

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

_____ Олександр ВЕРШКОВ

« 12 » червня 2024 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи здобувача СВО Бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Комп'ютерне моделювання деталі «Пуансон ПФВФ-629.07» з
розробкою комплексу технічної документації та міцнісним аналізом в
CAE – системі COSMOS WORKS»

17 ПМД. 8998912.06.24/000000 ПЗ

Виконав: здобувач вищої освіти 4 курсу,
групи 41 ПМ

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

(шифр і назва спеціальності та ОПП)

_____ Ілля ГРИЦЕНКО
(підпис)

Керівник доц. _____ Євген ГАВРИЛЕНКО
(підпис)

Консультант доц. _____ Михайло ЗОРЯ
(підпис)

Консультант доц. _____ Лариса БОЛТЯНСЬКА
(підпис)

Нормоконтроль доц. _____ Олександр МАЦУЛЕВИЧ
(підпис)

Рецензент _____ Дмитро БЕШТА
(підпис)

Запоріжжя - 2024 рік

**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

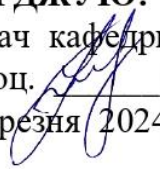
Факультет: МТ

Кафедра: ІМКП

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ІМКП

к.т.н, доц.  Олександр ВЕРІШКОВ

«20» березня 2024р.

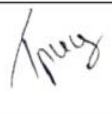
**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

Гриценка Іллі Олеговича

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерне моделювання деталі «Пуансон ПФВФ-629.07» з розробкою комплексу технічної документації та міцнісним аналізом в САЕ – системі COSMOS WORKS», затверджена наказом по університету від 18 березня 2024 року за № 157-С.

1. Термін здачі студентом закінченого проекту: 16 червня 2024 року.
2. Вихідні дані до проекту (роботи): завдання на розробку кваліфікаційної роботи.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):
провести аналіз технологічності деталі Пуансон та здійснити її розрахунок на міцність в програмі COSMOS Works, створити технологічний процес та розробити управляючу програму виготовлення пуансону, розробити спеціалізовану САПР за допомогою спеціально створеного програмного модуля на базі мови програмування Delphi 7 з використанням API системи КОМПАС, розробити робоче місце проектувальника, визначити економічні показники ефективності проекту.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 - 4.1 Мета та задачі дипломного проекту
 - 4.2 Аналіз технологічності конструкції деталі «Пуансон ПФВФ-629»
 - 4.3 Дослідження напружених станів та можливих деформацій деталі
 - 4.4 Робота програмного модуля спеціалізованої САПР
 - 4.5 Етапи створення ТП
 - 4.6 Етапи створення управляючої програми
 - 4.7 Охорона праці
5. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх:

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

Керівник

(підпис)

Євген ГАВРИЛЕНКО

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Ілля ГРИЦЕНКО

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва станів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Передпроектне обстеження підприємства ТОВ «Руслан-Комплект» та аналіз існуючої системи САІР	21.01.13р. – 25.01.13р.	Виконано
2	Дослідження деталі на напружено-деформований стан в пакеті COSMOSWorks	15.04.13р. – 17.04.13р.	Виконано
3	Аналіз існуючого та розробка модернізованого техпроцесу	18.04.13р. – 22.04.13р.	Виконано
4	Розробка управляючої програми для виготовлення Пуансону	23.04.13р. – 26.04.13р.	Виконано
5	Розробка спеціалізованого програмного модулю для проектування Пуансону	26.04.13р. – 30.04.13р.	Виконано
6	Розробка робочого місця проектувальника з урахуванням ергономічних показників	06.05.13р. – 08.05.13р.	Виконано
7	Розробка питань з охорони праці	08.05.13р. – 13.05.13р.	Виконано
8	Техніко-економічна оцінка рішень проекту	13.05.13р. – 14.05.13р.	Виконано
9	Оформлення проекту в цілому та підпис проекту у консультантів і нормоконтролю	15.05.13р. – 17.05.13р.	Виконано

Студент-дипломник

(підпис)

Ілля ГРИЦЕНКО

Керівник проекту

(підпис)

Євген ГАВРИЛЕНКО

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота представлена у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 80 сторінок друкованого тексту формату А4 (210×297) та 6 аркушів креслярсько-графічних робіт формату А1 (341×594), містить 6 розділів, 41 рисунки, 4 таблиць та додатки, список використаної літератури кількістю 13 найменувань.

Об'єкт дослідження – система технічної підготовки виробництва на ТОВ «Руслан – Комплект» (м. Мелітополь).

Мета роботи – модернізація в системі автоматизованого проектування комплекту технічної документації на деталь «Пуансон ПФВ – 629.07».

В першому розділі проводиться аналіз підприємства: організаційна структура, сфера діяльності, технічна база, процес обміну інформації.

У другому розділі визначаються основні етапи життєвого циклу виробу, визначаються автоматизовані системи у підтримці кожного етапу.

У третьому розділі створюється 3D – моделі деталі та креслення, проводиться перевірка деталі на міцність та розробка розрахункового модулю САПР.

У четвертому розділі удосконалення технологічного процесу, створюється управляюча програми для обробки деталі за допомогою САМ – системи PowerMill.

У п'ятому розділі вирішуються питання охорони праці при впровадженні нового технологічного процесу, та розробляється робоче місце інженера-програміста.

У шостому розділі наведена економічна ефективність проекту.

Ключові слова: технічне завдання, програмне забезпечення, система автоматизованого проектування, COSMOSWorks, PowerMill, прес-форма, ремкомплект, управляюча програма, товариство з обмеженою відповідальністю, числове програмне управління, технологічний процес, коефіцієнт запасу міцності, розрахунковий модуль, технологія API, постпроцесор.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ТЗ	технічне завдання;
ТОВ	товариство з обмеженою відповідальністю;
ТП	технологічний процес;
ЧПУ	числове програмне управління;
ЖЦВ	життєвий цикл виробу;
ТПВ	технологічна підготовка виробництва;
АС	автоматична система;
САПР	система автоматизованого виробництва;
CAD	Computer Aided Design;
CAE	Computer Aided Engineering;
CAM	Computer Aided Manufacturing;
PDM	Product Data Management;
SCM	Supply Chain Management;
CSM	Component Supplier Management;
АСКП	автоматизована система керування підприємством;
АСКТП	автоматизована система керування технологічними процесами;
MAI	метод аналізу ієрархій;
IY	індекс узгодження;
BY	відношення узгодження;
ERP	Enterprise Resource Planning;
MRP-2	Manufacturing Requirement Planning;
MES	Manufacturing execution Systems;
CRM	Customer Requirement Management;
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition;
CNC	Computer Numerical Control;
CPC	Collaborative Product Commerce

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітки
1	A4	17 ПМД. 8998912.06.24/ 000 000 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна			
2			записка			
3	A1	17 ПМД. 8998912.06.24/ 000 000	Мета та задачі кваліфікаційної роботи	1	0	
4	A1	17 ПМД. 8998912.06.24/ 110 000	Аналіз технологічності конструкції			
5			деталі	1	1	
7	A1	17 ПМД. 8998912.06.24/ 210 000	Дослідження напружених станів та			
8			можливих деформацій деталі	1	2	
9	A1	17 ПМД. 8998912.06.24/ 310 000	Робота програмного модуля			
10			спеціалізованої САПР	1	3	
11	A1	17 ПМД. 8998912.06.24/ 410 000	Етапи створення технологічного процесу	1	4	
12	A1	17 ПМД. 8998912.06.24/ 420 000	Етапи створення керуючої програми	1	5	
13	A1	17 ПМД. 8998912.06.24/ 510/610 000	Охорона праці та економічне	1	6	
14			обґрунтування проекту			
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
Зм	Лис	№ документа	Підпис	Дата	17 ПМД. 8998912.06.24/ 000000	
Розроб.	Гриценко І.О.			12.06		
Перевір.	Гавриленко Є.А.			12.06	Літ	Лист
Консул.	Зоря М.В.			12.06		1
Консул.	Болтянська Л.О.			12.06	ТДАТУ, 2024	
Н.контр.	Мацулевич О.Є.			12.06		
Затв.	Вершков О.О.			12.06		
					Листів	
						1
					Комп'ютерне моделювання деталі «Пуансон ПФВФ-629.07» з розробкою комплексу технічної документації та міцнісним аналізом в САЕ – системі COSMOS WORKS	

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «РУСЛАН –КОМПЛЕКТ» ТА ПРОДУКЦІЇ, ЩО ВИРОБЛЯЄТЬСЯ.....	10
1.1 Загальні відомості про підприємство.....	10
1.2 Характеристика продукції.....	14
1.3 Перелік підсистем САПР.....	18
1.5 Інформаційні потоки в технічних службах підприємства	21
Висновки до першого розділу	23
2 ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБУ.....	24
2.1. Етапи життєвого циклу виробу	24
2.2 Автоматизовані системи підтримки кожного етапу.....	25
2.3 Роль САПР в технічній підготовці виробництва.....	28
Висновки до другого розділу.....	29
3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА.....	30
3.1 Обґрунтування вибору CAD – системи для проектування конструкторської документації.....	30
3.2 Основні етапи створення 3D-моделі та креслення деталі.....	34
3.3 Розрахунок деталі на міцність (COSMOS Works)	37
3.4 Створення програми проектування деталі з використанням API – технології.....	40
Висновки до третього розділу	41
4 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА.....	42
4.1 Етапи технологічної підготовки.....	42
4.2 Основні етапи проектування ТП	43
4.3 Вибір САМ – системи для проектування технологічного процесу	46
4.4 Розробка операційного технологічного процесу	47
4.5 Обґрунтування вибору САМ – системи для проектування УП для верстатів з ЧПУ	51
4.6 Створення управляючої програми	51
Висновки до четвертого розділу	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ	58

5.1 Загальна характеристика небезпечних, шкідливих чинників на робочому місці проектувальника	58
5.2 Забезпечення безпеки на робочому місці проектувальника	59
5.3 Ергономічна оцінка робочого місця	63
5.4 Аналіз достатності штучного освітлення в приміщенні	66
Висновки до п'ятого розділу	69
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ	70
6.1 Розрахунок економічної ефективності	70
6.1.2 Техніко-економічні показники	71
Висновки до шостого розділу	74
ВИСНОВКИ	75
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	78
ДОДАТКИ	80

ВСТУП

У сучасних умовах Україна стоїть перед низкою складних завдань, серед яких відбудова виробництва на підприємствах деокупованих міст. Відновлення ефективного функціонування промислових об'єктів та підприємств є стратегічною метою, яка вимагає комплексних заходів та кваліфікованого підходу. Розроблені завдання та дії спрямовані на розробку та впровадження стратегічних рішень з метою підвищення ефективності виробництва, забезпечення конкурентоспроможності національних підприємств на міжнародному ринку та створення сприятливих умов для сталого економічного зростання країни.

Велику роль в сучасному виробництві відіграє науково-організована технічна підготовка виробництва, що включає конструкторську, технологічну й організаційну підготовку. Її оперативність і якість визначають і впливають на всі техніко-економічні показники роботи підприємства. З цієї точки зору комплексна автоматизація сучасного виробництва розглядається, як інтегрована система, що охоплює всі стадії виробництва - дослідження, конструювання, технологічну підготовку і організацію виробництва. В даний час на зміну масовому виробництву в розвинених країнах прийшло серійне, що потребує іншої організації процесу автоматизації. Широко застосовується різне високопродуктивне, але дороге обладнання (верстати з ЧПУ, промислові роботи, автоматичні склади і транспортні системи, засоби контролю, мікропроцесорна техніка), що значно підвищує питому вагу основних фондів і потребує все більш ретельної підготовки виробництва.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ПІДПРИЄМСТВА ТОВ «РУСЛАН – КОМПЛЕКТ» ТА ПРОДУКЦІЇ, ЩО ВИРОБЛЯЄТЬСЯ

1.1 Загальні відомості про підприємство

Товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Руслан - Комплект» (торгова марка «РУСЛАН») був виробником і постачальником ремкомплектів для широкого спектру сільськогосподарської, автомобільної та спецтехніки. Всі пластмасові вироби (втулки, ролики, захисні кільця) вироблялися на власних лініях з високоякісних первинних матеріалів і контролювалися в лабораторії контролю якості.

ТОВ «Руслан-Комплект» працював тільки з гумовотехнічними виробами та запчастинами високої якості. Вся продукція була сертифікована і відповідала діючим ДСТУ. Підприємство тривалий час експортувало свій товар партнерам з таких країн як: Азербайджан, Вірменія, Болгарія, Грузія, Угорщина, Казахстан, Латвія, Литва, Молдова, Польща, Єгипет та Узбекистан. Виробнича база ТОВ «Руслан-Комплект» розташовувалася на більш ніж 10000 кв.м. До її складу входили шість цехів, обладнаних відповідно до міжнародного стандарту.

Цех холодного листового штампування (рисунок 1.1) мав в своєму розпорядженні 40 пресів від 6,3 до 400 тонн. Приклад продукції цеху холодного листового штампування зображена на рисунку 1.2.



Рисунок 1.1 – Цех холодного листового штампування



Рисунок 1.2 – Продукція цеху холодного листового штампування

Інструментальний цех (рисунок 1.3)

Складні формотворчі штампи і прес-форми сьогодні неможливо виготовити без електроерозійних (прошивних і дротяних), токарних і фрезерних верстатів з ЧПУ. Тому на підприємстві були все необхідне обладнання для виготовлення точного високопродуктивного оснащення будь-якої складності. Проектування в електронному вигляді в Pro/Engineer і

створенням об'ємної 3D – моделі дозволяє після підбору інструменту і написання керуючої програми дозволяло вести обробку на даному виді обладнання з високою точністю. Кваліфікований персонал, нові сучасні верстати з ЧПУ дозволяли виготовити складні штампи і прес-форми вагою 1,5 т.

Упор виробництва ТОВ «Руслан-Комплект» робився на мінімальні енергетичні та трудові витрати, тобто на безвідходне і маловідходне виробництво, уніфікації оснащення та підвищення її стійкості.



Рисунок 1.3 – Інструментальний цех

Цех пластмас (рисунок 1.4) мав в наявності термопластавтомати як вітчизняного, так і імпортного виробництва, з обсягом випуску від 63 – х до 5000 куб. см, які працювали як із заставними знаками, так і в автоматичному режимі.

У виробництві широко використовувалися сучасні композиційні матеріали, такі як полікарбонат, «Копел», дакрил, «Хайтрел», а також поліаміди, поліетилен, АБС-пластик.

Оперативний облік, система зберігання виробів, матеріалів і прес-форм поряд з постійним зниженням енерговитрат дозволяло випускати

недорогу та якісну продукцію. На даний момент цех пластмас виготовляв понад 300 виробів різної форми та структури.



Рисунок 1.4 Цех – пластмас

Складальні цехи

Складальні роботи є заключним етапом у виробничому процесі. На ТОВ «Руслан-Комплект» були два складальні цехи: по складанню світлотехніки і по складанню ремонтних комплектів.

В цех по складанню світлотехніки з виробничих цехів надходили окремі деталі і заготовки, які в подальшому складаються в готові вироби. Якість складальних робіт значно впливає на довговічність і надійність виробів, тому після складання продукція проходить контроль на відповідність параметрів встановлених стандартів якості.

Цех по складанню гумотехнічних виробів. Для складання ремонтних комплектів ТОВ «Руслан-Комплект» використовував гумотехнічні вироби Сумського заводу ГТВ та Маріупольського заводу ГТВ. Продукція від постачальників проходила ретельний контроль у лабораторії з перевірки якості гуми і тільки тоді потрапляла у складальний цех.

Пластмасові вироби, які входили до складу ремонтних комплектів, ТОВ «Руслан-Комплект» виробляли самостійно. Кінцевий результат це

ремонтні комплекти високої якості, що відповідають стандартам и запитам споживачів.

1.2 Характеристика продукції

В постійній наявності на складі ТОВ «Руслан-Комплект» знаходилися понад 1500 ходових позицій. Підприємство займалося виробництвом та продажем світлотехніки, ремкомплектів та інших виробів. А саме:

світлотехніка:

— фара передня ФГ – 308 (рисунок 1.5 – Фара передня);



Рисунок 1.5 – Фара передня

— ліхтар Ф – 406 (рисунок 1.6 – Ліхтар);



Рисунок 1.6 – Ліхтар

— відбивач – трикутний ФП – 401Б (рисунок 1.7 – Відбивач-трикутний);



Рисунок 1.7 – Відбивач трикутний

— скло пластмасове ліхтаря заднього Ф – 404 (рисунок 1.8 – Скло пластмасове);



Рисунок 1.8 – Скло пластмасове

— фара передня ФПГ – 101 (металевий корпус) (рисунок 1.9 – Фара передня);



Рисунок 1.9 – Фара передня

Ремкомплекти:

— ремкомплект гідроциліндра підсилювача керма навантажувача (рисунок 1.10 – Гідроциліндри автонавантажувача «Львів»);



Рисунок 1.10 – Гідроциліндри автонавантажувача «Львів»

— ремкомплект гідроциліндра ковша навантажувача (рисунок 1.11 – Гідроциліндри автонавантажувача «Львів»);



Рисунок 1.11 – Гідроциліндри автотранспорту «Львів»

— ремкомплект роздавальної коробки (рисунок 1.12 – Роздавальна коробка);



Рисунок 1.12 – Роздавальна коробка

— ремкомплект для ремонту гідророзподільника Р-80-2-1-22 і модифікації (з пластмасовими кільцями) (рисунок 1.13 – Гідророзподільник);



Рисунок 1.13 – Гідророзподільник

Для виробництва якісної продукції, підприємство мало технологічне оснащення:

- а) дотяжно - вирізні верстати Aristech і Sodick LN2W;
- б) фрезерні верстати з ЧПУ: MCV 754 Quick і DAHLIN;
- в) токарні ЧПУ Masturn 800 і Masturn 1500;
- г) електроерозійний верстат Sodick AD3L.

Реалізація виготовленої продукції підприємством, здійснювалося на ринку України, продукція частково експортувалася до країн партнерів.

1.3 Перелік підсистем САПР

Підприємство ТОВ «Руслан – Комплект » зможе скласти конкуренцію іншим підприємствам після деокупації міста Мелітополь, якщо буде випускати нову продукцію вищої якості, низької вартості та витрачатиме менше часу на виробництво виробів. Таким чином скоротиться вартість розробки, час і випуск продукції. Для втілення цієї мети використовують САПР низького рівня:

- а) CAD – засоби САПР, призначені для автоматизації двовимірної і/або тривимірної геометричного проектування, створення

конструкторської та/або технологічної документації, і САПР загального призначення.

б) САМ – засоби технологічної підготовки виробництва виробів, забезпечують автоматизацію програмування та управління обладнання з ЧПУ або гнучких автоматизованих виробничих систем (ГАВС).

в) САЕ – засоби автоматизації інженерних розрахунків, аналізу та симуляції фізичних процесів, здійснюють динамічне моделювання, перевірку та оптимізацію виробів.

На підприємстві ТОВ «Руслан – Комплект» для реалізації підсистеми САПР CAD використовувався SolidWorks (останньої версії) – система автоматизованого проектування, інженерного аналізу та підготовки виробництва виробів будь-якої складності і призначення. SolidWorks відрізняється безліччю удосконалень і поліпшень: більш швидке моделювання, потужні засоби обробки дозволяють створювати моделі і імітувати їх роботу, а також контролювати функціональні можливості і продуктивність SolidWorks.

Для реалізації підсистеми САПР САМ використовувався основний пакет в програмній лінійці Delcam – PowerMill. Який призначений для розробки керуючих програм для 3-осьових і багатоосьових фрезерних верстатів з ЧПУ.

Для реалізації підсистеми САПР САЕ використовувався COSMOSWorks. COSMOSWorks – найкраще рішення в області розрахунків на міцність, реалізованих в інтерфейсі SolidWorks. Оскільки робота здійснюється в єдиному інформаційному просторі з SolidWorks, виключається необхідність використовувати будь-які транслятори для експорту геометрії. Це забезпечує відсутність помилок у геометрії і, як наслідок, в кінцево-елементарної моделі. Зміна геометричній моделі автоматично відслідковується в COSMOSWorks.

1.4 Програмне та апаратне забезпечення обчислювальної мережі

Всі мережі будуються на основі трьох базових топологій:

- шина (bus);
- зірка (star);
- кільце (ring).

На підприємстві ТОВ «Руслан – Комплект» локальна обчислювальна мережа була представлена у вигляді 36 комп'ютерів (рисунки 1.14), які розташовувалися в офісі, технічному відділі, інструментальному цеху, механічному цеху та в адміністративно-складському блоці.

У той час як невеликі мережі, як правило, мають типову топологію - зірка, кільце або загальна шина, для великих мереж, таких як на підприємстві ТОВ «Руслан – Комплект», була характерна наявність довільних зв'язків між комп'ютерами. У таких мережах можна виділити окремі довільно підмережі, що мають типову топологію, тому їх називають мережами зі змішаною топологією.

На підприємстві ТОВ «Руслан – Комплект» в змішаній топології використовували виту пару замість волокно-оптичного кабелю. У виті пари більше переваг, такі як:

- кабель більш тонкий та гнучкий;
- недорогий;
- більша швидкість передачі даних;
- захищеність від радіоперешкод.

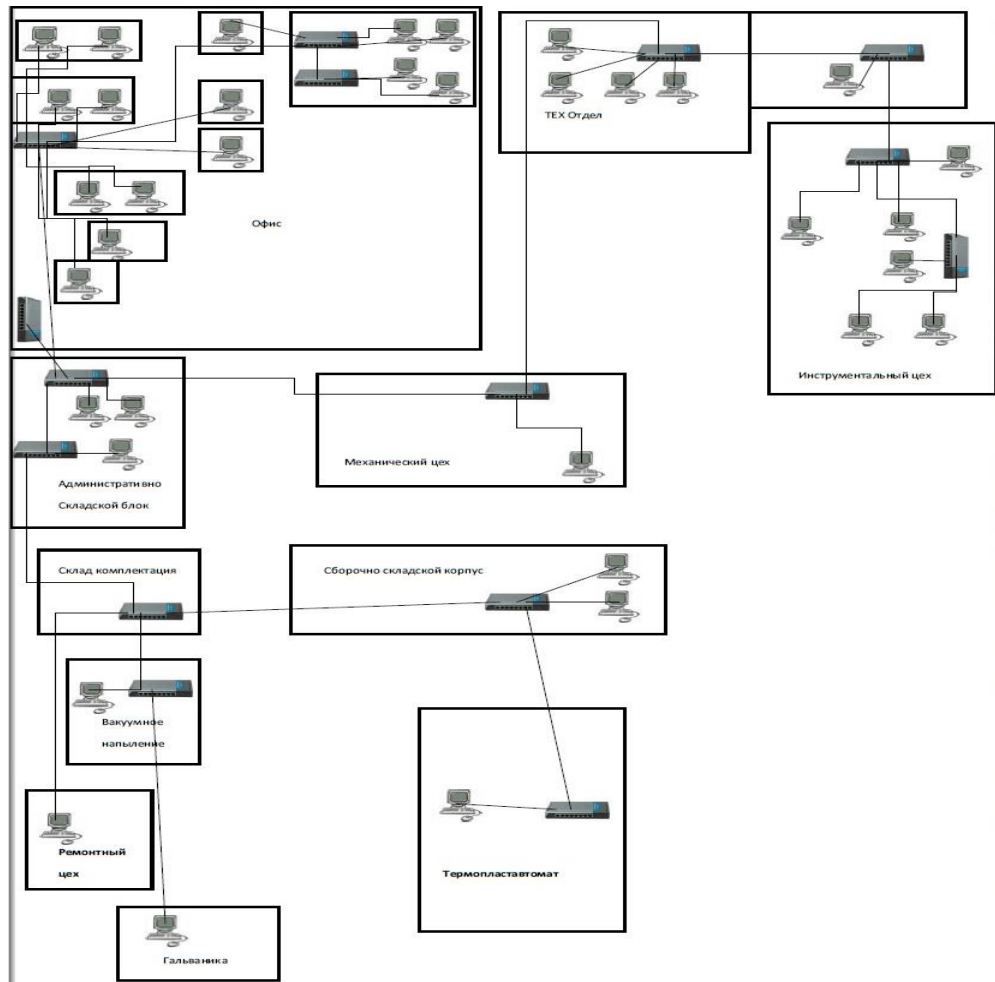


Рисунок 1.14 – Топология мережі на підприємстві ТОВ «Руслан – Комплект»

1.5 Інформаційні потоки в технічних службах підприємства

На підприємстві ТОВ «Руслан – Комплект», керівництво приймало рішення щодо виробництва виробів. Технічне завдання передавалося в технічне бюро, де інженер-конструктор готував нормативну документацію та креслення оснащення та спеціального ріжучого, та вимірювального інструменту. Готові креслення передавалися інженеру-технологу. Інженер технолог розробляв технологічний процес (ТП) та передавав його у відділ технічного контролю.

У технічному бюро, конструктор проводив науково-досліді і дослідницько-конструкторські роботи за допомогою комп'ютера, розробляв повний комплект конструкторської документації та документацію на технологічну підготовку виробництва і передав їх технологу. Інженер-програміст розроблює управляючу програму на верстати з ЧПУ. Технологічна підготовка виробництва потрапляла директору для замовлення комплектуючих виробів та інструменту.

Після проходження всіх відділів, зібрана інформація потрапляла у планово-економічний відділ для нарахування ціни.

Креслення та технологічний процес передавалися робітникам до цехів.

Висновки до першого розділу

У процесі передпроектного обстеження підприємства ТОВ «Руслан – Комплект» була розглянута його минула організаційна структура, сфера діяльності, технічна база підприємства та процес обміну інформації між технічними підрозділами.

Зазначимо наступне, на підприємстві діяла досить ефективна організаційна структура, яка об'єднувала різні ланки одного виробничо-технологічного ланцюга.

Підприємство було забезпечено новою обчислювальною технікою для виконання поставлених задач та забезпечувало технічним устаткуванням всіх працівників, які його потребують, крім того на ТОВ «Руслан – Комплект » була комп'ютерна мережа, яка дозволяла швидко обмінюватись інформацією між технічними підрозділами та контролювати процес виробництва на всіх його етапах.

Всі ці чинники вказують на успішне відновлення виробництва на підприємстві після деокупації міста. Продукція ТОВ «Русланм – Комплект» після відновлення виробництва буде конкурентноспроможна серед аналогів на ринку України та країн партнерів.

2 ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБУ

2.1. Етапи життєвого циклу виробу

Життєвий цикл промислових виробів (ЖЦВ) включає ряд етапів, починаючи від зародження ідеї нового продукту до його утилізації по закінченню терміну використання. Основні етапи життєвого циклу промислової продукції представлені на рисунку 2.1. До них відносять етапи проектування, технологічної підготовки виробництва (ТПВ), власне виробництва, реалізації продукції, експлуатації і, нарешті, утилізації.

На всіх етапах життєвого циклу виробів є свої цільові установки. При цьому учасники життєвого циклу прагнуть досягти поставлених цілей з максимальною ефективністю. На етапах проектування, ТПВ і виробництва потрібно забезпечити виконання ТЗ при заданому ступені надійності виробу й мінімізації матеріальних і тимчасових витрат, що необхідно для досягнення успіху в конкурентній боротьбі в умовах ринкової економіки. Поняття ефективності охоплює не тільки зниження собівартості продукції й скорочення строків проектування й виробництва, але й забезпечення зручності освоєння й зниження витрат на майбутню експлуатацію виробів. Особливу важливість вимоги зручності експлуатації мають для складної техніки, наприклад, у таких галузях, як авіа- або автомобілебудування.

Досягнення поставлених цілей на сучасних підприємствах, що випускають складні промислові вироби, виявляється неможливим без широкого використання автоматизованих систем (АС), заснованих на застосуванні комп'ютерів і призначених для створення, переробки й використання всієї необхідної інформації про властивості виробів і супровідних процесів. Специфіка завдань, що вирішуються на різних

етапах життєвого циклу виробів, обумовлює різноманітність застосовуваних АС.

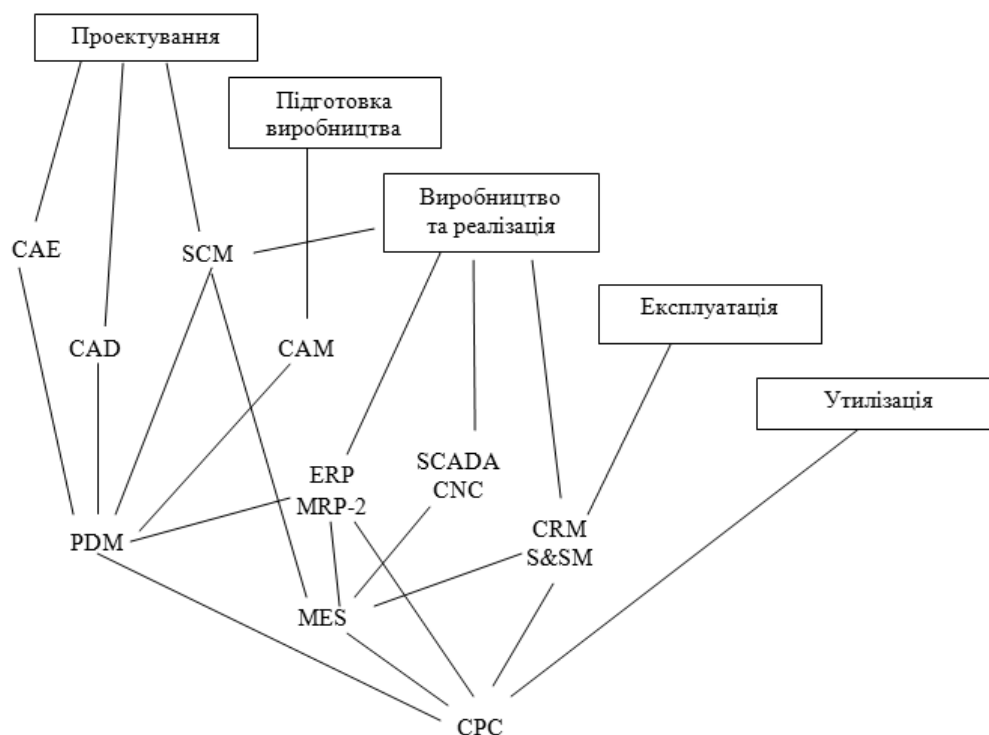


Рисунок 2.1 – Етапи життєвого циклу промислових виробів та використовувані АС

2.2 Автоматизовані системи підтримки кожного етапу

Автоматизація проектування здійснюється САПР. В САПР машинобудівних галузей промисловості прийнято виділяти системи функціонального, конструкторського й технологічного проектування. Перші з них називають системами розрахунків та інженерного аналізу або системами CAE (Computer Aided Engineering). Системи конструкторського проектування називають системами CAD (Computer Aided Design). Проектування технологічних процесів є частиною технологічної підготовки виробництва й виконується в системах CAM (Computer Aided Manufacturing). Функції координації роботи систем CAE/CAD/CAM,

керування проектними даними й проектуванням покладені на систему керування проектними даними PDM (Product Data Management).

Вже на стадії проектування потрібні послуги системи керування ланцюгами поставок (SCM — Supply Chain Management), іноді називаємої системою Component Supplier Management (CSM). На етапі виробництва ця система керує поставками необхідних матеріалів і комплектуючих. Інформаційна підтримка етапу виробництва продукції здійснюється автоматизованими системами керування підприємством (АСКП) і автоматизованими системами керування технологічними процесами (АСКТП). До АСКП належать системи планування й керування підприємством ERP (Enterprise Resource Planning), планування виробництва й вимог до матеріалів MRP-2 (Manufacturing Requirement Planning), виробнича виконавча система MES (Manufacturing Execution Systems), а також SCM і система керування взаємозв'язками із замовниками CRM (Customer Requirement Management).

Найбільш розвинені системи ERP виконують різні бізнес-функції, пов'язані із плануванням виробництва, закупівлями, збутому продукції, аналізом перспектив маркетингу, керуванням фінансами, персоналом, складським господарством, обліком основних фондів і т.п. Системи MRP-2 орієнтовані, головним чином, на бізнес-функції, безпосередньо пов'язані з виробництвом, а системи MES - на розв'язок оперативних завдань керування проектуванням, виробництвом і маркетингом.

На етапі реалізації продукції виконуються функції керування відносинами із замовниками й покупцями, проводиться аналіз ринкової ситуації, визначаються перспективи попиту на плановані вироби. Ці функції здійснює система CRM. Маркетингові завдання іноді покладають на систему S&SM (Sales and Service Management), яка, крім того, використовується для вирішення проблем обслуговування виробів. На етапі експлуатації застосовують також спеціалізовані комп'ютерні системи,

зайняті питаннями ремонту, контролю, діагностики систем, що знаходяться в експлуатації.

Автоматизовані системи керування технологічними процесами контролюють і використовують дані, що характеризують стан технологічного устаткування й протікання технологічних процесів. Саме їх найчастіше називають системами промислової автоматизації.

Для виконання диспетчерських функцій (збір і обробка даних про стан

устаткування й технологічних процесів) і розробки ПЗ для вбудованого устаткування до складу АСКТП вводять систему SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Безпосереднє програмне керування технологічним устаткуванням здійснюють за допомогою системи CNC (Computer Numerical Control) на базі контролерів (спеціалізованих комп'ютерів, які називають промисловими), які вбудовані в технологічне устаткування.

Останнім часом зусилля багатьох компаній, що виробляють програмно-апаратні засоби АС, спрямовані на створення систем електронного бізнесу (E-Commerce). Завдання, розв'язувані системами E-Commerce, зводяться не тільки до організації на сайтах Internet вітрин товарів і послуг. Вони поєднують у єдиному інформаційному просторі запити замовників і дані про можливості безлічі організацій, що спеціалізуються на наданні різних послуг і виконанні тих або інших процедур і операцій по проектуванню, виготовленні, поставках замовлених виробів. Такі системи E-Commerce називають системами керування даними в інтегрованому інформаційному просторі CPC (Collaborative Product Commerce) або PLM (Product Lifecycle Management). Проектування безпосередньо під замовлення дозволяє досягти найкращих параметрів створюваної продукції, а оптимальний вибір виконавців і ланцюжків поставок веде до мінімізації часу й вартості виконання замовлення. Характерна риса CPC – забезпечення взаємодії багатьох підприємств, тобто

технологія CPC є основою, що інтегрує інформаційний простір, у якому функціонують САПР, ERP, PDM, SCM, CRM і інші АС різних підприємств

2.3 Роль САПР в технічній підготовці виробництва

Основна мета створення САПР ТП – це отримання максимального прибутку з мінімальними витратами від виготовлення виробу. При використанні САПР ТП зменшується собівартість і час проектування, кількість можливих помилок; збільшується прибуток підприємства та якість проєктованих виробів.

Для досягнення цих цілей необхідно мати в своєму розпорядженні засоби автоматизації оформлення технологічної документації, засоби інформаційної підтримки проектування і автоматизації прийняття рішень.

Використання САПР ТП дозволяє членам проєктних груп одночасно працювати над виробом з різних сторін. Полегшується автоматизоване управління проєктами на базі електронного документообігу. Будь-які зміни в будь-якому елементі виробу негайно стають доступними як для окремих конструкторів і технологів, так і для цілих відділів та організацій на всіх етапах проектування виробу – завдяки використанню єдиної бази даних. Таким чином САПР скорочує час і трудовитрати на проектування виробу.

Висновки до другого розділу

Досягнення поставлених цілей на сучасних підприємствах, що випускають складні промислові вироби, виявляється неможливим без широкого використання автоматизованих систем (АС), заснованих на застосуванні комп'ютерів і призначених для створення, переробки й використання всієї необхідної інформації про властивості виробів і супровідних процесів. Тому на ТОВ «Руслан – Комплект» на всіх етапах життєвого циклу виробів застосовувалися різноманітні програми САПР. Також за допомогою САПР персонал проєктних підрозділів вирішує задачі пов'язані з проєктуванням креслень і проведення інженерних розрахунків, написання програм для верстатів з ЧПУ.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

3.1 Обґрунтування вибору CAD – системи для проектування конструкторської документації

Автоматизовану систему проектування конструкторської документації вибираємо за допомогою методу аналізу ієрархій (MAI). MAI дозволяє зрозумілим і раціональним способом структурувати складну проблему прийняття рішень у вигляді ієрархії, порівняти й виконати кількісну оцінку альтернативних варіантів розв'язку.

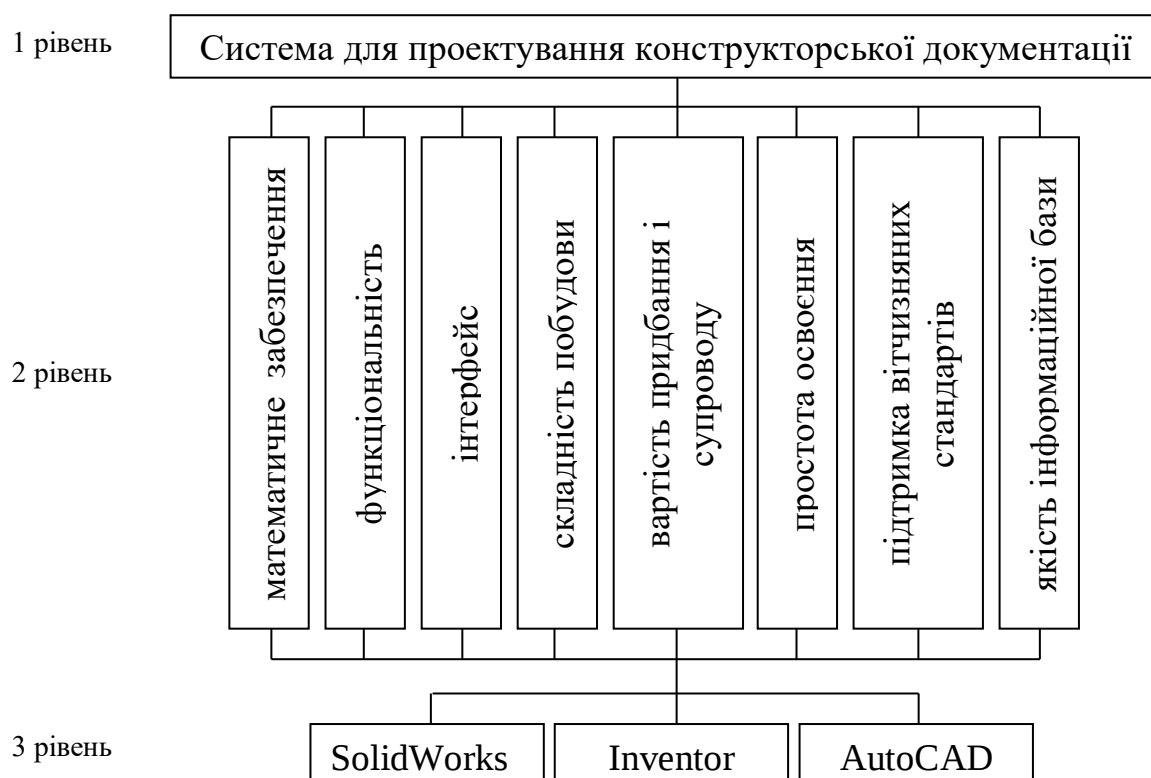
Першим етапом застосування MAI є структурування проблеми вибору у вигляді ієрархії або мережі. У найбільш елементарному виді ієрархія будується з вершини (мети), через проміжні рівні-критерії (техніко-економічні параметри) до самого нижнього рівня, який у загальному випадку є набором альтернатив (CAD-системи для проектування конструкторської документації).

Маємо три альтернативи: SolidWorks 2013, Autodesk Inventor та AutoCAD.

Критерії вибору наступні:

- математичне забезпечення;
- функціональність;
- інтерфейс;
- складність побудови;
- вартість придбання і супроводу;
- простота освоєння;
- підтримка вітчизняних стандартів;
- якість інформаційної бази.

Побудємо ієрархічну структуру, яка включає мету, критерії, альтернативи й інші розглянуті фактори, що впливають на вибір. Ця структура показує розуміння проблеми особою, що приймає рішення. Кожний елемент ієрархії може представляти різні аспекти розв'язуваного завдання, причому в увагу можуть бути прийняті як матеріальні, так і нематеріальні фактори, вимірювані кількісні параметри і якісні характеристики, об'єктивні дані й суб'єктивні експертні оцінки.



Після ієрархічного відтворення проблеми встановлюються пріоритети критеріїв і оцінюється кожна з альтернатив за критеріями. У МАІ елементи задачі порівнюються попарно відносно їхнього впливу на загальну для них характеристику. Результат системи парних порівнянь може бути представлений у вигляді зворотно симетричної матриці. Елементом матриці $a(i, j)$ є інтенсивність прояву елемента ієрархії i щодо елемента ієрархії j , оцінювана по шкалі інтенсивності від 1 до 9, де оцінки мають наступний сенс:

Таблиця 3.1 – Значення оцінок та пріоритетів

Оцінка	Значення
1	Рівна важливість
3	Помірне перевагу одного над іншим
5	Істотну перевагу одного над іншим
7	Значну перевагу одного над іншим
9	Дуже сильне перевагу одного над іншим
2, 4, 6, 8	Відповідні проміжні значення

Компонент власного вектора розраховується за формулою:

$$W_i = \sqrt[n]{\sum_{j=1}^n a_{ij}}$$

Компонент власного вектора для першого рядка дорівнює:

$$W_1 = \sqrt[8]{1 \cdot 1 \cdot 3 \cdot 1 \cdot \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 5 \cdot 3} = 1,8$$

Аналогічним способом розраховуємо власні вектори для решти рядків.

Розраховуємо компонент локального вектора за формулою:

$$V_i = \frac{W_i}{\sum W_i} \Rightarrow \sum_{i=1}^n x_i = 1$$

Результати обчислень заносимо в таблицю 3.2

Таблиця 3.2 – Локальні пріоритети альтернатив за критеріями

	МЗ	Ф	І	СП	ВПС	ПО	ПВС	ЯІБ	W	V
МЗ	1	1	3	1	1/2	5	5	3	1,8	0,17
Ф	1	1	3	1	3	5	7	3	2,6	0,25
І	1/3	1/3	1	1/3	1/2	1	1/5	1/5	0,4	0,04

СП	1	1	3	1	3	3	5	7	2,6	0,25
ВПС	2	1/3	2	1/3	1	3	7	5	1,6	0,15
ПО	1/5	1/5	1	1/3	1/3	1	1/5	1/6	0,3	0,03
ПВС	1/5	1/7	5	1/5	1/7	5	1	4	0,7	0,07
ЯІБ	1/3	1/3	5	1/7	1/5	6	1/4	1	0,6	0,06
Σ	6,067	4,34	23	4,34	8,67	29	25,65	23,37	10,6	1

Довільно складена матриця парних порівнянь не може бути використана для обчислення вектору пріоритетів $W = (W_1, \dots, W_n)$. Перед цим необхідно переконатися в узгодженості порівняльних оцінок експерта, для чого обчислюється індекс узгодженості (ІУ) і відношення узгодженості (ВУ) по наступних формулах.

$$IU = \frac{\lambda - n}{n - 1}, \quad OU = \frac{IU}{BU},$$

де ВУ - індекс випадкової узгодженості, який береться із таблиці,

$$BU = 1,41;$$

Оскільки значення ОУ < 0.15, то узгодженість думок експерта вважається прийнятною, і побудовану матрицю парних порівнянь можна використовувати для розрахунку пріоритетів альтернатив.

$$IU = \frac{9,563 - 8}{8 - 1} = 0,195$$

$$BU = \frac{0,195}{1,41} = 0,139$$

Далі обчислюємо глобальні пріоритети.

$$v_K = 0,637 \cdot 0,17 + 0,577 \cdot 0,25 + 0,281 \cdot 0,4 + 0,614 \cdot 0,25 + 0,081 \cdot 0,15 + 0,112 \cdot 0,03 + 0,07 \cdot 0,105 + 0,23 \cdot 0,06 = 0,555$$

$$v_{AC} = 0,258 \cdot 0,17 + 0,342 \cdot 0,25 + 0,135 \cdot 0,4 + 0,268 \cdot 0,225 + 0,188 \cdot 0,15 + 0,192 \cdot 0,03 + 0,07 \cdot 0,258 + 0,122 \cdot 0,06 = 0,303$$

$$v_{SW} = 0,105 \cdot 0,17 + 0,081 \cdot 0,25 + 0,584 \cdot 0,4 + 0,117 \cdot 0,25 + 0,731 \cdot 0,15 + 0,696 \cdot 0,03 + 0,07 \cdot 0,637 + 0,648 \cdot 0,06 = 0,515$$

Таблиця 3.3 - Глобальні пріоритети

	МЗ	Ф	I	СП	ВПС	ПО	ПВС	ЯІБ	ГП
SolidWorks	0,637	0,577	0,281	0,614	0,081	0,112	0,105	0,23	0,555
Inventor	0,258	0,342	0,135	0,268	0,188	0,192	0,258	0,122	0,303
AutoCad	0,105	0,081	0,584	0,117	0,731	0,696	0,637	0,648	0,515

За результатами отриманих глобальних пріоритетів ми обираємо програму SolidWorks, оскільки значення його глобального пріоритету найбільше.

3.2 Основні етапи створення 3D-моделі та креслення деталі

Для початку роботи відкриваємо програму SolidWorks і створюємо новий документ – Деталь.

— Створюємо ескіз основи деталі (рисунок 3.1).

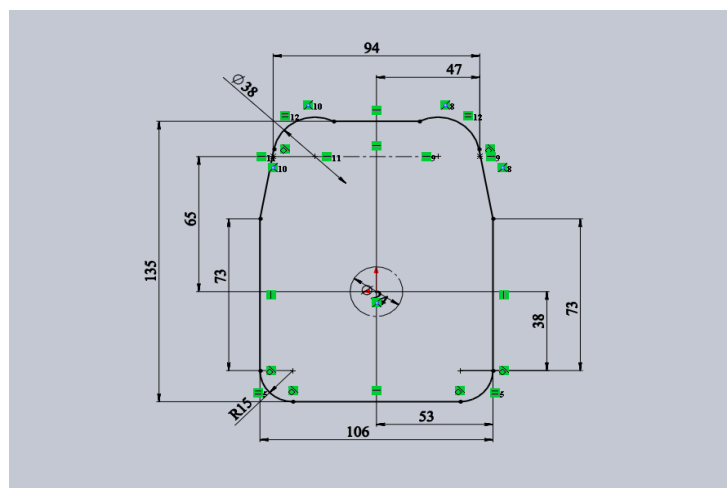


Рисунок 3.1 – Ескіз

— В кінці робимо 3 отвори для різьби. Використовуючи операцію «Виріз – Витягнути» робимо один отвір та клонуємо його за допомогою операції «Масив», вказавши кількість елементів 3. Готова деталь зображена на рисунку 3.4.

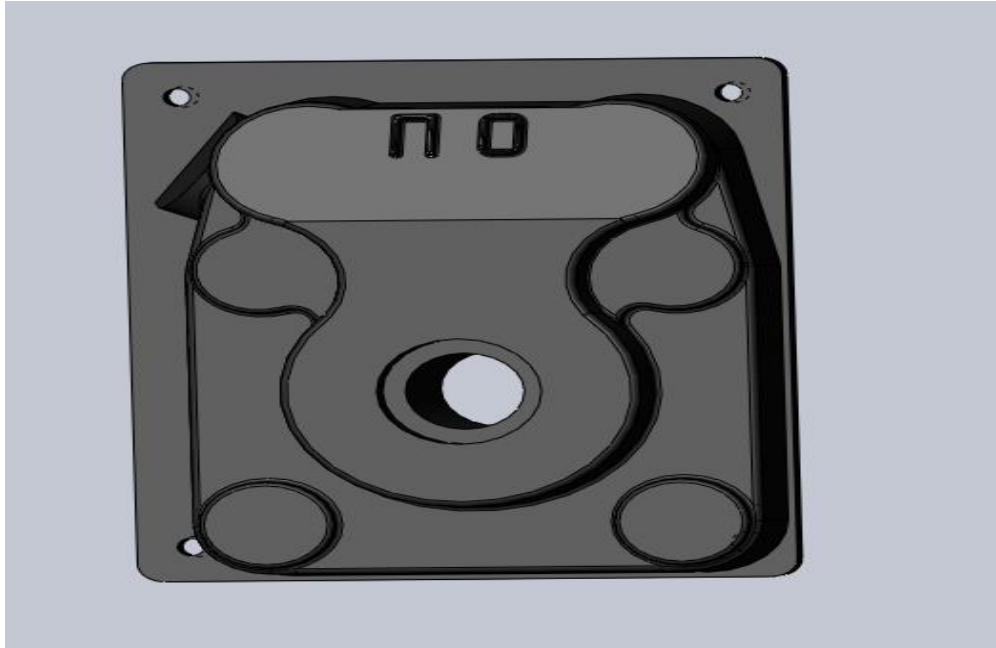


Рисунок 3.4 – Готова деталь

— Створюємо креслення деталі. Для цього обираємо «Файл – Створити креслення з деталі». Перетягуємо потрібні види з бокової панелі на креслення. Розміри розставляємо їх згідно ДСТУ.

Для початку вибираємо матеріал з якого виготовлюється деталь, використовуємо леговану сталь (рисунок 3.6).

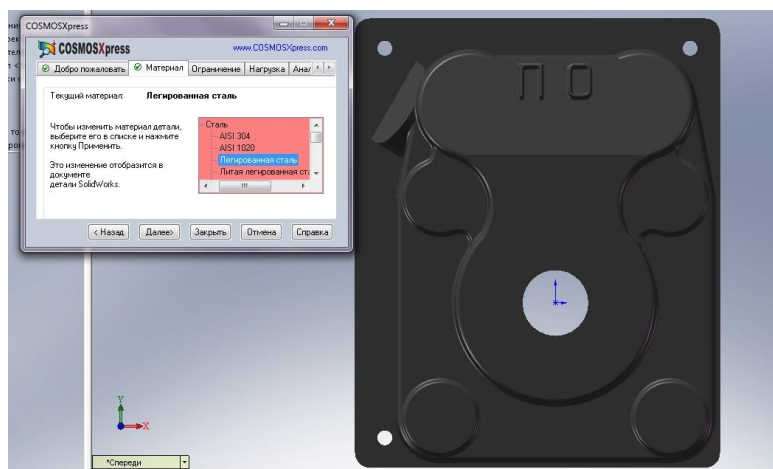


Рисунок 3.6 – Вибір матеріалу деталі

Далі, викликаємо майстра підготовки та проведення випробування, вказуємо місця кріплення. Такими місцями в нашій деталі є отвори в основі, за допомогою яких кріпиться пуансон (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Місця кріплення 3D моделі

Вказуємо місця накладення навантаження тиском, щоб знайти границю міцності та небезпечні місця в конструкції деталі (рисунок 3.8).

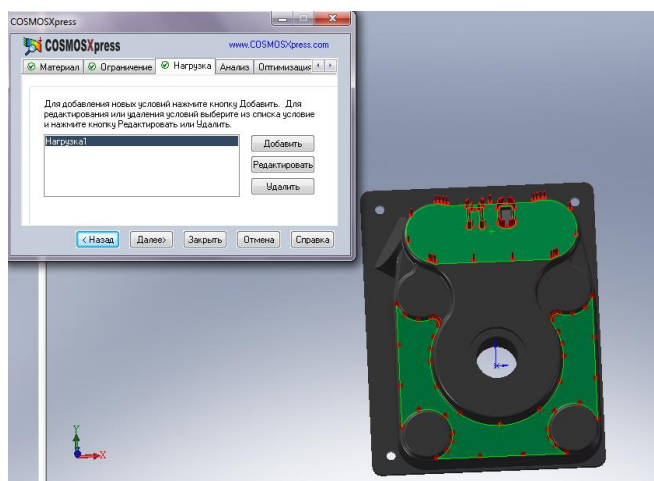


Рисунок 3.8 – Місця навантаження тиском

Таким чином, ми бачимо, що при діючому навантаженні тиском у 730 кПа, коефіцієнт запасу міцності складає 1,92 одиниці, відносно одиниці (рисунок 3.9). Коефіцієнт запасу міцності свідчить про достатню міцність конструкції. Небезпечні місця не виявлені. Тому внесення змін у конструкцію не потрібно. Збільшення навантаження тиском не раціонально.

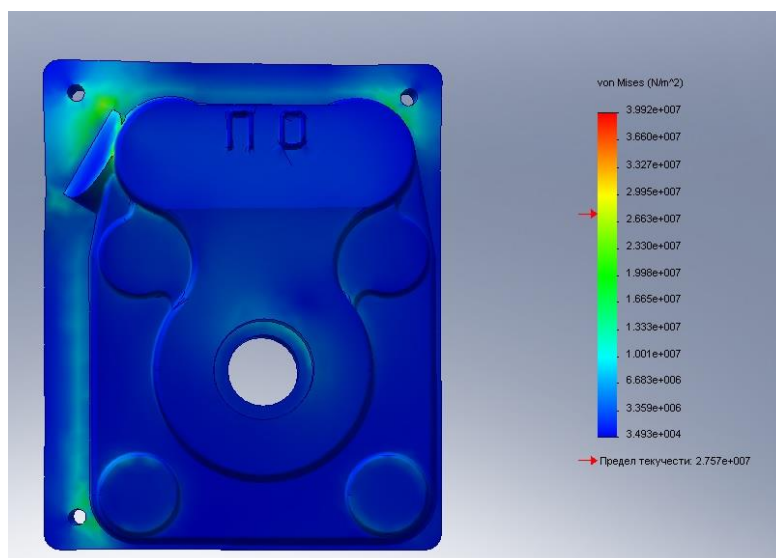


Рисунок 3.9 – Напруження за шкалою Von Mises

3.4 Створення програми проектування деталі з використанням API – технології

Для створення додаткових модулів, що розширюють можливості Solidworks, використовуються інструментальні засоби розробки додатків, орієнтовані на прикладного програміста – Application Programming Interface (API).

API-технологія надає програмісту набір процедур та функцій для управління САПР, але не дає прямого доступу до властивостей і методів об'єктів всередині САПР, що робить код програми дещо більш громіздким і менш зрозумілим. Розробивши Конфігурації, можна змінити розмір отворів.

Нижче наведено рисунок 3.10 який відображає процес написання програми.

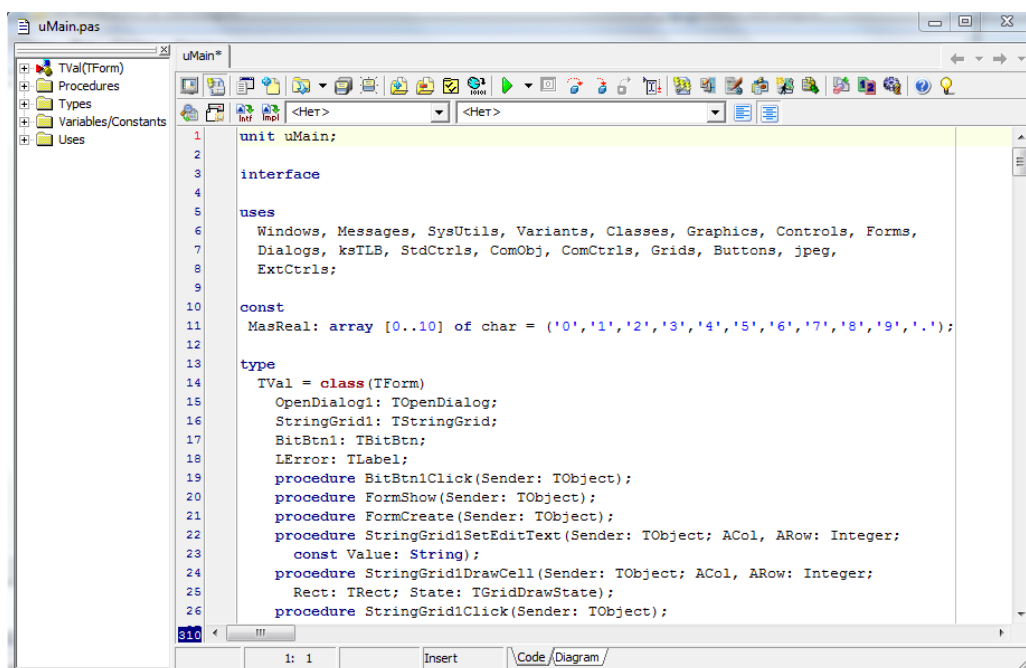


Рисунок 3.10 – Процес написання програми

Висновки до третього розділу

У третьому розділі було створено 3D-модель та креслення деталі «Пуансон ПФВФ-629.07».

Одним з основних та складних етапів у машинобудуванні є процес розрахунку деталей і вузлів на міцність. Аналіз міцності виробу «Пуансон ПФВФ-629.07» було проведено за допомогою пакету програм COSMOSWorks 2007.

Також було створено спеціалізований програмний модуль для змінення деталі «Пуансон ПФВФ-629.07». API-технологія надає програмісту набір процедур та функцій для управління САПР, але не дає прямого доступу до властивостей і методів об'єктів всередині САПР, що робить код програми дещо більш громіздким і менш зрозумілим. Розробивши Конфігурації в Solidworks, можна змінити необхідні розміри.

4 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

4.1 Етапи технологічної підготовки

Технологічна підготовка виробництва - це сукупність взаємопов'язаних процесів, що забезпечують технологічну готовність підприємств до випуску виробів заданої якості при встановлених термінах, обсязі та витратах.

Вихідними даними для технологічної підготовки виробництва є:

- а) комплект креслень на новий виріб;
- б) програма випуску виробу;
- в) термін запуску виробів у виробництво;
- г) організаційно-технічні умови, що враховують можливості придбання комплектуючих виробів, а також обладнання і оснащення на інших підприємствах.

Технологічна підготовка виробництва включає:

- а) забезпечення технологічності конструкцій виробів;
- б) проектування технологічних процесів;
- в) конструювання та виготовлення засобів технологічного оснащення.

Найбільш відповідальною частиною технологічної підготовки виробництва є проектування технологічних процесів та конструювання технологічної оснастки з оформленням комплексу необхідної технологічної документації. Ці елементи ТПВ охоплюють основне коло питань технологічної підготовки виробництва і вирішальним чином впливають на терміни підготовки і освоєння нових виробів, підвищення їх якості.

На основних стадіях ТПВ виконуються наступні види робіт:

- а) проектування технологічних процесів виготовлення деталей;

- б) проектування технологічних процесів складання вузлів і виробу в цілому;
- в) оформлення відомостей замовлень заготовок, нормалізованого ріжучого і вимірювального інструменту, оснащення та обладнання, одержуваних по кооперації;
- г) розробка технічних завдань на проектування спеціальних інструментів, пристосувань і устаткування;
- д) виготовлення запроектованої технологічної оснастки;
- е) проектування планування розміщення устаткування, розрахунок робочих місць і формування виробничих ділянок;
- ж) налагодження та коригування технологічних процесів і оснащення, виготовлення пробної партії.

4.2 Основні етапи проектування ТП

В цілому проектування технологічних процесів обробки деталей і складання вузлів представляє собою складну, трудомістку і багатоваріантну задачу. Тому його виконують у декілька послідовних етапів.

Спочатку роблять попередній проект технологічного процесу; на наступних стадіях його уточнюють і конкретизують на основі детальних технологічних розрахунків. Послідовним уточненням попереднього проекту отримують закінчені розробки технологічного процесу. Правильне рішення вдається отримати лише після розробки і порівняння декількох технологічних варіантів.

Ступінь опрацювання технологічного процесу в деталях залежить від типу виробництва. В умовах масового виробництва технологічні процеси розробляють детально для всіх деталей виробу. Такі процеси називають операційними. Технологічна документація на них містить детальну інформацію про операції та переходи, режими обробки і

міжопераційні розміри деталей, інструменти, оснащення і т.д. В одиничному виробництві обмежуються скороченою розробкою технологічних процесів, так як детальна розробка їх в даних умовах економічно не виправдовується. Ці технологічні процеси називають маршрутними.

Процес проектування містить взаємопов'язані і послідовні етапи, до яких відносяться:

- визначення типу виробництва і методів роботи;
- вибір методу отримання заготовки;
- вибір і обґрунтування технологічних баз;
- призначення маршруту обробки окремих поверхонь і складання маршруту обробки деталі в цілому;
- розрахунок припусків, встановлення технологічних допусків і граничних розмірів заготовки на окремих стадіях обробки;
- уточнення ступеня концентрації операцій технологічних переходів;
- вибір обробного обладнання, технологічної оснастки інструментів;
- розрахунок режимів різання;
- визначення настроювальних розмірів;
- встановлення норм часу та кваліфікації робітників на операціях;
- оформлення технологічної документації.

При проектуванні технологічних процесів обробки складних деталей сумарне число можливих варіантів може бути дуже значним. Оптимізацію проєктованих і діючих технологічних процесів виробляють по різних цільовим функціям (мінімальної собівартості виготовлення деталі, максимальної продуктивності обробки, по заданому терміну окупності додаткових капітальних вкладень у виробництво).

Вихідними даними для проектування технологічних процесів механічної обробки є:

- схеми конструкції оброблюваної деталі із зазначенням її матеріалу, конструктивних особливостей і розмірів;
- технічні умови на виготовлення деталі, що характеризують точність і якість оброблюваних поверхонь, а також особливі вимоги до твердості і структури матеріалу, термічної обробки, балансуванню і т.п.;
- обсяг випуску виробів, до складу яких входить виготовлена деталь, з урахуванням випуску запасних частин;
- планований інтервал часу (зазвичай в роках) випуску виробів.

При проектуванні технологічних процесів для діючого виробництва необхідно мати інформацію про наявне обладнання, площі та інші місцеві виробничі умови. При проектуванні використовують довідкові і нормативні матеріали, каталоги і паспорти обладнання, альбоми пристосувань; ДСТУ і нормалі на різучий і вимірювальний інструменти, нормативи точності, розрахунку припусків, режимів різання і технічного нормування часу; тарифно-кваліфікаційні довідники та інші матеріали. Оформлення технологічних розробок проводиться на бланках технологічної документації

Проектування технологічного процесу включає в себе детальне вивчення робочого креслення деталі, технічних умов на її виготовлення та умов її роботи у виробі. Особлива увага приділяється можливості поліпшення технологічності конструкції деталі, так як в результаті може бути отриманий значний ефект від зниження трудомісткості і собівартості виконання процесів обробки.

Розроблені технологічні процеси оформляються на відповідних технологічних документах.

Першим етапом розробки технологічного процесу є складання плану операцій (технологічного маршруту), в якому намічається послідовність

виконання технологічного процесу по всіх цехах, де виробляється механічна, термічна та інші обробки деталей. При цьому вибираються настановні бази та способи затиску заготовок, вибираються типи верстатів, характер різального інструменту та установочно-затискних пристосувань.

На другому етапі уточнюються способи виконання операцій механічної обробки, визначаються проміжні розміри з допусками, уточнюються типи і конструкції робочих і вимірювальних інструментів і установочно-затискних пристосувань (при цьому в разі потреби проводяться необхідні точнісні та економічні розрахунки), вибираються режими різання і заповнюються відповідні технологічні документи.

У третьому етапі уточнюється остаточно план операцій, розраховується технічно обґрунтована норма часу, яка служить основою для подальших розрахунків кількості потрібного обладнання, числа працюючих і площ цеху.

4.3 Вибір CAM – системи для проектування технологічного процесу

Для проектування технологічного процесу було обрано програму Solidworks CAM тому, що на заводі ТОВ «Руслан – Комплект» була встановлена ліцензована версія цієї програми.

Solidworks CAM – система автоматизованого проектування технологічних процесів, яка вирішує більшість завдань автоматизації процесів технологічної підготовки виробництва.

На промисловому підприємстві технологічна підготовка визначає не тільки швидкість і якість запуску нових виробів у виробництво. Достовірність і повнота інформації, що отримується на етапі технологічної підготовки, багато в чому гарантує ефективність планування та управління ресурсами підприємства. На якому обладнанні обробляти деталь, скільки необхідно замовити матеріалу, інструменти, скільки часу і ресурсів піде на

виготовлення деталей і складання виробу – САПР техпроцесів дозволяє оперативно отримати та обробити подібну інформацію.

САПР ТП Solidworks CAM дозволяє:

- проектувати технологічні процеси в декількох автоматизованих режимах;
- розраховувати матеріальні і трудові витрати на виробництво;
- автоматично формувати усі необхідні комплекти технологічної документації, використовувані на підприємстві;
- підтримувати актуальність технологічної інформації за допомогою процесів управління змінами.

4.4 Розробка операційного технологічного процесу

Створюємо новий документ технологічного процесу, для цього необхідно в меню «Файл» вибрати пункт «Створити» → «ТП на деталь» (рисунок 4.1).

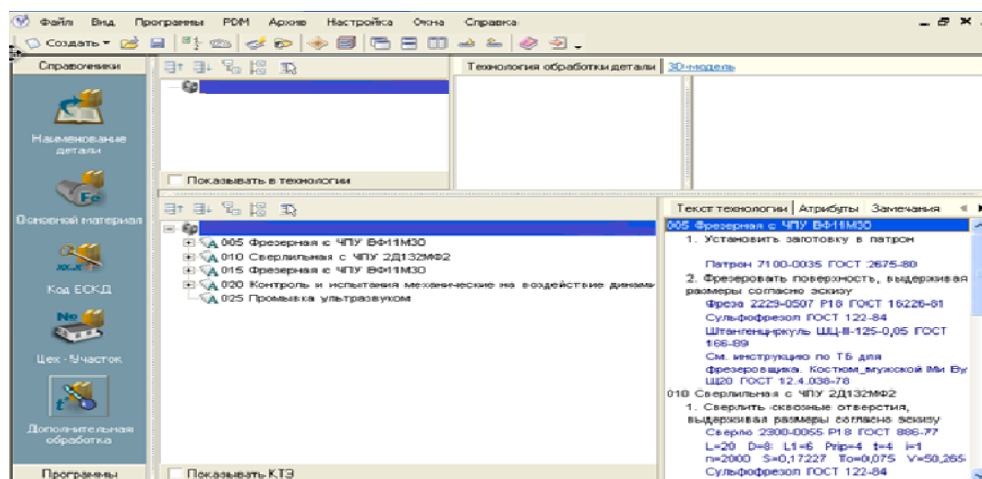


Рисунок 4.1 – Створення ТП на деталь

Використовуючи інформаційну БД програми «Solidworks CAM» наповнюємо даний технічний процес на деталь необхідними операціями та переходами. Для створення операції натискаємо ПКМ на назву деталі, вибираємо «Додати», потім в новому меню можна вибрати необхідні нам операції.

Для створення допоміжного переходу та наповнення операції приладами натискаємо правою кнопкою миші на операції та вибираємо «Додати» (рисунки 4.2), через нове меню можна додавати: основні та допоміжні переходи, верстати, допоміжний матеріал, засоби захисту, СОР, і т.д.

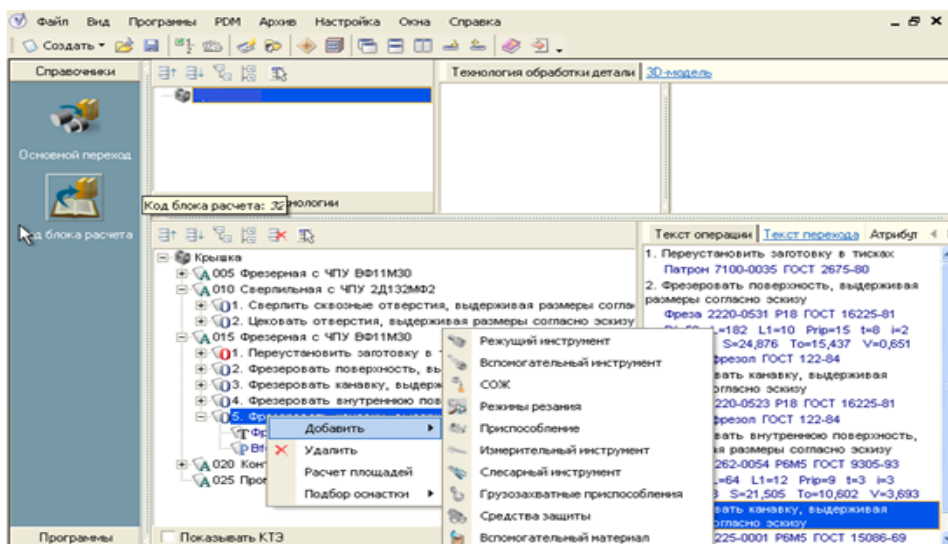


Рисунок 4.2 – Додавання допоміжних переходів

Для додавання нового ріжучого інструменту натискаємо правою клавішою миші на перехід, «Додати» → «Ріжучий інструмент» (рисунки 4.3) та в новому вікні БД вибираємо необхідні параметри інструменту.

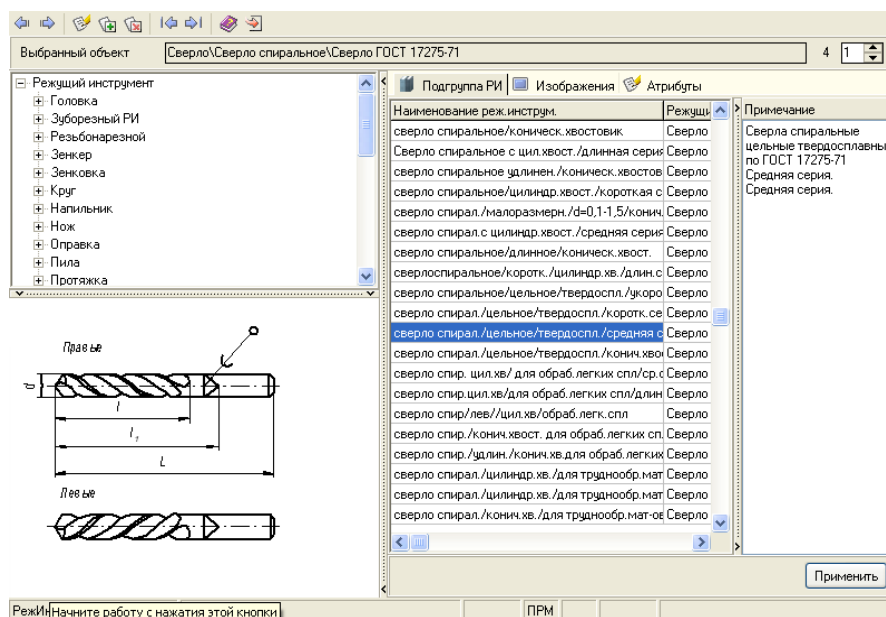


Рисунок 4.3 – Вибір ріжучого інструменту

Розрахунок режимів різання виконується в спеціальному додатку пакету програм Solidworks CAM. Solidworks CAM забезпечує якісно новий рівень автоматизації праці співробітників і керівників технологічних відділів, поєднуючи всіх фахівців з технологічної підготовки виробництва в єдиний інформаційний простір підприємства.

Спочатку необхідно задати комп'ютерну – фрезерну операцію, потім вибрати відповідний верстат з ЧПУ. Для основних переходів необхідно задати відповідну операцію (фрезерування, свердління) і вказати ріжучий інструмент і його параметри. Також необхідно вказати допоміжні переходи, засоби захисту та інші.

Для того щоб розрахувати режими різання (рисунок 4.4) необхідно спочатку додати «Код блоку розрахунку». Виділяємо допоміжний перехід, для якого і буде розраховуватись режим різання та натискаємо кнопку «Код блоку розрахунку» та вказуємо тип обробки.

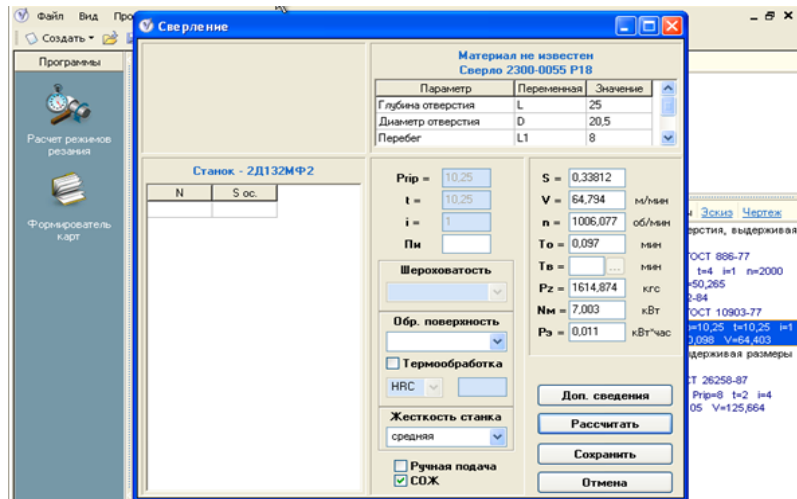


Рисунок 4.4 – Розрахунок режимів різання

За допомогою інструменту «Формуватель карт» (рисунок 4.5) формується технологічний процес. Карти експортуються у програму Microsoft Excel згідно ДСТУ та роздруковується на папір. Створений технологічний процес знаходиться в додатках.

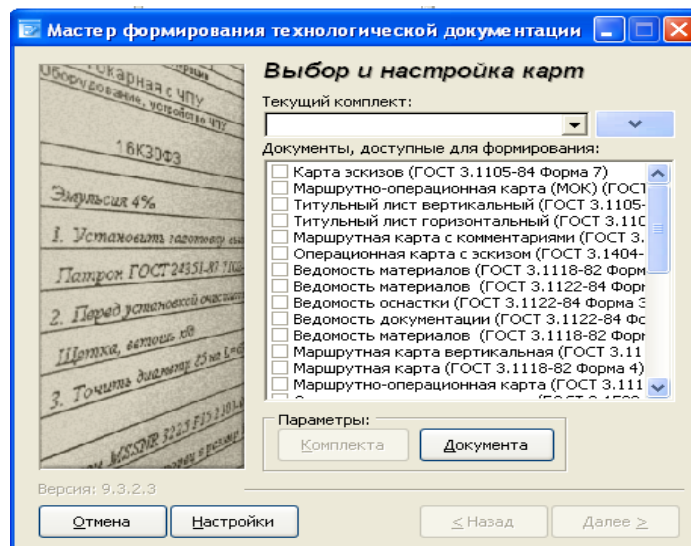


Рисунок 4.5 – Формування карт

4.5 Обґрунтування вибору САМ – системи для проектування УП для верстатів з ЧПУ

Для проектування управляючої програми для верстатів з ЧПУ було обрано програму PowerMILL.

PowerMILL імпортує тривимірні моделі, створені в більшості CAD – систем, і готує програми для верстатів з ЧПУ. Дані можуть бути імпортовані в наступних форматах: IGES, VDA - FS, ProENGINEER, Unigraphics, CADDs, CATIA, Parasolid, ACIS, STL, STEP.

Зручний і простий у використанні Windows – інтерфейс забезпечує доступ до набору стратегій обробки і засобів оптимізації навіть операторові верстата з ЧПУ. PowerMILL невимогливий до якості даних і виконує обробку без зарізів навіть у разі наявності розривів на поверхні моделі.

Перед початком розробки УП в PowerMILL необхідно задати потрібні параметри: задати заготовлю та математичну модель деталі, вибрати інструмент, призначити безпечні висоти, початкової та кінцевої точки і інші вихідні дані.

4.6 Створення управляючої програми

Імпорт моделі

Імпортуємо модель в програму PowerMILL (рисунок 4.6).

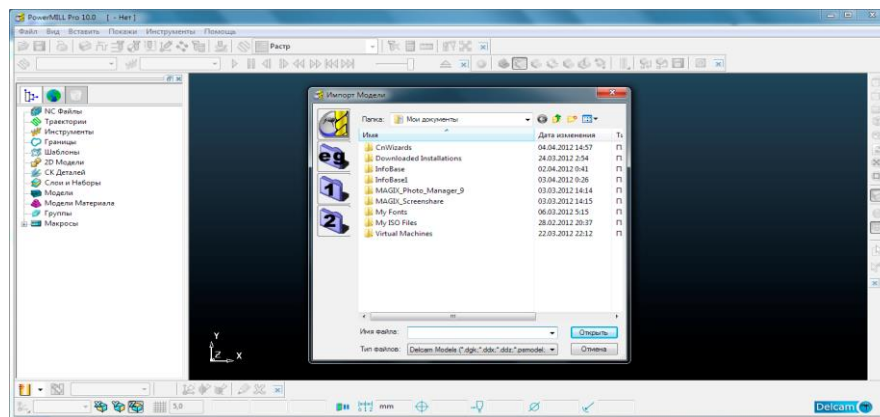


Рисунок 4.6 – Імпортування деталі

Далі формуємо заготовку деталі (рисунок 4.7) з доступних варіантів: блок, контур, модель, межа, циліндр, враховуючи форму деталі, обираємо блок. Обов'язковим є налаштування системи координат моделі для кожної зі стратегій.

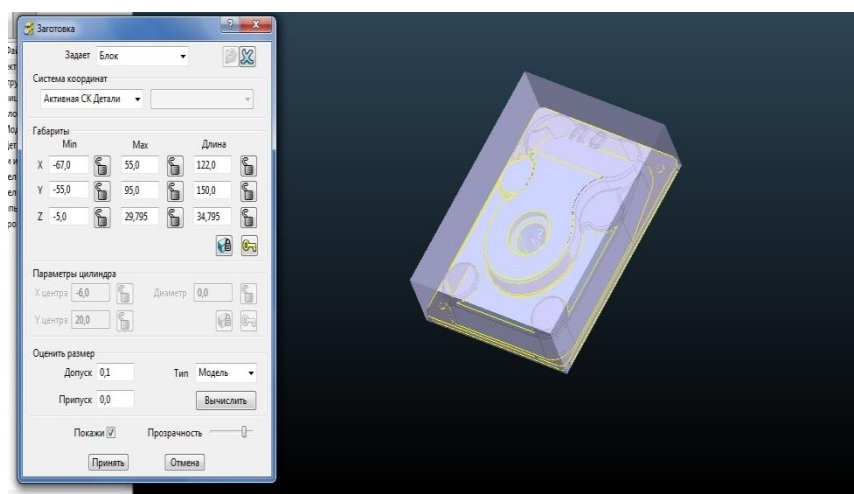


Рисунок 4.7 – Формування заготовки

Необхідно встановити безпечні висоти (рисунок 4.8), для того щоб запобігти зіткнення інструменту з деталлю, або навіть поломки його.

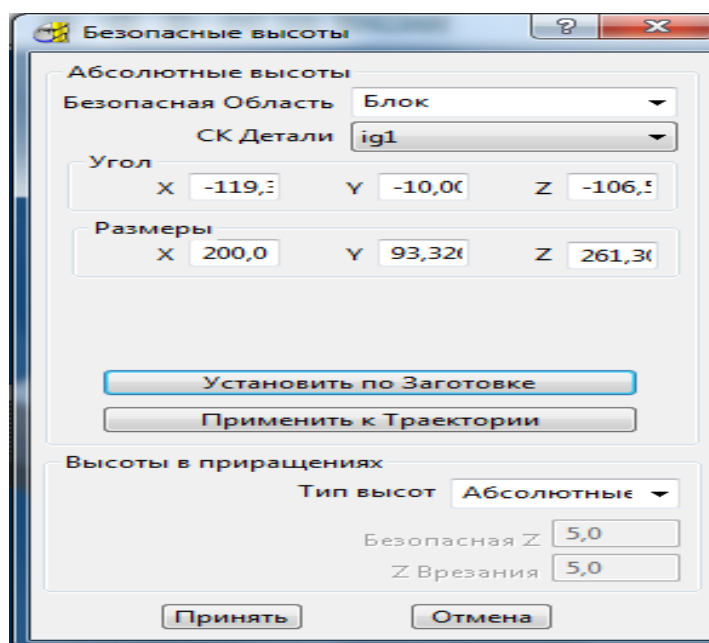


Рисунок 4.8 – Встановлення безпечних висот

Чорнова обробка

Створюємо інструмент для чорнової обробки (рисунок 4.9). Для створення інструменту переходимо на вкладку «Інструмент» → «Створити інструмент» та обираємо тип інструменту. В новому вікні налаштовуємо його основні параметри: діаметр, довжину, додаємо хвостовик та патрон.

Для чорнової обробки деталі «Модель 16» створюємо Інструмент – «Концева фреза». Обираємо діаметр фрези – 10 мм, та довжину – 50 мм. Додаємо хвостовик: довжина заточки – 7,5 мм, довжина хвостовика – 55 мм. Додаємо патрон: виліт – 55 мм, загальна довжина – 100 мм.

Аналогічним способом створюємо інші інструменти.

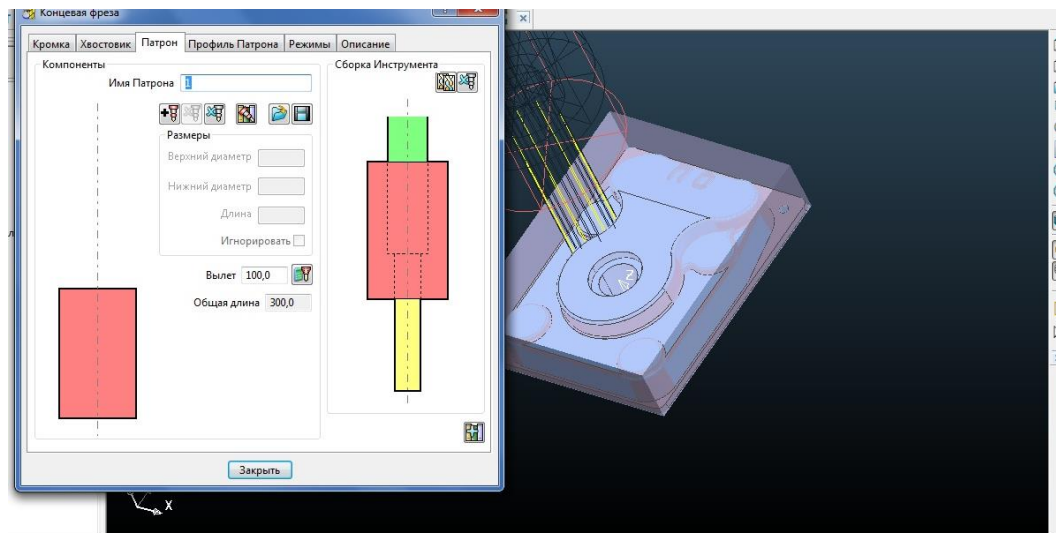


Рисунок 4.9 – Створення інструменту

В якості стратегії чорнової обробки обрана стратегія (рисунок 4.10) "3D вибірка" → "Вибірка зі зсувом" оскільки ця стратегія є найбільш оптимальною для даної поверхні деталі з хорошими показниками обробки. Для чорнової обробки обираємо припуск – 1 мм, крок – 2 мм, крок по Z – 3 мм, напрямок – будь-який.

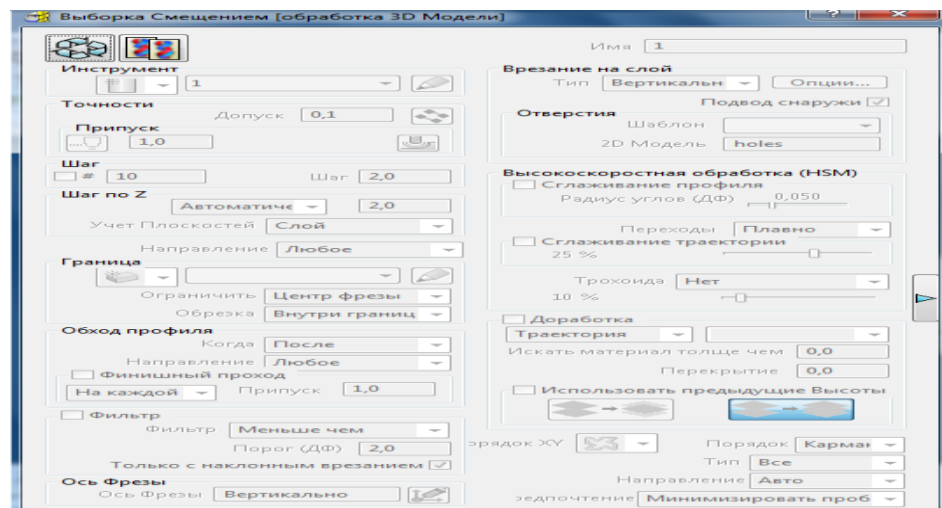


Рисунок 4.10 – Вибір стратегії

Після створення всіх інструментів необхідно задати відповідні траєкторії обробки деталі (рисунок 4.11). Переходимо на вкладку

«Траекторії» → «Створити траекторію», потім обирається тип (підготовча, чистова, сверління) та стратегія обробки в залежності від обраного типу.

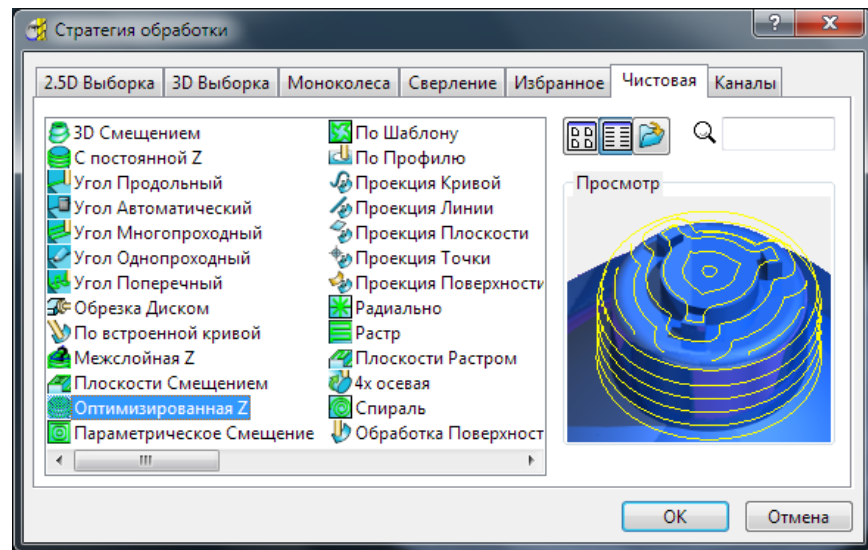


Рисунок 4.11 –Створення траєкторії

Формування NC файлу

Після того, як будуть створені всі необхідні інструменти та траєкторії обробки деталі, формується сам текст управлячої програми. Переходимо на вкладку «NC» → «Створити NC файл». В новому вікні вибираємо потрібний постпроцесор та траєкторії руху інструменту та натискаємо кнопку «Обчислити». Управляюча програма створена та збережена у вказаному каталозі.

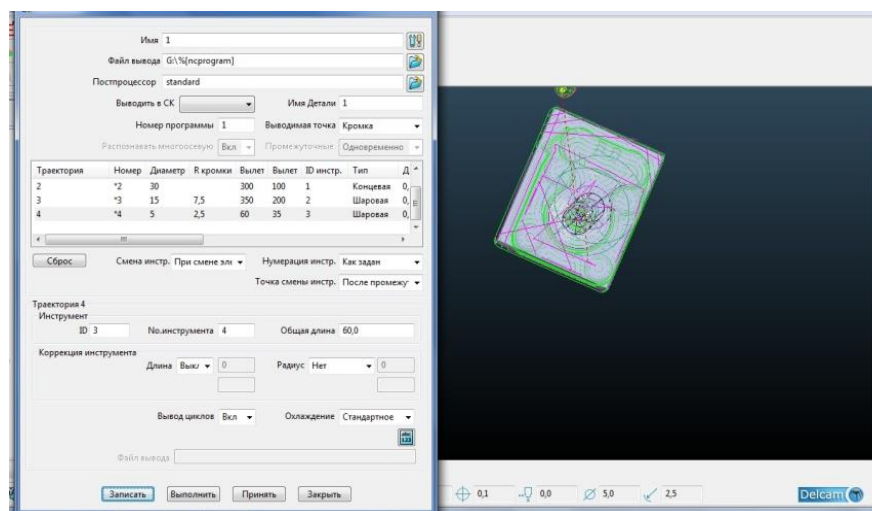


Рисунок 4.12 – Створення керуючої програми

Тепер ми маємо готову управляючу програму для станка з числовим програмним забезпеченням. Створена УП знаходиться в додатках.

Висновки до четвертого розділу

У четвертому розділі кваліфікаційної роботи була поставлена задача розробити технологію обробки деталі «Пуансон ПФВФ-629.07» на верстаті з ЧПУ.

Для обробки деталі на верстаті з ЧПУ була розроблена управляюча програма за допомогою програми PowerMill. Обрані стратегії для обробки даної деталі є оптимальними.

Технологічний процес на обробку деталі «Пуансон ПФВФ-629.07» був розроблений у програмному пакеті Solidworks CAM. Сформований технологічний процес відповідає всім вимогам єдиної системи технологічної документації.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Загальна характеристика небезпечних, шкідливих чинників на робочому місці проектувальника

Комп'ютери можуть шкідливо впливати на організм працюючої людини. На працюючого за ПЕОМ постійно або періодично впливають наступні шкідливі фактори:

- Підвищений рівень шуму на робочому місці;
- Тривале перебування в одному і тому ж положенні і повторення одних і тих самих рухів призводить до синдрому тривалих статичних навантажень;
- Монотонність праці;
- Нервово-психічне навантаження;

Пристрій візуального відображення генерує декілька типів випромінювання, у тому числі рентгенівське, радіочастотне, видиме й ультрафіолетове. Однак рівні цих випромінювань достатньо низькі і не перевищують діючих норм.

При роботі на ПЕОМ органи зору користувача витримують велике навантаження з одночасним постійним напруженим характером праці, що призводить до порушення функціонального стану зорового аналізатора і центральної нервової системи

Порушення функціонального стану зорового аналізатора проявляється у погіршенні гостроти зору, стійкості ясного бачення.

Однією з головних причин порушення функціонального стану зорового аналізатора є постійна переадаптація органів зору в умовах наявності в полі зору об'єкта фону різної яскравості. Поряд з перерахованими загальноприйнятими особливостями роботи користувача на робочому місці ПЕОМ існують особливості сприйняття інформації з

екрану монітора. Штучне освітлення в приміщенні і на робочому місці створює гарну видимість інформації, машинного і рукописного тексту, при цьому бліки мають бути відсутніми.

У зв'язку з цим передбачаються заходи з обмеження сліпучої дії віконних прорізів і прямого попадання сонячних променів, а також виключення на робочих поверхнях яскравих і темних плям. Це досягається за рахунок відповідної орієнтації віконних прорізів і раціонального розміщення робочих місць. Площа віконних прорізів повинна складати не менше 25% площі підлоги. У приміщенні рекомендується комбінована система освітлення з використанням люмінесцентних ламп. Для проектування місцевого освітлення рекомендуються люмінесцентні лампи, світильники яких встановлені на стіл або його вертикальну панель. Світильники місцевого освітлення повинні мати пристрої для орієнтації в різних напрямках, пристрій для регулювання яскравості та захисні решітки від осліплення і відбитого світла. Для створення рівномірного освітлення робочих місць при загальному освітленні світильники з люмінесцентними лампами вбудовуються безпосередньо в стелю приміщення розміщуються в рівномірно-прямокутному порядку. Найбільш бажане розташування світильників – в безперервний суцільний ряд уздовж довгої сторони приміщення.

5.2 Забезпечення безпеки на робочому місці проектувальника

Приміщення технічного відділу знаходилося на другому поверсі адміністративної будівлі. Розглянемо більш докладно минуле робоче місце.

В приміщенні розташовувалося 8 робочих місць. Приміщення було обладнане персональними комп'ютерами в кількості 8 штук.

Приміщення, в якому знаходилося робоче місце проектувальника, мало такі характеристики:

1. Довжина приміщення: 7 м;

2. Ширина приміщення: 6 м;
3. Висота приміщення: 2.5 м;
4. Площа приміщення становить – 42м²;
5. Число вікон: 3;
6. Освітлення: природне і загальне штучне;

Відповідно до Санітарних правил і норм СНіП 2.2.2. 542-96 для організації роботи з персональними електронно-обчислювальними машинами, площа приміщення на одне робоче місце з ПЕОМ повинна складати не менше 6 квадратних метрів, об'єм – не менше 20 кубічних метрів з урахуванням максимального числа одночасно працюючих. Обсяг описуваного приміщення становить 82 м³. Таким чином, максимально припустиме число одночасно працюючих в приміщенні:

$$N = 82/20 = 4.1,$$

тобто одночасно працювати може не більше 4 осіб.

Природне освітлення здійснюється через вікна. В обстежуваному приміщенні стіни пофарбовані в білий та зелений кольори, що відповідає встановленим вимогам.

Рекомендується висота поверхні сидіння над підлогою 0.4-0.55 м, висота опорної поверхні спинки над сидінням (300 ± 20 мм), кут нахилу сидіння 2-3 °, кут нахилу спинки 95-108 °. Параметри столу і стільця відповідають вимогам СНіП 2.2.2.542-96. Вимоги СНіП 2.2.2.542-96 з розміщення робочого місця по відношенню до світлових прорізів також дотримані. Відповідно до правил природне світло падає з лівого боку, щодо робочого місця.

Відповідно до класифікації, прийнятої в СНіП 2.2.2 542-96 основний трудовою діяльністю, пов'язаною з використанням комп'ютера, на цьому робочому місці є робота з ЕОМ.

Для створення оптимальних умов роботи персоналу, необхідний нормальний мікроклімат на робочому місці.

У приміщення технічного відділу температура, відносна вологість і швидкість руху повітря відповідають вимогам СНіП 2.2.2.542-96.

З метою підтримки цього режиму мікроклімату в холодний період року використовується водяне опалення і природна вентиляція, в теплу пору року використовується кондиціонер. Для поліпшення якісного складу повітря, приміщення періодично провітрюється.

Джерелами шуму в приміщенні є вентилятори встановлені в корпус комп'ютерів, принтер і плотер. Допустимим вважається рівень шуму, який не має на людину прямого або непрямого неприємного впливу, не знижує його працездатність, не впливає на самопочуття і настрої. У приміщенні рівень шуму не перевищує 50 дБ.

Вібрація виходить від корпусу комп'ютера, причиною виникнення вібрації є вентилятори встановлені всередині комп'ютера. Вібрація є незначною і ніякого негативного впливу на оператора ЕОМ не надає.

Використовувана техніка на робочих місцях відповідає висунутим вимогам. Так монітори, що використовуються на робочих місцях, задовольняють вимогам пропонованим ТСО 03, а також СНіП 2.2.2. 542-96.

Джерелом низькочастотних електричних і магнітних полів, а також іонізуючого вивчення в приміщенні є монітори. Найбільший рівень випромінювання виходить від задньої стінки монітора, тому місця розташування робочих місць підібрані таким способом, щоб задня стінка монітора не була спрямована на людину.

Пожежонебезпечними джерелами є комп'ютери та оргтехніка. В сучасних ЕОМ дуже висока щільність розміщення елементів електронних схем. У безпосередній близькості один від одного розташовуються сполучні дроти, комунікаційні кабелі. При протіканні по них електричного струму виділяється значна кількість теплоти, що може привести до підвищення температури окремих вузлів до 80-100 ° С.

З метою забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу та найбільш швидкого усунення ситуацій, що загрожують здоров'ю або життю

людей, на підприємстві передбався комплекс заходів щодо попередження та усунення пожежонебезпечних ситуацій. До них відносилися вогнегасники, протипожежні приналежності, а також, системи пожежогасіння, сигналізація.

Безпосередню небезпеку для життя і здоров'я людей являють собою прилади та елементи обладнання, що вимагають для своєї роботи живлення від мережі з високою напругою. Приміщення належило до III класу класифікації за небезпекою ураження електричним струмом. Для забезпечення захисту від ураження електричним струмом і статичною електрикою були прийняті наступні заходи:

- Усі вузли одного персонального комп'ютера і підключений до нього периферійне устаткування живляться від однієї фази електромережі;
- Корпуси системного блоку і зовнішніх пристроїв заземлені радіально з однією загальною точкою;

У приміщенні використовувалися мережеві фільтри-подовжувачі, з наступними характеристиками:

- Сумарна потужність не більше 2.1 кВт;
- Струм перешкоди, який витримує обмежувач 3500А;
- Максимальна енергія 90Дж;
- Ослаблення перешкод 100кГц-100МГц 10дБ;
- Корпус з негорючого матеріалу;
- Євро розетки.

Прилади, що знаходилися в приміщенні працювали від напруги 220 В. Заземлення дисплеїв здійснювалися через системний блок ЕОМ.

Для захисту працюючих комп'ютерів від неякісного електроживлення використовувалися джерела безперебійного живлення.

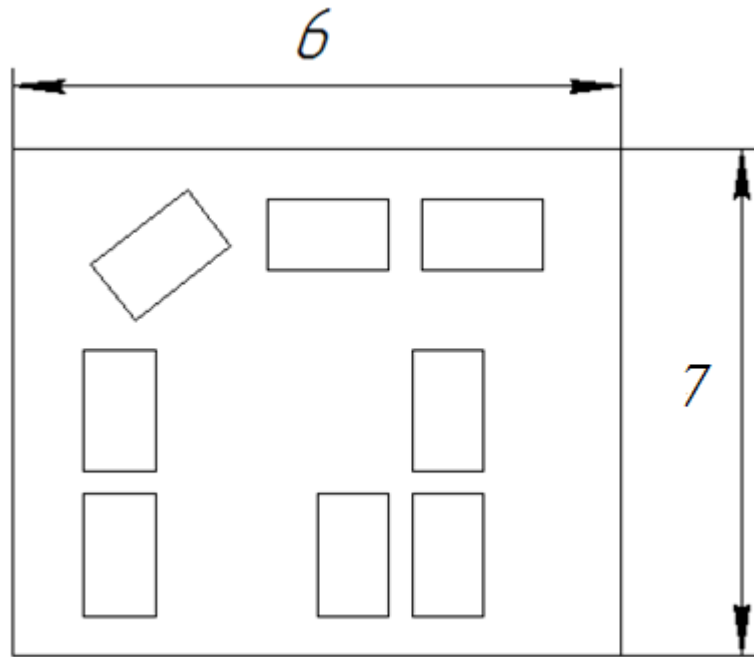


Рисунок 5.1 – Схема розташування робочих місць

5.3 Ергономічна оцінка робочого місця

Конструкція робочого місця повинна забезпечувати оптимальне положення співробітника, що досягається за рахунок регулювання висоти сидіння і підставки для ніг. Оптимальна робоча зона для працюючих більш низького росту досягається за рахунок збільшення висоти робочого сидіння і підставки для ніг на величину, рівну різниці між висотою робочої поверхні для працюючого зростом 180 см і висотою робочої поверхні, оптимальної для зросту даного працюючого.

Підставка для ніг повинна бути регульованою по висоті. Ширина повинна бути не менше 300 мм, довжина - не менше 400 мм. Поверхня підставки має бути рифленою. За переднього краю слід передбачати бортик висотою 10 мм.

Робочий стіл

Стіл повинен мати криволінійну форму, за рахунок угнутості велика його частина є доступною для використання, оскільки потрапляє в зону досяжності моторного поля. Оскільки робота інженера по стандартизації поєднує в собі роботу за комп'ютером і паперову, то стіл крім місця для монітора, клавіатури, системного блоку повинен містити ще й додаткові полицьки і ящики, щоб не завантажувати паперами робочий простір столу. Стіл повинен дозволяти змінювати глибину положення монітора. Площа стільниці не повинна бути менше 1 м². Чим масивніше стіл, тим краще, менше вібрації від техніки.

Робоче крісло

Крісло має забезпечувати фізіологічно раціональну робочу позу, при якій не порушується циркуляція крові і не відбувається інших шкідливих впливів. Для цього необхідно щоб у крісла була пружна спинка анатомічної форми, яка зменшить навантаження на хребет. Також для того щоб знімати навантаження з м'язів плечового пояса крісло обов'язково має бути з підлокітниками і мати можливість повороту, зміни висоти і кута нахилу сидіння і спинки. Важливо, щоб всі регулювання були незалежними, легко здійсненими і мали надійну фіксацію. Крісло має бути регульованим, з можливістю обертання, щоб дотягнутися до далеко розташованих предметів.

Розташування монітора

Монітор повинен розташовуватися на робочому столі прямо, і віддалений від очей мінімум на 50-60 см. Верхня межа екрана повинна бути на рівні очей або не нижче 15 см нижче рівня очей.

Важливе значення мають не тільки оптимальне розташування монітора, але і його технічні параметри. Перш за все, цей дозвіл монітора і частота оновлення зображення. Так як у функції інженера по стандартизації входить нормоконтроль документації, то до технічних параметрів монітора пред'являються особливі вимоги. Для роботи необхідний плоскоекранний

монітор з діагоналлю мінімум 17" або 19" оптимальна роздільна здатність - 1024 * 768 або 1280 * 1024 відповідно. Однак при цьому частота оновлення зображення не повинна бути менше 100 Гц, оскільки коливання яскравості приводять до нервової перевтоми і швидкого погіршення зору.

Розташування клавіатури

Неправильне положення рук при друку на клавіатурі призводить до хронічних розтягування кисті. Важливо не стільки відсунути клавіатуру від краю столу і обперти кисті про спеціальний майданчик, скільки тримати лікті паралельно поверхні столу і під прямим кутом до плеча. Тому клавіатура повинна розташовуватися в 10-15 см (залежно від довжини ліктя) від краю столу. У цьому випадку навантаження доводиться не на кисть, в якій вени і сухожилля знаходяться близько до поверхні шкіри, а на більш "м'ясисту" частину ліктя. Глибина столу повинна дозволяти повністю покласти лікті на стіл, відсунувши клавіатуру до монітора.

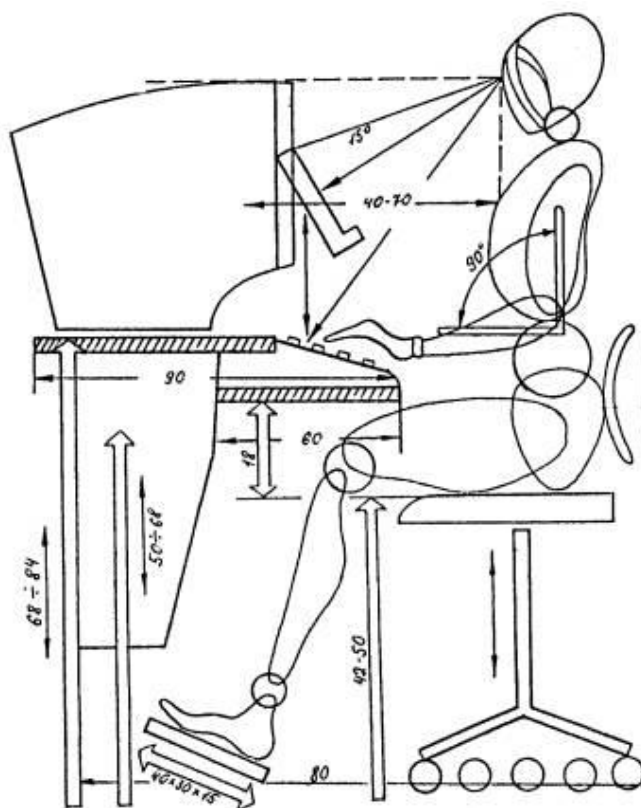


Рисунок 5.2 – Схема робочого місця з ПЕОМ

Робоче місце оператора повністю відповідає вище перерахованим критеріям:

- Робочий стіл (висота – 0,8 м, довжина – 1,5 м, ширина – 0,7 м);
- Стілець (ширина сидіння – 0,5 м, довжина – 0,5 м, висота сидіння – 0,5 м, висота опорної поверхні спинки – 0,7 м).



Рисунок 5.3 – Робоче місце оператора ПЕОМ

5.4 Аналіз достатності штучного освітлення в приміщенні

Для освітлення приміщення застосовуються люмінесцентні лампи потужністю 80 Вт. Система освітлення - загальна. Отже, нормоване значення освітленості повинне становити не менше 300 люкс (ДБН В.2.5-28-2006).

Схема розміщення світильників у приміщенні наведено на рисунку 5.4.

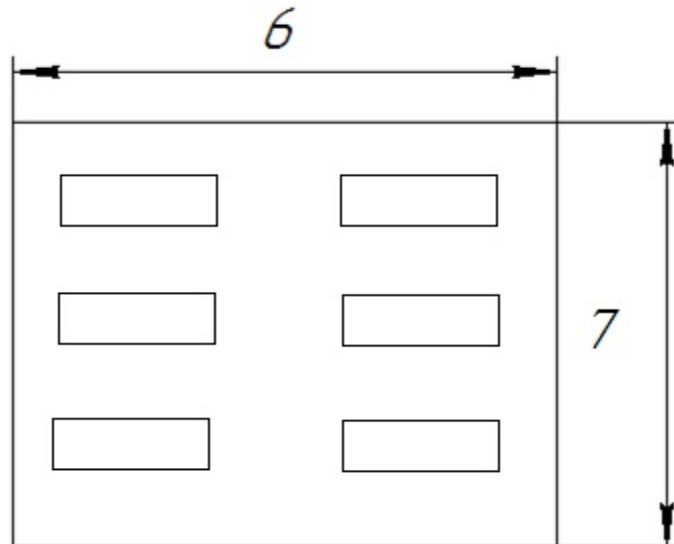


Рисунок 5.4 – Схема розміщення світильників

Розрахуємо фактичне значення освітлення (E_{ϕ}), враховуючи те, що потужність ламп – 80 Вт, кількість ламп у світильнику – 2 шт.

Фактичне значення штучного освітлення (E_{ϕ}) розраховуємо за формулою

$$E_{\phi} = \frac{F_{\text{л}} \times \eta_{\text{в}} \times N \times n}{S \times K \times Z} \quad (5.1)$$

де $F_{\text{л}}$ – світловий потік лампи, лм (для люмінесцентних ламп потужністю 80 Вт – 3440 - 4320 лм);

$\eta_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання світлового потоку ($\eta_{\text{в}} = 0,4 \div 0,6$);

N – кількість світильників, шт.;

n – кількість ламп у світильнику, шт.;

S – площа приміщення, м^2 ;

K – коефіцієнт запасу ($K = 1,5 - 2$);

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,1$).

Беремо

$$F_{\text{л}} = \frac{3440 + 4320}{2} = 3880 \text{ (лм)}$$

$$\eta_B = (0,4 + 0,6)/2 = 0,5$$

$$N = 6 \text{ шт.}$$

$$n = 2 \text{ шт.}$$

$$S = 7 \times 6 = 42 \text{ м}^2.$$

$$K = (1,5 + 2)/2 = 1,75$$

$$Z = 1,1$$

$$E_{\phi} = \frac{3880 \times 0,5 \times 6 \times 2}{42 \times 1,75 \times 1,1} = 288 \text{ (люкс).}$$

Отже, фактичне значення штучного освітлення близьке до нормованого ($288 \approx 300$), а це свідчить про достатність штучного освітлення в приміщенні.

Висновки до п'ятого розділу

У п'ятому розділі кваліфікаційної роботи були викладені вимоги до робочого місця. Створені умови повинні забезпечувати комфортну роботу. На підставі вивченої літератури по даній проблемі, були зазначені оптимальні розміри робочого столу та крісла, а також проведено розрахунок достатності штучного освітлення.

Дотримання умов, що визначають оптимальну організацію робочого місця, дозволить зберегти гарну працездатність протягом усього робочого дня.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

6.1 Розрахунок економічної ефективності

Вихідні дані про трудомісткість обробки за існуючою технологією надало підприємство. Відомо, що норма часу при існуючому ТП становить 452 хв. Собівартість механічної обробки становить 109,14 грн.

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

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

6.1.1 Розрахунок норми часу

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

Аналітично норма часу розраховується:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_{\text{доп}} + T_{\text{дод}}, \quad (6.1)$$

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

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

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час.

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

Допоміжний час $T_{\text{доп}}$ - це час установлення та знімання деталі, пуск і зупинку верстату, встановлення та знімання.

$$T_{\text{доп}} = \sum_{i=1}^i t_{\text{уст}} + \sum_{i=1}^i t_{\text{пер}} \text{ хв.}, \quad (6.2)$$

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

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

$$T_{\text{доп}} = 14,65 + 5,07 = 19,72 \text{ хв.}$$

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

$$T_{\text{дод}} = \frac{\alpha}{100} \cdot (T_o + T_{\text{доп}}), \text{ хв} \quad (6.3)$$

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

$$T_{\text{дод}} = \frac{7}{100} \cdot (251,35 + 19,72) = 18,97 \text{ хв}$$

Розрахуємо норму часу по формулі 6.1:

$$T_{\text{ум}} = 251,35 + 19,72 + 18,97 = 291,04 \text{ хв.}$$

Розрахуємо річну економію норми часу:

$$T_{\text{ум}}^e = (452 - 291,04) \times 60 = 9657,6 \text{ хв} = 160,96 \text{ год.}$$

6.1.2 Техніко-економічні показники

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$\eta_m = \frac{\sigma_d}{\sigma_z}, \quad (6.4)$$

де: σ_d - маса деталі;

σ_z - маса заготовки.

$$\eta_m = \frac{150}{363} = 0,413$$

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

Коефіцієнт використання верстата по потужності:

$$\eta = \frac{N_e}{N_{дв} \cdot \eta_{вер}}, \quad (6.5)$$

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

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

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

$$\eta = \frac{4,5}{6,7 \cdot 0,8} = 0,84$$

Коефіцієнт використання верстата за часом:

$$\eta_{\text{ч}} = \sum \frac{T_o}{T_{\text{шт.}}}, \quad (6.6)$$

$$\eta_{\text{ч}} = \frac{251,35}{291,04} = 0,86$$

Собівартість механічної обробки деталі:

$$C = S \cdot \left(1 + \frac{H}{100}\right), \quad (6.7)$$

де H – відсоток накладних витрат;

$$H = 67 \%;$$

S - заробітна плата робітника.

$$S = S_i \cdot K \cdot \frac{T_{\text{шт.к.}}}{60}, \text{ грн.} \quad (6.8)$$

де S_i - годинна тарифна ставка робітника 2 розряду;

$$S_i = 8,7 \text{ грн.}$$

K – тарифний коефіцієнт (вибирається по таблиці 6.1);

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

Робимо розрахунки по формулам 6.7, 6.8:

$$S = 8,7 \cdot 1,23 \cdot \frac{291,04}{60} = 51,97 \text{ грн.}$$

$$C = 51,97 \cdot \left(1 + \frac{68}{100}\right) = 87,3 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1 - Діючі тарифні коефіцієнти для верстатників з погодинною оплатою

Розряд робітника	1	2	3	4	5	6
Тарифний коефіцієнт	1,0	1,08	1,23	1,35	1,54	1,8

Розрахуємо річний економічний ефект:

$$E_{\text{річ}} = (C_1 - C_2) \times A_2, \quad (6.9)$$

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

A_2 – річна програма випуску продукції, складає 280 шт.

$$E_{\text{річ}} = (109,14 - 87,3) \times 280 = 6115,2 \text{ грн.}$$

Висновки до шостого 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 291 хв, а річна економія становить 161 норма годин.

Впровадження нової технології є обґрунтованим, тому що собівартість зменшиться до 87,3 грн. Зменшення собівартості відбудеться за рахунок скорочення часу обробки деталі та як наслідок зниження затрат на електроенергію.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було проведено передпроектне обстеження підприємства ТОВ «Руслан – Комплект» та була розглянута його організаційна структура, сфера діяльності, технічна база підприємства та процес обміну інформації між технічними підрозділами.

Зазначимо наступне, на підприємстві діяла досить ефективна організаційна структура, яка об'єднувала різні ланки одного виробничо-технологічного ланцюга.

Підприємство було забезпечено новою обчислювальною технікою для виконання поставлених задач та забезпечувало технічним устаткуванням всіх працівників, які її потребують, крім того на ТОВ «Руслан – Комплект» була комп'ютерна мережа, яка дозволяла швидко обмінюватись інформацією між технічними підрозділами та контролювати процес виробництва на всіх його етапах.

Всі ці чинники вказують на успішне відновлення виробництва на підприємстві після деокупації міста. Продукція ТОВ «Руслан – Комплект» після відновлення виробництва буде конкурентноспроможна серед аналогів на ринку України та краї партнерів.

Для проведення подальшої роботи була проаналізована існуюча деталь та виявлені шляхи її удосконалення. Одним з основних та складних етапів у машинобудуванні є процес розрахунку деталей і вузлів на міцність. Аналіз міцності виробу «Пуансон ПФВФ-629.07» було проведено за допомогою пакету програм COSMOSWorks і було виявлено, що деталь має достатній запас міцності.

Для обробки деталі на верстаті з ЧПУ була розроблена управляюча програма за допомогою програми PowerMill, для цього були використані тривимірні моделі та заготовка деталі «Пуансон ПФВФ-629.07». Обрані стратегії для обробки даної деталі є оптимальними.

Існуючий ТП на обробку деталі «Пуансон ПФВФ-629.07» був недосконалим та потребував змін, після доробки ми отримали новий більш досконалий ТП, який був розроблений у програмному пакеті Solidworks САМ. Сформований технологічний процес відповідає всім вимогам єдиної системи технологічної документації.

Було створено спеціалізований програмний модуль для змінення деталі «Пуансон ПФВФ-629.07». АРІ-технологія надає програмісту набір процедур та функцій для управління САПР, але не дає прямого доступу до властивостей і методів об'єктів всередині САПР, що робить код програми дещо більш громіздким і менш зрозумілим. Створений модуль дозволить зменшити час на проектування типових деталей, тим самим підвищивши продуктивність праці проектувальника.

У міру переходу до комплексної автоматизації виробництва зростає роль людини як суб'єкта праці та управління. Людина несе відповідальність за ефективну роботу всієї технічної системи і допущені ним помилки можуть привести в деяких випадках до дуже тяжких наслідків.

Кабінет проектувальника спроектовано з урахуванням всіх ергономічних показників та стандартів безпеки життєдіяльності. Був створений стіл та стілець, що відповідає всім ергономічним показникам.

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

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 291 хв, а річна економія становить 161 норма годин.

Впровадження нової технології є обґрунтованим, тому що собівартість зменшиться до 87.3 грн. Зменшення собівартості відбудеться за рахунок скорочення часу обробки деталі та як наслідок зниження затрат на електроенергію.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Освітлення промислових об'єктів: Навч. посібник / Укл. Говоров П.П., Пилипчук Р.В., Токань А.І. та ін. – Тернопіль: Джура, 2008. – 388 с.
2. Електропостачання промислових підприємств: посібник до курсового та дипломного проектування/ Шестеренко В.Є., Шестеренок О.В. – Київ, 2013. – 424 с.: іл., табл.
3. Павлище, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст]: підручник / В. Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. - 556 с.
4. Бедрій Я.І. Безпека життєдіяльності/ Я.І. Бедрій // К.: Кондор, 2004.
5. Козлов А.П., Кринецький М.І. Основи систем автоматизованого проектування: конспект лекцій
6. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: Навч.посіб. – К.: Кондор, 2009. – 210 с.
7. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки. Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2009. – 199 с.
8. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. - Київ, 2000.
9. Гриценко І.О. Бібліотека функцій та САПР на основі САД-системи PowerShape. Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції магістрантів і студентів за підсумками наукових досліджень 2021 року. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. С.17. Науковий керівник к.т.н., доц. Мацулевич О.Є.
10. Гриценко І.О. Програмний модуль для автоматизації ведення обліку фінансових потоків у сфері сільськогосподарського виробництва. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали ІV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05-29 лютого 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – С. 108-109

11. Autodesk AutoCAD 2013 інструкція користувача.
<https://tinyurl.com/yxjpbasf>
12. COSMOSWorks Overview.
<https://www.solidworks.com/pages/onlinetourcosmos/COSMOSWorks.html>
13. Key features of Fusion with PowerMill.
<https://www.autodesk.com/products/powermill/features>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

ФРАГМЕНТ КОДУ УПРАВЛЯЮЩОЇ ПРОГРАМИ

%

:0001

N10(NC FILE : 6F06~1)

N20(DATE : 15.05.13 & TIME - 12:56:45)

N30(PMPPost VERSION : 9.0.1537.0)

N40(MACHINE TOOL : --- & MODEL : ---)

N50(CONTROLLER : Fanuc & SERIES : ---)

N60(OPTION FILE : FANUC~1)

N70(OUTPUT WP : Глобальная СК)

N80(OUTPUT UNITS : MM)

N90G91G28X0Y0Z0

N100G40G17G80G49

N110G0G90

N120(=====)

N130(TOOLPATH : 2)

N140(STRATEGY USED : Raster_area_clear)

N150(TOOLPATH WP : World)

N160(=====)

N170(TOOL TYPE : TIPPEDDISC)

N180(TOOL NAME : 2)

N190(TOOL DIA.: 80 & TIP RAD.: 5 & LENGTH : 380)

N200T1M6

N210G54G90

N220S1500M3

N230M8

N240G0X0Y0

N250G43Z235.H1

N260X5.313Y-54.359

N270Z230.

N280G1Z220.179F500

N290X-5.064F1000

N300G0Z235.

N310X5.313

N320Z230.

N330G1Z220.179F500

N340X5.985Y-54.294F1000

N350X8.869Y-53.864

N360X11.97Y-53.276

N370X15.96Y-52.209

N380X19.95Y-50.85

N390X22.773Y-49.597

N400X-22.773

N410G0Z235.

N420X22.773

N430Z230.

N440G1Z220.179F500

N450X23.94Y-49.08F1000

N460X27.93Y-46.92

N470X31.423Y-44.637

N480X-31.423

N490G0Z235.

N500X31.423

N510Z230.

N520G1Z220.179F500

N530X31.92Y-44.313F1000

N540X33.915Y-42.792

N550X37.331Y-39.899

N560X37.558Y-39.677

N570X-37.509
N580G0Z235.
N590X37.558
N600Z230.
N610G1Z220.179F500
N620X41.398Y-35.91F1000
N630X42.814Y-34.717
N640X-42.769
N650G0Z235.
N660X42.814
N670Z230.
N680G1Z220.179F500
N690X43.889Y-33.812F1000
N700X46.484Y-31.92
N710X47.879Y-31.041
N720X50.232Y-29.757
N730X-50.186
N740G0Z235.
N750X50.232
N760Z230.
N770G1Z220.179F500
N780X50.9Y-29.393F1000
N790X50.832Y-25.935
N800X50.907Y-24.797
N810X-50.87
N820G0Z235.
N830X50.907
.....
N292140X339.609Y35.91
N292150X339.354Y37.905

N292160X339.237Y39.899

N292170X339.Y41.894

N292180X338.61Y43.889

N292190X338.493Y45.884

N292200X338.166Y48.161

N292210X263.287Y28.1

N292220X295.256Y23.037

N292230X302.493Y21.945

N292240X303.236Y21.773

N292250X310.893Y20.56

N292260G0Z235.

N292270M9

N292280G91G28Z0

N292290G49H0

N292300G28X0Y0

N292310M30

%

ДОДАТОК Б

ФРАГМЕНТ КОДУ DELPHI

```

unit uMain;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Variants, Classes, Graphics, Controls,
Forms,
  Dialogs, ksTLB, StdCtrls, ComObj, ComCtrls, Grids, Buttons;

const
  MasReal: array [0..10] of char = ('0','1','2','3','4','5','6','7','8','9','.');

type
  TVal = class(TForm)
    OpenDialog1: TOpenDialog;
    StringGrid1: TStringGrid;
    BitBtn1: TBitBtn;
    LError: TLabel;
    Label4: TLabel;
    procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
    procedure FormShow(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure StringGrid1SetEditText(Sender: TObject; ACol, ARow:
Integer;
      const Value: String);
    procedure StringGrid1DrawCell(Sender: TObject; ACol, ARow:
Integer;
      Rect: TRect; State: TGridDrawState);

```

```

    procedure StringGrid1Click(Sender: TObject);
private
    AllOk: byte;
    CheckArray: array of byte;
    { Private declarations }
    function CheckReal(str: string): boolean;
public
    { Public declarations }
end;

TPartVar=RECORD
    VarName:STRING; // объявляем имя переменной
    VarValue:REAL; // объявляем значение переменной
    VarNote:STRING; // комментарий к переменной
END;

TPartVars=ARRAY OF TPartVar;

var
    Val: TVal;
    ryanson:KompasObject; // API-объект КОМПАС
    Doc:ksDocument3D; // текущий документ КОМПАСа
    KompasHandle:THandle; // окно программы КОМПАСа
    mas: TPartVars;
    s: TStringList;

implementation

{$R *.dfm}

function GetPartVars(partname:STRING):TPartVars;

```

```

var vr:ksVariableCollection;
parts:ksPartCollection;
part:ksPart;
univar:ksVariable;
top,cur,vrr:TTreeNode;
j, numpart:WORD;
begin
  parts:=ksPartCollection(doc.PartCollection(true));
  part:=ksPart(parts.GetByName(puanname,True,True));    //деталь    с
именем puanname
  vr:=ksVariableCollection(part.VariableCollection);    //    список
переменных детали
  numpart:=vr.GetCount; // цикл по переменным детали
  SetLength(result,numpart);

  for j:=0 to numpart-1 do
  begin
    // отдельная переменная
    univar:=ksVariable(vr.GetByIndex(j));
    with result[j] do
    begin
      VarName:=univar.name;
      VarNote:=univar.note;
      VarValue:=univar.value
    end
  end
end;

function StartKompas(filename:string):boolean;
const ka='Kompas.Application.5';

```

```

begin
// подключение к КОМПАС 3D
Result:=true;
try
  pyanson:=KompasObject(GetActiveOleObject(ka)); // если запущен
except
  try
    pyanson:=KompasObject(CreateOleObject(ka)); // если не запущен
  except
    result:=false;
    exit;
  end;
end;
// окно КОМПАС
KompasHandle := pyanson.ksGetHWindow;
// окно КОМПАСа делается видимым
pyanson.Visible:=true;
// получаем ссылку на текущий документ КОМПАСа
Doc := ksDocument3D( pyanson.ActiveDocument3D);
// если документ существует
if Assigned(Doc) then
// значит закрываем его
Doc.close;
// создание нового документа
Doc := ksDocument3D( pyanson.Document3D);
// и загрузка в него сборки с именем sborkaname
Doc.Open(Trim(sborkaname), False);
// активируем API
pyanson.ActivateControllerAPI();
end;

```

```

procedure ReadParts(s:TStringList);
var i:word;
parts:ksPartCollection;
part:ksPart;
num: integer;
begin
  // ссылка на список деталей
  parts:=ksPartCollection(doc.PartCollection(true));
  //описание числа деталей
  num:=parts.GetCount;
  s.Clear;
  // деталь с номером -1 есть сама сборка
  s.Add(ksPart(doc.GetPart(-1)).name);
  //создание цикла по деталям
  for i := 0 to num-1 do
  begin
    // получение ссылки на деталь номер i
    part:=ksPart(parts.GetByIndex(i));
    // помещаем имя детали в список
    s.Add(part.name);
  end;
end;

```

```

PROCEDURE      ChangeVar(puannname,      varname:      STRING;
value_:REAL);
VAR vr:ksVariableCollection;
parts:ksPartCollection;
part:ksPart;
vvv:ksVariable;

```

```

BEGIN
// вывод списка деталей
parts:=ksPartCollection(doc.PartCollection(true));
// поиск детали по названию
part:=kspart(parts.GetByName(puanname,true,true));
// список переменных в детали
vr:=ksVariableCollection(part.VariableCollection);
// поиск переменных по имени
vvv:=ksVariable(vr.GetByName(varname,true,true));
// редактирование детали
part.BeginEdit;
// изменение значения переменной
vvv.value:=value_;
// обновление модели
part.Update;
part.RebuildModel;
// завершаем редактирования детали и сохранение изменений
part.EndEdit(true);
// обновление сборки
parts.refresh
END;
.....
begin
try
if
((StrToFloat(StringGrid1.Cells[1,7]))>(StrToFloat(StringGrid1.Cells[1,6]))) //
проверка определенной ячейки
then CheckArray[7] := 1;

```

```

    if
    (2*(StrToFloat(StringGrid1.Cells[1,4]))<=(StrToFloat(StringGrid1.Cells[1,6])))
    // проверка размеров окружности
        then CheckArray[6] := 1;
    except
    end;

    z := 0; // проверяем допустима ли работа

    for i := 0 to Length(CheckArray)-1 do
    if (CheckArray[i] = 1) then
    begin
    z := 1;
    break;
    end;
    if (z = 0) then
    begin
    BitBtn1.Enabled := TRUE;
    LError.Visible := FALSE;
    Label4.Visible:=False;
    end else
    begin
    Label4.Visible:=True;
    Label4.Caption:="";
    BitBtn1.Enabled := FALSE;
    LError.Visible := TRUE;
    if (CheckArray[6]=1) then Label4.Caption:='Диаметр крепежных
отверстий больше диаметра сквозного отверстия';
    if (CheckArray[7]=1) then Label4.Caption:='Расстояние больше
диаметра сквозного отверстия';

```

end;

end;

end.