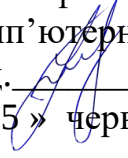


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

доц.  Олександр ВЕРШКОВ
« 15 » червня 2023 р.

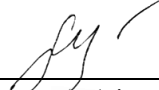
Пояснювальна записка

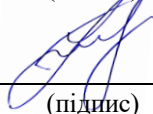
до кваліфікаційної роботи здобувача СВО Бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Технічна підготовка виробництва деталі «Опора Р32.120-2» в системі
автоматизованого проектування з розробкою комплексу конструкторської
документації»

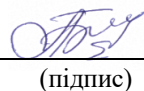
17 ІМД. 004. 000000 ПЗ

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)

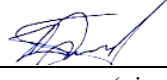

Максим ЛИТВИН
(підпис)

Керівник доц.  Олександр ВЕРШКОВ
(підпис)

Консультант доц.  Михайло ЗОРЯ
(підпис)

Консультант доц.  Лариса БОЛТЯНСЬКА
(підпис)

Нормоконтроль доц.  Олександр МАЦУЛЕВИЧ
(підпис)

Рецензент  Дмитро БЕШТА
(підпис)

Запоріжжя - 2023 рік

ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Факультет: МТ

Кафедра: ІМКП

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедри: к.т.н, доц.

Олександр ВЕРШКОВ

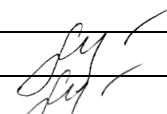
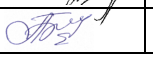
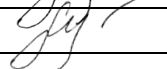
« 05 » квітня 2023р.

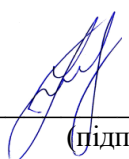
ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ Литвину Максиму Сергійовичу (прізвище, ім'я, по батькові)

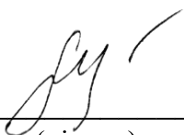
Тема кваліфікаційної роботи: «Комп'ютерне моделювання деталі «Опора Р32.1202» для гідроциліндра двосторонньої дії» затверджена наказом по університету від 03 квітня 2023 року за № 107-С.

1. Термін здачі студентом закінченої роботи: 16 червня 2023 року.
2. Вихідні дані до роботи: технічне завдання на розробку кваліфікаційної роботи.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):
провести аналіз існуючої на підприємстві системи технічної підготовки,
проаналізувати наявний техпроцес деталі «Опора Р32.120-2», запропонувати
новий технологічний процес із застосуванням програми Вертикаль-Технологія,
розробити управляючу програму обробки виробу, розробити міні САПР,
розробити робоче місце інженера-технолога, визначити економічні показники
ефективності впровадження удосконаленого технологічного процесу..
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 - 4.1 Тема та задачі дипломного проекту;
 - 4.2 3D модель;
 - 4.3 Модуль API »;
 - 4.4 Розробка технологічного процесу;
 - 4.5 Робоче місце інженера - програміста;
 - 4.6 Розробка КП для встаткування з ЧПК;
 - 4.7 Розрахунок економічної ефективності.

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

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

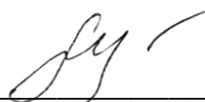
Керівник  (підпис) Олександр ВЕРШКОВ

Завдання прийняв до виконання  (підпис) Максим ЛИТВИН

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва станів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Створення 3D-моделі та робочих креслеників деталі «Опора Р32.1202»	08.05-10.05	Виконано
2	Аніліз існуючого ТП на виготовлення деталі «Опора Р32.1202»; створення досконалого ТП	11.05-12.05	Виконано
3	Створення міні САПР	15.05-19.05	Виконано
4	Охорона праці	22.05-26.05	Виконано
5	Розробка питань з безпеки життєдіяльності	29.05-31.05	Виконано
6	Техніко-економічна оцінка рішень проекту	05.06-09.06	Виконано
7	Оформлення кваліфікаційної роботи в цілому	12.06-16.06	Виконано
8	Представлення кваліфікаційної роботи для перевірки на плагіат	12.06-16.06	Виконано
9	Підпис кваліфікаційної роботи у консультантів і нормоконтроля	12.06-16.06	Виконано

Студент-дипломник


 (підпис)

Максим ЛИТВИН

Керівник проекту


 (підпис)

Олександр ВЕРШКОВ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи містить 77 сторінок друкованого тексту формату А4, 6 розділів, 35 рисунків, 8 таблиць, 16 сторінок додатків.

Графічна частина роботи складається з 7 аркушів формату А1.

Мета роботи – Модернізація комплексу технологічної документації на прес-форму деталі «Опора Р32.120-2» в системі автоматизованого проектування;

В першому розділі проведено аналіз підприємства ТОВ «Продмаш».

У другому розділі розглянута інформаційна підтримка етапів життєвого циклу виробу.

У третьому розділі розглянута конструкторська підготовка виробництва.

У четвертому розділі розглянута технологічна підготовка виробництва.

У п'ятому розділі приводяться техніко-економічні показники.

У шостому розділі приводяться ергономічні вимоги до робочого місця інженера-проектувальника та техніка безпеки.

До кожного розділу в кінці наведені висновки.

Ключові слова: товариство з обмеженою відповідальністю, відділ головного конструктора, відділ головного технолога, програмне забезпечення, технічне завдання, технологічний процес, модуль API, автоматизована система.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

АСКП	автоматизована система керівництва підприємством;
АРМ	автоматизоване робоче місце;
АС	автоматизована система;
ВГК	відділ головного конструктора;
ВГТ	відділ головного технолога;
ЕОМ	електронна обчислювальна машина;
ЖЦП	життєвий цикл продукції;
КП	керуюча програма;
КТЕ	конструкторсько-технологічні елементи;
ЛОМ	локально-обчислювальна мережа;
ОК	обчислювальний комплекс;
ОС	операційна система;
ПЗ	програмне забезпечення;
СКБД	система керування базами даних;
СУОП	система управління охороною праці;
ТЗ	технічне завдання;
ТО	технологічне оснащення;
ТОВ	товариство з обмеженою відповідальністю;
ТПВ	технологічна підготовка виробництва;
ТПП	технологічна підготовка виробництва;
ЧПК	числове програмне керування;
CAD	Computer Aided Design;
CAE	Computer Aided Engineering;
CAM	Computer Aided Manufacturing;
PDM	Product Data Management;

№ рядка	формат	Позначення			Найменування	Кількість листів	Номер листа	При- мітки	
1	A4	17 ІМД. 004. 000 000 ПЗ			Розрахунково-пояснювальна				
2					записка	77			
3	A1	17 ІМД. 004. 000 000			Тема, мета та задачі кваліфікаційної роботи	1	0		
4	A1	17 ІМД. 004. 310 000			Аналіз технологічності конструкції				
5					Деталі «Опора Р32. 102-2»	1	1		
7	A1	17 ІМД. 004. 320000			Дослідження напружених станів та				
8					Можливих деформацій деталей	1	2		
9	A1	17 ІМД. 004. 410 000			Етапи створення керуючої програми				
10					Для обробки деталі в Power Mill	1	3		
11	A1	17 ІМД. 004. 420 000			Робота програмного модуля	1	4		
12					спеціалізованого САПР				
13	A1	17 ІМД. 004. 510 000			Розробка робочого місця	1	5		
14					проектувальника				
15	A1	17 ІМД. 004. 610 000			Розрахунок економічної ефективності	1	5		
16					проекту				
17									
18									
19									
26									
Розроб.		Литвин М.С.		12.06	Технічна підготовка виробництва деталі «Опора Р32.120-2» в системі автоматизованого проектування з розробкою комплекту конструкторської документації	Літ		Лист	Лис
Перевір.		Вершков О.О.		12.06				1	1
						ТДАТУ, 2023			
Н.контр.		Мацулевич О.Є.		12.06					
Затв.		Вершков О.О.		12.06					

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ПРОДМАШ».....	11
1.1 Загальні відомості про підприємство.....	11
1.2 Організаційна структура підприємства.....	14
1.3 Характеристика технічного та програмного забезпечення відділів підприємства. Топологія обчислювальної мережі.....	19
1.4 Інформаційні потоки в технічних службах.....	20
Висновки по першому розділу.....	21
РОЗДІЛ 2 ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБА.....	22
2.1 Етапи життєвого циклу основ автоматизованного проектування.....	22
2.2 Роль САПР у вирішенні задач технічної підготовки виробництва.....	24
Висновки по другому розділу.....	27
РОЗДІЛ 3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА.....	28
3.1. Завдання конструкторської підготовки.....	28
3.2 Обґрунтування вибору автоматизованої системи для вирішення конструкторської документації.....	28
3.3 Загальний опис створення 3D моделі деталі.....	34
3.4 Розрахунки на міцність.....	36
3.5 Розробка API програми.....	39
Висновки до третього розділу.....	44
РОЗДІЛ 4 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ.....	45
4.1 Аналіз деталі на технологічність.....	45
4.2 Вибір методу отримання заготівлі прокату та штампування.....	46
4.3 Визначення маршруту обробки деталі.....	47
4.4 Вибір різального та вимірювального інструменту для кожного переходу...48	
4.5 Розрахунок режимів різання.....	49

4.6 Розробка керуючої програми для встаткування з ЧПУ.....	50
4.7 Вибір стратегії обробки для кожного переходу і розробці управляючої програми для верстатів з ЧПУ.....	52
Висновки по четвертому розділу.....	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	58
5.1 Аналіз шкідливих чинників.....	58
5.2 Розрахунок загального освітлення.....	61
5.3 Розрахунок штучного освітлення.....	63
5.4 Розробка ергономічного проекту робочого місця проектувальника.....	65
Висновки до п'ятого розділу.....	67
6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ.....	68
6.1 Розрахунок норми часу.....	68
6.2 Техніко-економічні показники.....	69
6.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу.....	69
6.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності.....	70
6.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом.....	70
6.2.4 Собівартість механічної обробки деталі.....	70
6.3 Розрахунок економічної ефективності.....	71
Висновки до шостого розділу.....	72
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	76
ДОДАТКИ.....	77

ВСТУП

Стрімкий розвиток обчислювальної техніки і широке поширення програмного забезпечення проектування й виробництва привели до того, що інженери можуть використовувати системи автоматизованого проектування для розв'язання повсякденних задач, а не тільки для підготовки складних ілюстрацій. Ручна робота конструктора за звичайним кульманом або оформлення звіту на печатній машинці, стали далеким минулим. 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, не можуть конкурувати з підприємствами в яких налагоджена система автоматизованого проектування.

При проходженні виробничої практики на другому курсі навчання було поставлено завдання дослідження стану автоматизації системи проектування нової продукції товариства з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Продмаш» та, за згодою керівника практики, було обумовлено завдання модернізації технологічного процесу для виготовлення деталі «Опора Р32.120-2».

Об'єктом обстеження була система технічної підготовки підприємства ТОВ «Продмаш».

Метою даної кваліфікаційної роботи є модернізація в системі автоматизованого проектування комплексу технічної документації на виготовлення деталі «Опора Р32.120-2».

Під час проходження виробничої практики на ТОВ «Продмаш» було проведене передпроектне обстеження та аналіз існуючої системи технологічної підготовки деталі «Опора Р32.120-2», в результаті якого було встановлено ряд недоліків в організаційній системі підприємства.

В процесі подальшого навчання проходило освоєння теоретичних навичок майбутньої спеціальності з використанням набутих практичних знань та вмінь.

Результати, які планується отримати при виконанні пропонованої кваліфікаційної роботи в подальшому, після повернення нашою країною державної цілісності, планується використовувати на відновленому підприємстві ТОВ «Продмаш».

1 АНАЛІЗ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ПРОДМАШ»

1.1 Загальні відомості про підприємство

З 1947 року товариство з обмеженою відповідальністю (ТОВ) «Продмаш» займається проектуванням і виробництвом обладнання для розливу будь-яких харчових рідин в пляшки з поліетилентерефталату (ПЕТ) і скляні пляшки. За майже 60-річну роботу накопичений величезний досвід в розробці повного комплексу технологічного обладнання для ліній розливу пивобезалкогольних, лікєро-горілочаних напоїв, тихих та ігристих вин, молочних продуктів, соків і рослинного масла.

Однією з головних цілей, що ставиться підприємством, є підтримка на вищому рівні сервісу обслуговування і якості продукції. Підприємство забезпечує не тільки випуск якісної продукції, а й наступні види послуг:

1) здійснюють комплексне переналагодження ліній розливу імпортного та вітчизняного виробництва під інший тип і формат пляшки;

2) на старіших моделях машин здійснюють модернізацію на сучасний технічний рівень, принципові вузли замінюють на новітні. Обладнання, яке входить до лінії розливу, для скляних пляшок переналагоджують для розливу ПЕТ пляшок або для обох типів пляшок;

3) виготовляють за зразком або кресленнях запасні частини на вироби імпортного виробництва;

4) здійснюють запуск і підналагоджують лінії імпортного виробництва. Проводять їх подальше технічне обслуговування і супровід;

5) пропонують регулярні профілактичні огляди устаткування ліній розливу разом з перевіркою їх функцій, забезпечують визначення потреби в запасних частинах, необхідних для експлуатації обладнання в наступному періоді, а також дають рекомендації для поліпшення експлуатації ліній розливу;

б) проводять навчання та рекомендації обслуговуючого персоналу ліній розливу, як на заводі виробника, так і на заводі покупця. Надають консультації при вирішенні проблем, що виникли під час експлуатації обладнання, при покупці або під час реконструкції ліній розливу.

Підприємство ТОВ «Продмаш» має в наявності верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) від японського виробника - фірми FEDEK (OKUMA LB 3000 EX, OKUMA ES-L811-M, OKUMA CB 300-MW). Ця фірма має відмінну репутацію у виробництві верстатів з ЧПК, саме тому їх техніка має попит у всьому світі: Тайвань, Китай, Корея, Малайзія, В'єтнам тощо. Вартість верстатів фірми FEDEK складає близько 100 000 євро, що обумовлено високою якістю верстатів. Верстати фірми FEDEK виконують токарну обробку з функцією фрезерування. Верстати вимагають значних витрат в обслуговуванні: дороге імпортне масло Mobil DTE EXEL 32, Mobil EP2, Mobil Velocite oil NO3; охолоджуюча рідина BlaseeCut.

Підприємство з допомогою ЧПК виробляє наступну продукцію: корпус-клапан, гніздо-клапан, сфера тощо. Загальна тривалість обробки деталі залежить від її складності.

Фахівці, які працюють на цих верстатах мають стаж роботи понад 10 років. На підприємстві ТОВ «Продмаш» також застосовуються верстати з ЧПК вітчизняного виробництва West4Luds.

Для підвищення якості продукція в 1999 році на підприємстві ТОВ«Продмаш» впроваджена й успішно діє система забезпечення якості, сертифікована на відповідність міжнародному стандарту ISO 9001. Доказом цього є останні розробки конструкторського відділу: тріблок БЗ-ИНА та тріблок БЗ-ИНА-6.

Тріблок БЗ-ИНА - агрегат призначений для ополіскування пляшок, фасування безалкогольних напоїв і мінеральної води до пляшок з поліетилентерефталату місткістю від 250 см³ до 2000 см³ і закупорювання їх пластмасовими гвинтовими кришками. Машина забезпечена пристроєм пеногашення рідини, що дозволяє розливати ігристі напої. Машина

комплектуються електронікою та пневмосистемами провідних західних фірм: Danfoss, Shneider Electric, Camozzi, Omron, Lenze, Telemecanique, Motovario, Siemens.

Тріблок БЗ-ИНА-6 - агрегат призначений для ополіскування пляшок, фасування безалкогольних напоїв і мінеральної води до пляшок з поліетилентерефталату місткістю від 250 см³ до 2000 см³ і закупорювання їх пластмасовими гвинтовими кришками. Машина забезпечена пристроєм пеногашення рідини, що дозволяє розливати ігристі напої. Машина комплектується електронікою та пневмосистемами провідних західних фірм: Danfoss, Shneider Electric, Camozzi, Omron, Lenze, Telemecanique, Motovario, Siemens.

На сьогоднішній день ТОВ "Продмаш" активно співпрацює з Австрією, Німеччиною та Словаччиною виготовляючи для них каменодробарні машини. На російський ринок підприємство надає основний вид своєї продукції - лінії розливу. ТОВ «Продмаш» є лідером у галузі виробництва обладнання для розливу. Продукція підприємства широко відома на території країн СНД і світу.

Клієнтами ТОВ «Продмаш» є провідні підприємства СНД: "Мінводипіщепродукт" (Росія, Мінеральні води), «Завод мінвод«Жовтень-А» (Росія, Єсентуки)," Славутич "(Україна, Запоріжжя), «Кокшетаумінводи» (Казахстан), «Castel Sakartvelo» (Грузія), "Старий друже" (Україна, Київ), "Кін", (Росія, Москва), Бухарський винзавод (Узбекистан) та багато інших.

Органами управління ТОВ "Продмаш" є:

- 1) загальні збори акціонерів;
- 2) спостережна рада;
- 3) правління акціонерного товариства;
- 4) ревізійна комісія.

Вищим органом управління ТОВ "Продмаш" є загальні збори акціонерів, які збирається правлінням товариства не рідше одного разу на рік.

Виконавчим органом Товариства, який здійснює керівництво його поточною діяльністю є Правління. Кількісний склад Правління визначений

Статутом Товариства у кількості дванадцяти осіб терміном на чотири роки. Засідання Правління проводяться не рідше двох разів на місяць.

Спостережна рада обирається строком на чотири роки у складі п'яти осіб. Ревізійна комісія обирається строком на чотири роки у складі трьох осіб.

1.2 Організаційна структура підприємства

ТОВ "Продмаш" - спеціалізоване підприємство, що об'єднує в одній організаційній структурі різні ланки одного виробничо-технологічного ланцюга.

Для забезпечення виробництва виробів на підприємстві створені та функціонують наступні виробництва:

1) заготівельне виробництво: ливарне виробництво (чавунне, сталеве, алюмінієве, бронзове, у тому числі по виплавлюваних моделями), заготівельно-штампувальне (первинна обробка металу, виготовлення заготовок, плазмова різка, штампування, кування металу), зварювальне (зварювання конструкцій) із застосуванням ручного, електродугового, напівавтоматичного в середовищі вуглекислого газу, аргонівому зварювання, гальванопокриття;

2) механообробне виробництво: механообробна із застосуванням універсального устаткування, верстатів автоматів і напівавтоматів, а також унікальних металорізальних верстатів, верстатів з ЧПК, координатно-розточувальних тощо. В механообробні є переділи: токарна обробка, фрезерна, зубонарізна, протяжка, координатна розточування, свердління, нарізання різьблення, термообробка деталей тощо;

3) складальне виробництво: складальні роботи, випробування, фарбування, упаковка готової продукції і запасних частин, проведення пусконаладжувальних робіт, гарантійне і післягарантійне сервісне обслуговування обладнання виробництва ТОВ "Продмаш";

4) експериментальне виробництво: виробництво та випробування дослідних зразків нових видів продукції, що включає в свій склад

експериментальний цех. В останньому проводяться випробування і доопрацювання нових видів продукції в умовах діючого виробництва напоїв і їх фасування у скляні та пластикові пляшки.

Для забезпечення нормального функціонування основного виробництва на підприємстві існують допоміжні підрозділи:

- 1) енергоремонтномеханічне з ділянкою по виготовленню нестандартного обладнання;
- 2) інструментальне;
- 3) транспортно-складське господарство;
- 4) комунікації (котельна, що працює на природному газі, дві артезіанські свердловини, насосна, компресорна станції, під'їзні залізничні колії.

Таблиця 1 - Склад функцій управління та основи управління

Найменування функцій	Склад функцій
Адміністративні	Загальне керівництво підприємством, виробничими і функціональними структурними підрозділами; підготовка і комплектування кадрів.
Технічні	Конструкторська і технологічна підготовка виробництва, стандартизація і нормалізація; інструментальне, енергетичне та ремонтне обслуговування; контроль якості продукції; охорона праці та техніка безпеки.
Виробничі	Удосконалення організації праці, виробництва і управління; оперативне планування, контроль і регулювання ходу виробництва.

Економічні	Техніко-економічне планування; економіка та організація праці та заробітної плати; бухгалтерський облік та фінансова діяльність.
Постачальницько-збутові	Матеріально-технічне постачання; кооперування та збут продукції.
Господарські	Загальне діловодство і господарське обслуговування.

Підприємство ТОВ «Продмаш» має наступну організаційну структуру
рисунок 1.

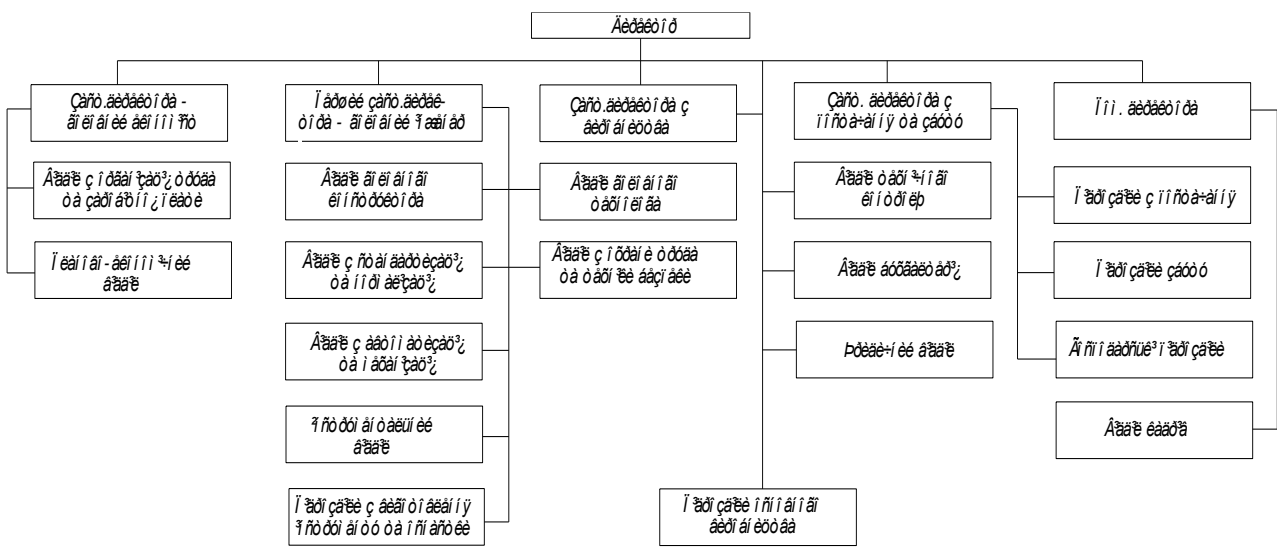


Рисунок 1- Організаційна структура підприємства ТОВ «Продмаш»

Всією діяльністю підприємства керує директор, який організовує ефективну роботу колективу підприємства з виконанням планових завдань. Директор видає накази по заводу про прийом і звільнення працівників, застосовує до них заходи заохочення і накладає на них стягнення.

Першим заступником директора є головний інженер, який несе відповідальність за виробничо-технічну діяльність заводу нарівні з директором.

Заступник директора з виробництва керує оперативно-календарним плануванням і регулюванням ходу виробництва відповідно до плану.

Головний економіст - заступник директора з економічних питань-керує роботою економічних служб підприємства, займається вдосконаленням економіки заводу, проведенням економічних досліджень з окремих питань економіки, аналізом економічної ефективності капітальних вкладень, впровадження нової техніки і технологій.

Заступник директора з комерційних питань (постачання та збуту) керує матеріально-технічним постачанням, збутом продукції, господарським забезпеченням заводу і загальнозаводським транспортом.

Основними функціями відділу підприємства ТОВ «Продмаш».

Відділ головного конструктора проектує і впроваджує у виробництво нові й удосконалює випускаємі конструкції виробів.

Відділи головного технолога і головного металурга проектують і впроваджують прогресивні технологічні процеси і спеціальне технологічне обладнання, встановлюють норми часу і норми витрати матеріалів технологічної енергії та палива, контролюють дотримання технологічної дисципліни в основних цехах заводу.

Відділ автоматизації та механізації виявляє об'єкти і проектує засоби механізації та автоматизації окремих операцій, комплексної механізації та автоматизації виробничих процесів, ділянок, цехів.

Відділ стандартизації та нормалізації складає плани розробки нових та впровадження діючих стандартів і нормалей на заводі, здійснює методичне

керівництво і контроль за роботою бюро стандартизації і нормалізації в технічних відділах заводууправління тощо.

Інструментальний відділ керує інструментальним господарством заводу, визначає потребу в технологічному оснащенні, планує виробництво і проводить технічний нагляд за експлуатацією технологічного обладнання в цехах заводу.

Відділ технічного контролю контролює якість і комплектність продукції, що випускається, надходить на завод матеріалів, напівфабрикатів, обладнання та інструментів, виявляє причини браку у виробництві та розробляє заходи щодо їх усунення.

Планово-економічний відділ здійснює техніко-економічне планування діяльності заводу і цехів, веде встановлений для заводу статистичний облік, організовує внутрішньозаводський господарський розрахунок.

Відділ праці та заробітної плати планує чисельний склад працюючих, фонди заробітної плати, розробляє заходи щодо підвищення продуктивності праці, узагальнення та впровадження передових методів праці.

Відділ кадрів та технічного навчання займається підбором кадрів, оформленням прийому, переміщення та звільнення працівників заводу, організовує підготовку нових робітників і підвищення кваліфікації кадрів заводу, контролює дотримання трудової дисципліни і правил внутрішнього розпорядку.

Бухгалтерія веде документальний облік виробничо-господарської діяльності заводу, здійснює контроль за витрачанням коштів і матеріальних цінностей, визначає фактичну собівартість продукції, складає бухгалтерські звіти і баланси.

Відділ матеріально-технічного постачання виявляє потребу заводу в матеріальних ресурсах, складає плани матеріально-технічного постачання та заявки, укладає договори з постачальниками, організовує складське господарство, контролює витрати матеріалів у цехах.

Адміністративно-господарський відділ веде діловодство і господарське забезпечення апарату управління заводом і цехами, підтриманням чистоти і порядку в заводоуправлінні і на території заводу.

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

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

На підприємстві ТОВ «Продмаш» в технологічному відділі працює чотири технолога, у своєму розпорядженні вони мають 4 комп'ютери з такими параметрами: відео карта: XpertVision 7700GT 512Mb, жорсткий диск 70 Гб, процесор: AMD Athlon 3500+. Технологи не мають в наявності автоматизованих програмних продуктів для створення технологічної документації.

Штат конструкторського відділу складає 5 чоловік.

Конструкторський відділ має в наявності 5 комп'ютерів, з наступними характеристиками технічного забезпечення: Pentium 2, жорсткий диск 80 Гб, 1 Гб оперативної пам'яті, відео карта QUDRO JFORC.

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

Всі автоматизовані робочі місця об'єднані локальною мережею топології «шина». Для підприємства була створена власна мережа «СОСТАВ». Топологія лінійної обчислювальної мережі представлена на рисунку 2.

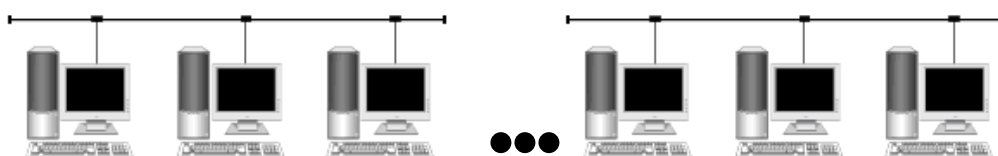


Рисунок 2 – Лінійна топологія

Переваги лінійної топології: простота підключення до мережі; вимагає меншу довжину кабелю, ніж інші топології.

Недоліки лінійної топології: вся мережа відключається, якщо є перерва в магістральному кабелю; термінатори необхідні на обох кінцях магістрального кабелю.

1.4 Інформаційні потоки в технічних службах

При надходженні замовлення на продукцію, яка вже була у виробництві, відділ маркетингу передає заявку виробничому майстрові, який в свою чергу дає вказівки до механообробного та складального цехів на виробництво необхідної кількості продукції або комплектуючих потрібного типу, опираючись на конструкторську і технологічну документацію, яка була розроблена раніше. Коли виникає необхідність у розробці нового виду продукції, інформаційний потік приймає наступний вигляд зображений на рисунк 3.

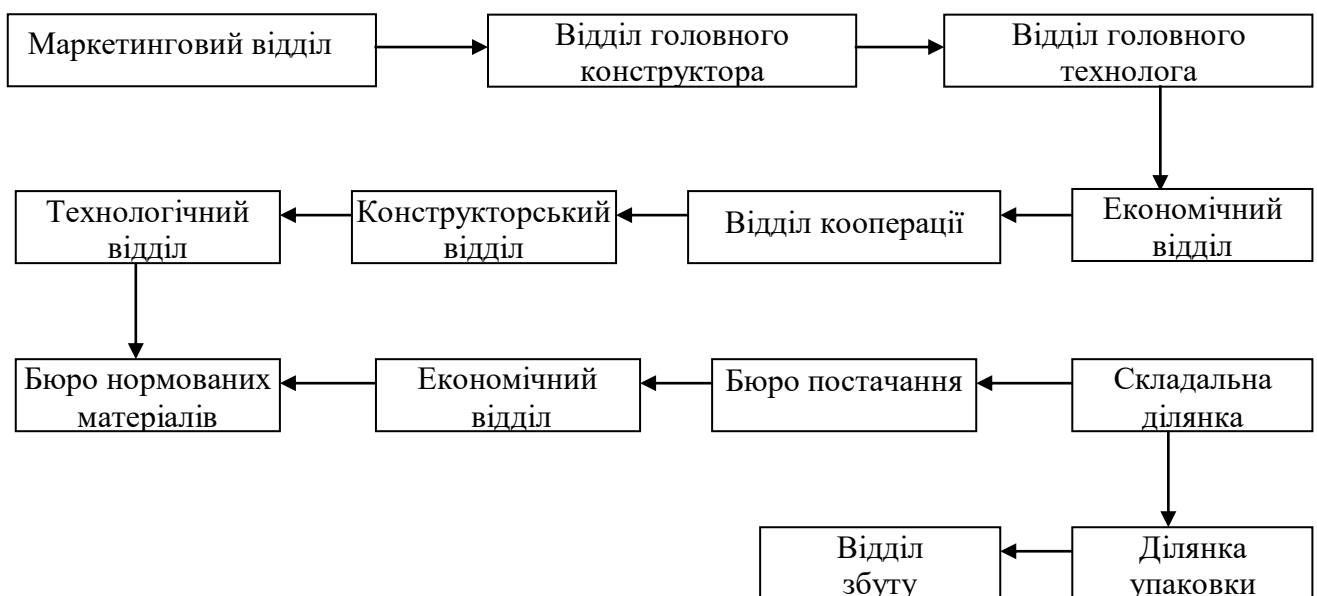


Рисунок 3 – Інформаційні потоки в технічних службах

Висновки по першому розділу

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

Були зроблені наступні висновки, що на підприємстві діє досить ефективна організаційна структура, яка об'єднує різні ланки одного виробничо-технологічного ланцюга.

Підприємство має досить розвинену обчислювальну техніку та забезпечує технічним устаткуванням всіх працівників, які її потребують, крім того на ТОВ «Продмаш» є комп'ютерна мережа, яка дозволяє швидко обмінюватись інформацією між технічними підрозділами та контролювати процес виробництва на всіх його етапах.

ТОВ «Продмаш» співпрацює не лише з вітчизняними, а й іноземними партнерами, це вимагає високорозвиненої технічної бази, яка представлена верстатами з ЧПК від японського виробника OKUMA. Технічна база ТОВ «Продмаш» робить його конкурентно спроможним не лише на українському ринку, але й на міжнародному ринку. Про це свідчить їх співробітництво з Німеччиною, Словаччиною, Австрією.

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

2. ІНФОРМАЦІЙНА ПІДТРИМКА ЕТАПІВ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ ВИРОБУ

2.1. Етапи життєвого циклу основ автоматизованого проектування

Етапи проектування і всього життєвого циклу створеного виробу:

- розробка технічного завдання;
- попереднє проектування;
- ескізне проектування;
- технічне проектування;
- виробництво;
- експлуатація.

Розглянемо вміст цих етапів.

Перший етап. Технічне завдання на проектування виробу. Технічне завдання є підставою для проектування. Воно складається розробником на основі вихідних даних, наданих замовником і що містять перш за все основні технічні вимоги до створюваного виробу. Технічне завдання затверджується замовником при підписі розробника.

Склад технічного завдання:

- підстава для розробки (наказ вищестоящій організації, спільне рішення із замовником і тому подібне);
- сфера застосування створюваного виробу;
- технічні вимоги до виробу (охоплюють габарити, масу, точність, надійність, і так далі);
- умови експлуатації (режим і тривалість експлуатації, кліматичні умови, механічні і інші зовнішні дії, умови зберігання і транспортування, вимоги до обслуговування і ремонту і так далі);
- вартість;
- умови виробництва;

- терміни і вартість розробки;
- можливі особливі умови виробництва і експлуатації. Важливою частиною технічних вимог є встановлення переліку (номенклатури) техніко-економічних і тактико-експлуатаційних показників і їх чисельні значення. Надалі в ході проектування саме на основі цих показників формуються критерії якості, використовувані на різних етапах проектування. Існує теорія обґрунтування і виміру цих показників. Від якості технічного завдання істотно залежить результат проектування. Складання технічного завдання – це завжди результат компромісу між замовником і розробником, цілі яких багато в чому далеко не ідентичні. Інколи етап розробки технічного завдання називають етапом пошукового проектування.

Другий етап. Попереднє проектування.

Цей етап розробки є основною частиною. Результати попереднього проектування оформляються у вигляді технічної пропозиції. На цьому етапі виробляється:

- вибір прототипів і їх порівняльний аналіз з визначенням плюсів, які, очевидно, слід принаймні зберегти, і мінусів, які треба здолати;
- вибір (синтез) можливих варіантів виробу, що розробляється, включаючи принцип дії, структуру (склад), основні технічні засоби її реалізації, елементну базу;
- порівняльний аналіз основних характеристик цих варіантів і відбір з них декількох (у межі одного) робочих варіантів, що підлягають подальшій розробці;
- вибір методів проектування.

Третій етап. Ескізне проектування.

Призначення цього етапу – детальна опрацювання можливостей створення виробу, що задовольняє технічне завдання. На цьому етапі виробляється вибір остаточного варіанту виробу, що розробляється, шляхом багатократного їх синтезу і аналізу з поступовим зменшенням варіантів і збільшенням глибини опрацювання.

Результатом цього етапу є ескізний проект, в який входять:

- записка пояснення, що включає, зокрема, теоретичне і розрахункове дослідження, результати математичного і, якщо необхідно, фізичного моделювання;
- ескізна технічна документація на виріб;
- загальний висновок про його відповідність технічному завданню, тобто про реальність виконання.

Ескізний проект захищається розробником перед замовником і затверджується їм (або повертається на доопрацювання). Заздалегідь він прямує до замовника для вивчення і видачі зауважень. При затвердженні ескізного проекту у разі потреби на підставі матеріалів, що містяться в ньому, може бути відкоректоване (уточнено) технічне завдання.

Четвертий етап. Технічне проектування. Воно здійснюється на підставі ескізного проекту і матеріалів його захисту, включаючи зауваження замовника і можливі зміни технічного завдання. Результат етапу технічного проектування – комплект технічної документації на виріб, включаючи конструкторську, програмну, технологічну.

Технологічна документація включає технологічні інструкції, технологічні (маршрутні) карти, креслення на технічне оснащення і пристосування. Ця документація розробляється стосовно конкретного виробництва з врахуванням його можливостей і особливостей. Це повинно враховуватися, зрозуміло, і при розробці конструкторської документації.

2.2. Роль САПР в рішенні завдань технічної підготовки виробництва

Технологічні модулі, що входять в CAD / CAM / CAE - системі є функціональним інтегрованим середовищем, що підтримує практично усі технологічні процеси, використовувані в машинобудівному виробництві : багатокоординатного фрезерування, свердління, токарної обробки, електроерозійної обробки, виробництва ливарних форм, прес-форм і штампів. В

якості початкової інформації для генерації траєкторій руху інструментів використовується геометрична модель виробу, яка може бути синтезована в цій системі.

У сучасних САПР процес проектування і виробництва складних і багатокомпонентних виробів вимагає одночасної роботи усіх, що беруть участь в проектуванні електронної моделі деталей, вузлів, агрегатів, систем і усього виробу в цілому. Не чекаючи повного закінчення розробки нового виробу в конструкторському відділі, інформація про нього повинна використовуватися для технологічної підготовки виробництва і усього виробництва в цілому. Це вимагає одночасного:

- вирішення завдання концептуального проектування
- проведення всіяких видів інженерного аналізу
- моделювання експлуатаційних ситуацій
- створення компонування виробу і формування зовнішніх обводів.

Діапазон застосування на різних виробництвах CAD/CAM- систем досить широкий - від проектування простих об'єктів до повного електронного представлення найскладніших виробів сучасної техніки. Проте необхідно помітити, що в практиці конструкторів і технологів найчастіше зустрічаються типові завдання, для вирішення яких необхідно на базі універсальної системи розробляти і застосовувати прикладні проблемно-орієнтовані системи, що добре взаємодіють з нею.

Аналіз проблем, що змушують підприємство придбавати CAD/CAM- системи, дозволяє визначити ті вимоги, які САПР такого типу повинна:

- забезпечувати паралельну роботу над проектом;
- наявність механізму ведення усієї конструкторсько-технологічної документації для супроводу процесу підготовки виробництва і самого виробничого процесу;
- дозволяти моделювати процес складання об'єктів з великим числом елементів;

- забезпечувати побудову складних поверхонь для створення твердотілих моделей і організації нового виробництва складних формотворних деталей;
- розробляти коректні програми, що управляють, для виготовлення деталей на верстатах з ЧПУ;
- генерувати технологічну документацію;
- розробляти технологічний процес механообробки по 3D моделей (фрезерування 2х і 2,5-й координатне, фрезерування 3-х координатне, фрезерування 5-ти координатне, фрезерування позиційне, токарна, свердління);
- мати можливість досить простої адаптації до наявного верстатного парку;
- мати бібліотеку постпроцесорів і/або можливість самостійного їх написання;
- забезпечувати проектування технологічного оснащення на основі стандартних рішень і вузлів. Використання бібліотек і підміни стандартних вузлів в складанні, можна значно підвищити швидкість проектування;
- бути відкритою, що разом з повною параметризація бібліотек і БД дозволяє користувачеві самому доповнювати і спроводжувати їх;
- гарантувати виконання різного виду розробок в одному середовищі, що виключає некоректну передачу даних і можливу втрату інформації;
- мати модулі проектування прес-форм і ливарного оснащення, в т.ч. забезпечувати моделювання процесу литва деталей з пластичних матеріалів;
- розробляти об'ємно-листові конструкції і процес послідовного виконання технологічних операцій по згинанню і об'ємно-листовому штампуванню;

Висновки по другому розділу

Для вирішення проблем спільного функціонування компонентів САПР різного призначення, координації роботи систем CAE/CAD/CAM, управління проектними даними і проектуванням розробляються системи, що дістали назву систем управління проектними даними PDM(Product Data Management). Системи PDM або входять до складу модулів конкретною САПР, або мають самостійне значення і можуть працювати спільно з різними САПР.

На більшості етапів життєвого циклу, починаючи з визначення підприємств-постачальників початкових матеріалів і компонентів і кінчаючи реалізацією продукції, потрібно послуги системи управління ланцюжками постачань - SCM. Ланцюг постачань зазвичай визначають як сукупність стадій збільшення доданої вартості продукції при її русі від компаній-постачальників до компаній-споживачів. Управління ланцюгом постачань має на увазі просування матеріального потоку з мінімальними витратами.

Інформаційна підтримка етапу виробництва продукції здійснюється автоматизованими системами управління підприємством(АСУП) і автоматизованими системами управління технологічними процесами(АСУТП).

Життєвий цикл продукції(ЖЦП) включає період від виникнення потреби в створенні продукції до її ліквідації внаслідок вичерпання споживчих властивостей. Основні етапи ЖЦП : проектування, виробництво, експлуатація, утилізація. Застосовується по відношенню до продукції з високими споживчими властивостями і до складної наукомісткої продукції високотехнологічних підприємств.

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА

3.1 Завдання конструкторської підготовки

Проектування нової продукції здійснюється проектно-технологічними і науково-дослідними інститутами, науково-технологічними центрами, а також конструкторськими відділами і лабораторіями підприємств.

Основними цілями конструкторської підготовки виробництва є:

- безперервне вдосконалення якості продукції;
- підвищення рівня технологічності конструкції, під якою розуміється полегшення прийомів виготовлення продукції і можливість застосування прогресивних методів виготовлення при заданому обсязі виробництва. Це забезпечує краще використання виробничих ресурсів при виготовленні продукції;
- зниження собівартості нової продукції за рахунок виготовлення і вдосконалення конструкції виробу, зменшення витрати матеріалів на одиницю продукції, зниження експлуатаційних витрат, пов'язаних з використанням продукції;
- використання при проектуванні продукції існуючих стандартів і уніфікованих напівфабрикатів;
- забезпечення охорони праці і техніки безпеки, а також зручностей при експлуатації і ремонті нових виробів.

3.2 Обґрунтування вибору автоматизованої системи для вирішення конструкторської документації

При виборі програмного забезпечення для проектування керуючої програми я використала метод аналізу ієрархій

З програмних продуктів для проектування даної деталі можна було б використовувати наступні пакети програм: SolidWorks 2012, AutoCad 2011,

КОМПАС-3D V13. Характеристики цих програмних продуктів наведені нижче в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики програмних продуктів

	SolidWorks 2012	AutoCad 2011	КОМПАС-3D V13
	1	2	3
Характеристики	Включає: Гібридне параметричне моделювання: твердотільне моделювання поверхонь, каркасне моделювання та їх комбінація без обмеження ступеня складності. Проектування виробів з урахуванням різної специфіки SolidWorks 2012: Механізм заморожування дерева конструювання.	Поточна версія програми (AutoCAD 2012) включає в себе повний набір інструментів для комплексного тривимірного моделювання (підтримується твердотільне, поверхневе і полігональне моделювання). AutoCAD дозволяє отримати високоякісну візуалізацію моделей за	Основні компоненти «Компас-3D» - власне система тривимірного твердотільного моделювання, універсальна система автоматизованого проектування «Компас-Графік» і модуль проектування специфікацій. Система «Компас-3D» призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей і складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні.

Продовження таблиці 3.1 – Характеристики програмних продуктів

	SolidWorks 2012	AutoCad 2011	КОМПАС-3D V13
	1	2	3
Характеристики	Спеціалізована технологія роботи з проектами. Експертна система розрахунку собівартості виробу. Управління даними об'ємного електромонтажу і EDA: E3, EPLAN.	допомогою системи візуалізації mental ray. Також в програмі реалізовано управління тривимірної печаткою (результат моделювання можна відправити на 3D-принтер) і дозволяє працювати з результатами 3D-сканування.	Параметрична технологія дозволяє швидко одержувати моделі типових виробів на основі одного разу спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують рішення допоміжних завдань проектування і обслуговування виробництва. Ключовою особливістю «Компас-3D» є використання власного математичного ядра і параметричних технологій, розроблених фахівцями АСКОН.

Продовження таблиці 3.1 – Характеристики програмних продуктів

	SolidWorks 2012	AutoCad 2011	КОМПАС-3D V13
	1	2	3
Недоліки	SolidWorks не підтримує відкриття та редагування створених в більш пізніх версіях проектів більше ранніми, однак дозволяє зберігати проект у форматі ранніх версій.	Відсутність тривимірної параметризації	Компас не підтримує відкриття та редагування створених в більш пізніх версіях проектів більше ранніми, однак дозволяє зберігати проект у форматі ранніх версій. Також є проблема сумісності версії LT з повнофункціональною версією. Ці факти змушують використовувати одну версію програми на всіх етапах виробництва, що на великих підприємствах може викликати деякі труднощі.

Так як приведені програмні продукти відповідають усім вимогам, то виникає необхідність зрівняти їх між собою.

Були сформовані п'ять критеріїв (характеристик) за якими ці програмні продукти будуть зрівняні методом аналізу ієрархії (MAI):

- Функціональність;
- Простота роботи;
- Важкість побудови;
- Вартість;
- Інтерфейс.

На першому етапі створюється ієрархія що приведена на рисунку 3.1.

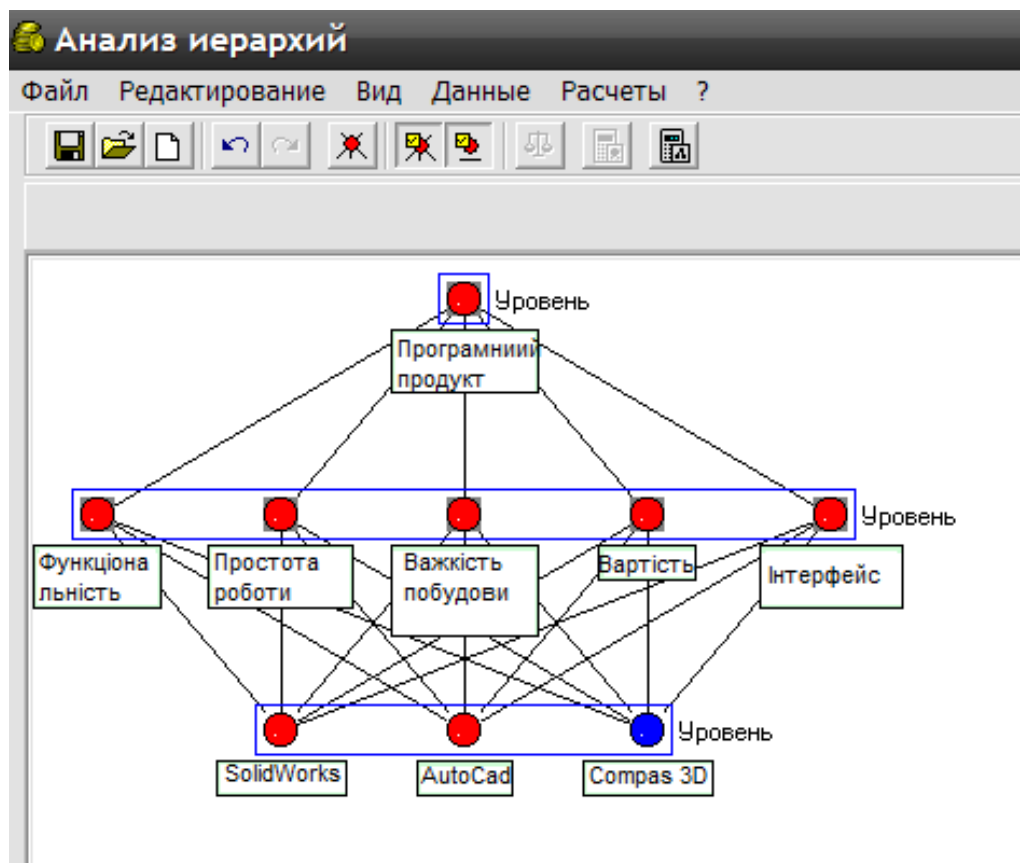


Рисунок 3.1 - Копія вікна програми з побудованою ієрархією

Другим етапом є розрахунок вектору пріоритетів для кожного з критеріїв, як зображено на рисунку 3.2.

Найбільші вектори пріоритету має вартість, а також інтерфейс.

Название Верстатиз ЧПК

☐ Расчет идеальных сравнений

Корректность матрицы Да

Собственное значение 5,0915

Индекс согласованности 0,022885

Относ. согласованность 0,030965

Сортировка
☒ по порядку ☐ по приоритетам

i	1	2	3	4	5
Название	функціональні	простота ро	важкість побуд	вартість	інтерфейс
w	0,18187	0,094919	0,12677	0,33785	0,25859

Рисунок 3.2 - Розрахунок вектору пріоритетів

Останнім етапом є розрахунок вектору глобальних пріоритетів для всієї ієрархії, який зображений на рисунку 3.3.

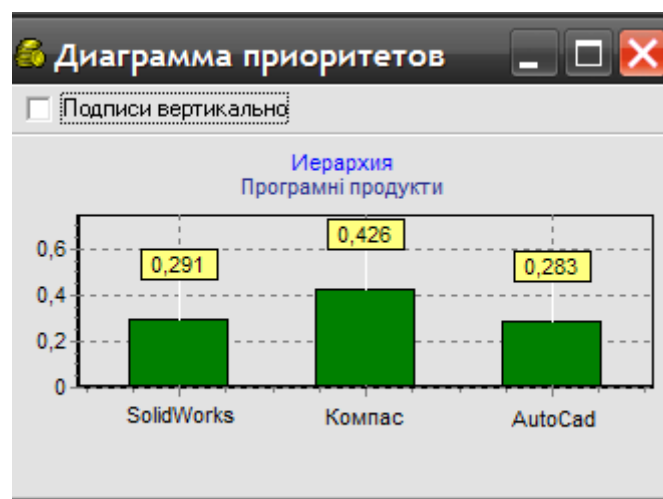


Рисунок 3.3 - Розрахунок вектору глобальних пріоритетів

Розрахунки показують, що найбільші вектора пріоритету має програмний продукт SOLIDWORKS його і буду використовувати при проектуванні конструкторської документації.

3.3 Загальний опис створення 3D моделі деталі

Відкриваємо вікно SOLIDWORKS. Створюємо документ «Плита»: Файл -> Створити -> Деталь. На панелі Вид виберіть Орієнтація -> Ізометрия XYZ. Натискаємо на плюс поруч із написом "Початок координат" у дереві побудови моделі, клацніть правою кнопкою миші по напису "Площина XY" і вибираємо у контекстному меню команду "Ескіз".

Креслимо за допомогою допоміжних ліній контур. Далі, клацніть на кнопці "Операція" видавлювання, розташованої на панелі інструментів "Редагування деталі". На панелі властивостей в полі "Відстань" введіть значення – 24,5 мм (рисунок 3.4)

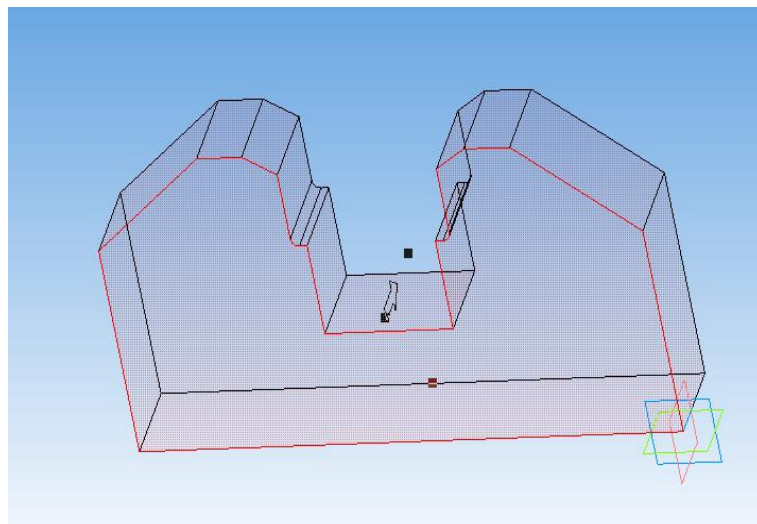


Рисунок 3.4 – Метод видавлювання контуру деталі

Створимо отвори на поверхні деталі. Виділяємо верхню межу підстави, натиснувши ліву кнопку миші, потім натискаємо праву кнопку миші і переходимо в режим створення ескізу, креслимо за допомогою допоміжних

ліній отвори. Для побудови отворів вибираємо команду "Вирізати видавлюванням" на панелі "Редагування деталі". На панелі властивостей вкажіть напрямок і спосіб побудови (рисунок 3.5).

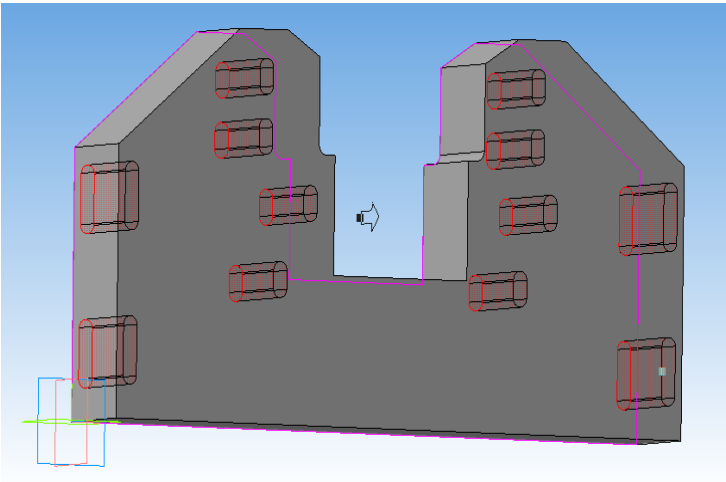


Рисунок 3.5 – Видавлювання отворів

Створюємо креслення деталі:

Для створення креслення я обрала вид "Зверху". На кожному з видів ставлю необхідні розміри за допомогою "лінійний розмір" (рисунок 3.6). На робочому кресленні розміри повинні бути проставлені так, щоб їх зручно було вимірювати на деталі, виготовленої з цього кресленням.

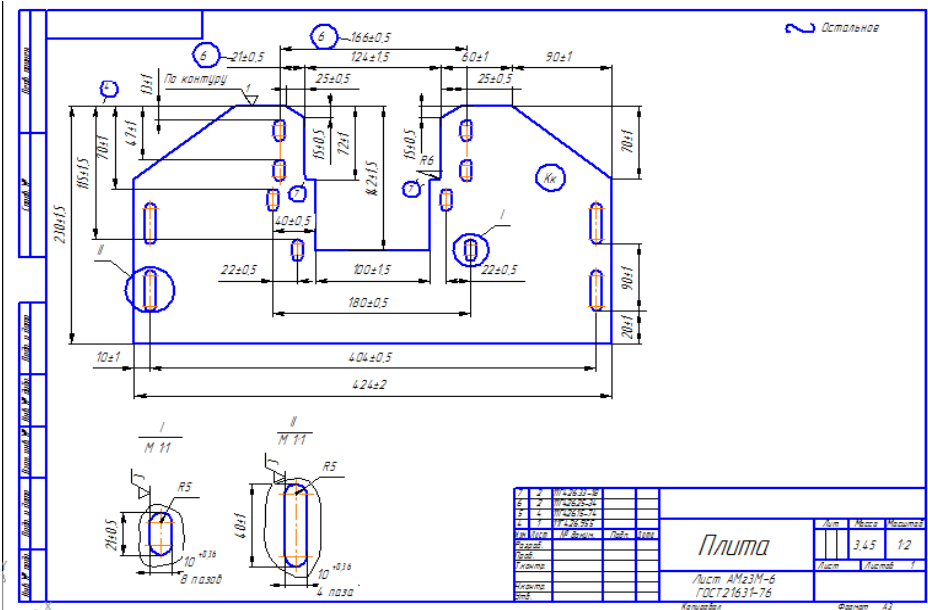


Рисунок 3.8 – Кресленик деталі «Опора»

3.4 Розрахунки на міцність

Комплекс пакетів CosmosWorks, інтегрований в інтерфейс SolidWorks, створений для потреб аерокосмічної промисловості і дозволяє вирішувати будь-які інженерні завдання. CosmosWorks має широкий спектр спеціалізованих вирішувачів, з допомогою яких можна провести аналіз завдань для деталей і зборок, таких як лінійний статичний аналіз, тепловий аналіз, оптимізація конструкції, розрахунок течії рідин і газів, визначення довговічності конструкції тощо.

CosmosWorks аналізує міцність деталі методом кінцевих елементів, тобто чисельним методом аналізу завдань по проектуванню, з допомогою якого розв'язуються рівняння, що керують поведінкою елементів, враховують їх зв'язки між собою та встановлюють взаємозв'язок між обмеженнями й навантаженнями, переміщеннями і властивостями матеріалів. Програма виявляє переміщення в напрямках X, Y, Z у кожному вузлі, таким чином вона розраховує навантаження, що діють у різних напрямках. Також, програма використовує математичні формули і вирази для розрахунку напружень. Аналізуючи напруження на основі завдання матеріалу, обмежень і навантажень, можна розраховувати навантаження, переміщення і напруження в деталі. Коли напруження досягає певного рівня, деталь руйнується, це зумовлено властивостями матеріалу, з якого вона виготовляється.

Для розрахунку навантаження на деталь можна використати такі величини:

- вплив температур на ділянки деталі;
- гравітаційні або відцентрові навантаження;
- тиск на деталь у будь-якому напрямку (рівномірний або нерівномірний);
- зосереджена сила;
- дистанційна сила.

Також можна застосовувати наступні способи обмежень для деталі:

- обмеження для кромки і вершин деталі;
- обмеження в певному напрямку;
- використати симетрію для аналізу частини деталі;
- використати умову ковзання для граней деталі;
- вказати тверді зв'язки, болти, пружини тощо;
- в різних областях деталі вказати різні розміри елемента для підвищення точності результатів.

При розрахунку навантажень вказувались обмеження деталі в горизонтальному напрямку, та в якості навантажень на деталь вказувались тиск величиною 10^7 Н*м^2 та сила величиною 10^3 Н*м^2 . Після перевірки в конструкції деталі виявились деякі недоліки. На рисунку 3.9 проблемні місця виділені червоним кольором. Результати проведеного розрахунку навантажень вказані на рисунках 3.10 і 3.11.

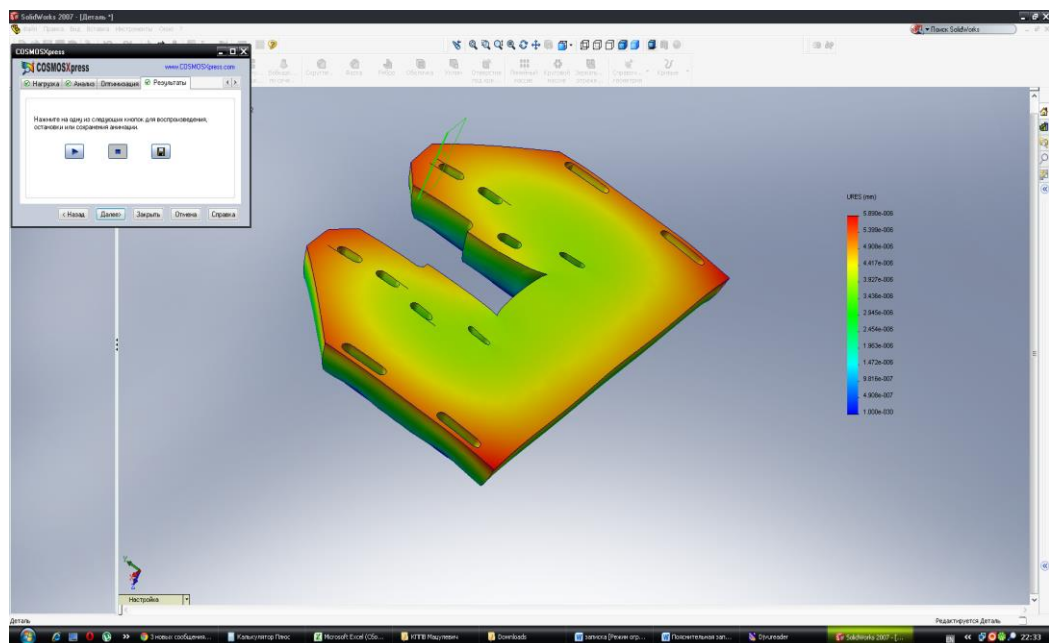


Рисунок 3.9 – Результат розрахунку навантажень

Завдяки отриманим даним, знаючи, які навантаження витримає деталь при експлуатації, можна, відповідно їм, коригувати технологічний процес, а саме змінювати матеріал, розміри деталі та її конструктивні особливості.

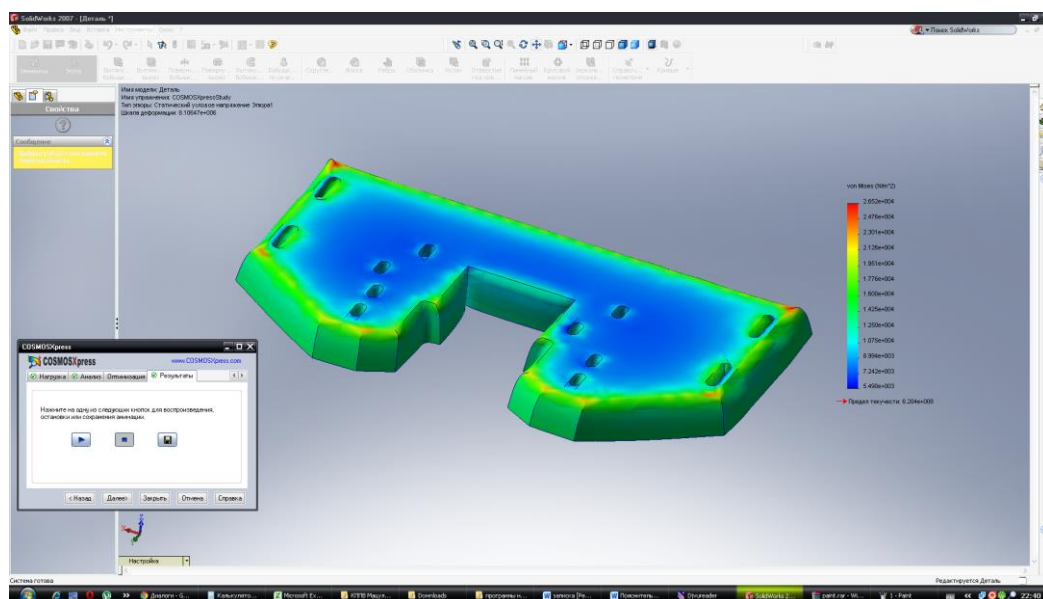


Рисунок 3.10 – Визначення напруження

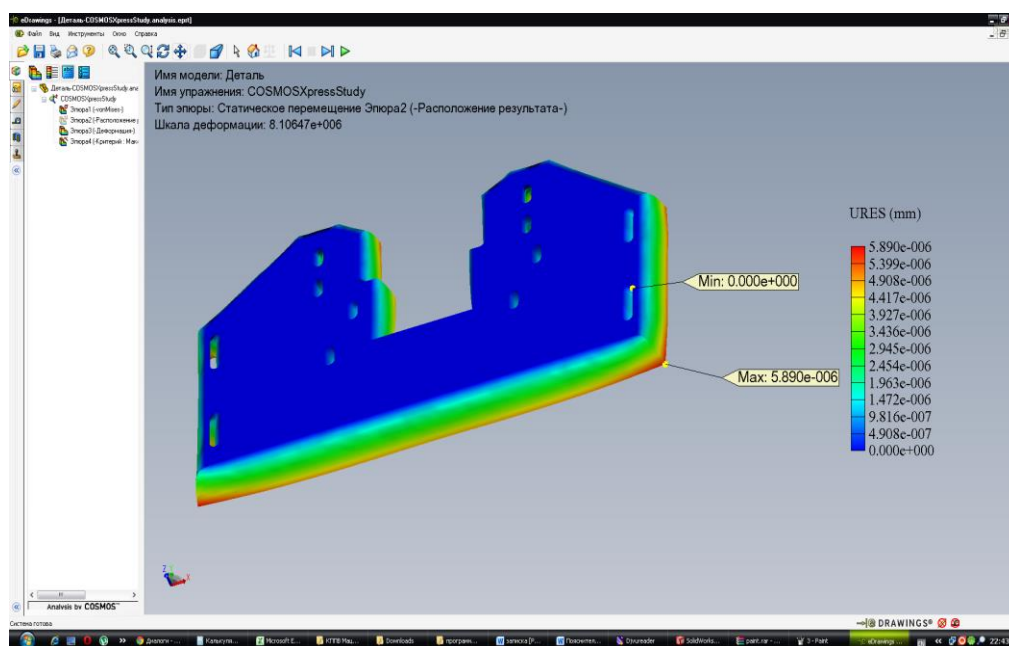


Рисунок 3.11 – Визначення зміщення

3.5 Розробка API програми

Розрахунковий модуль повинен виконувати наступні функції:

- підключення до SOLIDWORKS і завантаження в нього параметричної збірки;
- набуття поточних значень змінних деталей, що входять в збірку, назв деталей і назви самої збірки;
- зміна значень змінних, перестроювання і збереження моделі.

Для цього спочатку створюється параметрична збірка проектного механізму, в якій ряд розмірів винесений в змінні моделі.

Таким чином, відразу ж після розрахунку буде отримана нова геометрія виробу. Зрозуміло, такий спосіб накладає обмеження на функціональність спеціалізованої САПР: можна лише міняти розміри, але не додавати або видаляти деталі і їх конструктивні елементи (скажімо, не удається зробити модель зубчастого колеса з довільним числом зубів).

З іншого боку, в більшості випадків робота конструктора якраз і зводиться до модифікації раніше створеної геометрії вузла відповідно до нових розрахункових даних, і тут описувана спеціалізована САПР повністю виконує завдання автоматизації конструкторської праці, виконуючи і розрахунок, і побудову моделі.

Очевидно, головну складність представляє не стільки виконання розрахунків, скільки організація взаємодії розрахункового модуля і САПР.

Історично склалося, що більшість сучасних САПР не підтримують сома-технологію, що додатково утрудняє управління ними із зовнішньої програми.

Як правило, таке управління здійснюється за допомогою технології API (Application Programming Interface).

API- технологія надає програмістові набір процедур і функцій для управління САПР, але не дає прямого доступу до властивостей і методів об'єктів усередині САПР, що робить код програми декілька громіздкішим і менш зрозумілішим.

Розглянемо основи роботи з арі-інтерфейсом САПР SOLIDWORKS версії від 6 і вище. Для використання арі-інтерфейсу з Delphi необхідно перш за все обзавестися файлами, що зберігають прототипи (заголовки) процедур і функцій API. Ці файли мають назви ksauto.pas, kstlb.pas, Ldefin2d.pas, Ldefin3d.pas.

Вони входять в стандартне постачання SOLIDWORKS і за умовчанням розташовані в теці Program Files\ascon\solidworks\sdk\include.

Для установки зв'язку з SOLIDWORKS введемо наступні глобальні змінні:

VAR

kompas: SOLIDWORKS Object; // посилання на API- об'єкт SOLIDWORKS

Doc:ksDocument3D; // посилання на поточний документ SOLIDWORKS а

Solidworks Handle:THandle; // посилання на вікно програми SOLIDWORKS а

Типи даних Solidworks Object і SwDocument3D описані в раніше підключеному модулі swTLB.

Встановлення зв'язку з SOLIDWORKS і завантаження в нього вказаного файлу виконує приведена нижче функція StartSolidworks. Она возвращает False, якщо встановити зв'язок SOLIDWORKS не удалось (скажімо, він не встановлений на комп'ютері) і True в разі успіху.

```
function StartSolidworks (filename:string):boolean;
const ka='Solidworks ompas.Application.5';
begin
// підключення до SOLIDWORKS
Result:=true;
try solidworks:=SolidworksObject(GetActiveOleObject(ka)); //якщо вже
запущений
except
try solidworks:=Solidworks Object(CreateOleObject(ka)); // якщо не
запущений
except
```

```

result:=false;
exit end end;

// отримання посилання на вікно SOLIDWORKS
Solidworks Handle := solidworks.swGetHWindow;

// робимо вікно SOLIDWORKS а видимим
solidworks.Visible:=true;

// здобуття посилання на поточний документ SOLIDWORKS а
Doc := swDocument3D(solidworks.ActiveDocument3D); // якщо такий
документ є...

if Assigned(Doc) then // то закриваємо його
Doc.close;

// створюємо новий документ...
Doc := swDocument3D(solidworks.Document3D);
// і завантажуюмо в нього збірку з ім'ям filename
Doc.Open(Trim(filename), False);
// активуємо API
solidworks.ActivateControllerAPI
end;

```

Можна викликати дану функцію, наприклад, таким чином (на формі є компонент Labelededit1, в який користувач вводить ім'я файлу збірки):

```

if not(StartSolidworks (Trim(LabeledEdit1.Text))) then
begin
messagedlg("Ошибка підключення до SOLIDWORKS,mtError,[mbOK],0);
exit
end;

```

В разі успішного виконання SOLIDWORKS буде запущений, його вікно стане видимим і в нього буде завантажений вказаний файл.

Після завершення створення моделі в SOLIDWORKS виникає необхідність параметризувати отриману модель.

Для того, щоб вказані параметри можна було задавати із зовнішньої програми, їх треба оголосити як змінні моделі. SOLIDWORKS змінними моделі можуть бути будь-які розміри, проставлені на ескізах, а також розміри, що вводяться при виконанні формотворних операцій (наприклад, висота витискування ескіза).

Для доступу до змінних на рівні деталі їх треба оголосити як зовнішні змінні, призначивши ним псевдоніми. Псевдонім - це ім'я, під яким змінна ескіза або розмір операції.

Для здійснення цього кроку необхідно зробити наступне:

1. Увійти до режиму редагування ескіза і задати будь-який з розмірів (ім'я змінної можна залишити колишнім):
2. Знайти нашу змінну у віконці, що з'явилося зліва, «Змінні» і внести ім'я змінної до вічка «вираження»
3. Після цього кроку наша змінна з'явиться в списку змінних відразу під пунктом «Деталь» і після того, як ми збережемо і переоткроемо модель, ми зможемо занести її в зовнішні змінні, натискує на ній правою кнопкою миші і вибравши відповідний пункт. Вічка зовнішніх змінних забарвлюються в синій або жовтий кольори.
4. Після того, як всі змінні будуть створені і зроблені зовнішніми, процес параметризації можна вважати закінченим.

Наступним кроком є підключення програмного модуля до отриманої моделі.

Для підключення програмного модуля до отриманої збірки відкриваємо проект модуля в Delphi.

Знаходимо рядок наступного вмісту StartKompas (.....'C:\Temp*.a3d'); і змінюємо в неї дорогу до файлу моделі на свій. Деталь до параметризації виглядає, як на рисунку 3.12.

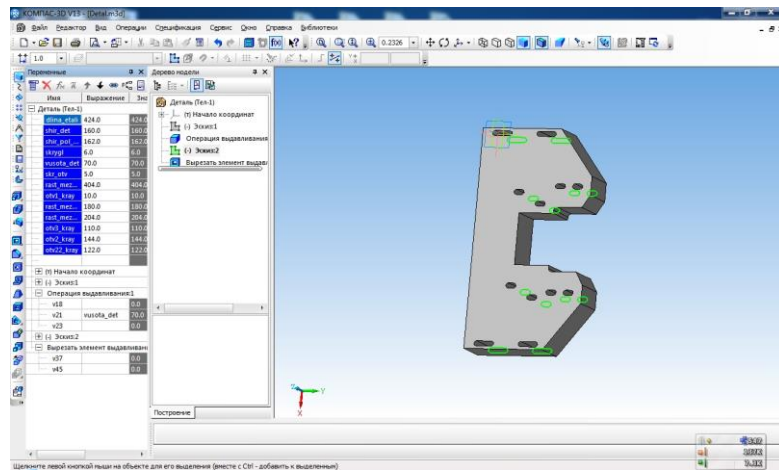


Рисунок 3.12 - Деталь до параметризації

Потім відкриваємо форму в Delphi і змінюємо всі параметри на свої. Вибираємо потрібну кількість змінних, підбираємо зовнішній вигляд, зберігаємо модуль. Змінні в модулі йтимуть в тому порядку, в якому вони були створені в пакеті SOLIDWORKS.

По завершенню всіх вищеперелічених дій можна запустити проект. В результаті маємо робочий модуль. Результати параметризації показані на рисунку 3.13.

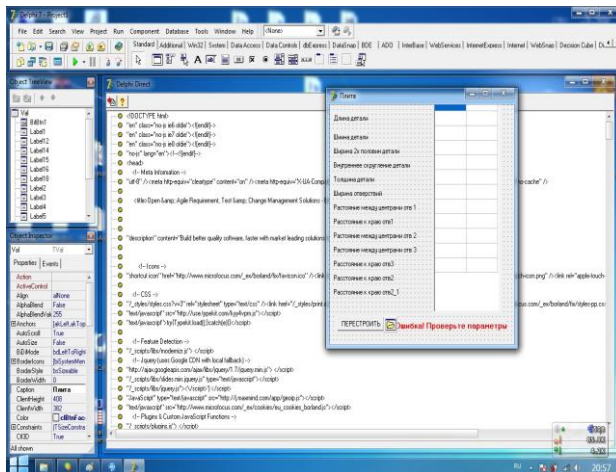


Рисунок 3.13 - Розрахунковий модуль Delphi

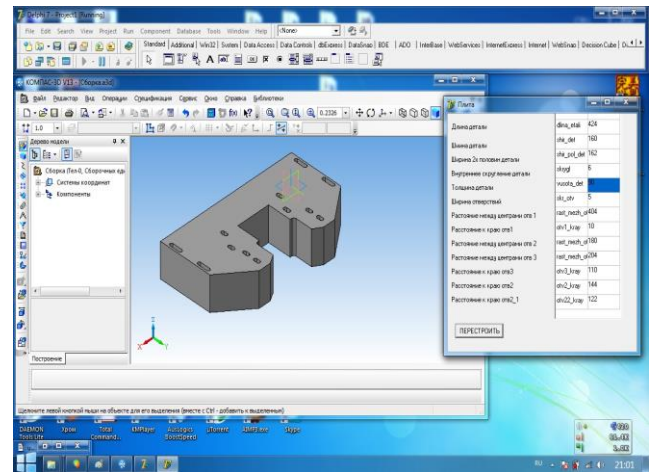


Рисунок 3.14 - Деталь після параметризації

Код модуля API технології наведений у додатку А

Висновки до третього розділу

В процесі проектування конструкторської документації в даному розділі дипломного проекту було визначено конструкція деталі «Опора», зовнішній вигляд, техніко-економічні фактори . Була спроектована 3D модель та креслення деталі. Результати конструкторської підготовки оформлені у вигляді технічної документації та наведені у додатках.

За допомогою методу ієрархій була обрана система автоматизованого проектування CosmosWorks. Проведені розрахунки на коефіцієнт запасу міцності існуючої (0,05) та параметризованої деталі (0,96).

Був спроектований програмний модуль для деталі «Опора». За допомогою аналізу ієрархій передбачене використання автоматизованої системи SOLIDWORKS. Розроблено код програми, що складається з модуля який дозволяє на будь-якому етапі змінити як одиничні, так і множинні параметри, якщо виникає необхідність в корегуванні геометричної поверхні або конструкторських елементів розробленої поверхні плити матриці.

В дипломному проекті було показане корегування виявлених недоліків, виявлених в пакеті CosmosWorks. Для того щоб спроектована деталь витримувала необхідні навантаження було проведено деякі зміни в конструкції деталі за допомогою API програми. В результаті збільшили ймовірність того, що деталь витримає необхідні навантаження.

4 ТЕХНОЛОГІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ

4.1 Аналіз деталі на технологічність

- Матеріал деталі (оброблюваність, вартість). Алюмінієвий сплав добре обробляється різанням різним різальним інструментом, а також підходить для різних видів термічної обробки(загартування, відпал та ін.). Вартість матеріалу 23 гр за 1 кг. Деталь технологічна.

- Конфігурація(раціональність, доступність обробки). Усі поверхні оброблювані різанням доступні і забезпечують легке підведення інструменту в зону обробки. Деталь технологічна.

- Обґрунтувати призначення відхилень від форми поверхонь і їх взаємного розташування. Допуск паралельності 0,02 мм - потрібний для забезпечення точного складання і кращої роботи деталі в складальній одиниці. Деталь технологічна.

- Спосіб отримання заготівлі в конкретних виробничих умовах. Заготівка для виготовлення деталі в цих виробничих умовах одиничного виробництва отримують, з литвом. Деталь технологічна.

- Маса деталі 2,243 кг, що не вимагає механізації переміщення і под'ємно-транспортних пристосувань. Деталь технологічна.

1) коефіцієнт використання матеріалу визначуваний по формулі

$$K_{и.м} = M_d / M_z \quad (1)$$

де

M_d - маса деталі, $M_d = 2,243 \text{ кг}$;

M_z - маса заготівлі, $M_z = 2,5 \text{ кг}$;

$$K_{и.м} = 2,243 / 2,5 = 0,897$$

Після проведеної якісної і кількісної оцінки деталі на технологічність, можна зробити висновок, що деталь частково технологічна.

овок, що деталь частково технологічна.

4.2 Вибір методу отримання заготівлі прокату та штампування

Порівняння двох методів :

Метод прокату

Листовий прокат отримують подовжнім плющенням. При подовжньому плющенні валяння верстата обертаються в різні боки, внаслідок чого заготівля, розташована перпендикулярно до осей валків, під дією сил тертя втягується в проміжок між валяннями. В результаті цих дій прокат набуває прямокутної форми. Далі заготівля обтискається, що дозволяє зменшити площа поперечного перерізу і збільшити довжину. Після цього заготівлю правлять і розрізають на штучні заготівлі потрібної довжини.

Розрахунок коефіцієнту використання матеріалу отриманий шляхом прокату:

$$K_{в.м} = M_d / M_z$$

M_d - маса деталі, $M_d = 2,5 \text{ кг}$;

M_z - маса заготівлі, $M_z = 7 \text{ кг}$;

$$K_{вм} = 2,5 / 7 = 0,36$$

Метод отримання заготівлі з штампування

Суть штампування полягає в тому, що оброблювану заготівлю поміщають в штамп і під тиском вона заповнює порожнини штампу, набуваючи при цьому заданої форми. Цю операцію можна зробити на горизонтально-кувальній машині.

Після витягання заготівлі з штампу, слід зробити нормалізаційний отжиг, який призначений для зняття внутрішньої напруги, і тільки тоді деталь відправляється на механічну обробку.

Розрахунок коефіцієнту використання матеріалу отриманий шляхом штампування:

$$K_{вм} = 2,5 / 5 = 0,5$$

M_d - маса деталі, $M_d = 2,5 \text{ кг}$;

M_z - маса заготівлі, $M_z = 5 \text{ кг}$;

За виконаними розрахунками можна зробити висновок, що в якості заготівлі для деталі " Плита матриці" раціонально використати штампування. Оскільки коефіцієнт використання матеріалу при штампуванні на 0,14% більше ніж шляхом прокату.

4.3 Визначення маршруту обробки деталі

Для створення обробленої поверхні для корпусних деталей, подальшої обробки в якості першої операції, як правило, призначається фрезерування найдовшою плоскій поверхні. Другою операцією зазвичай є розточування точних отворів, якщо такі є, від обробленої на першій операції чистової настановної бази. В останню чергу ведуться операції, що полягають в обробці кріпильних отворів (свердління, зенкування і т.п.). У загальному вигляді приблизний технологічний процес виготовлення корпусних і плоских деталей можна представити в наступному вигляді: заготівельна (відрізна, штампувальних або ливарна), фрезерна, токарна, розточувальна, свердлильна, шліфувальна, різьбонарізна, обробна.

Внаслідок того, що ця деталь має складні криволінійні поверхні доцільно провести обробку на верстаті з ЧПУ. Процес механічної обробки включає в себе фрезерні й свердлильні операції. Для визначення маршруту обробки заданої деталі будемо керуватися концентрацією операцій, тобто основна частина операцій буде виконуватися на фрезерному верстаті з ЧПУ з використанням високоякісного швидкорізального інструменту. Необхідно також забезпечити мінімальну кількість переустанов заготівки та мінімальне число технологічних баз. Встановлюємо деталь на верстат з ЧПУ з допомогою інсталяційного пристосування і обробляємо. Після обробки деталь шліфують і зачищають. Проводиться контроль готового виробу.

4.4 Вибір різального та вимірювального інструменту для кожного переходу

Ріжучий інструмент для фрезерних операцій з ЧПУ обирається з умови припуску, який необхідно забезпечити при чорновій обробці і якості поверхні при чистовій обробці. У даній роботі використано такі інструменти: 2 концеві фрези 30мм та 5мм та свердло 6мм.

Для обробки заготовки типу деталь «Плита» використовуються наступні типи ріжучих інструментів:

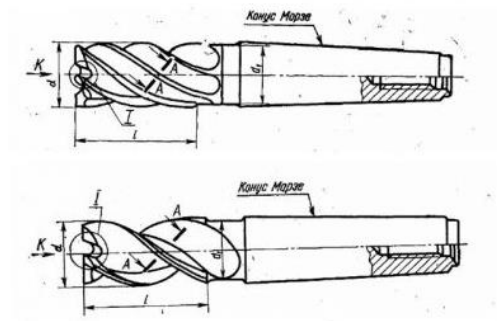


Рисунок 4.1 - Фреза 2223-0112 P6M5 [ГОСТ 17026-71]

Для обробки технологічних отворів використовують інструмент наступного типу:

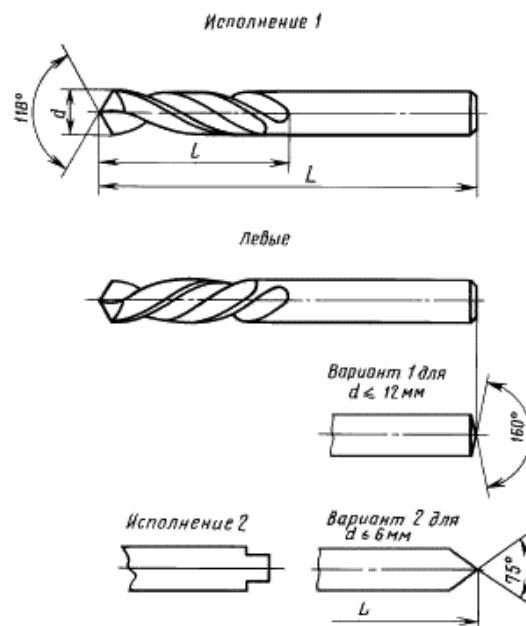


Рисунок 4.3 – Свердло P9 ГОСТ 4010-77

Для обробки на фрезерному верстаті використовують:

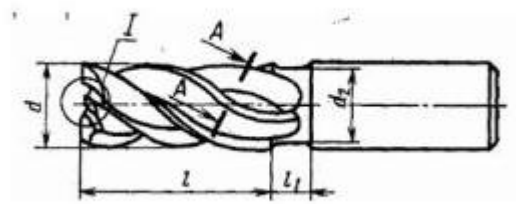


Рисунок 4.4 - Фреза Р6М5 ГОСТ 17026-71

Міряльний інструмент вибирається з умов максимально виміряного розміру і точності вимірювання. Для вимірювання розмірів використовують наступні міряльні інструменти:

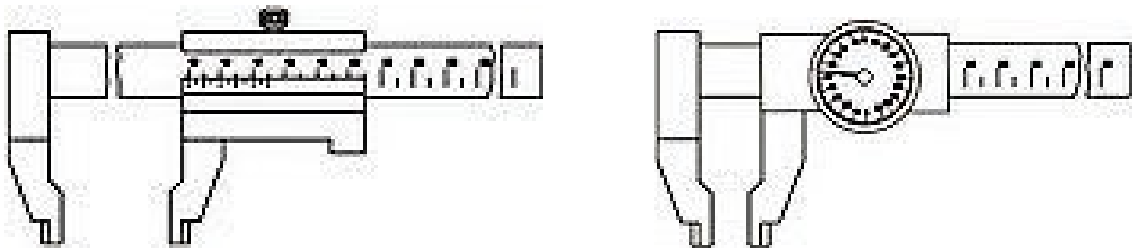


Рисунок 4.5 – Штангенциркуль ШЦ-III-125-0,05 [ГОСТ 166-89]

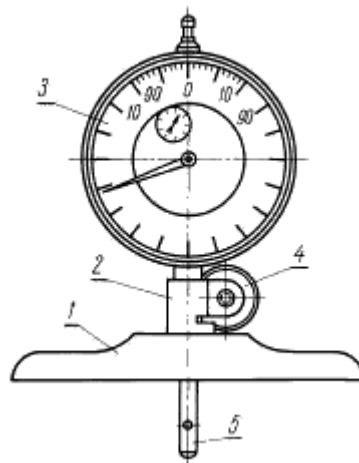


Рисунок 4.6 – Глубиномер ГОСТ 7661-67

4.5 Розрахунок режимів різання

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, MOR та інші.

Розрахунок режиму різання для першого основного переходу фрезерування зовнішньої поверхні, дотримуючись розміру діаметр 180 мм на 48 мм(рисунок 4.7).

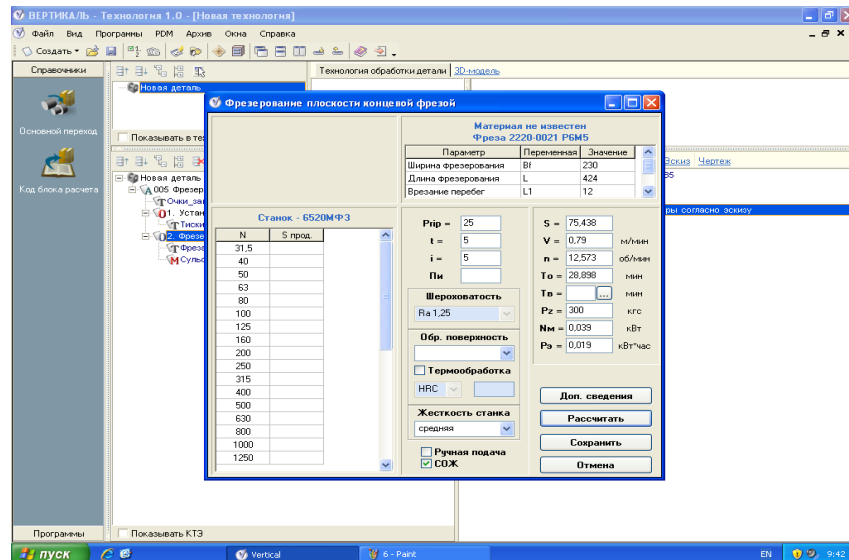


Рисунок 4.7 – Розрахунок режиму різання для 005 переходу

4.6 Розробка керуючої програми для встаткування з ЧПУ

При виборі програмного забезпечення для проектування керуючої програми ми використовували метод аналізу ієрархій. Таким чином, отримані результати схилиють мене вибрати програмний продукт Power Mill.

PowerMILL - пакет для підготовки високоефективних керуючих програм для фрезерних верстатів з ЧПУ. Він дозволяє підвищити продуктивність верстатів і, одночасно з цим, досягти найвищої якості при виготовленні деталей і оснащення.

PowerMILL має високу швидкість розрахунків і надає інтегровані засоби для візуалізації і перевірки. Усе це дозволяє користувачеві порівнювати альтернативні стратегії з використанням різних наборів фрез і перевіряти усі траєкторії інструменту до того, як вони будуть передані на верстат. Усе це скорочує час простою верстата і втрати матеріалів і ресурсів.

Стратегії PowerMILL для механообробки скорочують час і вартість за рахунок:

- максимальній ефективності фрезерування
- скорочення ручного доведення
- отсутствия складок

Згідно з технологічним процесом вибраний вертикально-фрезерний верстат з ЧПУ 6520МФЗ який показаний на рисунку 4.8 характеристики приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Характеристики верстата з ЧПУ 6520МФЗ

Клас точності верстата по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, З)	Н
Довжина робочої поверхні столу, мм	630
Ширина столу, мм	250
Найбільше переміщення по осях X,Y,Z, мм	500_320_350
Мінімальна номінальна частота обертання шпинделя, об./хв.	31.5
Максимальна номінальна частота обертання шпинделя, об./хв.	1600
Потужність двигуна, кВт	6.6
Габаритні розміри, мм	2000
	2020
	2835
Маса станка с виносним обладнанням, кг	4500
Модель ЧПУ	2C85-63
Число інструментів АСИ	14

Деталь «Плита» обробляється на фрезерному верстаті, саме тому для розробки КП використовуємо програму PowerMILL.

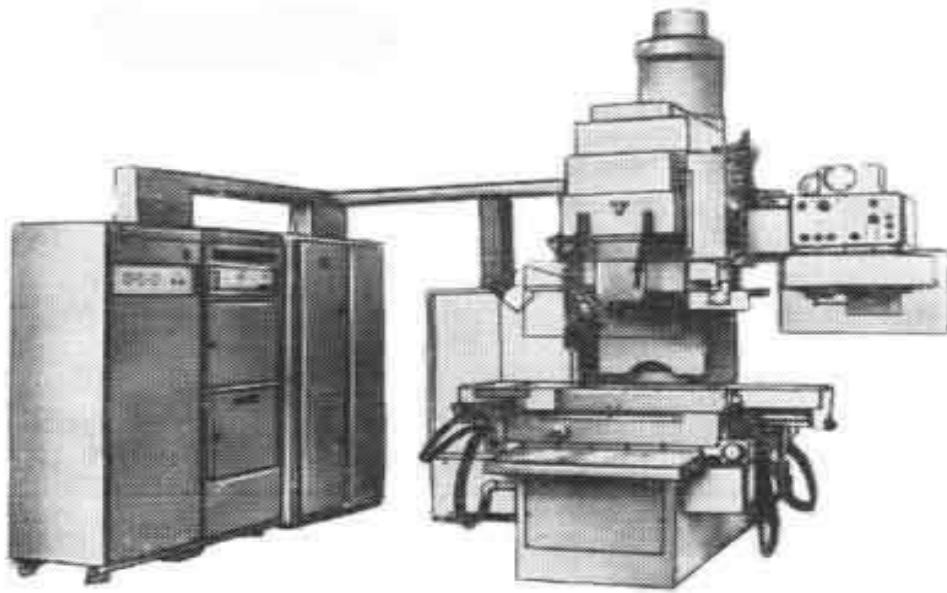


Рисунок 4.8 - Станок вертикально-фрезерный 6520МФЗ

4.7 Вибір стратегії обробки для кожного переходу і розробці управляючої програми для верстатів з ЧПУ

Після імпорту моделі деталі «Плита» в програму Power Mill були встановлені системи координат моделі для кожної із сторін.

Далі необхідно обрати заготовку деталі.

Потім необхідно визначити інструменти, якими оброблятиметься деталь. Було використано 2 фрези, 1 свердло.

Тривимірна модель заготовки була розроблена в Powermill за допомогою завдання кордону деталі (Рисунок 4.9).

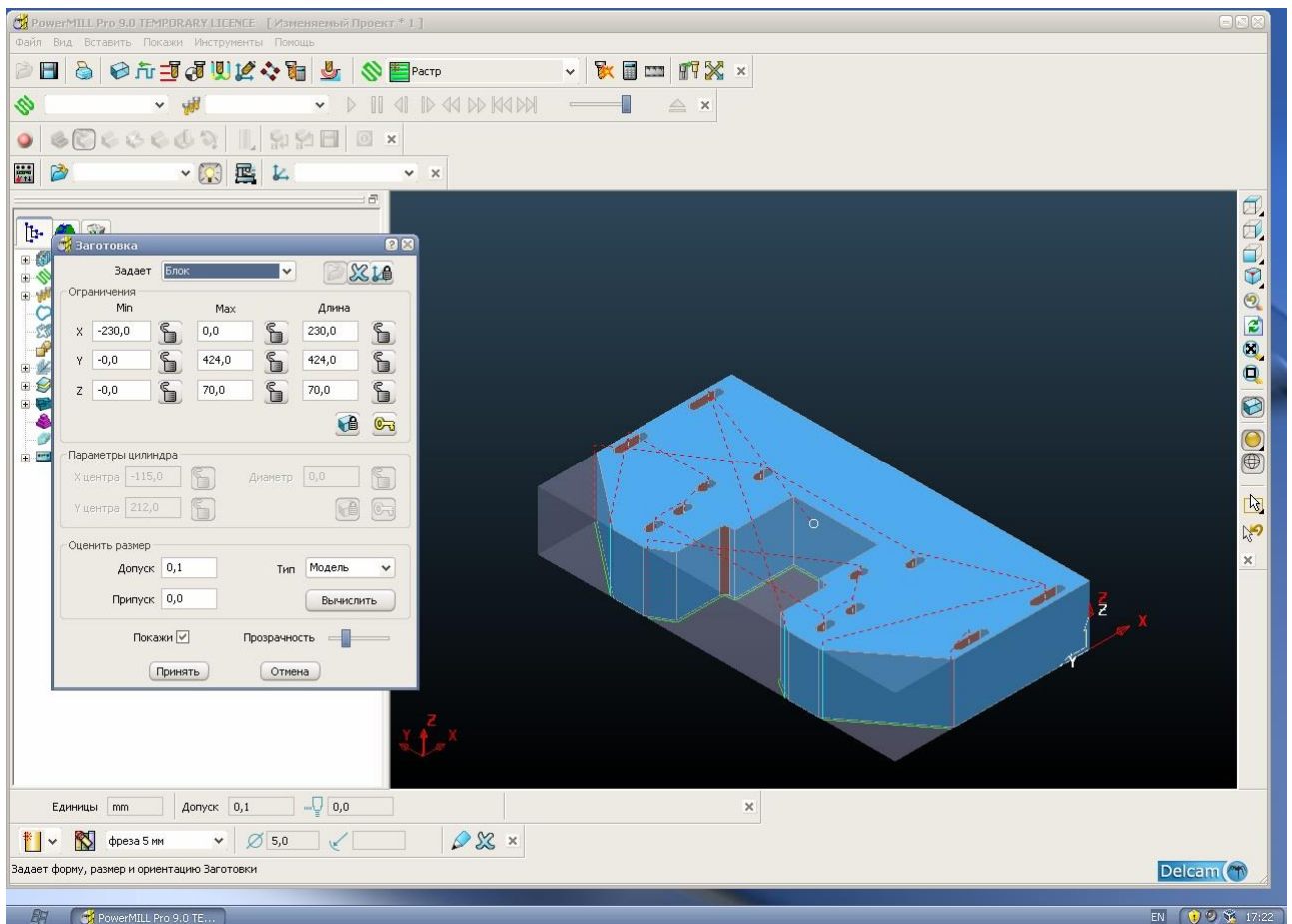


Рисунок 4.9 Тривимірна модель заготовки в PowerMILL

Стратегії обробки для переходів фрезерних операцій з ЧПУ приведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2- Обґрунтування вибору стратегії обробки

Операція, перехід	Обґрунтування вибору стратегії обробки
Фрезерна з ЧПУ	
Фрезерувати кінцевою фрезою	Стратегією для чорнової обробки вибрана стратегія «3d вибірка» → «Вибірка зсувом 3d модель» оскільки ця стратегія є найбільш оптимальній для даної поверхні деталі з хорошими показниками обробки (рисунок 4.10).
Фрезерувати кульовою фрезою остаточно	
Фрезерувати дисковою фрезою остаточно	Для чистової обробки поверхні вибрана стратегія «Чистова» → «Оптимізована Z». Це одна з кращих стратегій для чистової обробки поверхонь такого типу (рисунок 4.11).
Фрезерувати кульовою фрезою остаточно	Для чистової обробки поверхні вибрана стратегія «Чистова» → «З постійною Z».

Свердли́ти глухі отвори	Для чистової обробки поверхні вибрана стратегія «Чистова» → «З постійною Z». Для свердління отворів вибрана стратегія «Свердління отворів» (рисунок 4.12).
-------------------------	--

У пакеті Powermill були створені необхідні інструменти і розраховані траєкторії, а також вибрані відповідні режими різання.

Для досягнення необхідної чистоти обробка цієї поверхні була виконана в два етапи: чорнова обробка і чистова обробка.

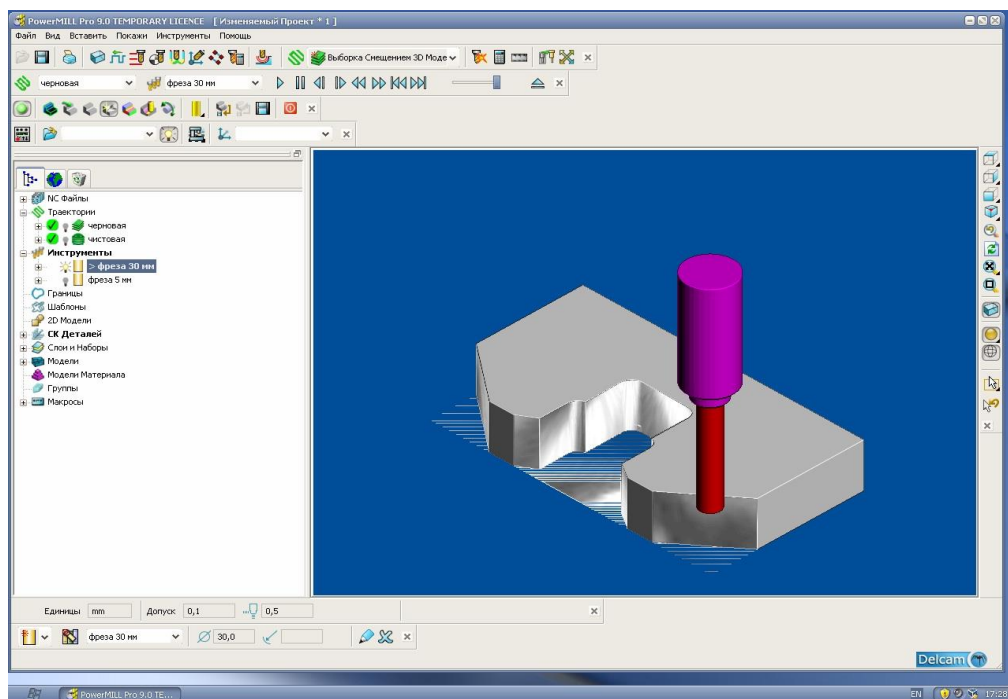


Рисунок 4.10 - Чорнова обробка «Вибірка зсувом 3d модель»

Із запропонованих пакеті Powermill траєкторій для чистової обробки була вибрана траєкторія «Оптимізована Z». На відміну від інших, ця траєкторія дозволяє обробляти поверхні з меншою кількістю переходів, що позначається на часі обробки деталі. Припуск матеріалу, що залишився після чистової обробки, рівний 0 мм.

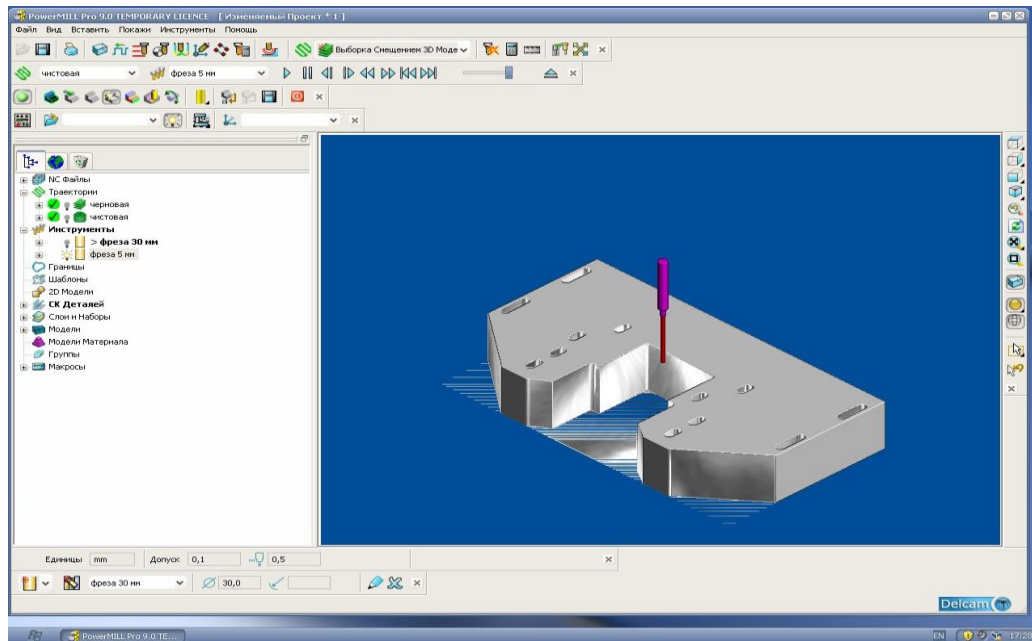


Рисунок 4.11 - Чистова обробка «Оптимізована Z»

Перевірка на зіткнення показана на рисунку 4.12.

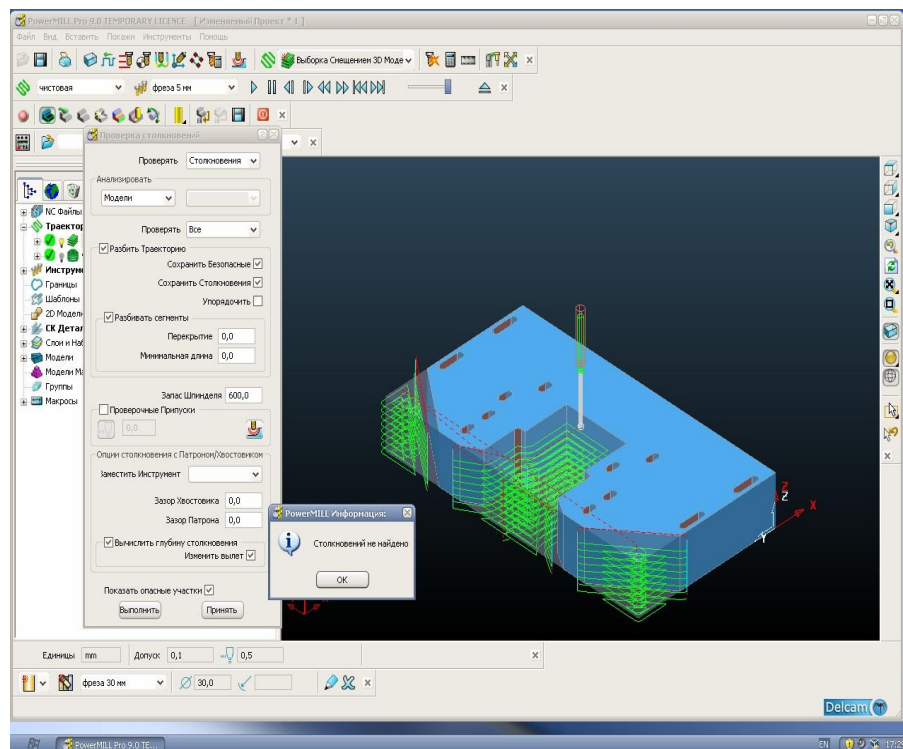


Рисунок 4.12 – Проверка на зіткнення

Після цього аналогічно була вироблена обробка з другого боку деталі (рисунок 4.12), для чого система координат деталі була повернена уздовж осі заготовки на 180° і заново розрахована чорнова і чистова обробка. Теж саме було виконано зі всіма сторонами оброблюваної деталі результат фрезерування

приведений на рисунку 4.13. Чистова обробка виконувалася траєкторією «3d Зміщенням».

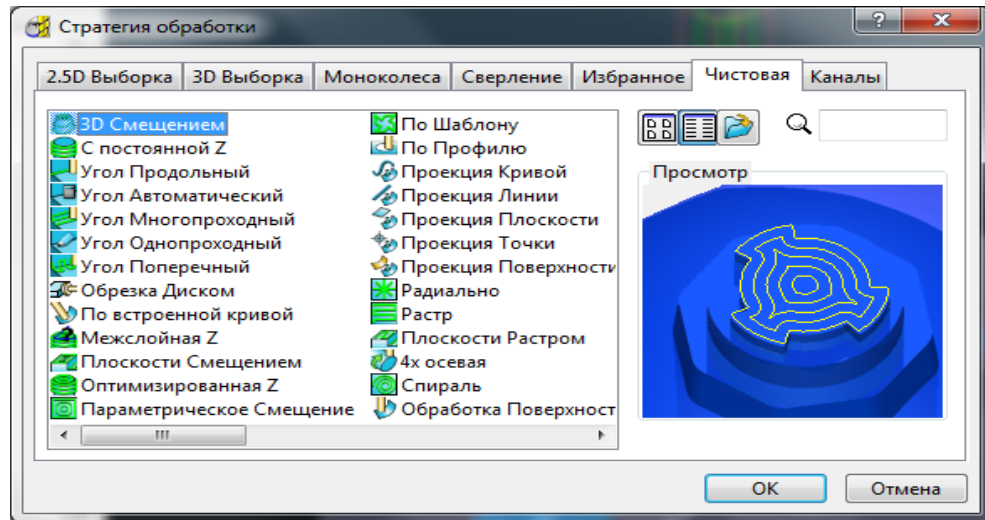


Рисунок 4.13 - Вибір траєкторії фрезерування для чистової обробки

Вибірка 3d Зміщенням є базовою оптимальною траєкторією для виготовлення подібних деталей.

Після створення потрібних траєкторій, інструментів і виконання обробки деталі створюються NC – файли – це файли програми, що управляють (Додаток В). Пакет Powermill дозволяє створити nc-файл в автоматичному режимі.

Для цього до складу пакету входить модуль постпроцесування Ductpost1510 і деякий набір процесорів поста. Процесор поста дозволяє перетворити дані про положення ріжучого інструменту, розраховане в сам-системі в коди конкретного верстата (G / M-коді), з врахуванням особливостей його кінематики. Вибрати процесор поста, в даному випадку – Fanuc. Fanuc забезпечує значне зниження рівня погрішності при обробці, що викликається запізнюванням сервоприводу. При обробці деталей на оброблювальному центрі Fanuc отримуємо якісну поверхню (низька шорсткість).

Після того, як налаштування запису закінчене можна виконувати запис програми, що управляє, для цього слід натискувати на кнопку «Записати».

З'явиться вікно, яке інформуватиме про хід запису програми і помилках, які можуть виникнути в процесі.

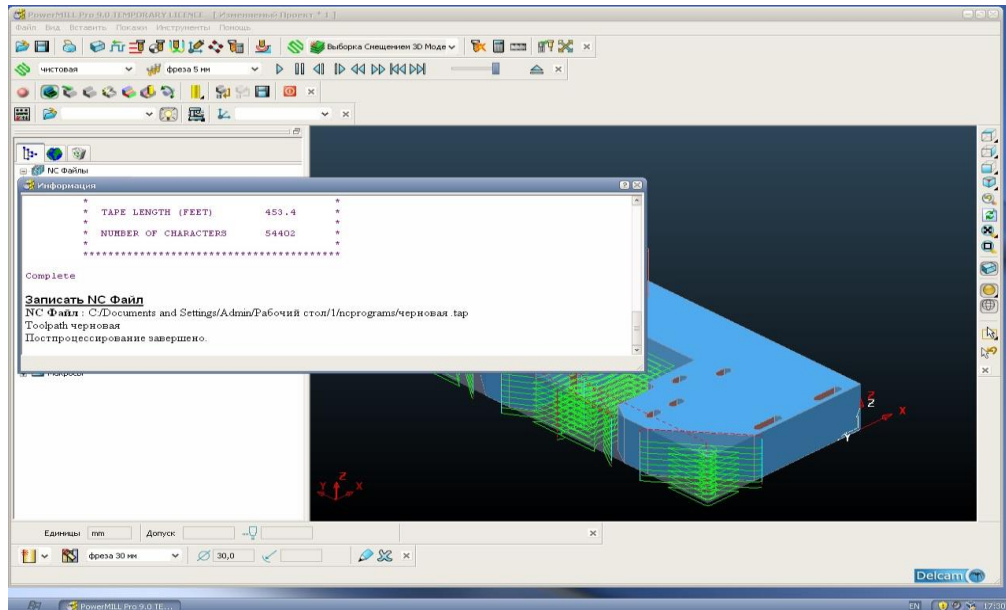


Рисунок 4.14 - Успішне завершення постпроцесування

Висновки по четвертому розділу

У четвертому розділі дипломного проекту була поставлена задача розробити технологію обробки деталі «Плита» на верстаті з ЧПУ.

Шляхом розрахунку коефіцієнту використання матеріалу ми визначили, що треба обрати метод штампування для отримання заготовки.

За методом ієрархій ми обрали САМ систему PowerMill для створення керуючої програми.

Для обробки деталі на верстаті з ЧПУ була розроблена керуюча програма за допомогою програми PowerMill, для цього були використані тривимірні моделі деталі «Плита».

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

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Аналіз шкідливих чинників

Охорона праці – система законодавчих актів, постанов, організаційних, санітарних і технічних норм, що забезпечують безпечні для здоров'я умови праці на робочому місці. Науково-технічний прогрес вніс зміни в умови виробничої діяльності працівників розумової праці. Їхня праця стала більш інтенсивною, напруженою, потребує витрат розумової, емоційної і фізичної енергії. Це має пряме відношення і до фахівців, пов'язаних із експлуатацією автоматизованих систем проектування конструкторської документації. На робочому місці інженера-конструктора створюються умови для високопродуктивної праці (оснащення персональними ЕОМ із графічними дисплеями, клавіатурами і принтерами). За рахунок цього оператор піддається впливу наступних несприятливих факторів: недостатнє освітлення; електромагнітне випромінювання; виділення надлишку теплоти.

Тому необхідно розробити засоби захисту від цих шкідливих факторів. До даних засобів захисту відносяться: вентиляція, штучне освітлення, звукоізоляція. Існують нормативи, що визначають комфортні умови і гранично допустимі норми запиленості, температури повітря, шуму, освітленості. У системі заходів, що забезпечують сприятливі умови праці, велике значення приділяється естетичним факторам: оформлення виробничого інтер'єра, устаткування, застосування функціональної музики, які впливають на організм людини. Важливу роль грає фарбування приміщення, що повинне бути світлого кольору.

Розвитку стомлюваності на виробництві сприяють наступні фактори: неправильна ергономічна організація робочого місця; нераціональні зони розміщення встаткування по висоті від підлоги; характер процесу праці.

Трудовий процес організований таким чином, що оператор змушений з перших хвилин робочого дня вирішувати найбільш складні і трудомісткі завдання, у той час як у перші хвилини роботи функціональна рухливість нервових кліток мозку є низькою. Важливе значення має чергування праці і відпочинку, зміна одних форм роботи іншими. Питання, що відносяться до відповідальності за забезпечення охорони праці при роботі за комп'ютером регулюються законом «Про охорону праці». Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення охорони праці користувачів ПК є «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин» ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Відповідно до закону «Про охорону праці» на керівника підприємства покладається обов'язок забезпечити: безпеку працівників при експлуатації устаткування; застосування засобів індивідуального захисту працівників; відповідні вимоги охорони праці і відпочинку працівників; навчання безпечним методам і прийомам виконання робіт; інструктаж по охороні праці; організацію контролю за станом умов праці на робочих місцях; проведення атестації робочих місць за умовами праці; інформування працівників про умови і охорону праці на робочих місцях, існуючому ризику пошкодження здоров'я і компенсаціях, що вважаються їм, і засобах індивідуального захисту.

Перш ніж придбати комп'ютери, необхідно відповідним чином підготувати приміщення, де вони будуть встановлені.

Об'ємно-планувальні рішення приміщень для роботи мають відповідати вимогам.

Не допускається розташовувати робочі місця для роботи на комп'ютері в підвальних приміщеннях.

Площа на одне робоче місце для дорослих користувачів повинна бути не менше 6 квадратних метрів, а об'єм - не менше 20 кубічних метрів.

Для внутрішньої обробки приміщень повинні використовуватися дифузно-відображаючі матеріали з коефіцієнтом віддзеркалення від стелі – 0,7 – 0,8; для стін – 0,5 – 0,6; для підлоги – 0,3 – 0,5.

Приміщення для роботи на комп'ютерах повинні мати природне і штучне освітлення відповідно до ДСанПіН II-4-79.

Природне освітлення має здійснюватися через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ і північний схід, і забезпечувати коефіцієнт природної освітленості не нижче, ніж 1,5%.

Віконні отвори повинні бути обладнані регульованими жалюзі, завісами, зовнішніми козирками.

Поверхня підлоги в приміщеннях повинна бути рівною, без вибоїн, не слизького, зручного для очищення і вологого прибирання, мати антистатичні властивості.

Виробничі приміщення повинні обладнуватися: шафами для зберігання документів, магнітних дисків, полицями, стелажми, тумбами тощо, з урахуванням вимог до площі приміщень; аптечками першої медичної допомоги.

При робочих приміщеннях мають бути обладнані побутові приміщення для відпочинку під час роботи, кімната психологічного розвантаження. В кімнаті психологічного розвантаження слід передбачити встановлення пристроїв для приготування і роздачі тонізуючих напоїв, а також місця для занять фізичною культурою (ДСанПіН 2.09.04-87).

У приміщеннях слід щоденно робити вологе прибирання. Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища включають вимоги до параметрів мікроклімату, освітлення, шуму і вібрації, рівнів електромагнітного та іонізуючого випромінювання. У виробничих приміщеннях на робочих місцях мають забезпечуватись оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря (ГОСТ 12.1.005-88, СН 4088-86).

У приміщеннях, де експлуатуються комп'ютери, штучне освітлення повинне бути загальним і рівномірним. Проте якщо співробітники переважно працюють з документами, то допускається застосування комбінованого освітлення: окрім загального, встановлюються світильники місцевого

освітлення, які не повинні створювати відблисків на поверхні екрану і збільшувати його освітленість до 300 люкс.

Освітленість поверхні столу в зоні розміщення робочого документа повинна складати 300-500 люкс.

Джерела освітлення слід встановлювати так, щоб вони не засліплювали, при цьому яскравість поверхонь що світяться (вікна, світильники) і знаходяться в полі зору, повинна бути не більше 200 кандел на квадратний метр.

Для забезпечення нормованих значень освітленості в приміщеннях слід не рідше за два рази на рік чистити стекла, віконні рами і світильники і своєчасно замінювати лампи, що перегоріли.

Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам ДСанПін 3223-82.

Інтенсивність потоків інфрачервоного випромінювання має не перевищувати допустимих значень, відповідно до ДСанПін 3.3.6.042-99.

Інтенсивність потоків ультрафіолетового випромінювання не повинно перевищувати допустимих значень, відповідно до ДСанПін 4557-88.

5.2 Розрахунок загального освітлення

Для світлотехнічних розрахунків необхідно ознайомлення з характером зорової роботи і технологією виробництва.

Для розрахунку штучного освітлення використовують три методи:

- метод коефіцієнта використання світлового потоку;
- метод питомої потужності;
- точковий метод;

Для розрахунків загального рівномірного освітлення чистих приміщень застосовують метод коефіцієнта використання світлового потоку.

Світловий потік однієї лампи Φ визначаються за формулою:

$$\Phi = \frac{E_k * K_z * S * Z}{N * \mu},$$

де E_k - нормативне значення освітленості, лк;

K_z - коефіцієнт запасу ($K_z=1,3-1,8$);

S - площа приміщення, м²;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення ($z=1,1-1,15$);

N - кількість світильників;

μ - коефіцієнт використання світлового потоку.

За розрахунковими значеннями світлового потоку добирають найближчу стандартну лампу, потік якої може відрізнятись від розрахункового не більше як на 10-20%.

Кількість світильників залежить від параметрів приміщення:

$$N = N_d * N_{\text{ш}},$$

де $N_d = a/l$ - кількість світильників по довжині приміщення;

$N_{\text{ш}} = b/l$ - кількість світильників за шириною приміщення;

a і b - відповідно довжина і ширина приміщення, м;

l - відстань між світильниками, м.

Коефіцієнт μ визначається за таблицями залежно від типу світильника, коефіцієнтів відбиття $P_{\text{ст}}$ (стін), $P_{\text{с}}$ (стелі), $P_{\text{п}}$ (підлоги) та індексу приміщення i .

Індекс приміщення визначають за формулою:

$$i = \frac{a * b}{H_p(a + b)},$$

де a і b - довжина і ширина приміщення, м;

H_p - висота світильника над робочою поверхнею, м.

Підраховавши світловий потік лампи, визначають електричну потужність освітлювальної установки.

Метод питомої потужності є найпростішим світлотехнічним розрахунком, але через невисоку точність він використовується для наближених розрахунків. Цим методом визначають потужність кожної лампи $P_{\text{л}}$ Вт за формулою:

$$P_{\text{л}} = \frac{p \cdot S}{N},$$

де p - питома потужність, Вт/м²;

S - площа приміщення, м²;

N - кількість світильників у приміщенні.

Для визначення питомої потужності використовують таблиці Г.М. Кнорінга. За відсутності вказаних таблиць питому потужність p , Вт/м² можна визначити за формулою:

$$p = (0,15 \dots 0,25) E_k * K_z,$$

де 0,15...0,25 – коефіцієнти, з яких перший відповідає приміщенням з рівнем освітленості до 100лк, другий понад 100лк.

Точковий метод розрахунку використовується у разі проектування загального місцевого освітлення відкритих просторів і тих приміщень де стіни і стеля мають невисокий коефіцієнт відбиття.

На плані приміщення вибирають контрольну крапку з найменшою умовною освітленістю.

Освітленість $E_{\text{лк}}$ в цій точці визначають за формулою:

$$E = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha}{K \cdot H_p^2},$$

де I_{α} - сила світла в напрямку від джерела на задану точку, кд;

α - кут падіння світла в задану крапку, перпендикулярно до осі симетрії світильника.

H_p^2 - висота підвісу світильника над розрахунковою крапкою, м;

K - коефіцієнт запасу.

5.3 Розрахунок штучного освітлення

Оцінка існуючої системи штучного освітлення проводиться шляхом порівняння фактичної освітленості (E_f) виробничого приміщення з

нормативною освітленістю (E_n), необхідною для виконання зорової роботи в даному приміщенні.

Розрахунок E_f проводиться за формулою:

$$E_f = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (100 \cdot S \cdot z \cdot k_3),$$

$$E_f = (1000 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 0,69) / (100 \cdot 500 \cdot 1,1 \cdot 2,0) = 0,75$$

де Φ – світловий потік однієї лампи, лм;

N – кількість світильників в приміщенні, шт.;

n – кількість ламп в одному світильнику, шт.,

η – коефіцієнт використання світлового потоку, % (визначається в залежності від типів лампи і світильника, коефіцієнтів відбиття стін, стелі і від індексу приміщення);

S – площа приміщення, м²;

z – коефіцієнт мінімальної освітленості (для люмінесцентних ламп $z = 1,1$; для ламп розжарювання $z = 1,15$);

k_3 – коефіцієнт запасу.

Індекс приміщення розраховується за формулою:

$$i = (A \cdot B) / (H \cdot P \cdot (A + B)),$$

$$i = (20 \cdot 25) / (3 \cdot (20 + 25)) = 3,3$$

де A і B – довжина і ширина приміщення, м;

HP – висота від світильника до робочої поверхні, м.

Отримане значення робочого освітлення E_f порівняти з нормативним значенням E_n . Якщо $E_f < E_n$, необхідно вибрати лампу з більшим світловим потоком або збільшити кількість світильників і ламп.

При проектуванні системи штучного освітлення необхідно вибрати систему штучного освітлення (загальне рівномірне, загальне локалізоване або комбіноване) і з формули, розраховавши або підібравши інші складові цієї формули, визначити світловий потік однієї лампи.

5.4 Розробка ергономічного проекту робочого місця проектувальника

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

Робоче місце повинно бути зручним для роботи й ергономічно обґрунтованим. Нами визначено основні області роботи при яких місце розташування певних приладів буде оптимальним.

Монітор слід розмішувати на відстані 50-70 сантиметрів від ока працівника. Екран монітора повинен бути захищений від хвиль різної довжини й не має впливати на здоров'я людини. На екран не повинно падати пряме сонячне світло, монітор не повинен відсвічувати. Комп'ютер має бути розташований безпосередньо перед користувачем, що полегшить процес роботи.

Була обґрунтована модель робочого стола, що відповідає всім ергономічним показникам, вимогам до зонування робочої поверхні. Висота робочої поверхні столу дорівнює 725 міліметра. Простір для ніг висотою 700 міліметрів, шириною - 600 міліметрів, глибина на рівні колін - 680 міліметрів.

Конструкція робочого столу припускає забезпечення оптимального розміщення на робочій поверхні використовуваного устаткування з урахуванням його кількості і конструктивних особливостей.

Конструкція робочого стільця забезпечує підтримку раціональної робочої пози, дозволяє змінювати її з метою зниження статистичної напруги м'язів шийно-плечової області і спини для попередження стомлення.

Робочий стілець є підйомно-поворотним, його висота і кути нахилу сидіння і спинки, а також відстань спинки від переднього краю сидіння легко

регулюються і мають надійну фіксацію. Поверхня сидіння, спинки і інших елементів стільця є напівм'якою з нековзними і повітропроникним покриттям, що забезпечує легке очищення від забруднень.

Рекомендоване робоче місце інженера-технолога показане на рисунку 5.1-5.2.



Рисунок 5.1 – Робоче місце інженера-технолога



Рисунок 5.2 – Робоче місце інженера-технолога

Висновки по п'ятому розділу

Охорона праці є важливим фактором покращення роботоспроможності працівників, сприяє підвищенню ефективності виробництва. В даному розділі розроблено рекомендовані вимоги до безпеки життєдіяльності в технологічному бюро. При розробці даних вимог були враховані: вплив несприятливих факторів (недостатнє освітлення, електромагнітне випромінювання, надлишок теплоти); план приміщення; закон «Про охорону праці», «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) електронно-обчислювальних машин» (ДСанПіН 3.3.2.007-98).

В зв'язку із цим було розроблено схему розташування робочих місць в технологічному відділі, розроблено робоче місце інженера-програміста. При розробці робочого місця інженера-програміста дотримувалися всі норми та стандарти по ергономіці та безпеці життєдіяльності.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

6.1 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:

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

$$T_{\text{ум}} = 270,37 + 39 + 37 = 346,37 \text{ хв.}$$

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

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

$T_{\text{дод}}$ – додатковий час.

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

$$T_{\text{доп}} = \sum_{i=1}^i t_{\text{уст}} + \sum_{i=1}^i t_{\text{пер}} = 39 \text{ хв.}$$

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.

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

$$T_{\partial\partial\partial} = \frac{7}{100} \cdot (491 + 39) = 37 \text{ хв.}$$

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

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.

$$T_{\text{шт}}^e = (386 - 346,37) \times 69 = 2734,47 \text{ хв} = 45,57 \text{ н/год}$$

6.2 Техніко-економічні показники

6.2.1 Коефіцієнт використання матеріалу

$$\eta_m = \frac{\sigma_d}{\sigma_3},$$

де: σ_d , σ_3 - 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:

$$\eta_{\text{м.існ.}} = \frac{5}{9} = 0,56$$

$$\eta_{\text{м.мод.}} = \frac{2,5}{7} = 0,36$$

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

6.2.2 Коефіцієнт використання верстата по потужності

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

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

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

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

$$\eta = \frac{5,508}{0,85 \cdot 8} = 0,81$$

6.2.3 Коефіцієнт використання верстата за часом

$$\eta_q = \sum \frac{T_o}{T_{\text{ум.}}},$$

$$\eta_q = \frac{458,2}{586,785} = 0,78$$

6.2.4 Собівартість механічної обробки деталі

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

де H – відсоток накладних витрат;

S – заробітна плата робітника;

$H = 1400 \%$.

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

де S_i - годинна тарифна ставка робітника 1 розряду;

$S_i = 10,0$ грн;

K - тарифний коефіцієнт (вибирається по таблиці 3).

$$S = 10 \cdot 1,5 \cdot \frac{690}{60} = 172,5 \text{ грн.}$$

$$C = 172,5 \cdot \left(1 + \frac{1200}{100}\right) = 2242,5 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1 - Діючі тарифні коефіцієнти для верстатників з погодинною оплатою

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

6.3 Розрахунок економічної ефективності

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

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

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

A_2 – річна програма випуску продукції, складає 69 шт;

C_1 - виробнича собівартість надається підприємством та дорівнює 2558 грн.

$$E_{\text{річ}} = (2538 - 2242) \times 69 = 20424 \text{ грн.}$$

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 346,37 хв, а річна економія становить 45,57 норма годин, крім того надасть нам економію 39,23 хв. на одній деталі.

Впровадження нової технології є обґрунтованим, тому що собівартість зменшиться від 2558 грн. до 2242 грн. За рік економія грошових засобів складе 20424 грн. Зменшення собівартості відбудеться за рахунок скорочення часу обробки деталі та як наслідок зниження затрат на електроенергію.

ВИСНОВКИ

У ході виконання дипломного проекту був проведений аналіз підприємства ТОВ «Продмаш», на його основі були зроблені висновки: покращення якісних показників підприємства у виробництві можна з допомогою побудови систем автоматизованого проектування та розробки локальної мережі.

Було визначено шість етапів життєвого циклу деталі плита матриці. При розробці САПР деталі «Плита» рекомендується розробляти модель життєвого циклу виробу, яка представляє собою графічну структуру, що складається з докладного опису процесів на всіх етапах життєвого циклу продукції на основі системи стандартів, яка в свою чергу є початком створення системи CALS-технології на підприємстві ТОВ «Продмаш».

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

В роботі використовувались наступні програмні продукти: ВЕРТИКАЛЬ-Технологія, SolidWorks, PowerMill, CosmosWorks, Delphi. Ці програми обиралися за методом ієрархій та методом «Дельфі» і мають хорошу інтегрованість між собою та зручні в використанні і повністю підходять для виконання задач, поставлених в дипломному проекті. Створена 3D модель деталі «Плита», 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.

В роботі пропонується розрахувати деталь на міцність в програмі «COSMOSWorks», 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 програмі «ВЕРТИКАЛЬ-технологія», 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 SolidWorks.

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 SolidWorks, 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 PowerMill, для цього були використані тривимірна модель та заготовка деталі «Плита». Обрані стратегії для обробки даної деталі є оптимальними.

Було спроектовано технологічне устаткування з урахуванням моделі верстату на яке буде встановлюватися заготовка блок, яка обробляється під деталь «Плита».

Згідно норм функціонального взаємозв'язку в системі людина-машина (СЛМ) нами проаналізовано робоче місце верстатника за панеллю керування на підприємстві з урахуванням психо-фізіологічних можливостей, раціонального конструкторського рішення панелі керування, була проведена перевірка на відблиски, розроблений кут нахилу панелі керування відповідно до положення людини. Нами пропонується створення оптимального санітарно-гігієнічного режиму на робочому місці.

Основною вимогою розробки дипломного проекту 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 346,37 хв. Економія норми часу за рік складає 45,55 год.

Також був проведений розрахунок річної економії від впровадження нового технологічного процесу виробництва деталі. Собівартість механічної обробки складає 2242 грн. За рік економія грошових засобів складе 20424 грн.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Локтев А.Д. Общемашиностроительные нормативы режимов резания [Електроний ресурс]. Режим доступу: <http://techno-mash.ru/library/loctev1.pdf>
2. Гранін В. Ю. Базис інженерних знань в автоматизованому проектуванні. Харків, ХАИ, 2005.
3. Норенков І.П. Системи автоматизованого проектування. Ча. 1-9 (Серія навчальних посібників) К., Вища школа, 2018р. 367с.
4. Петренко А. Й., Семенов О. Й. Основи побудови систем автоматизованого проектування. К. Вища школа, 2016р. 209с.
5. Михайленко В.Є., Найдис В.М., Підкоритов А.М., Скидан І.А. Інженерна та комп'ютерна графіка / К., ВШ, 2000р.
6. Щербина В.М. Інженерна та комп'ютерна графіка. Частина 1. Навч. посібник [В.М. Щербина, О.Є. Мацулевич, Є.А. Гавриленко, Ю.В. Холодняк, О.В. Івженко, І.В. Пихтєєва, О.О. Вершков, С.В. Галько, А.П. Чаплінський / Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. – Мелітополь, ТДАТУ. 2020.-238с.
7. Бедрій Я.І. – Безпека життєдіяльності. К.: Кондор, 2004.
8. ГОСТ 7721-89. Источники света для измерений цвета.
9. ДСТУ 2925-94. Якість продукції. Оцінювання якості
10. Калашников В.В. – Сложные системы и методы их анализа. Знание, 1980
11. Лекції з дисципліни «Основи автоматизованого проєктування виробів та технологій», Дмитрієв Ю. О. 2010
12. Наукова бібліотека ТДАТУ <http://www.tsatu.edu.ua/biblioteka/>.
13. Джерела інтернету:
www.ascon.kiev.ua
www.autodesk.com
www.cad.com
www.delcam.edu.ua
www.sapr.ua
www.vertical.ascon.com.ua

ДОДАТКИ