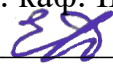


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.О. зав. каф. ІМКП

доц.  Олена ДЕРЕЗА

« 12 » червня 2026 р.

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

на тему: «Технологічне оснащення для виготовлення деталі «Кришка картера» на основі CAD/CAM/CAE – модулів системи Unigraphics»

17 ПМД.10310579.06.26/000000 ПЗ

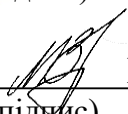
Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу, групи 41 ПМ

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

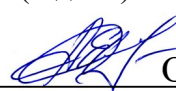
(шифр і назва спеціальності та ОПП)


Ілля КАМЕНСЬКИЙ
(підпис)

Керівник доц.  Олександр ВЕРШКОВ
(підпис)

Консультант доц.  Михайло ЗОРЯ
(підпис)

Консультант доц.  Лариса БОЛТЯНСЬКА
(підпис)

Нормоконтроль доц.  Олександр МАЦУЛЕВИЧ
(підпис)

Рецензент  Леонід ЦВІРКУН
(підпис)

Запоріжжя – 2026 рік

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТРОНОГО**

Факультет: МТ

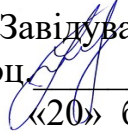
Кафедра:

ІМКП Спеціальність: 131 «Прикладна механіка»

ОПП «Компютерне проектування і дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ІМКП

к.т.н, доц.  Олександр ВЕРШКОВ

«20» березня 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**

Каменському Іллі Вікторовичу

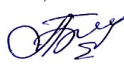
(прізвище, ім'я, по батькові)

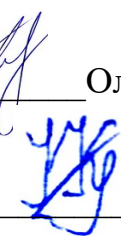
Тема проекту: «Технологічне оснащення для виготовлення деталі «Кришка картера» на основі CAD/CAM/CAE – модулів системи Unigraphics» затверджена наказом по університету від 14.10.2025 за № 548-С.

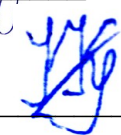
1. Термін здачі студентом закінченого проекту: 12 червня 2026р.
2. Вихідні дані до проекту: технічне завдання на розробку технологічного оснащення для виготовлення корпусних деталей CAD/CAM/CAE –системі Unigraphics.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): провести аналіз стану технологічного оснащення на підприємстві, розробити програмний модуль спеціалізованої САПР, розробити постпроцесор для верстату з ЧПУ, перевірити деталь на міцність, створити керуючу програму для обробки ливарної форми деталі, провести розрахунок штучного освітлення та кондиціювання повітря, визначити економічні показники ефективності впровадження удосконаленого технологічного процесу.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 - 4.1 3D модель та робоче креслення деталі «Кришка картера»
 - 4.2 Дослідження напружених станів та можливих деформацій деталі
 - 4.3 Робота програмного модуля спеціалізованої САПР
 - 4.4 Етапи створення управляючої програми для обробки деталі у Unigraphics
 - 4.5 Карта умов праці інженера-програміста на робочому місці та економічні розрахунки

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів проекту, що стосуються

їх:

Консультант	Підпис, дата	
	Завдання видав	Завдання виконав
Зоря М.В.	 22.05.2026	 01.06.2026
Болтянська Л.О.	 05.06.2026	 09.06.2026

Керівник _____ Олександр ВЕРШКОВ
(підпис) 

Завдання прийняв до виконання _____ Ілля КАМЕНСЬКИЙ
(підпис) 

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва станів дипломної роботи	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Передпроектне обстеження системи технічної підготовки виробництва ПП «Таврія-Турбо Плюс»	08.05-10.05	Виконано
2	Створення 3D-моделі та робочих креслень деталі «Кришка картера П-18.456.26»	11.05-12.05	Виконано
3	Розробка програмного модуля спеціалізованої САПР	13.05-15.05	Виконано
4	Створення постпроцесора	18.05-20.05	Виконано
5	Розробка технологічного процесу	21.05-22.05	Виконано
6	Розрахунок деталі на міцність	25.05-26.05	Виконано
7	Розробка керуючої програми	27.05-28.05	Виконано
8	Розрахунок економічної ефективності проекту	29.05-01.06	Виконано
9	Оформлення проекту в цілому	02.06-05.06	Виконано
10	Підпис проекту у консультантів і нормоконтролю	08.06-12.06	Виконано

Студент-дипломник _____ Ілля КАМЕНСЬКИЙ
(підпис) 

Керівник роботи _____ Олександр ВЕРШКОВ
(підпис) 

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи представлено у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 73 сторінки друкованого тексту формату А4(210×297), додатки та 6 аркушів креслярсько-графічних робіт формату А4(210×297), містить 5 розділів, 25 рисунків, 2 таблиці та список використаної літератури кількістю 26 найменувань.

Об'єктом дослідження в даній роботі є система технічної підготовки виробництва ПП «Таврія-Турбо Плюс».

Предметом дослідження є комплект технологічної документації для виготовлення деталі «Кришка картера»

Метою роботи є модернізація технологічного оснащення для виготовлення ливарної форми деталі «Кришка картера».

В першому розділі проводиться обстеження і аналіз підприємства.

У другому розділі проводиться конструкторська підготовка виробництва.

У третьому розділі технологічна підготовка виробництва.

У четвертому розділі охорона праці.

У п'ятому розділі розрахунок економічної ефективності при упровадженні нового технологічного процесу.

Для розробки програми було обрано програмно – методичний комплекс Unigraphics NX4. Цей продукт має всі необхідні властивості і можливості для реалізації поставленої мети в обраному напрямку роботи.

Були розроблені операційний технологічний процес та управляюча програма.

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

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АРМ	автоматизоване робоче місце;
АС	автоматизована система;
ВГК	відділ головного конструктора;
ВГТ	відділ головного технолога;
ЕОМ	електронна обчислювальна машина;
КП	керуюча програма;
КТЕ	конструкторсько-технологічні елементи;
ЛОМ	локально-обчислювальна мережа;
МКЕ	метод кінцевих елементів;
ОК	обчислювальний комплекс;
ОСО	система оператор - середовище
ПЗ	програмне забезпечення;
ТЗ	технічне завдання;
ТО	технологічне оснащення;
ТОВ	товариство з обмеженою відповідальністю;
ТПВ	технологічна підготовка виробництва;
ЧПУ	числове програмне управління;

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Прим.
1	A4	17 ПМД.10310579.06.26/000000 ПЗ	Розрахунково -			
2			пояснювальна записка	73		
3	A1	17 ПМД.10310579.06.26/000000	Тема, мета та задачі	1	0	
4			кваліфікаційної роботи			
5	A1	17 ПМД.10310579.06.26/210000	3D модель та робочий			
6			кресленик деталі	1	1	
7	A1	17 ПМД.10310579.06.26/220000	Етапи розробки технологічного процесу			
8			виготовлення деталі «Кришка картера»	1	2	
9	A1	17 ПМД.10310579.06.26/310000	Етапи створення			
10			управляючої програми	1	3	
11	A1	17 ПМД.10310579.06.26/320000	Розробка постпроцесора	1	4	
12	A1	17 ПМД.10310579.06.26/330000	Робота програмного модуля спеціалізованої САПР	1	5	
13	A1	17 ПМД.10310579.06.26/410000	Охорона праці	1	6	
14	A1	17 ПМД.10310579.06.26/510000	Розрахунок економічної			
15			ефективності	1	7	
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						

					17 ПМД.10310579.06.26/000000					
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Каменський І.В.		10.06	Технологічне оснащення для виготовлення деталі «Кришка картера» на основі CAD/CAM/CAE – модуль системи Unigraphics		Літ	Лист	Листів	
Перевір.		Вершков О.О.		10.06					1	77
Консул.		Зоря М.В.		10.06			ТДАТУ, 2026			
Консул.		Болтянська Л.О.		10.06						
Н.контр.		Мацулевіч ОЄ.		10.06						
Затв.		Дереза О.О.		10.06						

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ТАВРІЯ-ТУРБО ПЛЮС»...	10
1.1 Загальні відомості про підприємство.....	10
1.2 Різноманітність випускаємої продукції.....	13
1.3 Географія продажу продукції підприємства	14
1.4 Характеристика технічного та програмного забезпечення відділів підприємства. Топологія обчислювальної мережі.....	14
Висновки по першому розділу.....	16
2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «КРИШКА КАРТЕРА».....	17
2.1 Побудова 3D моделі та робочого креслення деталі «Кришка картера».....	17
2.2 Аналіз діючої конструкції виробу на міцність за допомогою програмного модулю NX Digital Lifecycle Simulation у SiemensNX	19
2.3 Послідовність роботи в програмного продукту Siemens NX при проектуванні техпроцесу.....	22
Висновок по другому розділу.....	27
3.РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КРИШКА КАРТЕРА П-18.456.26».....	28
3.1. Розробка управляючої програми	28
3.2 Створення постпроцесору в NX	33
3.3 Розробка спеціалізованого модулю САПР на базі прикладного програмування API	38
3.3.1 Поняття про API	38
3.3.2 Підготовка форми програми	39
3.3.3 Робота з зовнішніми змінними 3d	40
Висновки по третьому розділу	44

4 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	45
4.1. Аналіз небезпечних чинників	45
4.2 Система управління охороною праці (СУОП) на підприємстві.....	47
4.3 Організація охорони праці на підприємстві.....	48
4.3.1 Проведення контролю за діяльністю Управління Охороною праці та обов'язки роботодавця.....	48
4.3.2 Служба охорони праці на підприємстві	54
4.3.3 Основні технічні та організаційні заходи щодо профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності	57
4.3.4 Нормативно-правові акти з охорони праці	59
4.4 Розрахунок захисного заземлення.....	61
Висновки по четвертому розділу	63
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ.....	64
5.1 Розрахунок норми часу.....	64
5.2 Техніко-економічні показники.....	65
5.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу.....	65
5.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності.....	65
5.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом.....	66
5.2.4 Собівартість механічної обробки деталі.....	66
5.3. Розрахунок економічної ефективності.....	67
Висновки по п'ятому розділу.....	67
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	71
ДОДАТКИ.....	73

ВСТУП

Стрімкий ріст обчислювальної потужності комп'ютерів і широке поширення програмного забезпечення проектування й виробництва привели до того, що інженери можуть використовувати системи автоматизованого проектування для розв'язання повсякденних завдань, а не тільки для підготовки наочних ілюстрацій. Міжнародна конкуренція, збільшення числа досвідчених фахівців і підвищення вимоги до якості змушують власників підприємств автоматизувати проектування й виробництво. Робота конструктора за звичайним кульманом, розрахунки за допомогою логарифмічної лінійки або оформлення звіту на печатній машинці, стали анахронізмом. Використання математичних методів і електронної обчислювальної машини (ЕОМ) при проектуванні сприяє підвищенню технічного рівня і якості спроектованих об'єктів, скороченню термінів розробки і освоєння їх у виробництві.

Підприємства, на яких не використовують інформаційні технології, виявляються не конкурентоспроможними внаслідок як великих матеріальних і тимчасових витрат на проектування, так і невисокої якості проектів, що може привести до їх банкрутства.

За проханням товариства з обмеженою відповідальністю ПП «Таврія Турбо Плюс» зі згодою керівника кваліфікаційної роботи перед нами була поставлена задача модернізувати існуючий комплект технічної документації.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка нового прогресивного комплексу технічної документації обробки деталі кришка картера.

У віртуальному режимі було проведено передпроектне обстеження та аналіз існуючої системи технічної підготовки деталі «Кришка картера», в результаті якого було встановлено ряд недоліків в організаційній системі підприємства:

- 1) новина отриманих результатів полягає в наступному: конструкція нової деталі, дослідження напружено-деформованого стану модернізованої деталі, розробка технологічного процесу для верстату з ЧПК, збільшення рівня річної економії.
- 2) практичне значення має покращення техно-економічних показників виробництва деталі «Кришка картера»

Даний кваліфікаційна робота пройшов апробацію на підприємстві і рекомендований весь до впровадження в умовах підприємства.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ПРИВАТНОГО ПІДПРИЄМСТВА «ТАВРІЯ-ТУРБО ПЛЮС»

1.1 Загальні відомості про підприємство

Підприємство «Таврія Турбо Плюс» почало свою трудову діяльність з 1996 року. Вітчизняні підприємства, що випускали агрегати наддуву спеціалізувалися в основному на оснащенні дизельних двигунів. Кількість дизельних двигунів і відповідно агрегатів наддуву залежало від потреби ринку всього економічного простору СРСР. Після розпаду СРСР потреба в нових турбокомпресорах різко знизилася, що призвело до зупинки цих підприємств, перепрофілювання або закриття.

Їх місце на ринку зайняли дрібні підприємства, що спеціалізуються на реставрації та ремонті турбокомпресорів.

У процесі ремонту та реставрації деякі вузли турбокомпресорів доводилося виготовляти заново, що призвело до значного розширення виробництва і переходу нашого підприємства на випуск нових агрегатів наддуву.

Підприємство «Таврія Турбо Плюс» вже більше 17 років спеціалізується на випуску автотракторних турбокомпресорів для двигунів

вітчизняного та імпортного виробництва. За час діяльності підприємства було випущено більше 200.000 турбокомпресорів (ТКР) різних моделей і модифікацій. Підприємство пропонує найбільший асортимент продукції в СНД. На даний момент освоєно випуск більше 40 різновидів агрегатів наддуву для тракторних , комбайнових і автомобільних двигунів.

Широкий діапазон технічних характеристик ТКР 6 , ТКР 7 -ТТ , ТКР 8,5 , ТКР 9 , ТКР 11 дозволяє застосовувати їх на двигунах :

- Алтайського моторного заводу (сімейства двигунів Д- 440 іД -442) ;
- Камського автомобільного заводу (сімейства двигунів КамАЗ) ;
- Мінського моторного заводу (сімейства двигунів Д- 245 іД - 260);
- Харківського моторобудівного заводу «Серп Молот» (сімейства двигунів СМД) ;
- Челябінського тракторного заводу (сімейства двигунів Д- 160 іД - 180)
- Ярославського моторного заводу (сімейства двигунів ЯМЗ) .

Підприємство забезпечує не тільки випуск якісної продукції , але і її гарантійне , після гарантійне обслуговування та ремонт , для чого проводиться необхідна кількість запасних частин і ремонтних комплектів .

Виробництво та реалізації турбокомпресорів заснована на поєднанні 17 річного досвіду роботи , постійного пошуку і працьовитості інженерів - розробників , а також маркетингових досліджень ринку в області виробництва турбокомпресорів. Відповідно до вимог ринку , з 2005 року на нашому підприємстві почалося освоєння нових моделей ТКР . За останні 6 років було налагоджено виробництво наступних турбокомпресорів :

- ТКР 6 і його модифікації - для сімейства двигунів Д- 245 ;
- ТКР 8,5 СЗ - для двигунів Д- 160М , Д- 180 ;
- ТКР 9 і його модифікації - для сімейства двигунів ЯМЗ ;
- ТКР 7 ТТ- 01 і його модифікації - для сімейства двигунів Д- 260 , АМЗ і КамАЗ .

Всі турбокомпресори на 100 % складаються з нових деталей , і більш ніж на 90 % - з деталей , виготовлених на нашому підприємстві. Це стало можливим завдяки наявності в структурі виробництва наступних підрозділів:

- Цеху чавунного лиття та ділянки алюмінієвого лиття , що забезпечують біс Перебійного поставку виливків ;
- Механічного цеху , оснащеного високоточним металообробним обладнанням;
- Механоскладального цеху з новітніми балансувальними верстатами та випробувальними стендами.

У 2006 році на підприємстві було введено в експлуатацію стенд безмоторного випробування турбокомпресорів , який у поєднанні з добалансіровочним стендом дозволив поліпшити якість і збільшити випуск ТКР .

У тому ж році була впроваджена багатоступенева форма контролю за якістю продукції, що випускається , що включає в себе наступні ступені:

- Контроль працівником якості своєї роботи ;
- Контроль ВТК на операціях механічної обробки;
- Проміжний між операційний контроль ;
- Остаточний контроль .

Відповідність турбокомпресорів вимогам, що пред'являються до якості продукції , забезпечується проведенням :

- Вхідного контролю матеріалів і комплектуючих;
- Операційного виробничого контролю;
- Приймально-здавальних випробувань виробів;
- Періодичних випробувань виробів;
- Сертифікаційних випробувань.

1.2 Різноманітність випускаємої продукції

Вся продукція підприємства сертифікована Держстандартом України , також видано сертифікат Держстандарту Росії . Крім усього , проводиться аналіз дефектів продукції, що випускається , зазначених у рекламациях і журналах випробувань , і контроль усунення виявлених дефектів. Для збереження єдності заходів у виробництві проводиться щорічна державна перевірка засобів вимірювальної техніки в Центрі стандартизації і метрології.

Всі ці чинники дозволили істотно поліпшити якість випущених турбокомпресорів.

Турбокомпресор або газотурбінний нагнітач - пристрій, який використовує енергію вихлопних газів для нагнітання повітря або паливоповітряної суміші в двигун внутрішнього згорання. Для двигунів малої потужності (автомобільних) застосовують турбокомпресори з доцентровою турбіною, а на двигунах великої потужності (тракторні, тепловозні, суднові) - з осьової турбіною.

Модельний ряд представлений турбокомпресорами серій ТКР 6, ТКР 7, ТКР 8,5, ТКР 9, ТКР 11.



Рисунок 1.1 – ТКР 8,5С1

За час своєї діяльності підприємством було виготовлено більш ніж 100000 ТКР різних серій та модифікацій. Підприємство пропонує найбільший асортимент продукції в СНД. На даний момент ним освоєно випуск тридцяти п'яти різновидів агрегатів наддування для тракторів, комбайнів, та автомобільних двигунів.

1.3 Географія продажу продукції підприємства

Висока якість пропонованої продукції дозволила підприємству придбати постійних партнерів в Україні, Російській Федерації, Болгарії, Польщі, Республіці Казахстан, Киргизія, Вірменії, Азербайджані, Китаї, Узбекистані, Прибалтиці: Латвії, Литві; Республіці Молдова, Монголії. На території Росії, Казахстану, України, Узбекистану розширена регіональна мережа представництв.

1.4 Характеристика технічного та програмного забезпечення відділів підприємства. Топологія обчислювальної мережі

Підприємство «Таврія-Турбо» має слабо розвинену обчислювальну інфраструктуру на основі примітивної локальної обчислювальної мережі. Лише п'ять робочих місць оснащено комп'ютерами і відповідним програмним забезпеченням. Автоматизовані робочі місця (АРМ) мають бухгалтер, три менеджера і комірник для обліку наявності на складах заготовок і проведеної продукції. Всі робочі місця мають абсолютно однакове програмне і технічне забезпечення.

Програмне забезпечення представлене операційною системою Microsoft Windows® XP Professional, середою для створення документів, електронних таблиць та презентацій Microsoft Office 2003 та автоматизованою системою керування підприємством BAS Підприємство.

Характеристика технічного забезпечення наступна:

- Центральний процесор – AMD Sempron(tm) Processor 2800+ з частотою 1600 ГГц;
- ОЗУ – 1ГБ ;
- Відеокарта – GeForce MX440 (64 mb);
- Монітор – Samsung 793DF 19”;
- HDD – 320 ГБ;
- DVD-ROM.

Для виведення документації на папір використовується мережевий принтер Canon LBP-810 та багатофункціональний пристрій Samsung SCX-6122FN.

Всі АРМ об'єднані локальною мережею типології «зірка». Для економії технічних ресурсів сервер мережі був створений на базі АРМ менеджера. Для цього під сервер було відведено частину жорсткого диску комп'ютера. Топологія обчислювальної мережі приведена на рисунку 1.2.

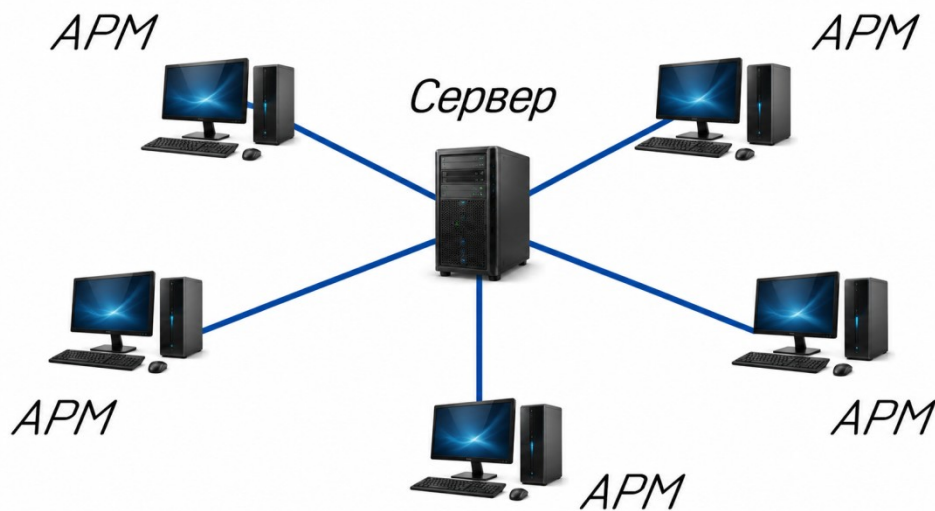


Рисунок 1.2 – Топологія обчислювальної мережі

Системи САПР на підприємстві немає. Весь перелік конструкторсько-технологічних робіт виконується вручну. Програми для верстата з ЧПК замовляються підприємством в інших проектних організаціях.

Висновки по першому розділу

Після проведення передпроектного обстеження ПП «Таврія-Турбо» було визначено основні напрямки роботи підприємства, його продукцію, програмне забезпечення тощо. Усю виконану конструкторську і технологічну роботу містять в поперовому архіві. У своєму розпорядженні конструкторсько-технологічні відділи мають вісім комп'ютерів з наступними параметрами: процесор з частотою Core2Duo 3.2 Ggz, ОЗП 1 Gb, відеокарта GeForce 512 GTX, ПЗП 320 Gb, ОС Windows XP.

Автоматизація підготовки виробництва корінним чином впливає на діяльність сучасного підприємства. Для того, щоб успішно конкурувати на ринку, підприємству машинобудівної галузі насамперед потрібно значно скоротити терміни проведення науково-дослідницьких робіт та підготовки виробництва, що є основною складовою їх діяльності.

2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ «КРИШКА КАРТЕРА П-18.456.26»

2.1 Побудова 3D моделі та робочого креслення деталі «Кришка картера П-18.456.26»

Технологічна підготовка виробництва полягає в забезпеченні технологічної готовності підприємства до випуску виробу, при дотриманні вимог до якості, термінів та обсягами випуску, а також з урахуванням запланованих витрат.

Технологічна підготовка виробництва (ТПП) включає:

- 1) забезпечення технологічності виробу (включаючи технологічність конструкції виробу і технологічність виконання робіт при його виготовленні, експлуатації та ремонті);
- 2) розробку та впровадження технологічних процесів (механообробки, збирання, штампування, лиття, термообробки та ін) для виготовлення деталей і вузлів виробу;
- 3) проектування і виготовлення необхідного нестандартного обладнання і засобів технологічного оснащення (пристосувань, прес-форм, штампів, спеціального ріжучого і вимірювального інструмента);
- 4) управління процесами ТПП.

Технологічна підготовка виробництва має на увазі під собою створення керуючої програми та її налагодження а також створення документів технологічного процесу для даної .

Будь-яка деталь є сукупність типових конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ), при цьому кожному елементу відповідає певний набір планів його обробки. Таким чином, КТЕ об'єднують у собі і конструкторську, і технологічну інформацію про елементи, з яких складається деталь. У результаті це дозволяє забезпечити автоматизований перехід від геометрії

деталі до технології її виготовлення. У кваліфікаційній роботі задана деталь складної конфігурації. 3D-модель деталі представлена на рисунку 2.1.

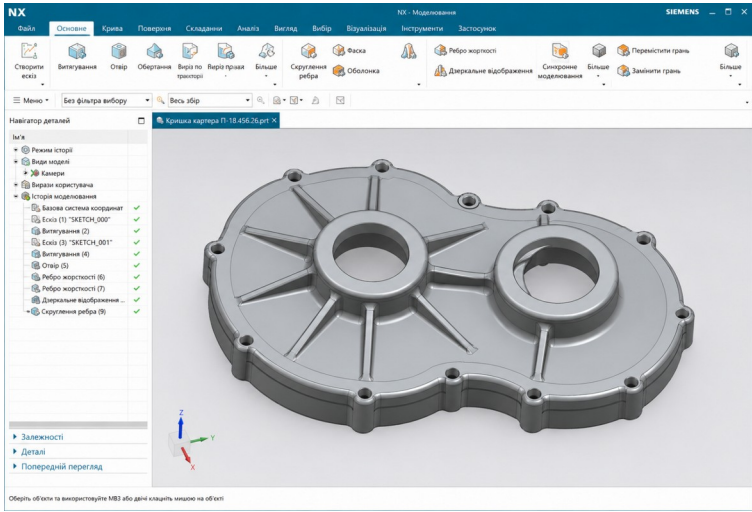


Рисунок 2.1 – 3D-модель деталі «Кришка картера П-18.456.26»

Цю деталь можна представити як сукупність типових конструкторсько-технологічних елементів. Шляхом вибору необхідних елементів з бібліотеки КТЕ.

Для випуску креслярської документації в системі Siemens NX є набір засобів, за допомогою яких можна створити будь-який креслення на базі існуючої тривимірної геометричної моделі твердого тіла. Повна асоціативний зв'язок креслення з цією моделлю дозволяє завжди отримувати креслення, точно відповідний геометричній моделі.

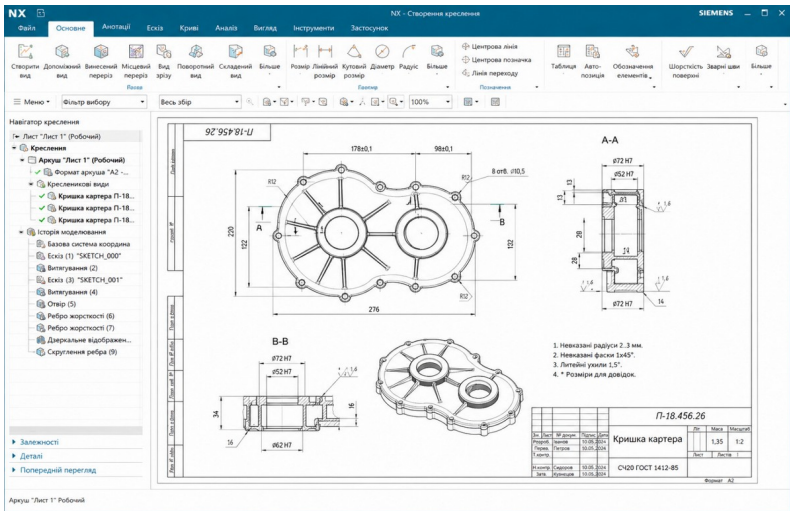


Рисунок 2.2 – Креслення деталі «Кришка картера» в NX

Процес створення креслення є розміщення призначених та автоматично побудованих ортогональних і додаткових видів з віддаленими невидимими лініями.

2.2 Аналіз діючої конструкції виробу на міцність за допомогою програмного модулю NX Digital Lifecycle Simulation у Siemens NX

Робота виконується за допомогою комплексу пакетів UG / Strength Wizard, інтегрованого в інтерфейс Siemens NX, які проводять аналіз міцності спроектованих деталей.

Пакет засобів інженерного аналізу NX Digital Lifecycle Simulation - основа системи аналізу в NX, що працює під управлінням Teamcenter . Даний пакет інтегрований з додатком NX Design і використовує можливості й ресурси як NX, так і Teamcenter. NX Nastran є інструментом для проведення комп'ютерного інженерного аналізу (CAE) проєктованих виробів, який дозволяє вирішувати більшість розрахункових завдань при створенні виробу. NX Nastran забезпечує аналіз напружень і руйнувань, вібрацій, втоми і довговічності, передачі тепла, шуму / акустики і аеропружності. Система забезпечує інтеграцію з великим числом CAE додатків. В системі Siemens NX реалізована можливість створення та аналізу складних механічних систем з великими відносними переміщеннями . Наявні засоби дозволяють здійснювати статичний, кінематичний і динамічний аналіз механічних систем.

Імітація руху механізму дозволяє безпосередньо побачити рух його частин. Це важливо , але часто цього буває недостатньо. Siemens NX надає в розпорядження інженера інструмент постановки завдань аналізу перетинів , мінімальних зазорів і трасування рухаються деталей. При подальшій імітації руху можна поставити різні умови : зупинити рух при зіткненні або зменшенні зазору між деталями , створити тіло в перетині зазначених ланок ,

дати повідомлення про порушення умови і продовжити рух . Аналіз роботи механізму включає в себе також можливість визначення та подання в табличному або графічному вигляді полів переміщень , швидкостей і прискорень цікавлять точок. Аналізуються сили реакцій , які можуть бути використані для розрахунку на міцність даних деталей.

Для вирішення задач моделювання механічних навантажень і процесів теплопередачі, прочностного аналізу проектованої конструкції використовується спеціальний інструмент, який, як і всі попередні, глибоко інтегрований і асоціативно пов'язаний з базою даних системи. Визначити механізм можна як на основі простого набору окремих моделей в одній частині (файлі), так і на рівні складання. Останній варіант зручніше: він дозволяє перетворити задані складальні обмеження (умови стикування) в кінематичні зв'язку. Тут реалізується ще один базовий принцип unigraphics : одного разу введена інформація використовується в роботі інших модулів при вирішенні найрізноманітніших завдань.

В системі Siemens NX передбачені спеціальні засоби, що дозволяють побудувати сітку кінцевих елементів на основі існуючої геометрії. Підтримуються такі елементи, як оболонки (трикутники і чотирикутники) для листових виробів, тетраєдри для твердих тіл, а також різні лінійні елементи, включаючи балки, гнучкі зв'язку, пружини. Прямо на моделі можна задавати місцеву і загальну щільність сітки. Усі виконані побудови асоціативно пов'язані з моделлю деталі, а тому при зміні параметрів деталі міняються автоматично. Дані про вузли та елементах можна відображати різними способами.

Коли модель кінцевих елементів побудована, відбувається передача даних у вказане розрахункове додаток. Власний інструмент Siemens NX пропонує широкий вибір методів розрахунку, включаючи лінійну статику , власні коливання, втрату стійкості, підтримку контактних елементів і розрахунок стаціонарних теплових потоків. Підтримуються ізотропні,

ортотропні і анізотропні моделі матеріалів; також можуть бути враховані температурні зміни матеріалу. Результати аналізу напружено- деформованого стану виробу представляються в інтуїтивно зрозумілій кольоровому графічному вигляді, що полегшує їх інтерпретацію. Вони можуть бути показані у вигляді мультиплікації, а дані різних « сценаріїв » (випадків нагрівання) можна порівнювати в одному і тому ж вікні результатів .

Такий підхід, заснований на призначенні та аналізі "сценаріїв", дозволяє ще на ранніх стадіях проекту маніпулювати різними варіантами виробу і знаходити оптимальне конструкторське рішення . Для моделювання лиття пластмас створений спеціальний модуль, що має препроцесор, засоби аналізу як такого і постпроцесор. Задавши розрахункову модель, асоціативно пов'язану з геометрією деталі, можна проаналізувати процес лиття за часом заливки, по ймовірності утворення бульбашок повітря, ліній спаю потоків і ймовірності отримання повної виливки. При розрахунку використовується бібліотека типових матеріалів. Є засоби наочної емуляції процесу на зафарбованій або каркасній геометрії. Результати аналізу включають анімацію руху фронту виливки, час заповнення, розташування ліній стику, ступінь заповнення і зміна температур в процесі відливання. Все це дозволяє оцінити придатність створеної моделі (рисунк 2.3).

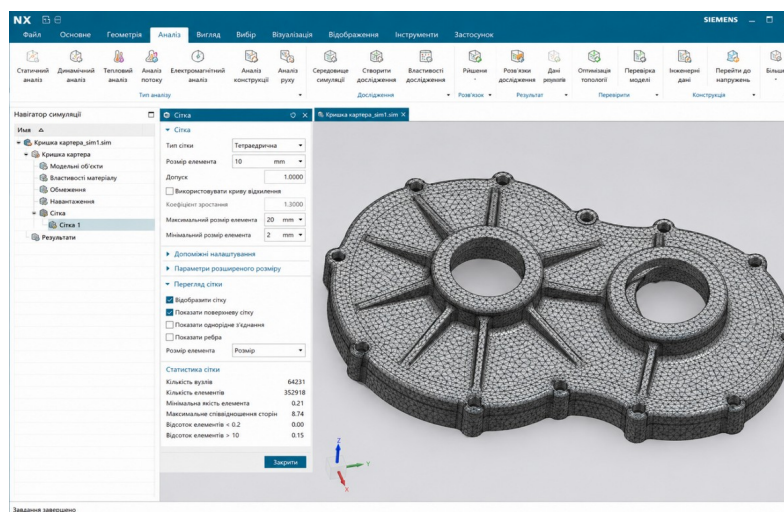


Рисунок 2.3 – Розбиття моделі методом кінцевих елементів

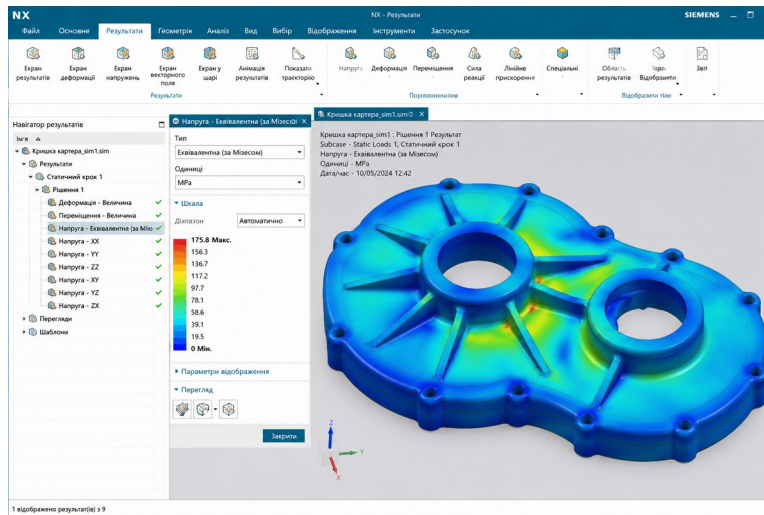


Рисунок 2.4 – Розрахунок міцності деталі
«Кришка картера П-18.456.26»

2.3 Послідовність роботи в програмного продукту Siemens NX при проектуванні техпроцесу

Як тільки виріб з'явився в Siemens NX, до роботи можуть приступати технологічні підрозділи. Оскільки в Siemens NX немає розподілу техпроцесів за видами робіт і в системі зберігається єдиний техпроцес, що містить всі види робіт, то проектування техпроцесу в системі виконує робоча група, що включає фахівців бюро (механообробки, зварювання, складання, гальваніки і т.д.), відповідальних за даний виріб. Ці фахівці працюють паралельно і відповідають тільки за свій фрагмент техпроцесу, однак при цьому можуть переглянути весь маршрут виготовлення, не звертаючись до додаткових файлів або документам.

Вибравши деталь з номенклатурного довідника або специфікації, переходимо в режим «Технология изготовления». Далі вибираємо спосіб проектування технології. Як уже сказано, техпроцесів - аналогів у нас не було, тому найбільш простим рішенням виявилось проектування техпроцесу в діалоговому або покроковому режимі з використанням технологічних довідників.

При формуванні тексту операції можна використовувати вже більш швидку технологію: майстер прямого проектування. У майстрові формується схема або шаблон, по якому технолог звичайно описує операцію, і майстер запускається за цією схемою. У циклі технологу пропонується вибрати з відповідного довідника операцію, обладнання для неї, переходи і т.д. Працює майстер з гнучкою схемою: можемо пропустити ту чи іншу сходинку схеми або повернутися до її заповнення пізніше. Після введення однієї операції автоматично пропонується перейти до наступної. Завершивши введення структури техпроцесу, технолог приступає до його деталізації.

Далі виробляється попереходное трудове нормування. Трудомісткість розраховується на основі нормувальних таблиць, з яких вибирається значення штучного або підготовчо-заклучного часу. Розрахунок трудомісткості може проводитися як самим технологом, так і спеціальними підрозділами, якщо такі існують на підприємстві.

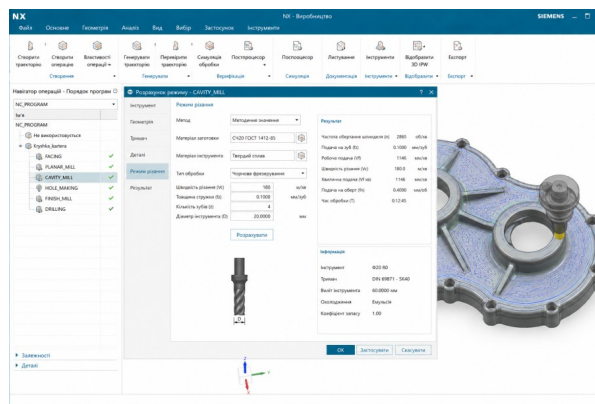


Рисунок 2.8 – Розрахунок режимів різання

№	Найменування операції	Обладнання	Профіль деталі	Тис. м	Тис. м	Тис. м	Тис. м	К-ть	Примітки
1	005 Виробництво центрирувальних	Вертикальний фрезерний верстат (F13)	Фрезеруванням	4,35	1,20	0,30	5,85	1	Фрезеруванням базову площину, центрирувальні операції
2	010 Свердління	Радіальний свердильний верстат (2H45)	Свердлінням	2,90	0,80	0,20	3,90	1	Свердлінням отвір Ø15,5 (8 ст.)
3	015 Розточування	Розточувальний верстат (2020)	Розточуванням	6,40	1,50	0,40	8,30	1	Розточуванням отвір Ø20H7
4	020 Розточування	Розточувальний верстат (2020)	Розточуванням	5,20	1,30	0,30	6,80	1	Розточуванням отвір Ø20H7
5	025 Фрезерування	Вертикальний фрезерний верстат (F13)	Фрезеруванням	7,10	1,80	0,40	9,30	1	Фрезеруванням робочу поверхню та площину
6	030 Свердління	Радіальний свердильний верстат (2H45)	Свердлінням	1,80	0,60	0,20	2,60	1	Свердлінням отвір Ø12,5 (8 ст.)
7	035 Нарізання різьби	Нарізний верстат M28-110	Свердлінням	2,40	0,70	0,20	3,30	1	Нарізання різьби M12 (8 ст.)
8	040 Контроль	-	Контроль	1,80	0,40	0,20	2,20	1	Контроль розмірів та якості поверхні
Разом				31,75	8,30	2,20	42,25		

Рисунок 2.9 – Таблиця трудового нормування

Аналогічно розраховуються норми витрати допоміжних матеріалів , що використовуються в переході або операції . Трудові норми , розраховані для переходів , автоматично зводяться в операційні .

Для операції заповнюються такі параметри, як код професії , розряд роботи, умови праці і т. д. При необхідності здійснюється прив'язка операції до конкретного робочого місця . Паралельно з проектуванням техпроцесу може проводитися формування операційних ескізів. Система TechnologiCS не прив'язана до конкретного редактору ескізів або графічної документації . Сформований у зовнішній програмі ескіз заноситься в архів Siemens NX і прив'язується до конкретної операції . При його редагуванні відкривається відповідна програма. Також в Siemens NX зберігаються ілюстрації інструменту і оснащення , що полегшує вибір потрібних елементів довідника.

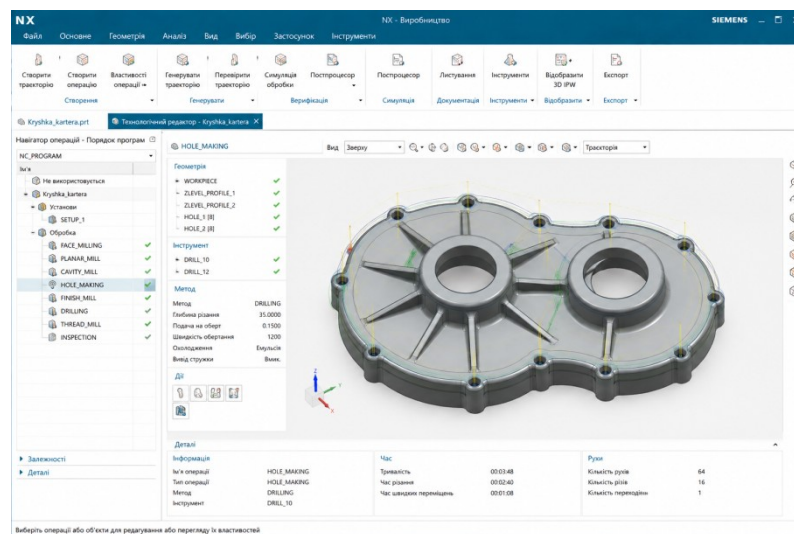


Рисунок 2.10 – Зовнішній вид технологічного редактора

При проектуванні техпроцесу в будь-який момент може бути випущений комплект технологічної документації на дану деталь . До складу пакету включено більше 35 видів технологічних документів , відповідних ЕСТД . Крім того , пропонуються розвинені засоби розробки форм бланків вихідний документації , які дозволяють коригувати наявні форми і

створювати нові. Для формування і виведення комплексу документації використовуються засоби Microsoft Excel.

Для проектування техпроцесу деталей - аналогів досить просто скопіювати фрагменти раніше створеного техпроцесу або техпроцессов. При цьому в новий техпроцес передається не тільки структура техпроцесу (операції, обладнання, переходи і т.д.), а й розраховані режими різання, зв'язки з таблицями трудового та матеріального нормування, тобто всі параметри техпроцесу. Також можна використовувати посилання на типові техпроцеси, що зберігаються в базі програмного продукту Siemens NX, що особливо актуально для таких видів робіт, як гальваніка, забарвлення і консервація.

Після того як сформовані технологія виготовлення деталей і техпроцеси збірки, формується комплект технологічної документації на виріб. Склад комплексу залежить від застосовуваного на підприємстві виду опису технології - операційної, маршрутної або маршрутно - операційної.

Отже, з використанням Siemens NX був сформований комплект текстової конструкторської документації відповідно до ЕСКД на виріб «Гідравлічний насос», спроектована технологія його виготовлення і випущений комплект технологічної документації відповідно до ЕСТД. Але це ще не все. На основі структури виробу і технології його виготовлення Siemens NX дозволяє отримати зведену інформацію по виробу, необхідну, наприклад, планово-диспетчерського та планово-економічного відділу. Це такі зведені розрахунки, як зведена і специфіковані трудомісткості, планова собівартість виробу, зведені й подетальні відомості норм витрати основного і допоміжного матеріалів, расцеховочного відомість тощо. Користувач не обмежений строго певним набором розрахунків: вид розрахунку, обсяг інформації, переданої у вихідну форму, і зовнішній вигляд цієї форми він може визначати самостійно.

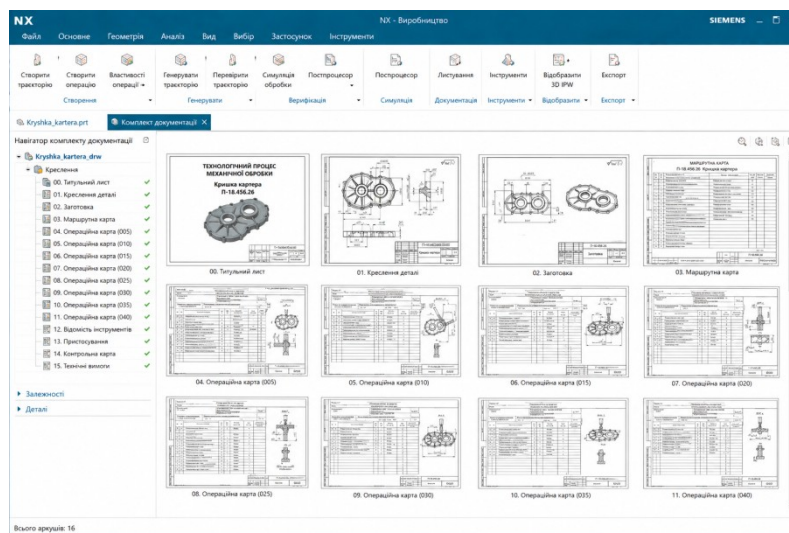


Рисунок 2.11 – Комплект технологической документации

Висновки по другому розділу

В даному розділі кваліфікаційної роботи була поставлена мета розробити комплект технічної документації на виготовлення деталі «Кришка картера П-18.456.26» з використанням верстатів з ЧПК.

Було проведено інженерний розрахунок деталі на міцність в NX а саме в модулі NX Digital Lifecycle Simulation і зроблен вистовок, що при навантаженні сили валу на корпус частина кришки під вал буде напружуватися. Треба замінити матеріал деталі на леговану сталь тим самим зберегти деталь від руйнування

В автоматизованій системі Siemens NX була спроектована модель деталі та креслення.

В модулі в Siemens NX був спроектований технологічний процес із дотриманням вимог техніки безпеки, який відповідає всім нормам технологічної документації .

3 РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ «КРИШКА КАРТЕРА»

3.1 Розробка управляючої програми

CAM (Computer Aided Manufacturing) модулі системи Siemens NX є одними з кращих у світі. Генератор ЧПК програм виконаний на основі добре себе зарекомендували процесів обробки . Він включає правила обробки , призначені для створення програм при мінімальній участі інженера.

Розподіл даних між модулем проектування та іншими модулями Siemens NX (у тому числі і модулями CAM) будується на основі концепції майстер -моделі. Набір операцій , за допомогою яких був змодельований ваш об'єкт, гарантує, що конструкція, яку вдалося спроектувати, може бути виготовлена. Асоціативний зв'язок між вихідною параметричною моделлю і сформованої траєкторією інструменту робить процес оновлення останньої швидким і легким.

Спеціальна функція дозволяє спостерігати за інструментом під час його руху по оброблюваній деталі. Доступні три різних режими перегляду : відтворення , динамічне видалення матеріалу і статичне видалення .

Отриману траєкторію інструмента можна відредагувати в графічному або текстовому режимі , після чого переглянути зміни в обробній програмі на всій траєкторії або тільки на обраному ділянці , змінюючи швидкість і напрямок руху. Є функції, що дозволяють виконувати подовження або обрізку траєкторії до певних меж (струбцина, затискні пристрої або виїмка на самій деталі).

Щоб запустити програму на певному верстаті , її необхідно переписати в машинних кодах цього верстата . У систему Siemens NX включений спеціальний модуль визначення постпроцесорів для будь-яких керуючих стійок і верстатів з ЧПК. Програма постпроцесора створюється у вигляді

вихідного тексту мовою TCL , що відкриває широкі можливості внесення до постпроцесор будь-яких унікальних змін .

Всі основні операції токарної обробки об'єднані в спеціальному модулі , що надає технологу потужні функціональні можливості чорнової і чистової обробки , проточки канавок , нарізування різьблень і свердління на токарному верстаті. Автоматичне визначення області обробки для чорнових і чистових операцій дозволяє швидше отримати результат - особливо в разі . Дуже інформативна анімація процесу обробки : на екран виводиться тривимірна заготівля, в процесі відтворення операції відображається видалення матеріалу. Інструмент, що використовується для всіх типів токарної обробки, легко визначити самостійно за допомогою набору параметрів або взяти із заздалегідь сформованої на підприємстві бібліотеки інструменту.

Для фрезерної обробки робоче місце технолога в залежності від складності розв'язуваних завдань може оснащуватися різним набором наявних у САМ- модулях інструментів. Такий підхід дозволяє отримати рішення , оптимальне за критерієм вартість / ефективність , дати інженеру можливість формувати такі траєкторії інструменту , які можуть бути реалізовані на наявному верстатному парку підприємства .

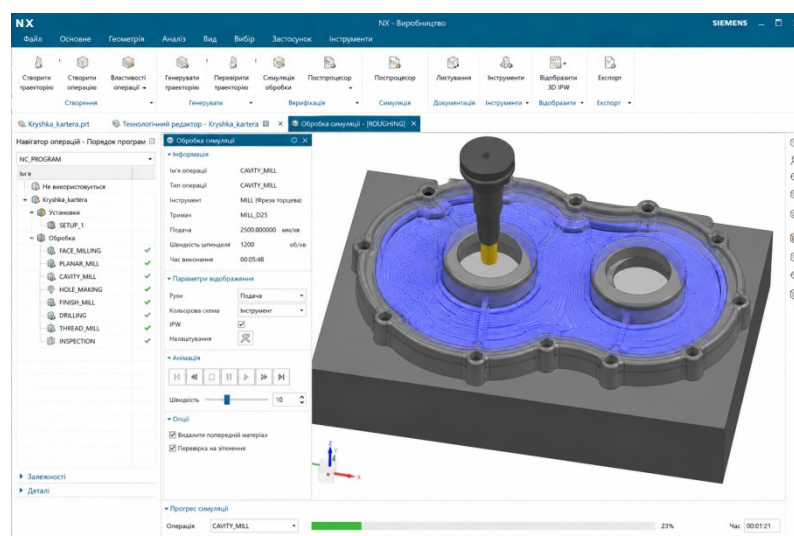


Рисунок 3.1 – Чорнова обробка фрезею

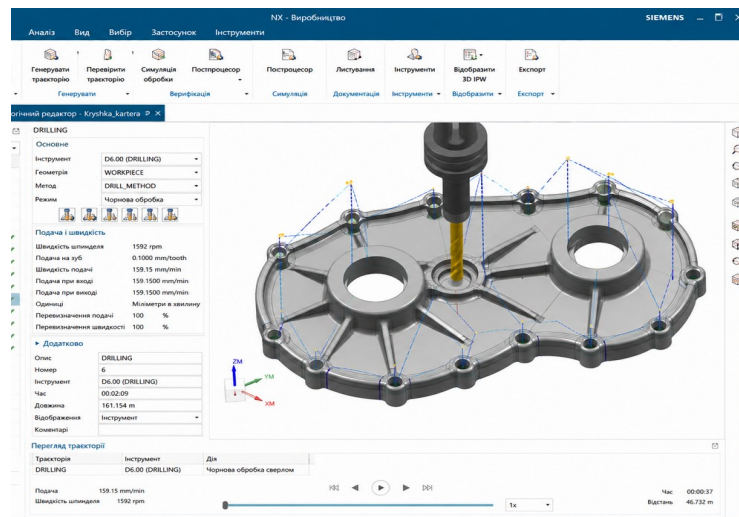


Рисунок 3.2 – Чорнова обробка сверлом

На етапі попереднього видалення матеріалу можна визначити різні способи врізання в заготовку і стратегії обробки. При цьому задаються величини перекриття діаметра фрези на наступних проходах, заглиблення по висоті при переході на наступну майданчик, зазору до вертикальних стінок, а також нижня межа обробки. Генератор високошвидкісної обробки має можливості кругового і спірального підходу до деталі, спіральну траєкторію шаблону обробки, уповільнення в кутах, управління одночасною обробкою декількох кишень, сплайн інтерполяції вихідний траєкторії.

На етапі чорнової обробки є можливість створити необхідну траєкторію на елементах самої складної форми. Якщо оброблювана геометрія була створена в інших системах і після передачі виявилася безліч перекриттів і розривів між поверхнями, інструмент системи дозволить або їх скорегувати, або обробити із заданою точністю. Таким чином процес чорнової обробки практично повністю автоматизований.

На етапі чистової обробки інженеру пропонується великий вибір засобів отримання траєкторій інструменту як для трохосевої обробки, так і для п'ятиосевої, коли забезпечується повна свобода просторової орієнтації осі фрези. Система має інтелектуальні функції вибору області обробки, забезпечує використання безлічі методів і шаблонів обробки, включаючи

обробку по кордонах , радіальну , по концентричних колах , зигзагом уздовж заданої траєкторії , спіральну і довільну обробку . Крім того, є методи контролю режимів різання при переміщенні інструменту вгору і вниз , а також по спіралі. Можна визначити і зберегти кордону необроблених областей.

При п'ятикоординатне обробці передбачена можливість завдання осі інструменту з використанням параметрів поверхні , додаткової геометрії , а також геометрії , яка задає траєкторію різання. Забезпечується висока якість обробки поверхні деталі.

Величезну економію часу при попередній або остаточній обробці вироби гарантує спеціальна функція , яка аналізує всю геометрію деталі і знаходить точки подвійного контакту . Інакше кажучи , визначає кутові сполучення поверхонь . Процесор автоматично генерує одноразові або багаторазові проходи інструменту для видалення матеріалу у цих областях.

У ситуаціях , коли інженеру потрібно контролювати кожен крок створення траєкторії інструменту , на допомогу йому прийде функція , яка дозволяє в інтерактивному режимі створювати траєкторію інструмента по частинах , зберігаючи повний контроль на кожному кроці . При цьому надається можливість генерувати безліч проходів по поверхні , визначивши повний припуск для обох поверхонь .

Спеціальний модуль забезпечує електроерозійної обробки деталей в режимі двох і чотирьох осей , з використанням моделей в дротяній геометрії або твердому тілі. При редагуванні та оновленні моделі всі операції зберігають асоціативність . Пропонуються різні види операцій - наприклад , зовнішня і внутрішня обробка з безліччю проходів і обробка з повним спалюванням матеріалу. Також підтримуються траєкторії , що враховують розташування притисків на заготівлі , різні типи дроту і режими роботи генератора. Як і при фрезерних операціях , згодом застосовується інваріантний постпроцесор для підготовки даних під конкретний верстат.

Підтримуються популярні електроерозійні верстати: AGIE , Charmilles та інші.

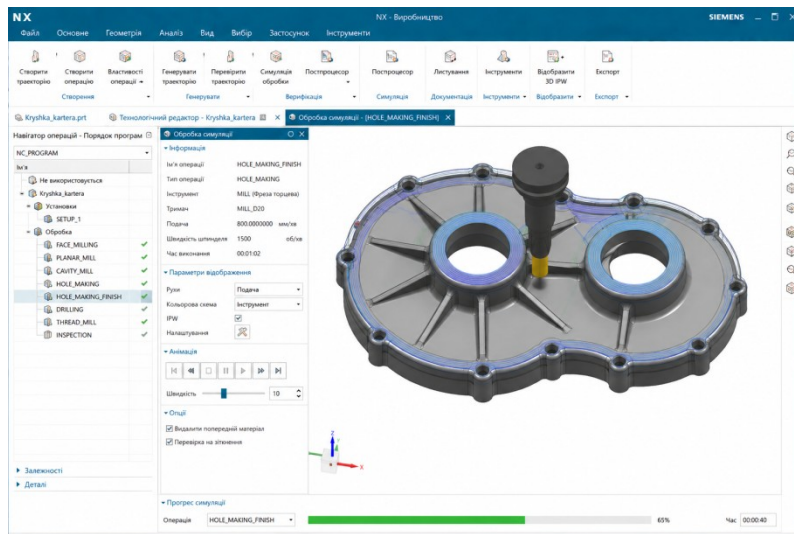


Рисунок 3.3 – Чистова обробка отворів кришки фрезою

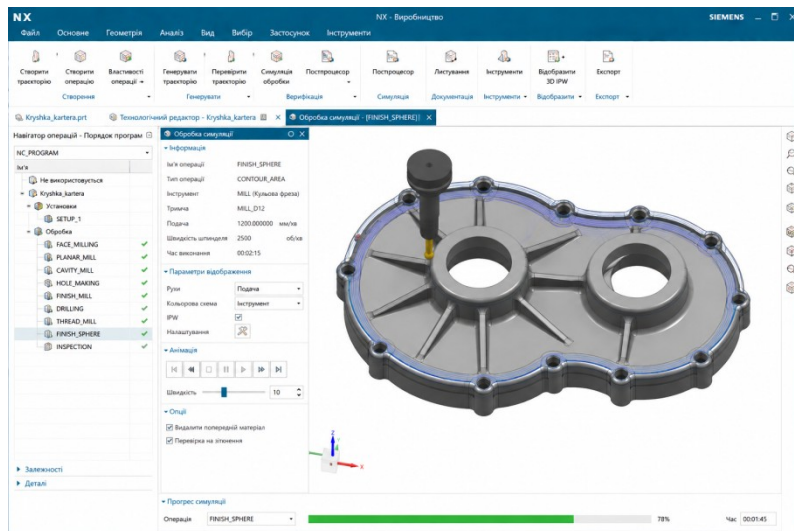


Рисунок 3.4 – Чистова обробка кульовою фрезою

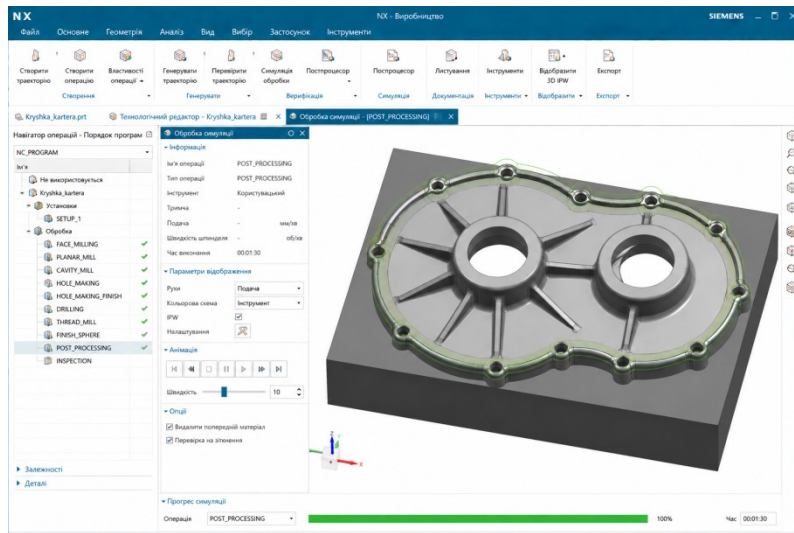


Рисунок 3.5 – Постзавершальна обробка кришки

3.2 Створення постпроцесору в NX

Для полегшення редагування та підтримки необхідно виділити частину загальних функцій в один або декілька файлів.

У постпроцесорі UG використовується декілька рівнів загальних функцій. Функції, виконувані постпроцесора, дуже різноманітні і виходять далеко за рамки простого кодування в G - код. До типових функцій постпроцесора можна віднести наступне:

- Зчитування даних, підготовлених вирішувач (процесором).
- Переклад в координатну систему верстата.
- Перевірка з обмежень верстата.
- Формування команд на переміщення з урахуванням ЧПК.
- Формування команд, що забезпечують цикл зміни інструменту.
- Кодування значень подач і швидкостей шпинделя.
- Видача команд на включення охолодження, команд затискачів-розтискаючи.

- Призначення подачі з урахуванням обмежень, пов'язаних з характером руху, допустимим діапазоном подач, особливостями реалізації режимів розгону-гальмування в УЧПК.
- Формування команд, що забезпечують корекцію за допомогою коректорів системи ЧПК.
- Обробка команд ЦИКЛ (розвертання оператора ЦИКЛ в послідовність окремих команд за відсутності стандартних циклів в обладнанні).
- Діагностика помилок.
- Виконання ряд допоміжних функцій.

Постпроцесор складається з чотирьох частин, які представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Склад постпроцесора

Паспорт верстата	Загальні дані по верстату і правилам програмування.
Макрокоманди	Інформація про обробку адаптером таких команд CLDATA, для реалізації яких необхідно виконати декілька команд CLDATA.
Макет кадру	Структура кадру керуючої програми: взаємне розташування всіх можливих вікон кадру і опис кожного з них.
Алгоритми	Алгоритми представлення команд CLDATA у вигляді кадрів і слів керуючої програми.

Створення постпроцесора передбачає виконання чотирьох етапів:

1. Заповнення паспорта верстата, що містить загальну інформацію про устаткування (тип верстата, тип формованої УП, наявність лінійного/кругового інтерполяторів, циклів і підпрограм, початковий/кінцевий блоки і ін.).

2. Створення макрокоманд — визначення послідовності дій, які необхідно автоматично виконати при здобутті команди.
3. Формування структури кадру — описується максимально можливий кадр, який може приймати система ЧПК, формати виводу для допоміжних, підготовчих функцій і числової інформації, порядок появи вікон в кадрі і ін.
4. Створення правил заповнення вікон в макеті кадру — правила створюються за допомогою орієнтованої на технологів мови програмування і описують порядок перетворення універсальної вхідної інформації і виведення цих даних згідно з форматом, описаним в макеті.

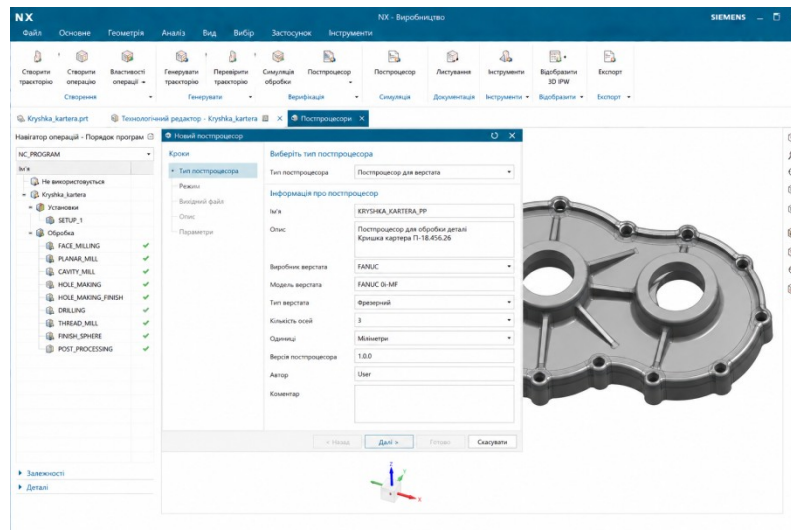


Рисунок 3.6 – Створення нового постпроцесора

Після занесення постпроцесора в базу приступаємо до його створення. На першому етапі заповнюємо паспорт верстата. Вибираємо тип устаткування — фрезерний; крім того, можна вибрати преси, токарні, свердлувальні і електроерозійні верстати декількох модифікацій. Визначаємо відповідність осей верстата і деталі, наявність механізму підпрограм. Використовуючи дерево властивостей, задаємо параметри управління шпинделем, подачею, охолодженням, способи зміни інструменту. Вказуємо наявність лінійного і кругового інтерполятора, величини максимально можливих переміщень, необхідність розбиття дуг на квадранти.

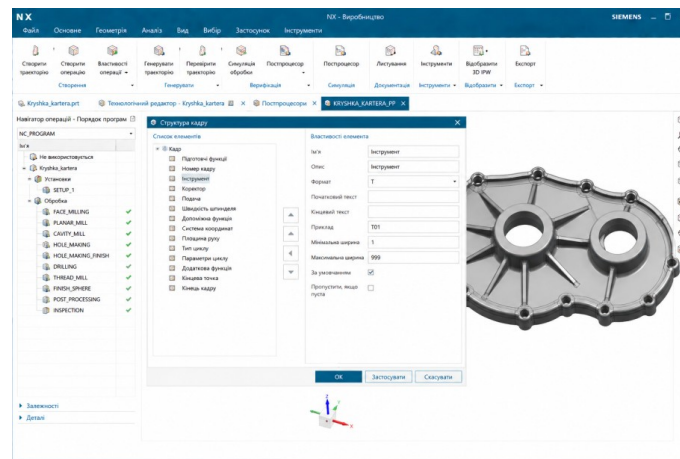


Рисунок 3.8 – Структура кадру

Описавши один раз формат виводу, далі ми просто поміщаємо значення в потрібне вікно, вже не піклуючись про те, як інформація буде представлена в кадрі.

Будь-яка CAD/CAM-система формує універсальний файл (CLDATA), який містить набір технологічних інструкцій і команд переміщення інструменту. Кожна команда в цьому файлі унікальна і визначається або кодом, або ключовим словом і володіє рядом параметрів (властивостей). Коли система адаптації прочитує чергову команду, вона прирівнює значення параметрів, що прийшли з поточною командою, до набору зумовлених змінних і доступних в генераторі постпроцесорів. Таким чином, можна дістати доступ до будь-якого параметра, що прийшов з універсального файлу, і до безлічі інших, які формуються автоматично. Створений постпроцесор представлений у додатку Б.

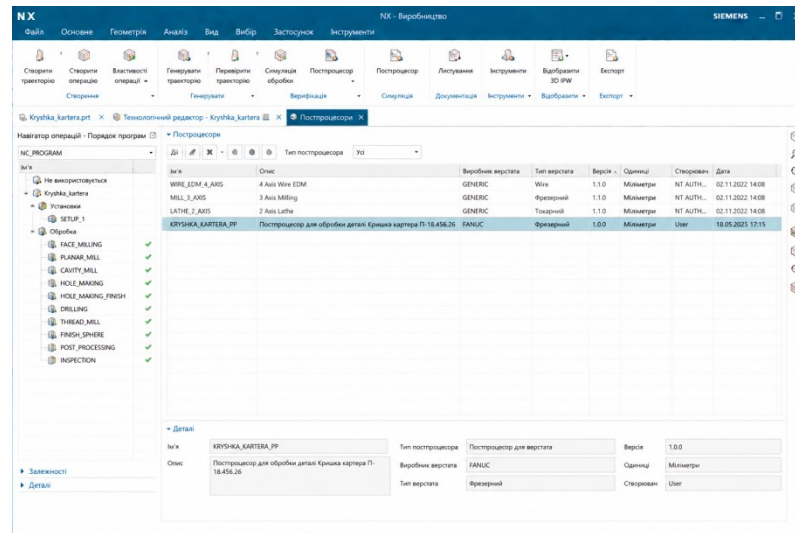


Рисунок 3.9 – Вікно зі створеним постпроцесором

3.3 Розробка спеціалізованого модулю САПР на базі прикладного програмування API

3.3.1 Поняття про API

Інтерфейс прикладного програмування (API) - це набір визначень із способів , за допомогою якого одна частина програмного забезпечення комп'ютера , спілкується з іншим. Це метод досягнення абстракції , як правило (але не обов'язково) між нижнього рівня і вище - на рівні програмного забезпечення . Однією з основних цілей API надає набір найбільш часто використовуваних функцій - наприклад , намалювати вікна або іконки на екрані. Програмісти можуть потім використовувати переваги API , використовуючи її можливості , зберігаючи їх завдання програмування

все з нуля. Арі самі анотація: програмне забезпечення , яке забезпечує певну API часто називають реалізації цього API.

Інтерфейс прикладного програмування (API) - це технологія , яка забезпечує обмін даними між двома або більше різних комп'ютерних програм або додатків. API - це віртуальний інтерфейс між двома взаємодії програмних функцій , таких як текстовий процесор і електронні таблиці. Програмне забезпечення , яке забезпечує функціональність , описану по API вважається реалізація API. API собі абстрактно , як це інтерфейс. Інтерфейс прикладного програмування (API) визначає , як програмісти використовують конкретного комп'ютера функція . Арі існують для віконних систем , файлових систем , систем баз даних , і, звичайно , мережевих систем . Для UNIX- based Інтернет- програміст , три основних Арі представляють інтерес: Berkeley sockets , System V попельці , і RPC. Розетки і тлі надає ті ж функціональні можливості (доступ до TCP і UDP) і взаємно виключають одне одного , хоча можна написати умовно - скомпільований код для підтвердження. RPC API (RPC Мови) підтримує мережі підпрограми за допомогою Sun RPC протоколу.

3.3.2 Підготовка форми програми

Створимо форму, кинемо на неї 6 елементів TEdit, обізвамо їх по іменах наших зовнішніх змінних edL1 ... edD3.

Кинемо на форму 3 кнопки. Напишемо на них «Запуск», «Вихід» і «Застосувати».

Так само нам буде потрібно TSaveDialog.

Решта, за бажанням трудящих: 2 елементи TEdit під Позначення і найменування деталі (можна цього не робити, а призначати програмно).

Змінні:

1. `var doc: nxDocument3D;`
2. `doc2: nxDocument2D;`

3. Kompas :Siemens NXObject;

Кнопці «Запуск» призначаємо код:

[Copy Source](#) | [Copy HTML](#)

```
1. begin
2.   // Создать объект автоматизации NX_Graphic
3.   if Nx = nil then
4.     begin
5.     {$IFDEF __LIGHT_VERSION__}
6.       NX:= NXObject( CreateOleObject('NXLt.Application.5') );
7.     {$ELSE}
8.       Nx:= NXObject( CreateOleObject('NX.Application.5') );
9.     {$ENDIF}
10.    if NX <> nil then
11.      Nx.Visible := true;
12.    end;
13.  end;
```

Кнопці «Вихід» призначаємо код:

[Copy Source](#) | [Copy HTML](#)

```
1. begin
2.   if doc2d<>nil then doc2d:=nil;
3.   if doc3d<>nil then doc3d:=nil;
4.   if NX <> nil then begin
5.     //принудительно закрыть
6.     NX.Quit;
7.     NX := nil;
8.   end;
9. end;
```

3.3.3 Робота з зовнішніми змінними 3d

Обробимо введення значень в TEdit . Нам потрібні тільки числа.

І почнемо працювати з кнопкою « Застосувати ».

Зробимо перевірку на наявність прив'язаного об'єкта компас і введені параметри . Повідомлення про помилки розписувати не буду свідомо , тому що у нас чиста демонстрація , вже вибачте за моветон.

Вся обробка деталі винесена в окрему процедуру , щоб при необхідності можна було працювати з різними виробами.

```
procedure TForm2.ReBuildPart ( FileName : String );
```

виклик робимо з обробника натискання кнопки « Застосувати »
 ReBuildPart (' Krishka.prt ');

де, як всі вже здогадалися , ' Krishka.m3d ' назва файлу з нашим валом.

Змінні:

- 1 . Var
- 2 . Part : nxPart ; // Тут зберігаємо нашу деталь
- 3 . VarCol : nxVariableCollection ; // Колекція змінних деталі
- 4 . Variable : nxVariable ; // Активна мінлива
- 5 . I , count : integer ; // Лічильники
- 6 . Patch : String ; // Шлях до файлу - шаблону

Почнемо з відкриття файлу шаблону моделі . (У мене він збережений в піддиректорії « draw » , для зручності)

Сама процедура обробки зовнішніх змінних деталі:

- 1 . Begin
- 2 . Patch := ExtractFilePath (Paramstr (0)) + ' draw \' ; // Шаблони у мене в каталозі " draw "
- 3 . If Kompas < > nil then begin
- 4 . If FileIsThere (Patch + FileName) then begin
- 5 . Doc3d := nxDocument3D (NX.Document3D) ;
- 6 . If doc3d < > nil then
- 7 . Doc3d.Open (Patch + FileName , false) ;
- 8 . End else exit ;
- 9 . End else exit ;
- 10 . Part := nxPart (doc3d.GetPart (pTop_Part)) ; // Перша деталь у збірці
- 11 . // В нашому випадку , наша деталь .
- 12 . If part < > nil then begin
- 13 . // Робота з масивом зовнішніх змінних
- 14 . VarCol := ksVariableCollection (part.VariableCollection ()) ;

```

15 . If varCol <> nil then
16 . Begin
17 . Variable := ksVariable ( kompas.GetParamStruct ( ko_VariableParam )) ;
18 . If variable = nil then exit ; // Перевіримо , а чи є вони?
19 . Count := varCol.GetCount () ; // Кількість зовнішніх змінних
20 . For i := 0 to count - 1 do // пробіжить по всіх змінних
21 . Begin
22 . Variable := ksVariable ( varCol.GetByIndex ( i )) ;
23 . // Дивимося ім'я змінної , якщо наше , то присвоюємо значення .
24 . If variable.Name = ' L1 ' then variable.Value := StrToFloat ( edL1.Text ) ;
25 . If variable.Name = ' L2 ' then variable.Value := StrToFloat ( edL2.Text ) ;
26 . If variable.Name = ' L3 ' then variable.Value := StrToFloat ( edL3.Text ) ;
27 . If variable.Name = ' D1 ' then variable.Value := StrToFloat ( edD1.Text ) ;
28 . If variable.Name = ' D2 ' then variable.Value := StrToFloat ( edD2.Text ) ;
29 . If variable.Name = ' D3 ' then variable.Value := StrToFloat ( edD3.Text ) ;
30 . End ;
31 .
32 . // Тут вставимо заповнення специфікації .
33 .
34 . Part.needRebuild := true ;
35 . Part.Update ;
36 . Part.RebuildModel () ; // Перестроювання моделі деталі
37 .
38 . End ;
39 . End ;

```

40 .

41 . Doc3d.treeNeedRebuild := true ;

42 . Doc3d.RebuildDocument ; // Перестроювання моделі документа

43 .

44 . // Перезаписуємо файл.

45 . Doc3d.Save ;

46 . Doc3d.close ; // Опціонально ... не люблю , коли багато всього відкрито ...

47 . // Для пізнавального моменту , можна і закомментити .

48 .

49 . End ;

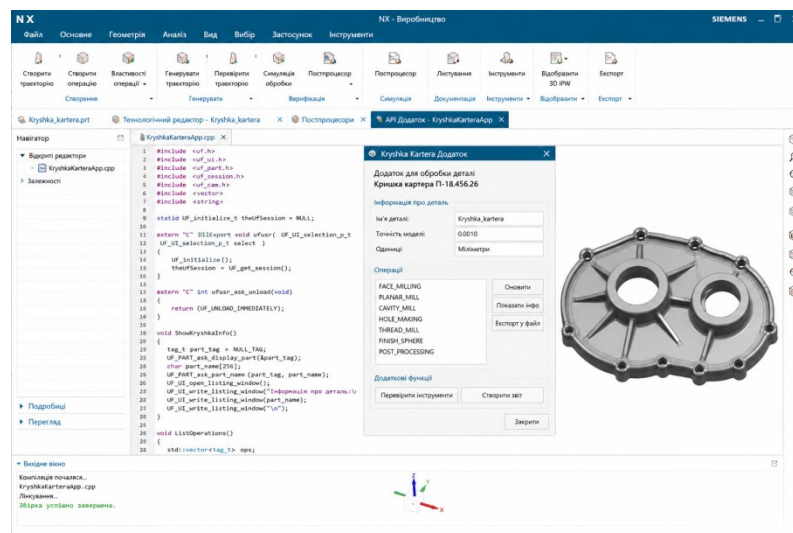


Рисунок 3.10 - Створення прикладних додатків за допомогою API

Розроблений інтерфейс та програма в роботі зображені на рисунках 3.11 та 3.12.

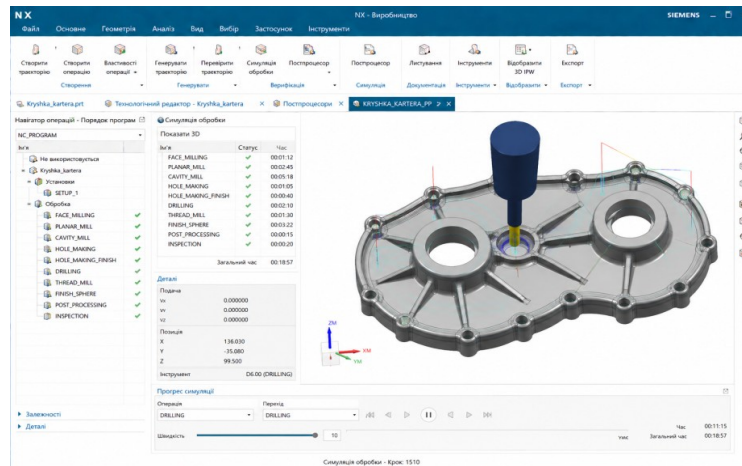


Рисунок 3.11 – Програма в роботі до перебудови деталі

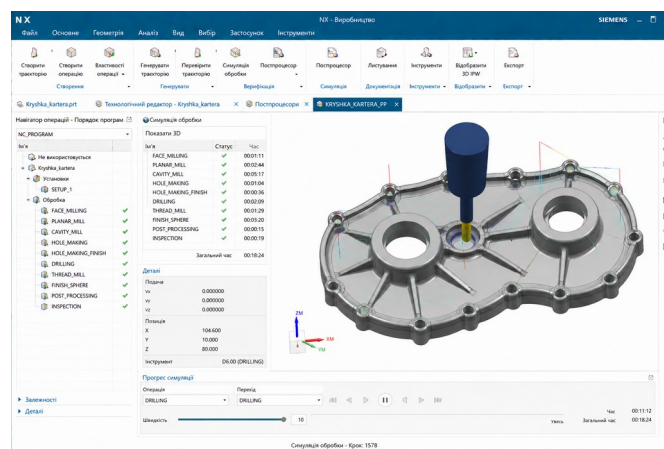


Рисунок 3.12 – Робоче вікно після перебудови деталі

Висновки по третьому розділу

В даному розділі кваліфікаційної роботи була поставлена мета розробити комплект технічної документації на виготовлення деталі «Кришка картера П-18.456.26» з використанням верстатів з ЧПК.

Був проведений інженерний розрахунок деталі на міцність в NX а саме в модулі NX Digital Lifecycle Simulation і зроблен виставок, що при навантаженні сили валу на корпус частина кришки під вал буде напружуватися. Треба замінити матеріал деталі на леговану сталь тим самим зберегти деталь від руйнування

В автоматизованій системі Siemens NX була спроектована модель деталі та креслення.

В модулі в Siemens NX був спроектований технологічний процес із дотриманням вимог техніки безпеки, який відповідає всім нормам технологічної документації.

Для обробки деталі на верстаті з ЧПК була розроблена керуюча програма за допомогою модулю Manufacturing, для цього були використані тривимірна модель та заготовка деталі «Шестикутник». Управляюча програма в Manufacturing створюється по аналогу технологічного процесу і повністю інтегрує цей процес. Також обраний верстат для обробки деталі.

Написан універсальний постпроцесор для керування верстату який вибирається и вписується в файл. Цей постпроцесор підходить для 3х та 4х кратній обробці на будь якому верстаті з УЧПК FANUC або HAAS.

Розроблено спеціалізований модуль САПР на базі прикладного програмування API на мові програмування Embarcadero Delphi.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Аналіз небезпечних чинників

Під час роботи на виробництві на людину можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів.

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ГОСТ 12.0.003-74 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні. Останні за характером впливу на людину підрозділяються

на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші - на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

В процесі роботи на підприємстві на працівника можуть впливати такі небезпечні й шкідливі виробничі фактори:

- машини, що рухаються, автотранспорт і механізми;
- рухомі незахищені елементи механізмів, машин і виробничого обладнання;
- падаючі вироби техніки, інструмент і матеріали під час роботи;
- ударна хвиля (вибух посудини, що працює під тиском пари рідини);
- струмені газів і рідин, що стікають, із посудин і трубопроводів під тиском;
- підвищене ковзання (через зледеніння, зволоження й замаслювання поверхонь, по яких переміщується робочий персонал);
- підвищені запыленість й загазованість повітря;
- підвищена чи знижена температура поверхонь техніки, обладнання й матеріалів;
- підвищена чи знижена температура, вологість і рухомість повітря;
- підвищений рівень шуму, вібрації, ультра- та інфразвука;
- підвищена напруга в електричному ланцюзі, замикання якого може відбутися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- гострі кромки, задирки й шорсткість на поверхнях обладнання й інструментів;
- відсутність чи нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- знижена контрастність об'єктів в порівнянні з фоном;
- пряма блискість (прожекторне освітлення територій виробництв, світло фар автотранспорту) і відбита блискість (від розлитої води й інших рідин на поверхні територій виробництв);

- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової й інфрачервоної радіації;
- хімічні речовини (токсичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні, що впливають на репродуктивну функцію людини);
- хімічні речовини , що проникають в організм через органи дихання, шлунково-кишковий тракт, шкірні покриви і слизові оболонки;
- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, гриби, найпростіші) і продукти їхньої життєдіяльності;
- перевантаження (статичні й динамічні) і нервово-психічні чинники (емоційні перевантаження, перенапруга аналізаторів, розумова перенапруга, монотонність праці).

Рівні небезпечних і шкідливих виробничих факторів не повинні перевищувати граничнодопустимих значень, встановлених у санітарних нормах, правилах і нормативно-технічній документації.

4.2 Система управління охороною праці (СУОП) на підприємстві

Система управління охороною праці - підсистема єдиної системи управління виробництвом, яка контролює показники безпеки та охорони праці, аналізує стан охорони праці, забезпечує прийняття, підготовку і реалізацію рішень, які спрямовані на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці.

Основні принципи функціонування СУОП підприємства :

- а) зв'язок процесу виробництва з рівнем забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці;
- б) виконання трудової і технологічної дисципліни працівниками підприємства;

в) діяльність органів управління охороною праці підприємства спільна з метою виконання заходів по створенню безпечних і здорових умов праці;

г) обов'язкова економічна зацікавленість роботодавця і працівника у поліпшенні безпечних і нешкідливих умов праці.

Мета СУОП - забезпечити безпеку праці, зберегти здоров'я та працездатність працівників.

Об'єкти управління СУОП підприємства :

а) виробнича діяльність робітників підприємства;

б) виробниче обладнання;

в) технологічні процеси, будівлі і споруди;

г) виробниче середовище.

Органи управління СУОП підприємства:

а) роботодавець;

б) структурні підрозділи підприємства;

в) професійні спілки;

г) комісія охорони праці ;

д) уповноважені трудових колективів.

4.3 Організація охорони праці на підприємстві

4.3.1. Проведення контролю за діяльністю Управління охороною праці та обов'язки роботодавця

Охорона праці на виробництві починається з організації управління охороною праці.

Роботодавець зобов'язаний створити в кожному структурному підрозділі і на робочому місці умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства щодо прав працівників у галузі охорони праці.

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, для чого:

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань охорони праці, затверджує інструкції про їх обов'язки, права та відповідальність за виконання покладених на них функцій, а також контролює їх дотримання;

- розробляє за участю сторін колективного договору і реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;

- впроваджує прогресивні технології, досягнення науки і техніки, засоби механізації та автоматизації виробництва, вимоги ергономіки, позитивний досвід з охорони праці тощо;

- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків, професійних захворювань, та здійснення профілактичних заходів, визначених комісіями за підсумками розслідування цих причин;

- організує проведення аудиту охорони праці, лабораторних досліджень умов праці, атестації робочих місць на відповідність нормативним актам про охорону праці в порядку і строки, що встановлюються законодавством;

- вживає за їх підсумками заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я виробничих факторів;

- розробляє і затверджує положення, інструкції, інші нормативні акти про охорону праці, що діють у межах підприємства, та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих і галузевих нормативно-правових актів про охорону праці, забезпечує безплатно працівників нормативно-правовими актами про охорону праці;

- здійснює постійний контроль за додержанням працівником технологічних процесів, правил поводження з машинами, механізмами,

устаткуванням та іншими засобами виробництва, використанням засобів колективного та індивідуального захисту, виконанням робіт відповідно до вимог з охорони праці;

- організує пропаганду безпечних методів праці та співробітництво з працівниками у галузі охорони праці;

- вживає термінових заходів для допомоги потерпілим, залучає за необхідності професійні аварійно-рятувальні формування у разі виникнення на підприємстві аварій та нещасних випадків. Роботодавець несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Обов'язки працівника щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці. Кожен працівник, виконуючи трудові обов'язки, зобов'язаний:

- дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я оточуючих людей в процесі виконання будь-яких робіт чи під час перебування на території підприємства;

- знати і виконувати вимоги нормативних актів про охорону праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, користуватися засобами колективного та індивідуального захисту;

- проходити в установленому порядку попередні та періодичні медичні огляди.

Працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених вимог.

Комісія з питань охорони праці підприємства. З метою забезпечення пропорційної участі працівників на підприємстві для вирішення будь-яких питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища за рішенням трудового колективу може створюватися комісія з питань охорони праці.

Комісія складається з представників роботодавця та професійної спілки, а також уповноваженої найманими працівниками особи, спеціалістів

з безпеки, гігієни праці та інших служб підприємства відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

Рішення комісії мають рекомендаційний характер.

Обов'язкові медичні огляди працівників певних категорій.

Роботодавець зобов'язаний за свої кошти організувати проведення попереднього (при прийнятті на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі, а також щорічного обов'язкового медичного огляду осіб віком до 21 року.

За результатами періодичних медичних оглядів у разі потреби роботодавець повинен забезпечити проведення відповідних оздоровчих заходів.

Медичні огляди проводяться відповідними закладами охорони здоров'я, працівники яких несуть відповідальність згідно із законодавством за відповідність медичного висновку фактичному стану здоров'я працівника.

Проведення медичних оглядів визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади в галузі охорони здоров'я.

Роботодавець має право в установленому законом порядку притягнути працівника, що ухиляється від обов'язкового медичного огляду, до дисциплінарної відповідальності, а також зобов'язаний відсторонити його від роботи без збереження заробітної плати.

Роботодавець зобов'язаний за свій рахунок забезпечити позачерговий медичний огляд працівників:

- за заявою працівника, коли він вважає, що погіршення стану його здоров'я пов'язане з умовами праці;
- за своєю ініціативою, коли стан здоров'я не дозволяє працівнику виконувати свої трудові обов'язки.

За час проходження медичного огляду за працівниками зберігаються місце роботи (посада) і середній заробіток.

Наукова база охорони праці. Національний науково-дослідний інститут охорони праці (НДІ) та галузеві науково-дослідні інститути з охорони праці займаються:

- а) розробкою та реалізацією із залученням наукових кадрів науково обґрунтованих рішень з питань поліпшення та безпеки умов праці;
- б) прогнозуванням наслідків аварій та нещасних випадків;
- в) розробкою планів локалізації і ліквідації аварій та нещасних випадків;
- г) моделюванням аварійних ситуацій, а також розробкою заходів для їх відвернення;
- д) проведенням моніторингу з питань безпеки та умов праці;
- е) оцінкою ефективності управління охороною праці і виробленні рекомендацій щодо її вдосконалення.

Навчання з питань охорони праці. Питанням охорони праці працівники повинні навчатися постійно.

Усі працівники при прийнятті на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця на підприємстві інструктаж, навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків і правил поведінки при виникненні аварії.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою або там, де є потреба у професійному доборі, повинні проходити попереднє спеціальне навчання і один раз на рік перевірку знань відповідних нормативно-правових актів про охорону праці. Перелік робіт з підвищеною небезпекою затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду охороною праці.

Посадові особи, діяльність яких пов'язана з організацією безпечного ведення робіт, під час прийняття на роботу і періодично один раз на три

роки, проходять навчання, а також перевірку знань з питань охорони праці за участю профспілок.

Працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з охорони праці, не допускаються до роботи

Коли у працівників, у тому числі посадових осіб, виявлені незадовільні знання з питань охорони праці, вони повинні у місячний строк пройти повторне навчання і перевірку знань.

Фінансування охорони праці. Фінансування охорони праці здійснюється роботодавцем.

Для підприємств, незалежно від форм власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять не менше 0,5 відсотка від суми реалізованої продукції.

На підприємствах, що утримуються за рахунок бюджету, витрати на охорону праці передбачаються в державному або місцевих бюджетах і становлять не менше 0,2 відсотка від фонду оплати праці.

Суми витрат з охорони праці, що належать до валових витрат юридичної чи фізичної особи, яка відповідно до законодавства використовує найману працю, визначаються згідно з переліком заходів та засобів з охорони праці, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Кошти галузевих і державного фондів охорони праці витрачаються на здійснення галузевих і національних програм з питань охорони праці, науково-дослідних і проектно-конструкторських робіт, що виконуються в межах цих програм, на сприяння становленню і розвитку спеціалізованих підприємств та виробництв, творчих колективів, науково-технічних центрів, експертних груп, на заохочення трудових колективів і окремих осіб, які плідно працюють над розв'язанням проблем охорони праці.

Атестація робочих місць на відповідність вимогам нормативних актів. Атестація робочих місць це:

- виявлення факторів і причин виникнення небезпечних і шкідливих умов праці;
- віднесення робочого місця до категорії зі шкідливими, особливо шкідливими, важкими умовами праці;
- установлення санітарно-гігієнічних умов виробничого середовища та напруженості виробничого процесу на робочому місці;
- підтвердження у працюючого пільгового пенсійного забезпечення за роботу в шкідливих та небезпечних умовах праці. Роботодавець підприємства відповідає за своєчасне та якісне проведення атестації робочих місць.

Атестаційна комісія із залученням, при необхідності, фахівців інших організацій, проводить постійно атестацію робочих місць у терміни, передбачені колективним договором, не рідше одного разу на п'ять років.

Атестаційна комісія:

- а) організує вивчення нормативно-правової документації з питань атестації робочих місць;
- б) залучає у встановленому порядку організації до атестації робочих місць, що мають на це право;
- в) здійснює контроль і організує керівництво за роботами при атестації робочих місць;
- г) складає плани розміщення обладнання, визначає межі робочих зон і відповідний їм номер спільно з санітарно-епідеміологічною службою;
- д) визначає небезпечні і шкідливі виробничі фактори і визначає значення цих факторів;
- е) розробляє заходи щодо поліпшення умов праці та оздоровленню працюючих;
- ж) визначає "Карту умов праці" на атестоване робоче місце. Працівникам сповіщають про результати атестації робочого місця.

4.3.2. Служба охорони праці на підприємстві

На кожному підприємстві повинна бути служба охорони праці. Роботодавець створює на підприємстві службу охорони праці з кількістю працюючих 50 і більше осіб відповідно до типового положення, що затверджується спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з питань нагляду за охороною праці.

Функції цієї служби можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо роботодавцю. Керівники служб охорони праці прирівнюються до основних виробничо-технічних служб.

Спеціалісти служби охорони праці у разі виявлення порушень охорони праці мають право:

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення наявних недоліків, одержувати від них необхідні відомості, документацію і пояснення з питань охорони праці;

- вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли медичного огляду, навчання, інструктажу, перевірки знань і не мають допуску до відповідних робіт або не виконують вимог нормативно-правових актів з охорони праці;

- зупиняти роботу виробництв, діляниць, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва у разі порушень, які створюють загрозу життю або здоров'ю працюючих;

- надсилати роботодавцю підприємства подання про притягнення до відповідальності працівників, які порушують вимоги охорони праці.

Припис спеціаліста з охорони праці може скасувати лише роботодавець.

Додержання вимог щодо охорони праці під час проектування, будівництва та реконструкції підприємств об'єктів і засобів виробництва. Охорона праці на підприємстві починається з виробничих будівель, споруд, устаткування та транспортних засобів, які виконувалися з урахуванням вимог охорони праці.

Виробничі будівлі, споруди, устаткування, транспортні засоби, що вводяться в дію після будівництва або реконструкції, капітального ремонту тощо, та технологічні процеси повинні відповідати вимогам нормативно-правових актів з охорони праці.

Проектування виробничих об'єктів, розробка нових технологій, засобів виробництва, засобів колективного та індивідуального захисту працюючих повинні проводитися з урахуванням вимог охорони праці.

Роботодавець повинен одержати дозвіл на початок роботи та види робіт підприємства, діяльність якого пов'язана з виконанням робіт та експлуатацією об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Перелік видів робіт, об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки визначається Кабінетом Міністрів України.

Не допускається застосування у виробництві шкідливих речовин, коли відсутні показники їх гігієнічної регламентації та державної реєстрації.

Безпека праці жінок, неповнолітніх та інвалідів. Законодавство України приділяє велику увагу питанням охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів.

Забороняється використання праці жінок на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, крім деяких підземних робіт (нефізичних робіт або робіт, пов'язаних із санітарним та побутовим обслуговуванням), а також залучення жінок до підіймання і переміщення речей, маса яких перевищує встановлені для них граничні норми.

Перелік важких робіт та робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється використання праці жінок, а також граничні норми підймання і переміщення важких речей жінками затверджуються Міністерством охорони здоров'я України за погодженням з Державним комітетом України по нагляду за охороною праці.

Праця вагітних жінок і жінок, які мають неповнолітню дитину регулюється законодавством.

Неповнолітні не допускаються до праці на важких роботах і на роботах із шкідливими або небезпечними умовами праці, на підземних роботах, до нічних, надурочних робіт та робіт у вихідні дні.

У випадках, передбачених законодавством, власник зобов'язаний організувати навчання, перекваліфікацію і працевлаштування інвалідів відповідно до медичних рекомендацій, встановити неповний робочий день або неповний робочий тиждень і пільгові умови праці на прохання інвалідів.

Залучення інвалідів до понаднормових робіт і робіт у нічний час без їх згоди не допускається.

Підприємства, які використовують працю інвалідів, зобов'язані створювати для них умови праці з урахуванням рекомендацій медико-соціальної експертизи та індивідуальних програм реабілітації, вживати додаткових заходів щодо безпеки праці, які відповідають специфічним особливостям цієї категорії працівників.

4.3.3 Основні технічні та організаційні заходи щодо профілактики виробничого травматизму та професійної захворюваності

Технічні заходи - технічні засоби, що забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці, та пов'язані з впровадженням нового обладнання, пристроїв і приладів безпеки і безпечною експлуатацією засобів виробництва.

Нормативно-методичні заходи:

- розробка посібників і рекомендацій;
- розробка нормативно-правової бази з охорони праці на підприємстві;
- забезпечення необхідною нормативно-правовою документацією функціональних служб, окремих структурних підрозділів та робочих місць;
- забезпечення програм і розробка методик навчання з питань охорони праці;
- розробка розділів охорони праці в посадових інструкціях, інструкціях за професіями;
- перегляд НПАОП підприємства.

Організаційні заходи:

- контроль за технічним станом обладнання, інструментів, будівель і споруд;
- контроль за дотриманням вимог нормативних документів з охорони праці;
- нагляд за обладнанням підвищеної небезпеки;
- організація навчання, перевірка знань з питань охорони праці і інструктажів робітників підприємства;
- контроль за виконанням технологічного процесу відповідно до вимог охорони праці;
- організація належних умов до проїздів і проходів відповідно до вимог охорони праці;
- забезпечення працівників засобами індивідуального та колективного захисту;
- забезпечення відповідними знаками безпеки, плакатами.

Санітарно-гігієнічні заходи:

- контроль за впливом виробничих факторів на здоров'я працівників;
- забезпечення санітарно-побутових умов згідно з діючими нормами;
- атестація робочих місць відповідно до їх нормативним актам з охорони праці;

- планування заходів щодо поліпшення санітарно-гігієнічних умов праці;
- паспортизація санітарно-технічного стану умов праці.

Соціально-економічні заходи:

- надання пільг і компенсацій працівникам, які працюють зі шкідливими і небезпечними умовами праці;
- створення умов для економічної зацікавленості роботодавця і працівника у поліпшенні умов і підвищенні безпеки праці;
- соціальне страхування працівників роботодавцем;
- фінансування заходів з охорони праці;
- відшкодування роботодавцем працівнику збитків у разі каліцтва.

Лікувально-профілактичні заходи:

- надання медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків на виробництві;
- контроль за здоров'ям працюючих протягом їхньої трудової діяльності;
- лікувально-профілактичне харчування працівників, які працюють на роботах зі шкідливими і небезпечними умовами праці;
- проведення медичних оглядів працівників (попередніх та періодичних);
- дотримання охорони праці жінок, неповнолітніх та інвалідів;
- відшкодування потерпілому працівнику витрат на лікування, протезування, придбання транспортних засобів та інші види медичної допомоги.

Наукові заходи:

- прогнозування соціально-економічних наслідків нещасних випадків і аварій;
- моделювання аварійних ситуацій і розробка заходів щодо їх відвернення;

- плани локалізації і ліквідації аварії;
- оцінка ефективності управління охороною праці;
- підготовка науково обґрунтованих технічних рішень, спрямованих на підвищення безпеки і поліпшення умов праці.

Інформаційне забезпечення - інформаційна підтримка при проведенні нормативно-методичних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних, соціально-економічних, наукових досліджень, спрямованих на збереження безпеки праці, здоров'я працюючих.

4.3.4 Нормативно-правові акти з охорони праці

Охорона праці керується великою кількістю нормативно-правових актів.

Нормативно-правові акти про охорону праці - це правила, стандарти, норми, регламенти, положення, інструкції та інші документи, яким надано чинність правових норм, обов'язкових для виконання.

Опрацювання та перегляд, прийняття нових і скасування чинних нормативно-правових актів з охорони праці проводяться спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці за участю професійних спілок і Фонду соціального страхування від нещасних випадків та за погодженням з органами державного нагляду за охороною праці.

Нормативно-правові акти про охорону праці переглядаються в міру впровадження досягнень науки і техніки, що сприяють поліпшенню безпеки, гігієни праці і виробничого середовища, але не рідше одного разу на десять років.

Стандарти, технічні умови та інші нормативно-технічні документи на засоби праці і технологічні процеси повинні включати вимоги щодо охорони праці і погоджуватися з органами державного нагляду за охороною праці.

Санітарні правила та норми затверджуються спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади у галузі охорони здоров'я.

Нормативно-правові акти про охорону праці є обов'язковими для виконання у виробничих майстернях, лабораторіях, цехах, на ділянках та в інших місцях трудового і професійного навчання молоді, обладнаних у школах, міжшкільних комбінатах, училищах, вищих і середніх спеціальних навчальних закладах, будинках самодіяльної технічної творчості тощо.

Система стандартів безпеки праці (ССБП) - це комплекс взаємопов'язаних стандартів, спрямованих на забезпечення безпеки праці, що поширюється на виробниче обладнання, виробничі процеси і засоби захисту працюючих.

Завданням ССБП є установлення загальних вимог до виробничих процесів та обладнання, загальних вимог і норм до окремих видів безпечних і шкідливих виробничих факторів, вимог до засобів захисту працюючих, методів оцінки безпеки праці.

Відповідальність за порушення вимог щодо охорони праці.

За порушення законів та інших нормативно-правових актів про охорону праці, створення перешкод у діяльності посадових осіб органів державного нагляду за охороною праці і представників професійних спілок, їх організацій та об'єднань винні особи притягаються до дисциплінарної, адміністративної, матеріальної, відповідальності згідно із законом.

4.4 Розрахунок захисного заземлення

Захисне заземлення – навмисне приєднання до землі металевих частин електроустаткування, що можуть виявитися під напругою внаслідок ушкодження ізоляції. Основне призначення захисного заземлення – знизити напруга дотику до безпечної величини.

Захисне заземлення є ефективним способом забезпечення безпеки людей, що працюють з електроустаткуванням. Повинне бути заземлені металеві корпуси електричних машин, апаратів, каркаси розподільних щитів і інші металеві конструкції, зв'язані з електроустановками. Штучний заземлитель, є замкнутий контур з 10 труб, довжиною 2 м і діаметром 0,2 м, встановленими на глибину 1 м і з'єднаних смугою, що заземлює.

Опір розтікання струму від однієї труби:

$$R = \frac{0.336 \times p}{L \left(\lg \left[\frac{2 \times L}{d} \right] + 0.5 \times \lg \left[\frac{4 \times h + L}{4 \times h - L} \right] \right)}, \quad (4.1.)$$

Де $p = 10^0$ Ом/см – питомий опір ґрунту;

$L = 2$ м – довжина труби;

$d = 0,2$ м – діаметр труби;

$h = 10^0$ см – глибина установки заземлення;

$$R = \frac{0.366 \times 100}{200 \times \left(\lg \left[\frac{2 \times 200}{20} \right] + 0.5 \times \lg \left[\frac{4 \times 100 + 200}{4 \times 100 - 200} \right] \right)} = 0.46 \text{ Ом.}$$

Опір розтікання струму системи заземлення:

$$R_{\text{сист}} = \frac{R}{m \times K_1 \times K_2}, \quad (4.2.)$$

Де m – число труб;

$K_1 = 0,56$ – коефіцієнт, що враховує екранування труб;

$K_2 = 0,78$ – коефіцієнт, що враховує екранування смуги і труб;

$$R_{\text{сист}} = \frac{0.46}{10 \times 0.56 \times 0.78} = 0.11 \text{ Ом.}$$

Довжина замикаючої смуги для замкнутого кола:

$$L_1 = a \times m, \quad (4.3.)$$

Де $a = 3$ м – відстань між трубами.

$$L_1 = 3 \times 10 = 30 \text{ м.}$$

Опір розтікання струму сталевій смуги, що заземлює:

$$R_{\Pi} = \frac{0.366 \times p}{L_1 \times \lg \left[\frac{2 \times L_1^2}{b \times h_1} \right]}, \quad (4.4.)$$

де $h_1 = 3$ см – ширина смуги, що заземлює,

$$R_{\Pi} = \frac{0.366 \times 100}{3000 \times \lg \left[\frac{2 \times 3000^2}{100 \times 3} \right]} = 0.058 \text{ Ом.}$$

Загальний опір заземлення:

$$R_{\text{общ}} = \frac{R_{\text{сстс}} \times R_n}{R_{\text{сстс}} + R_n}, \quad (4.5.)$$

$$R_{\text{общ}} = \frac{0.11 \times 0.058}{0.11 + 0.058} = 0.038 \text{ Ом.}$$

Опір розтікання струму в захисному пристрої, що заземлює, для установок до 1000 В. повинно бути не більш 4 Ом.

Опір проектного заземлення:

$$R_{\text{общ}} = 0.038 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом},$$

тобто спроектований пристрій задовольняє правилам пристрою електроустановок ПЕУ-86.

Висновок по четвертому розділу

Темпи зростання числа користувачів ПЕОМ неухильно зростають. Одночасно з цим стає все більш очевидною можлива небезпека для здоров'я працюючих на ПЕОМ.

Під час роботи з комп'ютером найбільшому ризику піддаються зорова, опорно-рухова, нервово-психічна системи і репродуктивна функція у жінок.

Крім того, відеодисплейний термінал порушує рівновагу між позитивно і негативно зарядженими іонами в повітрі.

Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції, розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейним терміналам, персональним електровичислювальним машин і організації робіт».

При роботі з комп'ютером шкідливими і небезпечними чинниками є: електростатичні поля; електромагнітне випромінювання; наявність потужних іонізуючих випромінювань; локальне стомлення, загальна втома; стомлюваність очей; небезпека ураження електричним струмом; пожежонебезпека.

В аварійних ситуаціях комп'ютер повинен негайно відключений від мережі: при відключенні електричної енергії; при пожежі; при появі запаху диму.

Також зроблен розрахунок заземлення для виробничого приміщення.

5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

5.1 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 [11].

Аналітично норма часу розраховується:

$$T_{шт} = T_o + T_{доп} + T_{дод}, \text{ хв.}$$

$$T_{шт} = 299,71 + 41,33 + 27,29 = 368,33 \text{ хв.}$$

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

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

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час.

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

$$T_{\text{доп}} = \sum_{i=1}^i t_{\text{уст}} + \sum_{i=1}^i t_{\text{пер}} = 41,33 \text{ хв.}$$

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

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

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

$$T_{\text{дод}} = \frac{\alpha}{100} \cdot (T_o + T_{\text{доп}}),$$

$$T_{\text{дод}} = \frac{8}{100} \cdot (299,71 + 41,33) = 27,29 \text{ хв.}$$

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

Розрахуємо річну економію норми часу:

$$T_{\text{шт}}^e = (T_{\text{шт.зав.}} - T_{\text{шт.}}) \times n, \text{ н/год}$$

$T_{\text{шт.зав.}}$ – штучний час на обробку однієї одиниці виробу, що надається заводом та складає 386 хвилин;

$T_{\text{шт.}}$ – штучний час на обробку однієї одиниці виробу, який був отриманий при удосконаленому технологічному процесі;

n – кількість виробів на рік.

$$T_{\text{шт}}^e = (386 - 368,33) \times 72 = 1268,04 \text{ хв} = 21,13 \text{ н/год}$$

5.2 Техніко-економічні показники

5.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу

$$\eta_m = \frac{\sigma_d}{\sigma_z},$$

де: σ_d , σ_z - маса деталі і заготовки відповідно.

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

$$\eta_{m.існ.} = \frac{4,95}{9,20} = 0,54$$

$$\eta_{m.мод.} = \frac{2,45}{7,10} = 0,35$$

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

5.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності

$$\eta = \frac{N_e}{N_{дв} \cdot \eta_{вер}},$$

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

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

$\eta_{вер}$ – ККД верстата, $\eta_{вер} = 0,86$

$$\eta = \frac{6,240}{7,50 \cdot 0,86} = 0,97$$

5.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом

$$\eta_{ч} = \sum \frac{T_o}{T_{шт.}},$$

$$\eta_{ч} = \frac{500,24}{368,33} = 0,96$$

5.2.4 Собівартість механічної обробки деталі

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

де H – відсоток накладних витрат;

S – заробітна плата робітника;

$H = 1300 \%$.

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

де S_i - годинна тарифна ставка робітника 1 розряду;

$S_i = 11,20$ грн;

K - тарифний коефіцієнт (вибирається по таблиці 3).

Приймаємо розряд робітника – 5:

$$S = 11,20 \cdot 1,5 \cdot \frac{368,33}{60} = 103,04 \text{ грн.}$$

$$C = 103,04 \cdot \left(1 + \frac{1300}{100}\right) = 1442,56 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 - 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

5.3 Розрахунок економічної ефективності

Річна економічна ефективність від оптимізації заводського технологічного процесу розраховується по формулі:

$$E_{річ} = (C_1 - C_2) \times A_2$$

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

A_2 – річна програма випуску продукції, складає 72 шт;

C_1 - виробнича собівартість надається підприємством та дорівнює 2558 грн.

$$E_{річ} = (2558 - 1442,56) \times 72 = 80314,88 \text{ грн.}$$

Висновки по п'ятому розділу

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

Результати свідчать про те, що використання робочого часу на заводі є не ефективним, тому були проведені розрахунки, які характеризують сумарний час обробки однієї одиниці за новою технологією він складає 368,33 хв, а річна економія становить 21,13 норма годин, крім того надасть нам економію 17,67 хв. на одній деталі.

Впровадження нової технології є обґрунтованим, тому що собівартість зменшиться від 2558 грн. до 1442,56 грн. За рік економія грошових засобів складе 80314,88 грн. Зменшення собівартості відбудеться за рахунок скорочення часу обробки деталі та як наслідок зниження затрат на електроенергію.

ВИСНОВКИ

У ході виконання кваліфікаційної роботи було проведено аналіз системи технічної підготовки виробництва на ПП «Таврія Турбо Плюс», на його основі були зроблені висновки: покращення якісних показників підприємства у виробництві можна з допомогою побудови систем автоматизованого проектування та розробки локальної мережі.

Дане обстеження проводилося під час проходження переддипломної практики на підприємстві «Таврія Турбо Плюс». Були обстежені особливості процесу проектування, парк обчислювальної техніки та рівень автоматизації проектування. Було отримано креслення існуючої на підприємстві деталі «Кришка картера» та технологічний процес на її виготовлення.

В роботі використовувався програмне забезпечення: Siemens NX та Delphi, а також модулів які відносяться до Siemens NX: NX Digital Lifecycle

Simulation – інженерний аналіз, Siemens NX CAM –створення УП. Створена 3D модель деталі «Кришка картера П-18.456.26», технологічний процес її виготовлення, розроблена керуюча програма для верстата з числовим програмним керуванням, написаний програмний модуль API, а також проведені всі перевірки міцності даної деталі і написан універсальний постпроцесор.

В роботі пропонується розрахувати деталь на міцність в програмі «NX Digital Lifecycle Simulation», яка показала можливі напружені місця при конкретних навантаженнях, проаналізувавши які нами пропонується технологічний процес обробки деталі який враховує послідовність операцій та установлює переходи, робочі ходи, які виконано в модулі Siemens NX, та дозволяє автоматизувати і редагувати технологічний процес на будь-якому етапі розробки.

Обрано необхідні ріжучі інструменти для обробки деталі, проведен їх аналіз, а також передбачилися вимірювальні інструменти, які підтримують якість та точність конструкції.

Була розроблена 2D та 3D модель деталі в програмі «Siemens NX».

Для зменшення затрат на коригування деталі та програмної реалізації автоматизації її перебудови було створено модуль розрахунку в програмі «Delphi7». Даний модуль інтегрований в систему проектування «Siemens NX», що дозволяє візуально спостерігати зміни структури деталі при її перебудові та вносити в неї зміни.

Для обробки деталі на верстаті з ЧПК була розроблена керуюча програма за допомогою програми Siemens NX Cam, для цього були використані тривимірна модель та заготовка деталі «Кришка картера П-18.456.26». Обрані стратегії для обробки даної деталі є оптимальними.

При роботі з комп'ютером шкідливими і небезпечними чинниками є: електростатичні поля; електромагнітне випромінювання; наявність потужних іонізуючих випромінювань; локальне стомлення, загальна втома;

стомлюваність очей; небезпека ураження електричним струмом; пожежонебезпека.

В аварійних ситуаціях комп'ютер повинен негайно відключений від мережі: при відключенні електричної енергії; при пожежі; при появі запаху диму.

Також зроблен розрахунок заземлення для виробничого приміщення.

Основною вимогою розробки кваліфікаційної роботи є оцінка економічної ефективності виготовлення деталі. При визначенні даної величини враховується норма часу та собівартість обробки деталі до і після впровадження пропонованої технології виробництва деталі.

В результаті розрахунку економічної ефективності виготовлення деталі було отримано час, необхідний для обробки деталі за пропонованою технологією. Він складає 368,33 хв . Економія норми часу за рік складає 21,13 год.

Також був проведений розрахунок річної економії від впровадження нового технологічного процесу виробництва деталі. Собівартість механічної обробки складає 1442,56 грн. За рік економія грошових засобів складе 80314,88 грн.

Таким чином, впровадження пропонованих заходів по зниженню затрат часу і собівартості є доцільним.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Архангельский А.Я. Програмування в Delphi / А.Я. Архангельский – Бином, ISBN 5-7989-0104-1
2. Ачкасова Л.Ф. Дизайн та оснащення робочого кабінету /Л.Ф.Ачкасова. – Харків: Клуб семейного досуга, 2009.– 317 с.
3. Ахо А. Побудова і аналіз обчислювальних алгоритмів / Ахо А., Хопкрофт Дж. – Київ, Либідь., 1979.
4. Бедрій Я.І. Безпека життєдіяльності /Я.І.Бедрій. – Київ, 2004. – 295 с.
5. Гжиров Р.І., Серебrenицький П.П. Програмування обробки на верстатах с ЧПК. Машинобудування - Київ.: 1990. - 590 с.
6. ГОСТ 34.601-90. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Автоматизовані системи. Стадії створення. - М.: Изд-во стандартов, 1971.-33 с.
7. ГОСТ 34.602 – 89. Інформаційна технологія. Комплекс стандартів на автоматизовані системи. Технічне завдання на створення автоматизованої системи. - М.: Изд-во стандартов, 1971.-50 с.

8. Краснов М.В. Siemens NX для професіоналів - Дніпропетровськ.: ЛОПІ, 2004. -141 с.
9. Кондаков А.І. САПР технологічних процесів – Київ, Наука., 2007. 88 с.
10. Молочнік В.І. Обробка з ЧПК в комплексі задач підприємства // САПР і Графіка, № 10, 2001, с. 52-55.
11. Куракін М.Ю. Підвищення продуктивності роботи з САПР. - Харків, 2003. -123с.
12. Климов А.Н., Оленев І.Д. Організація та планування виробництва на машинобудівному підприємстві –Київ.: «Машинобудування», 2011 – 496 с.
13. Єрмолін Є.В., Богданов М.П., Кусков Р.К., Ликов К.С., Попова А.О. Автоматичне визначення мінімальних габаритів деталей – Харків, 2007. -28с.
14. Енгельке У.Д. Як інтегрувати САПР і АСТПП: Управління та технологія. / Переклад з англійського; Під ред. Д.А.Корягіна// - Київ: Машинобудування, 1990 - 320 с.
15. Шенен П. Математика в САПР: В 2-х кн. Кн.2 / П. Шенен, М. Коснар и др.- К.: Наука, 1989.- 204 с.
16. Фаронов В.В. Мистецтво створення компонентів Delphi. Бібліотека програміста/– Київ: Либідь, 2005. – 463 с.
17. Михайленко В.Є., Кислоокий В.Н., Лященко А.А. Геометричне моделювання і машина графіка в САПР. - К.: Вища школа,1991. - 374 с.
18. Норенков І.П. Введення в автоматизоване проектування технічних пристроїв і систем. - К.: Вища школа, 1985. – 260 с.
19. Гжиров Р.І. Програмування обробки на верстатах з ЧПК. /– К.; Вища школа.: 1990. - 590 с.
20. Рэй Л. Секрети Delphi 2: Пер. с англ. / Л. Рэй – К.: НИПФ – "ДіаСофт Лтд.", 1996. - 800 с. ISBN 966-7033-10-4

21. Саати Т., Кернс К. Аналітичне планування. Організація систем. - Харків.: Вид-во ТПСК, 2021. - 247с.
22. Довідник по типовим програмам моделювання. - К.: Техніка, 1980.- 184с.
23. Тарасевич Ю. Інформаційні технології в математиці. – Дніпропетровськ: СОЛОН-Прес, 2003. -175с.
24. Тейксейра С. Delphi 7. Керівництво розробника. Том 1. Основні методи та технології програмування. К. – ISBN 5-8459-0016-6 2000
25. Калина А. В. Економіка праці: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів/ А.В. Калина - К.:Мир, 2004. - 268 с.
26. Каменський І.В. Застосування пакетів прикладних програм для автоматизації процесів проектування деталей машин та механізмів. / Матеріали XIII Всеукр. наук.- техн. конф., 05 травня 2026 р. Запоріжжя: ТДАТУ, 2026. С. 140-142

ДОДАТКИ

Фрагмент керуючої програми механічної обробки деталі «Кришка
картера»

%

G90

T1

S1500M3

Имя Траектории: 1

Вывод:

Единицы: ММ

Координаты Инструмента: Конец

No.Инструмента: 1

ID.Инструмента: 1

Охлаждение: Standard

Общая длина: 255,000

Заготовка:

MIN X: -35,000

MIN Y: -73,650

MIN Z: -86,500

MAX X: 35,000

MAX Y: 73,650

MAX Z: 0,000

COORDINATE SYSTEM: Активная СК Детали

Кончик фрезы:

X: -63,650

Y: 96,500

Z: -0,000

Рекомендованная длина: 130,000

Количество кромок: 1

Фреза: Концевая

DIAMETER: 25,000

Безопасность:

Рабочие ходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов

Подводы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов

Переходы Инструмента: Безопасная БЕЗ зарезов

Рабочие Патрона: Столкновения НЕ проверялись

Подводы Патрона: Столкновения НЕ проверялись

Переходы Патрона: Столкновения НЕ проверялись

Траектория: Выборка Смещением

STEROVER: 2,000

ДОПУСК:0,100

ПРИПУСК:0,100

Статистика:

LENGTH: 10312,124

TIME: 0/08/22

LIFTS: 122

G0X-63.65Y96.5Z0M8

X-30.238Z-.002

Y91.5

G1Y84.534F500.

G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.

G1X-29.474Z1.157

X-29.22Z1.263

X-28.948Z1.311

X-28.808Z1.32

X-28.554Z1.31

X-28.306Z1.249

X-28.104Z1.176

G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176

G1X-28.304Z-1.249

X-28.554Z-1.311

X-28.811Z-1.32

X-28.958Z-1.31

X-29.219Z-1.265

X-29.465Z-1.165

X-29.579Z-1.104

G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101

G0Y94.534

Y89.534

G1Y82.568F500.

G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.

G1X-29.474Z1.157

X-29.22Z1.263

X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.306Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31
X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y87.568
G1Y80.602F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.306Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31

X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y90.602
Y85.602
G1Y78.636F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.306Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31
X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y83.636
G1Y76.67F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263

X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.306Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31
X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y81.67
G1Y74.705F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.307Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31

X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y79.705
G1Y72.739F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.307Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31
X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y77.739
G1Y70.773F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311

X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.307Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31
X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y80.773
Y75.773
G1Y68.807F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.307Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31

X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y73.807
G1Y66.841F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.307Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31
X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y71.841
G1Y64.875F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311

X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.307Z1.249
X-28.104Z1.176
G3X-28.103Z-1.177I.423K1.176
G1X-28.304Z-1.249
X-28.554Z-1.311
X-28.811Z-1.32
X-28.958Z-1.31
X-29.219Z-1.265
X-29.465Z-1.165
X-29.579Z-1.104
G3X-30.238Z-.002I-.591K-1.101
G0Y69.875
G1Y62.909F500.
G3X-29.593Z1.091I-1.25K0F1000.
G1X-29.474Z1.157
X-29.22Z1.263
X-28.948Z1.311
X-28.808Z1.32
X-28.554Z1.31
X-28.307Z1.249
X-28.104Z1.176