (Модифікатори), а саме модифікаторам **Mesh Smooth**.

Після завершення ескізу проведемо процес видавлювання для цього при виділеному ескізі активуємо команду **Extrude** (Видаввити) яка перебуває **Modifiers Mesh Editing Extrude**. У поле глибини видавлювання задаємо необхідний параметр.

4) Для створення ніжок та кріпильних конструкцій у цьому випадку найбільш зручним є операція **Loft**. Для цього нам необхідно як мінімум дві сплайнові форми: **сплайн-путь і сплайн-сечение**.

Тепер створеному об'єкту потрібно задати відповідний матеріал, а саме текстуру дерев'яної поверхні, для цього скористаємося **Material Editor** (Редактором матеріалів) - **BlinnBasin Parameters - Diffuse - Bitmap** - вибираємо потрібну текстуру - Відкрити. Після цього виділяємо об'єкт і застосовуємо текстуру до виділеної кришки стола за допомогою значка.

На рисунку 3.5 наведено вид вікна **Material Editor** й одного матеріалу з необхідними властивостями. Застосуємо матеріал до нашої деталі, для цього виділимо потрібний елемент й активується піктограма **Assign Material to Selection** (Зв'язати Матеріал з виділенням), після її натискання до виділеного об'єкта застосовується даний матеріал. Інші панелі моделюються аналогічно.

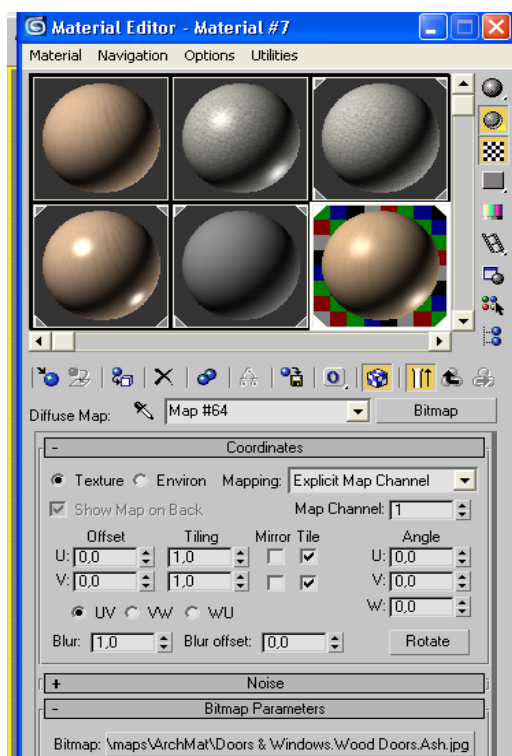


Рисунок 3.5 – Вид вікна **Material Editor**

Підсумковий результат робочого столу зображений на рисунку 3.6.

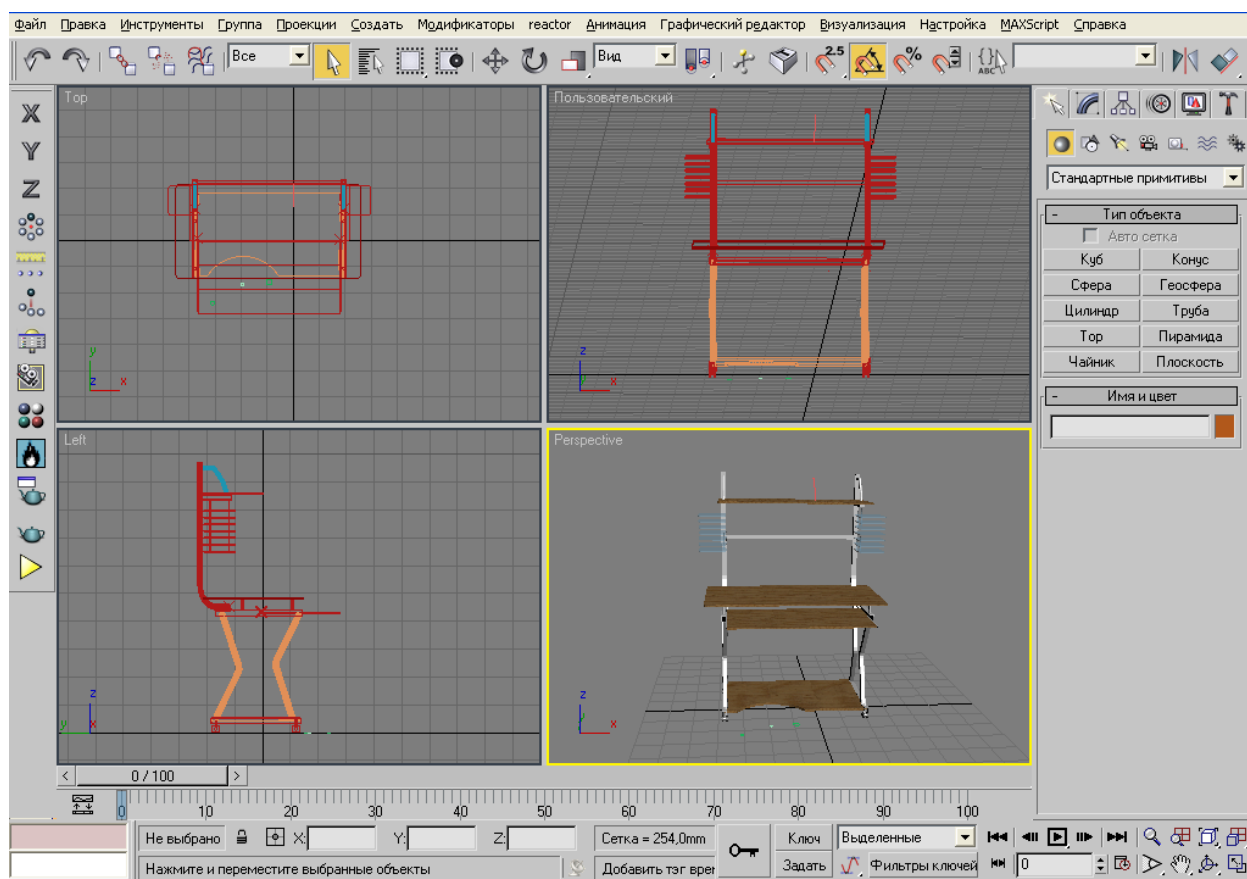


Рисунок 3.6 – Підсумковий результат робочого столу

Висновки по третьому розділу

Людина несе відповідальність за ефективну роботу всієї технічної системи і допущені ним помилки може привести в деяких випадках до дуже тяжких наслідків.

Метою цього розділу було обґрунтування умов праці та розробка кабінету інженера – технолога, який відповідає усім вимогам та стандартам техніки безпеки та з урахування в всіх ергономічних показників та стандартів безпеки життєдіяльності. Приміщення було поділено на робочу зону та зону відпочинку, крім того був створений стіл та стілець, що відповідає всім ергономічним показниками.

Розроблене контрастне кольорове рішення робочого приміщення, яке надає перспективу та композиційність.

При використанні пропонованого проекту збільшиться продуктивність праці та зменшиться фізична стомлюваність працівника, що передбачується нормами та стандартами охорони праці..

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

Розрахунок економічної ефективності

Трудомісткість обробки за існуючою технологією надає підприємство. Відомо, що норма часу при існуючому ТП становить 545,774 хв. Собівартість механічної обробки становить 1596,4 грн.

Пропонуємо порівняти існуючий та пропонований технологічний процес виготовлення деталі та виявити більш економічний при виготовленні однієї деталі.

Розрахуємо норми часу та техніко-економічні показники пропонованої деталі, для того щоб порівняти її технологічні процеси виготовлення.

4.1 Розрахунок норми часу

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

Аналітично норма часу розраховується:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{дод}}, \text{ хв.} \quad (1)$$

де: T_o – сумарне основне (машинне) час на всю операцію;

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

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час.

Сумарний основний час визначається як сума основного машинного часу усіх переходів та операції.

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.

$$T_{\partial on} = \sum_{i=1}^i t_{yct} + \sum_{i=1}^i t_{nep}, \text{ хв.} \quad (2)$$

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

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

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

$$T_{\partial\partial\partial} = \frac{\alpha}{100} \cdot (T_o + T_{\partial on}), \quad (3)$$

де α – відсотковий коефіцієнт на відпочинок та природні потреби і дорівнює 7-8%.

Розрахуємо норми часу для кожної операції:

$$T_{um}^1 = 4,23 + 8,23 + 0,872 = 13,332$$

$$T_{um}^2 = 61,36 + 22,43 + 11,736 = 95,521$$

$$T_{um}^3 = 25,45 + 10,3 + 2,502 = 38,255$$

$$T_{um}^4 = 15 + 2,8 + 2,15 = 19,95$$

Розрахуємо норми часу для нового ТП:

$$T_{um} = T_{um}^1 + T_{um}^2 + T_{um}^3 + T_{um}^4, \quad (4)$$

де $T_{\partial\partial}^1$ - норма часу для фрезерно-центровальної обробки (хв.);

$T_{\partial\partial}^2$ - норма часу для токарної обробки (хв.);

$T_{\partial\partial}^3$ - норма часу для комплексної обробки (хв.);

$T_{\partial\partial}^4$ - норма часу для миючої операції (хв.);

$$T_{um} = 13,332 + 95,521 + 38,255 + 19,95 = 167,058$$

Розрахуємо річну економію норми часу.

$$T_{\sigma\dot{a}}^{\dot{a}} = (\dot{O}_1 - \dot{O}_2) \times \dot{A}_2,$$

де T_1, T_2 – норма часу відповідно до і після впровадження нового ТП.

A_2 – річна програма випуску продукції.

Для нашого випадку: $T_1 = 545,774$ хв., $T_2 = 167,058$ хв., $A_2 = 10$ штук.

$$T_{um}^e = (545,774 - 167,058) \times 10 = 3787 \text{ хв} = 63 \text{ год.}$$

4.2 Техніко-економічні показники

4.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу

$$\eta_i = \frac{\sigma_{\dot{a}}}{\sigma_{\zeta}}, \quad (5)$$

$$\eta_m = \frac{104,556}{137,746} = 0,759$$

де σ_d, σ_z - маса деталі і заготовки відповідно.

Оскільки форма та технологія виготовлення заготовки не змінилася, то коефіцієнт використання матеріалу залишився незмінним.

4.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності

$$\eta = \frac{N_{\dot{a}}}{N_{\dot{a}\dot{a}} \cdot \eta_{\dot{a}\dot{a}\dot{a}}}, \quad (6)$$

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

N_{dv} - потужність електродвигуна верстата, кВт;

η_{ver} - ККД верстата, $\eta_{ver} = 0,8 - 0,9$.

$$\eta = \frac{5,85}{9 \cdot 0,8} = 0,8125$$

У зв'язку з тим, що у дипломному проєкті проводився аналіз трьох моделей верстатів з ЧПК здійснювався вибір оптимального верстату, його коефіцієнт використання по потужності склав 0,8125. Дійсне значення цього коефіцієнту визначається при розрахунку режимів різання.

4.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом

$$\eta_{\div} = \sum \frac{\dot{O}_i}{\dot{O}_{\text{доп.}}}, \quad (7)$$

$$\eta_{\div} = \frac{106,04}{167,058} = 0,63$$

У зв'язку з концентрацією операцій на верстаті з ЧПК, коефіцієнт використання верстата за часом складає 0,63.

4.2.4 Собівартість механічної обробки деталі

$$\tilde{N} = S \cdot \left(1 + \frac{H}{100} \right), \quad (8)$$

де H – відсоток накладних витрат;

$H = 1200 \%$;

S - заробітна плата робітника (грн.)

$$S = S_i \cdot K \cdot \frac{T_{\text{доп.}}}{60} \quad (9)$$

де S_i - годинна тарифна ставка робітника 1 розряду;

$S_i = 9,0$ грн.

K – тарифний коефіцієнт (вибираємо з таблиці 4.1);

$T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час.

Для розрахунку заробітної плати робітника на виготовлення однієї деталі, приймаємо тарифний коефіцієнт 1,5.

$$S = 9 \cdot 1,5 \cdot \frac{167,058}{60} = 37,60$$

$$C = 37,60 \cdot \left(1 + \frac{1200}{100}\right) = 488,8$$

Таблиця 4.1 – 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

Розрахуємо річний економічний ефект:

$$\dot{A}_{\text{еф.}} = (C_1 - C_2) \times \dot{A}_2 \quad (10)$$

де C_1, C_2 – виробнича собівартість відповідно до і після впровадження заходів по зниженню собівартості, (грн.);

$\dot{A}_2$ – річна програма випуску продукції, складає 10 деталей.

$$E_{\text{річ}} = (1596,4 - 488,8) \times 10 = 11076$$

Висновки до четвертого розділу

Підприємство – це самостійний господарюючий суб'єкт, який має право юридичної особи та здійснює виробничу, науково-дослідну і комерційну діяльність з метою одержання відповідного прибутку (доходу).

Виробнича собівартість – економічний показник господарської діяльності підприємства, у якому відображається зростання продуктивності праці, економія ресурсів, технічний процес.

При визначенні оцінки економічної ефективності виготовлення деталі основним критерієм є норма часу та собівартість механічної обробки деталі до та після використання нової технології обробки деталі.

Технічна норма часу на обробку заготовки є однією з основних параметрів для розрахунків вартості виготовленої деталі, числа виробничого встаткування, заробітної плати робітників і планування виробництва.

На основі технічних можливостей технологічного оснащення, різального інструменту, верстатного встаткування й правильної організації робочого місця визначають технічну норму часу.

В результаті розрахунків ми отримали час необхідний для обробки деталі за новою технологією. Він складає 545,774 хв. Річна економія трудомісткості становить 63 год.

Також у даному розділі було проведено розрахунок річної економії від впровадження нового технологічного процесу обробки деталі. Собівартість механічної обробки складає 488,8 грн. В рік ми економимо 11076 грн. Впровадження даних заходів по зниженню собівартості доцільне.

ВИСНОВОК

Проаналізувавши результати дослідження й проектні рішення, зроблений висновок, що найближчим часом на підприємстві необхідне вдосконалення комплексу технічної документації. Цей висновок робимо з того, що для підвищення ефективності виробництва необхідно підвищити в першу чергу ефективність праці проектувальників, що досягається шляхом впровадження засобів обчислювальної техніки в систему проектування. Автоматизоване проектування на підприємстві ТОВ «Продмаш» спрямоване на:

- економію часу, необхідного для проектування об'єкта;
- підвищення якості документації;
- створення електронної бази даних;
- удосконалювання процесу керування;
- полегшення процесу праці;
- зменшення числа помилок проектування;
- підвищення точності розрахунків,
- економічну вигоду.

В кваліфікаційній роботі було проаналізовано існуючу конструкцію моделі в програмному продукті CosmosWork. У цьому пакеті є можливість накласти діючі на вал сили та обчислити коефіцієнт запасу міцності. Найбільше напруження припало на ліву частину валу в районі підшипника. Щоб зменшити дані напруження на деталь 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.

Завдяки розробленому проекту вдалося значно понизити витрати виробництва і скоротити цикл розробки продукту. Така економія стала можливою завдяки застосуванню верстатів зі ЧПУ замість універсального встаткування, що має істотні особливості й створює певні переваги, зокрема наступні:

- скорочення строків підготовки виробництва на 60 %;
- скорочення загальної тривалості циклу виготовлення продукції на 50 %;
- економію засобів на проектування й виготовлення технологічного оснащення на 40 %;
- підвищення продуктивності праці за рахунок скорочення допоміжного й основного часу обробки на верстаті 50%.

Проект є економічно ефективним. Річна економія трудомісткості становить 63 год. В рік ми економимо 10991,9 грн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антонова Г.В. Інженерна механіка: практикум / Г.В. Антонова, О.Є. Мацулевич, О.Ю. Михайленко, І.В. Пихтєєва, О.В. Івженко, Ю.В. Холодняк, В.М. Щербина, Ю.О. Дмитрієв. Мелітополь: Люкс, 2021. 147 с.
2. Антонова Г.В. Випробування елементів деталей машин: навчально – методичний посібник для виконання лабораторних робіт (Частина 2) для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 263 «Цивільна безпека» / Г.В. Антонова, О.Є. Мацулевич, О.В. Івженко, І.В. Пихтєєва, В.М. Щербина, А.П. Чаплінський, С.В. Галько. Мелітополь: Люкс, 2020. 109 с.
3. Бедрій Я.І. – Безпека життєдіяльності. К.: Кондор, 2004. –250с.
4. ДСанПІН 3.3.2.007-98 (10.12.98)
5. Про затвердження Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин (17.06.99)
6. Мацулевич О.Є. Проектування керуючих програм для верстатів токарної групи з пристроєм числового програмного керування: навчальний посібник / Дмитрієв Ю.О., Щербина В.М., Холодняк Ю.В. Мелітополь, Люкс, 2018. 132 с. (опубліковано та передано до репозитарію у жовтні 2020 р.)
7. Павлищев, В. Т. Основи конструювання та розрахунків деталей машин [Текст]: підручник / В. Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. - 556 с.
8. Ніколайчук В.М., Стрілець В.М. – Теорія механізмів і машин та деталі машин. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 277 с.
9. Чумак М.Г. – Матеріали та технології машинобудування: Підручник. – К.: Либідь, 2000. – 368 с.
10. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин (ДСан ПІН 3.3.2.007-98). – К., 1998.

- 11.Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин (ДНАОП 0.00-1.31-99). – К., 1999.
- 12.Москівець В.Р. Розробка керуючої програми обробки деталі типу «Вал» із застосуванням програмних продуктів MASTERCAM X4 та POWER MILL
Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05-29 лютого 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – С. 136-138.
- 13.Пахаренко В. Л., Марчук М.М Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів (металургія, ливарне виробництво): Навчальний посібник.-Рівне: НУВГП, 2009,-179с.:іл
- 14.Москівець В.Р. Визначення механічних властивостей валу з застосуванням «COSMOSWORKS» Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05-29 лютого 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – С. 78-79.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Керуюча програма для свердління отворів

%
:0001
N10G91G28X0Y0Z0
N20G40G17G80G49
N30G0G90Z84.999
N40T1M6
N50G54G90
N60(Имя Траектории: 1)
N70(Вывод:)
N80(Единицы: ММ)
N90(Координаты Инструмента: Конец)
N100(Но.Инструмента: 1)
N110(ID.Инструмента: 5)
N120(Охлаждение: Standard)
N130(Общая длина: 220,000)
N140(Заготовка:)
N150(MIN X: -86,875)
N160(MIN Y: -42,806)
N170(MIN Z: -74,998)
N180(MAX X: 896,299)
N190(MAX Y: 107,191)
N200(MAX Z: 74,998)
N210(COORDINATE SYSTEM: Глобальная СК)
N220(Кончик фрезы:)
N230(X: 505,000)
N240(Y: -7,807)
N250(Z: 84,999)
N260(Рекомендованная длина: 120,000)
N270(Количество кромок: 1)
N280(Фреза: Сверло)
N290(DIAMETER: 20,000)
N300(TAPER ANGLE: 60,000)
N310(Безопасность:)
N320(Рабочие ходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N330(Подводы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N340(Переходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N350(Рабочие Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N360(Подводы Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N370(Переходы Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N380(Траектория: Сверление)
N390(STEPOVER: 5,000)
N400(ДОПУСК:0,100)
N410(РАДИАЛЬНЫЙ ПРИПУСК: 0,000)
N420(ОСЕВОЙ ПРИПУСК: 0,000)
N430(Статистика:)
N440(LENGTH: 727,504)
N450(TIME: 0/00/20)
N460(LIFTS: 3)
N470X472.524Y10.943S1500M3
N480M8

N490G81G99Z-51.701R-1.701F1000
N500X505.Y-45.307
N510X537.476Y10.943
N520G80
N530M9
N540G91G28Z0
N550G49H0
N560G28X0Y0
N570M30

ДОДАТОК Б
Керуюча програма для токарної обробки деталі

%
O0000
(PROGRAM NAME - ПРОГРАММА1)
(DATE=DD-MM-YY - 17-06-10 TIME=HH:MM - 11:11)
(MATERIAL - ALUMINUM MM - 2024)
G21
(TOOL - 1 OFFSET - 1)
(OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08)
G0 T0101
G18
G97 S350 M03
G0 G54 X250. Z987.174
G50 S3600
G96 S275
X149.501
G99 G1 Z985.174 F.25
Z635.174
X152.842 Z588.071
X152.941 Z490.567
Z377.254
X153.227 Z376.868
G18 G3 X153.39 Z376.416 R1.3
G1 Z278.916
X156.218 Z280.33
G0 Z987.174
X145.613
G1 Z985.174
Z659.834
G3 X147.84 Z658.593 R1.3
G1 X149.901 Z629.534
X152.73 Z630.948
G0 Z987.174
X141.725
G1 Z985.174
Z659.848
X145.242
G3 X146.013 Z659.789 R1.3
G1 X148.841 Z661.203
G0 Z987.174
X137.837
G1 Z985.174
Z659.848
X142.125
X144.953 Z661.262
G0 Z987.174
X133.948
G1 Z985.174
Z660.312
X134.253 Z660.172
X134.921 Z659.983

X135.72 Z659.864
X135.979 Z659.848
X138.237
X141.065 Z661.262
G0 Z987.174
X130.06
G1 Z985.174
Z823.21
G3 X130.12 Z823.134 R1.3
G1 X130.477 Z822.632
X132.753 Z818.384
G3 X132.842 Z818.048 R1.3
G1 Z661.618
X132.959 Z661.136
X133.24 Z660.762
X133.681 Z660.435
X134.253 Z660.172
X134.348 Z660.145
X137.177 Z661.559
G0 Z987.174
X126.172
G1 Z985.174
Z864.599
G3 X127.838 Z863.386 R1.3
G1 X127.842 Z825.055
Z824.706
X128.836 Z824.193
G3 X129.2 Z823.954 R1.3
G1 X129.905 Z823.363
G3 X130.12 Z823.134 R1.3
G1 X130.46 Z822.656
X133.288 Z824.07
G0 Z987.174
X122.284
G1 Z985.174
Z979.677
X122.82 Z979.426
G3 X123.642 Z978.477 R1.3
G1 X123.654 Z864.686
X125.238
G3 X126.572 Z864.502 R1.3
G1 X129.4 Z865.916
G0 Z987.174
X118.395
G1 Z985.174
Z981.5
X122.684 Z979.49
X125.512 Z980.904
G0 Z986.69
X111.589
G1 Z984.69
X118.795 Z981.312
X121.624 Z982.726

G0 X250.
G28 U0. V0. W0. M05
T0100
M01
(TOOL - 21 OFFSET - 21)
(OD FINISH RIGHT - 35 DEG. INSERT - VNMG 16 04 08)
G0 T2121
G18
G97 S700 M03
G0 G54 X250. Z984.957
G50 S3600
G96 S550
X113.823
G1 Z982.957 F.5
X122.073 Z979.09
G18 G3 X122.642 Z978.434 R.9
G1 X122.654 Z864.186
X125.038
G3 X126.838 Z863.286 R.9
G1 X126.842 Z825.055
Z824.471
X126.912 Z824.447
G3 X127.147 Z824.346 R.8
G1 X128.117 Z823.845
G3 X128.341 Z823.698 R.8
G1 X129.045 Z823.107
G3 X129.178 Z822.966 R.8
G1 X129.521 Z822.483
X131.787 Z818.255
G3 X131.842 Z818.048 R.8
G1 Z661.588
X131.98 Z661.016
X132.345 Z660.531
X132.918 Z660.107
X133.66 Z659.765
X134.527 Z659.52
X135.514 Z659.373
X135.917 Z659.348
X145.049
G3 X146.848 Z658.48 R.9
G1 X151.842 Z588.062
X151.941 Z490.567
Z377.164
X152.29 Z376.694
G3 X152.39 Z376.416 R.8
G1 Z279.716
X155.218 Z281.13
G0 X250.
G28 U0. V0. W0. M05
T2100
M01
M00

(Flip Stock)
M00

(Re-position -
Left Spindle)

M11

Z60.

M10

(TOOL - 1 OFFSET - 1)

(OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08)

G0 T0101

G18

G97 S544 M03

G0 G54 X160.99 Z987.174

G50 S3600

G96 S275

X149.669

G1 Z985.174 F.25

Z755.136

X153.388 Z702.704

X156.216 Z704.118

G0 Z987.174

X145.951

G1 Z985.174

Z774.455

G18 G3 X148.388 Z773.203 R1.3

G1 X150.069 Z749.496

X152.898 Z750.91

G0 Z987.174

X142.232

G1 Z985.174

Z774.463

X145.798 Z774.457

G3 X146.351 Z774.427 R1.3

G1 X149.179 Z775.841

G0 Z987.174

X138.514

G1 Z985.174

Z774.469

X142.632 Z774.463

X145.461 Z775.877

G0 Z987.174

X134.795

G1 Z985.174

Z774.807

X134.806 Z774.802

X135.476 Z774.613

X136.238 Z774.501

X136.875 Z774.472

X138.914 Z774.469

X141.742 Z775.883

G0 Z987.174

X131.076

G1 Z985.174
 Z803.548
 G3 X131.693 Z802.994 R1.3
 G1 X133.301 Z799.994
 G3 X133.39 Z799.658 R1.3
 G1 Z776.251
 X133.507 Z775.767
 X133.789 Z775.392
 X134.232 Z775.065
 X134.806 Z774.802
 X135.195 Z774.692
 X138.023 Z776.107
 G0 Z987.174
 X127.358
 G1 Z985.174
 Z918.694
 G3 X128.39 Z917.658 R1.3
 G1 X128.399 Z806.466
 X128.523 Z805.74
 X128.871 Z805.104
 X129.438 Z804.515
 X130.215 Z803.98
 X131.021 Z803.576
 G3 X131.476 Z803.269 R1.3
 G1 X134.305 Z804.683
 G0 Z987.174
 X123.639
 G1 Z985.174
 Z918.957
 X125.79
 G3 X127.758 Z918.507 R1.3
 G1 X130.586 Z919.921
 G0 Z987.174
 X119.92
 G1 Z985.174
 Z981.453
 X121.679 Z980.58
 G3 X122.448 Z979.658 R1.3
 G1 Z927.657
 Z918.957
 X124.039
 X126.868 Z920.372
 G0 Z986.705
 X113.362
 G1 Z984.705
 X120.32 Z981.254
 X123.149 Z982.668
 G0 X250.
 G28 U0. V0. W0. M05
 T0100
 M01
 (TOOL - 21 OFFSET - 21)
 (OD FINISH RIGHT - 35 DEG. INSERT - VNMG 16 04 08)

G0 T2121
 G18
 G97 S700 M03
 G0 G54 X250. Z984.942
 G50 S3600
 G96 S550
 X115.498
 G1 Z982.942 F.5
 X120.916 Z980.255
 G18 G3 X121.448 Z979.616 R.9
 G1 Z927.699
 Z918.457
 X125.59
 G3 X127.39 Z917.558 R.9
 G1 X127.399 Z806.445
 X127.534 Z805.652
 X127.931 Z804.928
 X128.576 Z804.258
 X129.452 Z803.654
 X130.314 Z803.223
 G3 X130.727 Z802.865 R.8
 G1 X132.335 Z799.865
 G3 X132.39 Z799.658 R.8
 G1 Z776.22
 X132.529 Z775.647
 X132.895 Z775.161
 X133.47 Z774.736
 X134.215 Z774.395
 X135.084 Z774.15
 X136.049 Z774.007
 X136.828 Z773.972
 X145.602 Z773.958
 G3 X147.395 Z773.09 R.9
 G1 X152.389 Z702.686
 X155.217 Z704.1
 G28 U0. V0. W0. M05
 T2100
 M01
 (TOOL - 41 OFFSET - 41)
 (OD GROOVE CENTER - NARROW INSERT - N151.2-185-20-5G)
 G0 T4141
 G18
 G97 S385 M03
 G0 G54 X250. Z922.576
 G50 S3600
 G96 S302
 X125.448
 G1 X114.79 F.1
 G0 X125.448
 Z920.617
 G1 X114.79
 X115.573 Z921.009
 G0 X125.448

Z924.535
G1 X117.72
X118.503 Z924.143
G0 X125.448
X125.869
Z918.657
G1 X115.445
X116.229 Z919.049
G0 X125.465
X131.39
Z918.457
G1 X127.39
X115.281
X115.781 Z918.707
G0 X127.89
Z928.045
X124.229
G1 X121.389 Z926.636
X114.647 Z923.293
X114.406 Z923.072
X114.39 Z922.995
Z918.899
X115.281 Z918.457
X115.781 Z918.707
G0 X130.23
X250.
G28 U0. V0. W0. M05
T4100
M30
%

ДОДАТОК В

Керуюча програма для фрезування шпонкових пазів

%
:0001
N10G91G28X0Y0Z0
N20G40G17G80G49
N30G0G90Z84.999
N40T1M6
N50G54G90
N60(Имя Траектории: 3)
N70(Вывод:)
N80(Единицы: ММ)
N90(Координаты Инструмента: Конец)
N100(Но.Инструмента: 1)
N110(ID.Инструмента: 1)
N120(Охлаждение: Standard)
N130(Общая длина: 55,000)
N140(Заготовка:)
N150(MIN X: -86,875)
N160(MIN Y: -42,806)
N170(MIN Z: -74,998)
N180(MAX X: 896,299)
N190(MAX Y: 107,191)
N200(MAX Z: 74,998)
N210(COORDINATE SYSTEM: Глобальная СК)
N220(Кончик фрезы:)
N230(X: -2,486)
N240(Y: 947,214)
N250(Z: 84,999)
N260(Рекомендованная длина: 30,000)
N270(Количество кромок: 1)
N280(Фреза: Концевая)
N290(DIAMETER: 5,000)
N300(Безопасность:)
N310(Рабочие ходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N320(Подводы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N330(Переходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N340(Рабочие Патрона: Столкновения НЕ проверялись)
N350(Подводы Патрона: Столкновения НЕ проверялись)
N360(Переходы Патрона: Столкновения НЕ проверялись)
N370(Траектория: Выборка Смещением)
N380(STEPOVER: 5,000)
N390(ДОПУСК:0,100)
N400(ПРИПУСК:1,000)
N410(Статистика:)
N420(LENGTH: 1729,149)
N430(TIME: 0/01/43)
N440(LIFTS: 2)
N450G43X-2.486Y947.214Z79.999S1500H1M3
N460G1Z58.692M8F500
N470X-2.487Y922.999F1000
N480X-2.49Y917.68

N490X-2.482Y915.911
N500Y915.876
N510X-2.49Y898.089
N520X-2.482Y896.319
N530Y896.284
N540X-2.488Y881.291
N550G2G17X-3.773Y879.366I-2.086J.001
N560G3X-4.222Y877.097I.535J-1.286
N570X-1.952Y877.544I.985J.984
N580G2X-.026Y878.827I1.925J-.803
N590G1X-.001
N600G2X1.936Y877.54I-.001J-2.103
N610G3X4.219Y877.093I1.292J.544
N620X3.773Y879.375I-.991J.992
N630G2X2.488Y881.314I.818J1.938
N640G1X2.49Y885.578
N650X2.481Y887.345
N660Y887.38
N670X2.49Y911.404
N680X2.481Y913.172
N690Y913.207
N700X2.49Y932.777
N710X2.481Y934.542
N720X2.48Y934.575
N730Y936.375
N740Y936.41
N750X2.49Y938.17
N760X2.489Y958.602
N770X2.48Y960.36
N780Y960.397
N790Y960.434
N800X2.49Y963.981
N810X2.487Y968.968
N820G2X3.77Y970.893I2.084J.001
N830G3X4.218Y973.162I-.535J1.285
N840X1.949Y972.713I-.984J-.984
N850G2X.025Y971.429I-1.924J.801
N860G1X0
N870G2X-1.937Y972.715I0J2.102
N880G3X-4.218Y973.162I-1.291J-.544
N890X-3.772Y970.88I.991J-.991
N900G2X-2.486Y968.943I-.816J-1.937
N910G1Y947.214
N920G3X2.365Y947.214I2.426J0
N930X-7.436Y947.214I-4.9J0
N940G1X-7.437Y923.002
N950X-7.44Y917.671
N960X-7.432Y915.896
N970Y915.878
N980X-7.44Y898.079
N990X-7.432Y896.304
N1000Y896.286
N1010X-7.44Y877.596

N1020X-7.434Y876.376
N1030G2X-8.718Y874.431I-2.102J-.009
N1040G3X-9.165Y872.143I.547J-1.294
N1050X-6.878Y872.594I.992J.993
N1060G2X-4.933Y873.876I1.928J-.808
N1070G1X-4.452Y873.872
N1080X-3.602Y873.879
N1090X-3.581
N1100X-3.56
N1110X4.935Y873.875
N1120G2X6.878Y872.586I-.001J-2.111
N1130G3X9.166Y872.139I1.295J.548
N1140X8.722Y874.428I-.994J.995
N1150G2X7.436Y876.372I.826J1.944
N1160G1X7.44Y885.59
N1170X7.431Y887.364
N1180Y887.384
N1190X7.44Y911.416
N1200X7.431Y913.19
N1210Y913.211
N1220X7.44Y932.789
N1230X7.431Y934.562
N1240X7.43Y934.581
N1250Y936.369
N1260Y936.39
N1270X7.44Y938.157
N1280X7.439Y958.615
N1290X7.43Y960.384
N1300Y960.402
N1310Y960.421
N1320X7.44Y963.976
N1330X7.435Y973.88
N1340G2X8.721Y975.824I2.111J.001
N1350G3X9.166Y978.113I-.549J1.294
N1360X6.878Y977.667I-.994J-.994
N1370G2X4.934Y976.38I-1.944J.824
N1380G1X-4.936Y976.379
N1390G2X-6.88Y977.666I0J2.111
N1400G3X-9.168Y978.111I-1.294J-.549
N1410X-8.723Y975.823I.994J-.994
N1420G2X-7.436Y973.879I-.824J-1.944
N1430G1Y947.214
N1440G3X-2.585Y947.214I2.425J0
N1450X-12.386Y947.214I-4.9J0
N1460G1X-12.387Y923.005
N1470X-12.39Y917.661
N1480X-12.382Y915.88
N1490X-12.39Y898.069
N1500X-12.382Y896.288
N1510X-12.39Y877.586
N1520X-12.382Y875.805
N1530X-12.385Y869.576
N1540X-11.574Y868.927

N1550X-9.796Y868.922
N1560X-8.015Y868.926
N1570X-5.343Y868.929
N1580X-4.453Y868.922
N1590X-3.562Y868.929
N1600X5.343Y868.924
N1610X8.015Y868.922
N1620X9.796Y868.928
N1630X11.574Y868.923
N1640X12.383Y869.576
N1650X12.39Y885.601
N1660X12.381Y887.382
N1670X12.39Y911.427
N1680X12.381Y913.208
N1690X12.39Y932.801
N1700X12.38Y934.582
N1710Y936.363
N1720X12.39Y938.144
N1730X12.389Y958.627
N1740X12.38Y960.408
N1750X12.39Y963.97
N1760X12.382Y980.885
N1770X11.575Y981.33
N1780X-11.575Y981.329
N1790X-12.386Y980.885
N1800Y947.214
N1810G3X-2.486Y947.214I4.95J0
N1820G0Z84.999
N1830Z79.999
N1840G1Z54.567F500
N1850X-2.487Y922.999F1000
N1860X-2.49Y917.68
N1870X-2.482Y915.911
N1880Y915.876
N1890X-2.49Y898.089
N1900X-2.482Y896.319
N1910Y896.284
N1920X-2.488Y881.291
N1930G2X-3.773Y879.366I-2.086J.001
N1940G3X-4.222Y877.097I.535J-1.286
N1950X-1.952Y877.544I.985J.984
N1960G2X-.026Y878.827I1.925J-.803
N1970G1X-.001
N1980G2X1.936Y877.54I-.001J-2.103
N1990G3X4.219Y877.093I1.292J.544
N2000X3.773Y879.375I-.991J.992
N2010G2X2.488Y881.314I.818J1.938
N2020G1X2.49Y885.578
N2030X2.481Y887.345
N2040Y887.38
N2050X2.49Y911.404
N2060X2.481Y913.172
N2070Y913.207

N2080X2.49Y932.777
N2090X2.481Y934.542
N2100X2.48Y934.575
N2110Y936.375
N2120Y936.41
N2130X2.49Y938.17
N2140X2.489Y958.602
N2150X2.48Y960.36
N2160Y960.397
N2170Y960.434
N2180X2.49Y963.981
N2190X2.487Y968.968
N2200G2X3.77Y970.893I2.084J.001
N2210G3X4.218Y973.162I-.535J1.285
N2220X1.949Y972.713I-.984J-.984
N2230G2X.025Y971.429I-1.924J.801
N2240G1X0
N2250G2X-1.937Y972.715I0J2.102
N2260G3X-4.218Y973.162I-1.291J-.544
N2270X-3.772Y970.88I.991J-.991
N2280G2X-2.486Y968.943I-.816J-1.937
N2290G1Y947.214
N2300G3X2.365Y947.214I2.426J0
N2310X-7.436Y947.214I-4.9J0
N2320G1X-7.437Y923.002
N2330X-7.44Y917.671
N2340X-7.432Y915.896
N2350Y915.878
N2360X-7.44Y898.079
N2370X-7.432Y896.304
N2380Y896.286
N2390X-7.44Y877.596
N2400X-7.434Y876.376
N2410G2X-8.718Y874.431I-2.102J-.009
N2420G3X-9.165Y872.143I.547J-1.294
N2430X-6.878Y872.594I.992J.993
N2440G2X-4.933Y873.876I1.928J-.808
N2450G1X-4.452Y873.872
N2460X-3.602Y873.879
N2470X-3.581
N2480X-3.56
N2490X4.935Y873.875
N2500G2X6.878Y872.586I-.001J-2.111
N2510G3X9.166Y872.139I1.295J.548
N2520X8.722Y874.428I-.994J.995
N2530G2X7.436Y876.372I.826J1.944
N2540G1X7.44Y885.59
N2550X7.431Y887.364
N2560Y887.384
N2570X7.44Y911.416
N2580X7.431Y913.19
N2590Y913.211
N2600X7.44Y932.789

N2610X7.431Y934.562
N2620X7.43Y934.581
N2630Y936.369
N2640Y936.39
N2650X7.44Y938.157
N2660X7.439Y958.615
N2670X7.43Y960.384
N2680Y960.402
N2690Y960.421
N2700X7.44Y963.976
N2710X7.435Y973.88
N2720G2X8.721Y975.824I2.111J.001
N2730G3X9.166Y978.113I-.549J1.294
N2740X6.878Y977.667I-.994J-.994
N2750G2X4.934Y976.38I-1.944J.824
N2760G1X-4.936Y976.379
N2770G2X-6.88Y977.666I0J2.111
N2780G3X-9.168Y978.111I-1.294J-.549
N2790X-8.723Y975.823I.994J-.994
N2800G2X-7.436Y973.879I-.824J-1.944
N2810G1Y947.214
N2820G3X-2.585Y947.214I2.425J0
N2830X-12.386Y947.214I-4.9J0
N2840G1X-12.387Y923.005
N2850X-12.39Y917.661
N2860X-12.382Y915.88
N2870X-12.39Y898.069
N2880X-12.382Y896.288
N2890X-12.39Y877.586
N2900X-12.382Y875.805
N2910X-12.385Y869.576
N2920X-11.574Y868.927
N2930X-9.796Y868.922
N2940X-8.015Y868.926
N2950X-5.343Y868.929
N2960X-4.453Y868.922
N2970X-3.562Y868.929
N2980X5.343Y868.924
N2990X8.015Y868.922
N3000X9.796Y868.928
N3010X11.574Y868.923
N3020X12.383Y869.576
N3030X12.39Y885.601
N3040X12.381Y887.382
N3050X12.39Y911.427
N3060X12.381Y913.208
N3070X12.39Y932.801
N3080X12.38Y934.582
N3090Y936.363
N3100X12.39Y938.144
N3110X12.389Y958.627
N3120X12.38Y960.408
N3130X12.39Y963.97

N3140X12.382Y980.885
N3150X11.575Y981.33
N3160X-11.575Y981.329
N3170X-12.386Y980.885
N3180Y947.214
N3190G3X-2.486Y947.214I4.95J0
N3200G0Z84.999
N3210X0Y492.712
N3220G91G28Z0
N3230G49H0
N3240G28X0Y0
N3250T2M6
N3260G54G90
N3270(Имя Траектории: 6)
N3280(Вывод:)
N3290(Единицы: ММ)
N3300(Координаты Инструмента: Конец)
N3310(Но.Инструмента: 2)
N3320(ID.Инструмента: 6)
N3330(Охлаждение: Standard)
N3340(Общая длина: 85,000)
N3350(Заготовка:)
N3360(MIN X: -86,875)
N3370(MIN Y: -42,806)
N3380(MIN Z: -74,998)
N3390(MAX X: 896,299)
N3400(MAX Y: 107,191)
N3410(MAX Z: 74,998)
N3420(COORDINATE SYSTEM: Глобальная СК)
N3430(Кончик фрезы:)
N3440(X: 0,000)
N3450(Y: 492,712)
N3460(Z: 84,999)
N3470(Рекомендованная длина: 45,000)
N3480(Количество кромок: 1)
N3490(Фреза: Скругленная)
N3500(DIAMETER: 8,000)
N3510(TIP RADIUS: 0,000)
N3520(Безопасность:)
N3530(Рабочие ходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N3540(Подводы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N3550(Переходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов)
N3560(Рабочие Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N3570(Подводы Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N3580(Переходы Патрона: Безопасная БЕЗ столкновений)
N3590(Траектория: Выборка По Профилю)
N3600(STEPOVER: 5,000)
N3610(ДОПУСК:0,100)
N3620(ПРИПУСК:1,000)
N3630(Статистика:)
N3640(LENGTH: 852,396)
N3650(TIME: 0/00/30)
N3660(LIFTS: 2)

N3670X-2.385Y6.762S1500M3
N3680G43Z79.999H2M8
N3690G1Z58.394F500
N3700X-1.792Y5.601F1000
N3710X1.792
N3720X2.39Y6.762
N3730Y43.928
N3740X2.386Y45.127
N3750X2.388Y48.724
N3760X2.386Y49.923
N3770X2.389Y52.321
N3780X2.388Y53.52
N3790X2.387Y57.117
N3800X2.383Y58.316
N3810X2.398Y59.515
N3820Y59.516
N3830X2.547Y60.704
N3840X1.798Y60.73
N3850X-1.798
N3860X-2.547Y60.704
N3870X-2.396Y59.516
N3880Y59.515
N3890X-2.382Y57.117
N3900X-2.388Y53.52
N3910X-2.39Y52.321
N3920X-2.389Y49.923
N3930X-2.388Y48.724
N3940Y45.127
N3950X-2.385Y43.928
N3960Y6.762
N3970G0Z84.999
N3980X2.387Y47.153
N3990Z79.999
N4000G1Z54.194F500
N4010X-2.388Y47.16F1000
N4020Y45.127
N4030X-2.385Y43.928
N4040Y6.762
N4050X-1.792Y5.601
N4060X1.792
N4070X2.39Y6.762
N4080Y43.928
N4090X2.386Y45.127
N4100X2.387Y47.153
N4110G0Z84.999
N4120M9
N4130G91G28Z0
N4140G49H0
N4150G28X0Y0
N4160