

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

доц.  Олександр ВЕРШКОВ
« 14 » червня 2024 р.

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

на тему: «Технічна підготовка виробництва деталі «Плита ФВ6 8Г39-
Ц0101-27Н» в системі автоматизованого проектування з розробкою
комплекту технічної документації»

17 ПМД. 8998923.06.24/000000 ПЗ

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



Владислав КАПЛІЙ

(підпис)

Керівник доц.  Євген ГАВРИЛЕНКО

(підпис)

Консультант доц.  Михайло ЗОРЯ

(підпис)

Консультант доц.  Лариса БОЛТЯНСЬКА

(підпис)

Нормоконтроль доц.  Олександр МАЦУЛЕВИЧ

(підпис)

Рецензент  Петро ЯБЛОНСЬКИЙ

(підпис)

Запоріжжя - 2024 рік

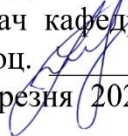
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Факультет: МТ

Кафедра: ІМКП

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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ІМКП
к.т.н, доц.  Олександр ВЕРШКОВ
«20» березня 2024р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА
Каплія Владислава Юрійовича
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема кваліфікаційної роботи: «Технічна підготовка виробництва деталі «Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н» в системі автоматизованого проектування з розробкою комплексу технічної документації», затверджена наказом по університету від 18 березня 2024 року за № 157-С.

1. Термін здачі студентом закінченого проекту: 16 червня 2024 року.
2. Вихідні дані до проекту (роботи): завдання на розробку кваліфікаційної роботи.
3. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): провести обстеження підприємства у відповідності до ТЗ, створити комплект технологічної документації, вибрати програмне забезпечення для підвищення автоматизації проектних процедур, розробити робоче місце інженера-технолога, визначити економічні показники ефективності ТП.
4. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):
 - 4.1 Креслення деталі, 3d модель
 - 4.2 Розрахунок деталі на міцність
 - 4.3 Розробка технологічного процесу
 - 4.4 Розробка керуючої програми для верстата з ЧПК
 - 4.5 Проект робочого місця технолога-програміста
 - 4.6 Економічні показники ефективності впровадження вдосконаленого технологічного процесу

5. Консультанти по проекту, із зазначенням розділів проекту, що стосуються їх:				
Консультант	Підпис, дата			
	Завдання видав		Завдання виконав	
Зоря М.В.		22.05.2024		31.05.2024
Болтянська Л.О.		05.06.2024		09.06.2024
<p>Керівник  Євген ГАВРИЛЕНКО (підпис)</p> <p>Завдання прийняв до виконання  Владислав КАПЛІЙ</p>				
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН				
Пор. №	Назва станів дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка	
1	Передпроектне обстеження підприємства ПАТ «Мелком»	08.05-10.05	виконано	
2	Перевірка деталі Плита ФВ6 на міцність	11.05-12.05	виконано	
3	Розробка технологічного процесу	15.05-19.05	виконано	
4	Розробка керуючої програми	22.05-26.05	виконано	
5	Розробка робочого місця технолога з урахуванням ергономічних показників	29.05-31.05	виконано	
6	Розробка питань з охорони праці	05.06-09.06	виконано	
7	Техніко-економічна оцінка рішень проекту	12.06-16.06	виконано	
8	Оформлення проекту в цілому	12.06-16.06	виконано	
9	Підпис проекту у консультантів і нормоконтроля	12.06-16.06	виконано	
<p>Студент-дипломник  Владислав КАПЛІЙ (підпис)</p> <p>Керівник проекту  Євген ГАВРИЛЕНКО (підпис)</p>				

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота представлена у вигляді розрахунково-пояснювальної записки обсягом 72 сторінок друкованого тексту формату А4 (210×297) та 7 аркушів креслярсько-графічних робіт формату А1 (341×594), містить 4 розділа, 30 рисунків, 6 таблиць та додатки, список використаної літератури кількістю 15 найменувань.

Об'єкт дослідження – система технологічної підготовки виробництва підприємства «Мелком».

Мета роботи – створення комплекта технічної документації для використання на виробництві ПРАТ «Мелком» деталі «Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н» після деокупації міста Мелітополь.

В першому розділі проводиться обстеження і аналіз підприємства.

У другому розділі проводяться дослідження Плити ФВ6 на мінімальний коефіцієнт запасу міцності, удосконалити її конструкцію, розробити технологічний процес, створити керуючу програму обробки деталі «Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н» на верстаті з ЧПК..







У третьому розділі вирішуються питання охорони праці при впровадженні нового технологічного процесу, та розробляється робоче місце інженера-програміста

У четвертому розділі визначається оцінка економічної ефективності виготовлення деталі.

Ключові слова: технічне завдання, програмне забезпечення, система автоматизованого проектування, керуюча програма, приватне акціонерне товариство, верстати ЧПК, числове програмне керування, автоматизована система, технологічний процес, коефіцієнт запасу міцності, робоче місце, конструктор, економічна ефективність.

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ТЗ	технічне завдання;
ПРАТ	приватне акціонерне товариство;
ТП	технологічний процес;
ЧПК	числове програмне керування;
ПВ	підготовка виробництва;
ТПВ	технологічна підготовка виробництва;
САПР	система автоматизованого виробництва;
ЕОМ	електронна обчислювальна машина;
ВГТ	відділ головного технолога;
ВГК	відділ головного конструктора;
ЄСКД	єдина система конструкторської документації;
КПВ	конструкторська підготовка виробництва;
МАІ	метод аналізу ієрархій;
КТЕ	конструкторсько-технологічні елементи;
ГДК	гранично допустима концентрація;
CAD	Computer Aided Design;
CAE	Computer Aided Engineering;
CAM	Computer Aided Manufacturing;
PDM	Product Data Management.

№ рядка	формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Номер листа	Примітки
1	A4	17 ПМД. 8998923.06.24/000000 ПЗ	Розрахунково-пояснювальна			
2			записка			
3	A1	17 ПМД. 8998923.06.24/010 000	Тема, мета та задачі			
4			кваліфікаційної роботи	1	1	
5	A1	17 ПМД. 8998923.06.24/210 000	«Плита ФВ6			
6			8Г39-Ц0101-27Н»	1	2	
7	A1	17 ПМД. 8998923.06.24/220 000	Дослідження міцнісних			
8			характеристик деталі	1	3	
9	A1	17 ПМД. 8998923.06.24/230 000	Розробка вдосконаленого			
10			технологічного процесу			
			обробки деталі «Плита ФВ6»	1	4	
11	A1	17 ПМД. 8998923.06.24/240 000	Керуюча програма для			
12			обробки деталі «Плита ФВ6»	1	5	
13	A1	17 ПМД. 8998923.06.24/310 000	Проект робочого місця			
14			технолога-програміста	1	6	
15	A1	17 ПМД. 8998923.06.24/410 000	Розрахунок економічної			
16			ефективності проекту	1	7	
17						
18						
19						
20						
21						
22						
				17 ПМД.8999036.06.24/000 000		
Зм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
Розроб.		Каплій В.Ю.		14.06	Літ	Лист
Перевір.		Гавриленко Є.А.		14.06		1
Консул.		Зоря М.В.		14.06		1
Консул.		Болтянська Л.В.		14.06	ТДАТУ, 2024	
Н.контр.		Мацулевич О.Є.		14.06		
Затв.		Вершков О.О.		14.06		
					Технічна підготовка виробництва деталі «Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н» в системі автоматизованого проектування з розробкою комплексу технічної документації	

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЗАВОДУ ПРАТ «МЕЛКОМ» (м. Мелітополь).....	12
1.1 Загальні відомості про підприємство	12
1.2 Характеристика продукції та ливарного виробництва.....	14
1.2.1 Продукція.....	14
1.2.2 Ливарне виробництво.....	14
1.3 Характеристика програмного забезпечення ПРАТ «Мелком»	16
1.4 Характеристика технічного забезпечення ПРАТ «Мелком»	17
1.5 Інформаційні потоки в технічних службах.....	18
Висновки до першого розділу	20
РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ	21
2.1 Аналіз існуючої конструкції.....	21
2.1.1 Розрахунок деталі на міцність в COSMOSWorks	21
2.1.2 Застосування матеріалу.....	22
2.1.3 Завдання обмежень.....	23
2.1.4 Застосування навантаження.....	24
2.1.5 Виконання розрахунку	25
2.1.6 Аналіз результатів розрахунку	26
2.1.7 Результати розрахунку	27
2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виробництва деталі Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н	29
2.2.1 Вибір верстата з ЧПК	32
2.3 Розробка технічного процесу обробки деталі в програмному продукті Solidworks CAM	37
2.4 Розробка керуючої програми обробки деталі в програмному продукті PowerMill	40
Висновки до другого розділу.....	45
РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	46
3.1 Безпека життєдіяльності	46
3.2 Розробка ергономічного проекту робочого місця технолога-програміста	49

3.2.1 Вибір кольорів приміщення	56
Висновки до третього розділу	58
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	59
4.1 Розрахунок економічної ефективності проекту	59
Висновки до четвертого розділу	67
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	70
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

На сьогоднішній день українське виробництво знаходиться у складній ситуації з багатьма викликами та перешкодами. Терористична агресія Росії, окупація півдня та сходу України, а також пандемія COVID-19 спричинили значні труднощі для бізнесу та промисловості. Незважаючи на це, українські промислові виробництва продовжують шукати шляхи для розвитку та модернізації. Швидкий прогрес у науці спричинює швидкий розвиток передових технологій та їх впровадження у виробництво. Важливою частиною перетворення наукових ідей на реальність є проектно-конструкторська та технологічна підготовка виробництва.

Конструкторська підготовка виробництва на підприємстві є першою стадією підсистеми технічної підготовки. На ній складається технічне та економічне обґрунтування доцільності виробництва нового або модернізованого виробу; розробляється ескізний проект, який дає загальне уявлення про технічні особливості (будову і принцип роботи) нового чи вдосконаленого продукту.

Завершальним етапом першої стадії виробництва підсистеми технічної підготовки є розробка технічного проекту та робочої документації.

Слід зазначити, що розробка технічного проекту тісно пов'язана з рівнем технічного забезпечення підприємства. Дуже часто схожі завдання можна вирішити різними по підходу технологічними прийомами.

Технологічна підготовка займається розробкою нових (чи модернізацією та адаптацією існуючих) технологічних процесів, необхідних для виконання поставлених задач у процесі виробництва заданої продукції.

Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) поділяється за системністю підходу виробництва конкретного виду продукції (новий цикл виробництва, локалізованість чи інтегрованість техпроцесу у загальній

системі виробництва), і залежить від масштабу і характеру роботи підприємства.

ТПВ вирішує дуже широкий спектр завдань, які прямо чи ні впливають на ефективність виробництва-планування розміщення необхідного устаткування і обладнання, планування взаємопов'язаних технологічних процесів, планування допоміжного виробництва, ефективне використання матеріальних, енергетичних, людських ресурсів.

Таким чином для успішного впровадження наукових ідей у виробництво, створення нових конкурентоспроможних зразків продукції необхідна серйозна конструкторсько-технологічна підготовка виробництва. Вона являється дуже важливим ланцюгом у загальній системі виробництва і при правильній організації відіграє вирішальну роль у створенні нових видів продукції, просуванні науково-технічного прогресу.

Метою даної кваліфікаційної роботи є створення комплекта технічної документації для використання на виробництві ПРАТ «Мелком» деталі «Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н» після деокупації міста Мелітополь.

Об'єкт дослідження – система технологічної підготовки виробництва підприємства «Мелком».

Предметом дослідження є комплект технічної документації.

Метод дослідження – аналіз технічної підготовки виробництва деталі на підприємстві «Мелком» та його удосконалення.

Новизна отриманих результатів полягає в наступному: удосконалено комплект технічної документації, технологічний процес, та створено керуючу програму на верстат з ЧПК.

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

Для досягнення поставлених цілей в роботі вирішуються наступні задачі:

– аналіз існуючої на підприємстві системи технічної підготовки виробництва деталі «Плита ФВ6»;

- аналіз існуючої конструкції деталі «Плита ФВ6»;
- розробка нової конструкції деталі «Плита ФВ6»;
- аналіз існуючого технологічного процесу на виготовлення деталі «Плита ФВ6»;
- розробка технологічного процесу обробки деталі «Плита ФВ6» із застосуванням Solidworks CAM;
- розробка керуючої програми обробки деталі із застосуванням PowerMill;
- розробка ергономічного проекту розташування робочих місць у приміщенні технолога-програміста з відображенням питань безпеки життєдіяльності;
- розрахунок економічної ефективності впровадження удосконаленого технологічного процесу.

Таким чином результати даної кваліфікаційної роботи мають на меті стати важливим внеском в удосконалення технологічного процесу розробки деталі «Плита ФВ6» зі стратегіями економічного відновлення та стійкого розвитку українського виробництва.

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ЗАВОДУ ПРАТ «МЕЛКОМ» (м. Мелітополь)

1.1 Загальні відомості про підприємство

Приватне акціонерне товариство (ПРАТ) «Мелком» – провідне підприємство України в області компресоробудування.

Завод заснований в 1930 році і спеціалізується на виробництві газодувок, компресорів низького та високого тиску. Також однією з основних частин його прибутку є ливарне виробництво.

Машина з маркою Мелітопольського компресорного заводу використовувалися в запуску космічного корабля з Юрієм Гагаріним на борту, забезпечували перший кругосвітній похід атомного підводного човна «Ленінський комсомолец», а також роботу атомоходів «Ленін» і «Арктика».

Продукція підприємства відома і зарекомендувала себе в багатьох країнах світу. ПРАТ «Мелком» має багаторічний досвід постачань устаткування в більш ніж 40 країн, серед яких Німеччина, Великобританія, Італія, Голландія, Португалія, Греція, Фінляндія, Чехія, Угорщина, Китай, Індія, Індонезія, Куба і інші країни.

До теперішнього часу в багатьох механізмах експлуатується велика кількість компресорів КСЕ-5, КСЕ-5М. Це найпоширеніші компресори загальнопромислового призначення, що випускалися підприємством в останні 50 років.

В результаті узагальнення відгуків споживачів інженерним центром заводу протягом 2001 – 2003 років розроблені компресори 4ВУ1-5/9М82, 4ВУ1-7/11, 4ВУ0,6-8/3,5, в яких застосовано примусове мастило і сучасну мікропроцесорну систему автоматики, управління і захисту. У найкоротші терміни були виконані проектні роботи, виготовлені і випробувані дослідні

зразки, розроблена нормативно-технічна документація, проведені експлуатаційні випробування.

Процес вдосконалення продукції на ПРАТ «Мелком» відбувався безперервно. У 2003 р. розроблена спеціальна компресорна установка КР-25, призначена для нагнітання повітря, очищеного від вологи, масла і вуглеводнів, в балони апаратів автономного дихання до тиску 200 кгс/см² і для запуску дизельних установок, зокрема суднових. Компресорна установка використовується рятувальними підрозділами МНС, в підрозділах, обслуговуючих гідротехнічні споруди (причали, дамби, платформи, шлюзи, канали, греблі та інше), в проектах малих судів, для дайвінгу.

Для України актуальна проблема забруднення атмосфери газами, що створюють парниковий ефект. У лютому 2004 р. Україна ратифікувала Кьотський протокол, що обмежує для країн-учасників угоди, об'єми викиду в атмосферу парникових газів. У 2002 р. ПРАТ «Мелком», спільно з науково-виробничою інжиніринговою компанією «Зірка», м. Запоріжжя, розпочали роботи по компримированню парів нафтопродуктів в рамках проекту запобігання викиду парів нафтопродуктів в атмосферу на нафтопереробних заводах, нафтобазах, та автозаправних станціях.

Велика увага на підприємстві приділялася якості продукції. З 1996 р. на заводі працювала випробувальна лабораторія, акредитована на технічну компетентність в системі УКРСЕПРО в області компресорного устаткування, вакууму і запасних частин до них. Вся продукція підприємства проходила сертифікаційні випробування. Якість підтверджується сертифікатом відповідності вимогам безпеки УКРСЕПРО, що визнаються в країнах Європи.

Продукція, що поставляється для атомних електростанцій, сертифікована ДСТУ.

Про високу якість продукції підприємства свідчить його нагородження Знаком якості «Віща проба» Національної програми «Лідери

XXI сторіччя». Система управління якістю підприємства сертифікована по ISO9001:2000.

1.2 Характеристика продукції та ливарного виробництва

1.2.1 Продукція

- 1) Компресори поршневі: низького і середнього тиску, високого тиску.
- 2) Уніфіковані газозарядні станції.
- 3) Насоси, агрегати і вакуумні установки.
- 4) Газодувки і повітродувки: компресори роторні серії ВФ; газодувки ротаційних серій 1Г і Е21; компресори шестерні серії ЗАФ.

1.2.2 Ливарне виробництво

1 Спеціалізація ливарного виробництва підприємства: виробництво відливань з сірого і високоміцного чавунів для фреонових і повітряних компресорів, газодувок і вакууму, а також для гірничо-шахтного устаткування.

2 Структура ливарного виробництва підприємства:

- 1) Цех чавунного литва потужністю – 14000 тонн за рік.
- 2) Ділянка кольорового литва.
- 3) Ділянка литва в оболонкові форми.
- 4) Модельна ділянка.

Чавуноливарний цех спеціалізувався на випуску складних і особливо складних відливань з сірого чавуну, до яких пред'являються підвищені вимоги по герметичності (від 0,1 до 30 Мпа), чистоті внутрішніх, зовнішніх поверхонь і зносостійкості.

3 Основне технологічне устаткування:

3.1 Плавильне: індукційна тигельна піч ГЧТ-6/2,5 М1; водоохолоджуваючі вагранки закритого типу з вторинним дуттям (що підігрівається) і автономним розподілом його по рядах фурм, грануляцією шлаку.

3.2 Формувальне і стрижньове: формування здійснювалося на формувальних машинах, що струшуються, з вібропресуванням марки «Форомат-40», Німеччина. З розмірами в світлу 900x700x450/250 мм. Виготовлення стрижньових формувальних сумішей, диференційованих по властивостях і застосуванні, проводилися на високо механізованому комплексі з автоматизованим розподілом по бункерах.

3.3 Очисне: вибивка стрижнів – електрогідравлічні установки. Очищення – в галтувальних і дрібометних барабанах, камерах.

4 Типові відливання: поршні, циліндри, картери, корпуси, напівмуфти.

5 Виготовлення ливарного технологічного оснащення: опоки литі чавунні, опоки зварні, кокілі, прес-форми для виготовлення корпусних деталей компресорів.

6 Модельне виробництво: модельні комплекти з: деревини, алюмінієвих сплавів, чавуну, бронзи, гіпсу, пластмас.

7 Методи контролю якості: експрес-аналіз хімічного складу, хімічний аналіз, механічні випробування, визначення мікроструктури, рентгеноструктурна, перевірка на герметичність, перевірка на гідро щільність, колірна дефектоскопія, контроль розмірної точності, контроль температури заливки, контроль властивостей формувальних і стрижньових матеріалів.

8 Додаткові можливості: ґрунтовка, термічна та механічна обробки.

1.3 Характеристика програмного забезпечення ПРАТ «Мелком»

До програмного забезпечення відносяться документи з текстами програм, програми на машинних носіях інформації і експлуатаційні документи. Програмне забезпечення підрозділяється на загальносистемне і прикладне. Компонентами першого є операційна система (ОС), транслятори з алгоритмічних мов, емулятори, супервізори. Компонентами другого є програми і пакети прикладних програм, призначені для отримання проектних рішень.

На підприємстві ПРАТ «Мелком» до деокупації міста були встановлені наступні програмні продукти на робочих місцях інженерів-проектувальників, технологів та спеціалістів з розробки керуючих програм.

а) Загально системні:

Операційна система Windows 10:

- операційна система забезпечує захист даних, програм і ресурсів від несанкціонованого доступу.
- операційна система володіє здатністю автоматичної діагностики апаратних несправностей.

б) Прикладні:

На підприємстві ПРАТ «Мелком» на робочих місцях конструкторів встановлений програмний продукт Solidworks. Основне завдання, що вирішується системою – моделювання виробів з метою істотного скорочення періоду проектування і швидкого їх запуску у виробництво. Ці цілі досягаються завдяки можливостям програмного продукту:

- швидкого отримання конструкторської і технологічної документації, необхідної для випуску виробів (складальних креслень, специфікацій, деталювань);
- передачі геометрії в пакети розробки програм, для числового програмного керування (ЧПК);

– створення додаткових зображень виробів (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації).

На підприємстві у відділах технологів на робочих місцях використовувалася система автоматизованого проектування технологічних процесів в «Solidworks CAM»

Дана система є інтегрованим комплексом, який включає наступні підсистеми проектування технологій:

- механічної обробки;
- штампування;
- зварки;
- термообробки;
- покриттів;
- гальваніки;
- литва;
- розрахунку норм витрати матеріалів;
- розрахунку режимів обробки;
- нормування трудомісткості технологічних операцій;
- аналізу технологічних процесів (ТП).

1.4 Характеристика технічного забезпечення ПРАТ «Мелком»

До засобів технічного забезпечення відносяться пристрої організаційної і обчислювальної техніки, засоби передачі даних, вимірювальні та інші пристрої, що забезпечують функціонування відповідних автоматизованих підсистем.

Середня конфігурація персональних комп'ютерів на автоматизованих робочих місцях у відділі головного технолога (ВГТ) та відділі головного конструктора (ВГК) підприємства ПРАТ «Мелком»:

- процесор Pentium 3 з тактовою частотою 800...1000 МГц;
- оперативна пам'ять 512 Мб;

- графічний адаптер SVGA з відео пам'яттю 64 Мб;
- привід CD-ROM або DVD-ROM;
- об'єм жорсткого диска 50 Гб;
- маніпулятор «миша»;
- Монітор LG 18 дюймів.

1.5 Інформаційні потоки в технічних службах

На підприємстві ПРАТ «Мелком» випускають продукцію різносерійного виробництва. У зв'язку з цим доцільно використовувати для виготовлення таких деталей станки з ЧПК.

На підприємстві було встановлено 53 станка з ЧПК, це дозволяло виготовляти деталі зі складними криволінійними поверхнями з високою точністю. Вони поділялися на:

- верстати токарної моделі:
 - 16К20Ф3С32;
 - 16К30Ф3;
 - 16Б16Ф3;
 - 1В340Ф30.
- фрезерувальна група:
 - 6Р13Ф3;
 - 2Р135Ф2;
 - 2206ВНФ4.

ВГК проводив науково-дослідницькі і дослідно-конструкторські роботи, розробляв повний комплект конструкторської документації і передав його у відділ головного технолога, а також документацію на технологічну підготовку виробництва і передав її в відділ зовнішньої комплектації для замовлення комплектуючих виробів.

У ВГТ розроблялися процеси на виготовлення деталей і вузлів виробу, а також видавалися технічні завдання (ТЗ) на проектування установлюючих пристосувань, спеціальних ріжучих та вимірювальних інструментів і інших засобів технологічного оснащення і передавалися в інструментальний цех на виготовлення.

ВГТ розробляв норми матеріалу і передавав їх у відділ матеріально-технічного постачання. Також проектував технічне завдання на проектування оснащення і направляв його в конструкторське бюро ВГТ, яке готувало креслення оснащення спеціального ріжучого і вимірювального інструменту і передавав їх в інструментальний цех. З ВГТ відправлявся спроектований ТП у відділ технічного контролю, також писалися програми, що управляють, які видавалися у виробничі цехи. У той же час відділ головного технолога розробляв ТЗ на ливарні вироби, які передавалися у відділ головного металурга, з якого ТЗ прямувало в конструкторське бюро відділу головного металурга, а ТП – в ливарні цехи для подальшого процесу.

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

Висновки до першого розділу

Підприємство ПРАТ «Мелком» спеціалізувалося на ливарному виробництві і випускало різносерійну та різноманітну продукцію:

- компресори поршневі: низького і середнього тиску, високого тиску;
- уніфіковані газозарядні станції;
- насоси, агрегати і установки вакуумні;
- газодувки і повітродувки: компресори роторні серії ВФ; газодувки ротаційних серій 1Г і Е21; компресори шестерні серії ЗАФ.

Підприємство було оснащено таким устаткуванням: плавильним, формувальним, стрижньовим, очисним та верстатами з ЧПК.

Виробництво документації на підприємстві було автоматизоване, робочі місця конструкторів, технологів та програмістів оснащені всіма потрібними програмними продуктами.

Після проведення передпроектного обстеження підприємства ПРАТ «Мелком» можна зробити такі висновки для покращення роботи виробництва:

- забезпечити роботу всіх інформаційних служб в єдиному просторі, з перспективою, щоб підсистема була у загальному інформаційному просторі підприємства;
- необхідно, щоб підсистеми на підприємстві були інформаційно-організованими, це забезпечить паралельне проектування конструкторської та технологічної документації (в результаті зменшиться терміни технологічної підготовки виробництва і відповідно підвищиться конкурентний рівень продукції).

РОЗДІЛ 2 ТЕХНІЧНА ПІДГОТОВКА ВИРОБНИЦТВА ДЕТАЛІ

2.1 Аналіз існуючої конструкції

Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н є елементом складання двох циліндрового компресору ВК 25, який застосовується у промислових холодильних установках. Плита встановлюється на блоці циліндрів компресора і прикріплюється до нього за допомогою тринадцяти болтів та двох направляючих шпильок. Зверху плити встановлюється головка блоку циліндрів, у плиті встановлені чотири клапана, які служать для створення тиску в магістралі. У процесі роботи клапани і вифрезеровані на плиті сідла клапанів піддаються інтенсивному спрацюванню. Плита ФВ6 виготовлена згідно технічних умов зі Сталі 45 ДСТУ 7809. Оскільки найбільше навантаження на деталі несуть сідла клапанів, проведемо дослідження на коефіцієнт запасу міцності у програмному пакеті COSMOSWorks.

2.1.1 Розрахунок деталі на міцність в COSMOSWorks

Завантажуємо деталь і починаємо задавати вихідні дані для розрахунку. Починаємо вправо, вибравши команду COSMOSWorks Вправа. З'явиться діалогове вікно Вправа, у якому можна задавати будь-яку кількість розрахунків з однієї й тією же деталлю. Це буває корисно при оптимізації конструкції деталі й призначенні різних навантажень і обмежень. Подвійним щигликом миші активізуємо перший рядок стовпця Ім'я вправи й задаємо його ім'я Плита ФВ6. Тепер перейдемо у наступний стовпець Тип аналізу й у меню, що випадає, вибираємо Статичний. Аналогічним образом у стовпці Тип сітки вибираємо Сітка на твердому тілі (рисунок 1.1).

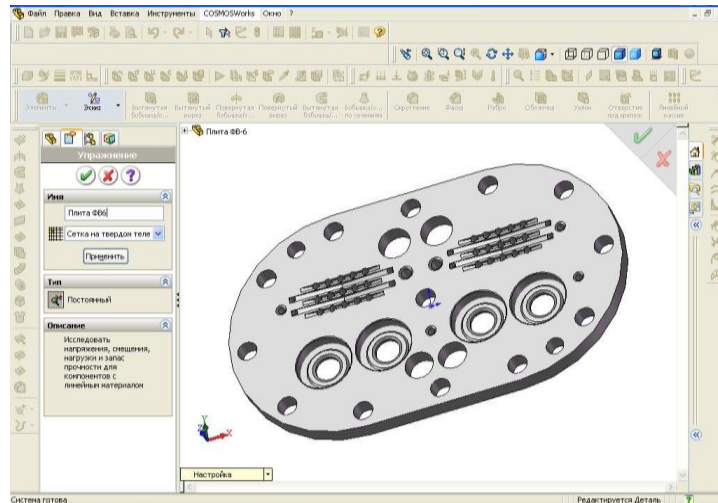


Рисунок 2.1 – Постановка задачі

Натискаємо кнопку ОК і в Менеджері COSMOSWorks з'являються нові елементи. (рисунок 2.2)

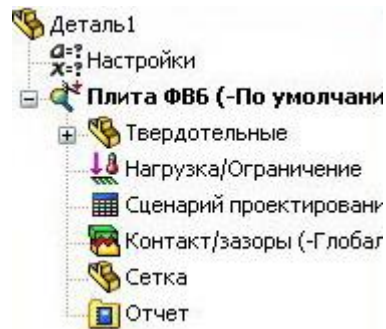


Рисунок 2.2 – Нові елементи

2.1.2 Застосування матеріалу

Встановимо курсор в Менеджері COSMOSWorks на твердотільний елемент Плита ФВ6 і клацаємо правою кнопкою. У контекстному меню, вибираємо Застосувати/редагувати матеріал.

Тут же відкривається діалогове вікно Матеріал. У цьому вікні вибираємо матеріал. Використовуємо матеріал з бази SolidWorks і

встановлюємо перемикач Вибрати джерело матеріалу в позицію Бібліотечні файли, а у вікні База матеріалів виберемо базу SolidWorks solidworks materials. Нижче у вікні Матеріал вибираємо Просту вуглецьову сталь. (рисунок 2.3)

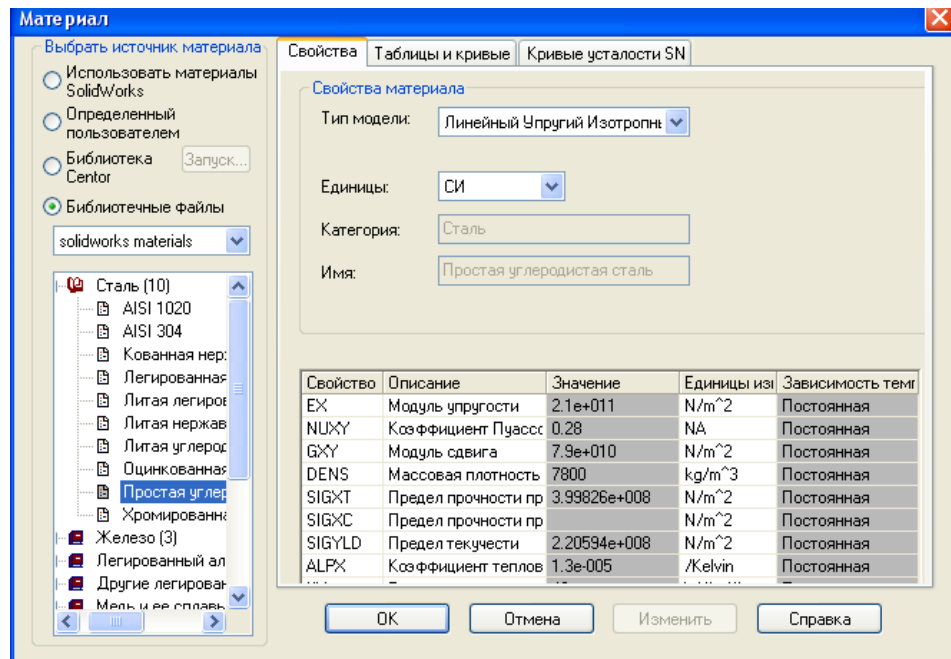


Рисунок 2.3 – Вибір матеріалу

2.1.3 Завдання обмежень

Встановимо курсор миші на елементі Навантаження/Обмеження в дереві Менеджера. У контекстному меню, що з'явився вибираємо пункт Обмеження або просто натискаємо кнопку Обмеження. Установлюємо тип обмеження Зафіксований. Вибираємо нижню грань для фіксації деталі. (рисунок 2.4)

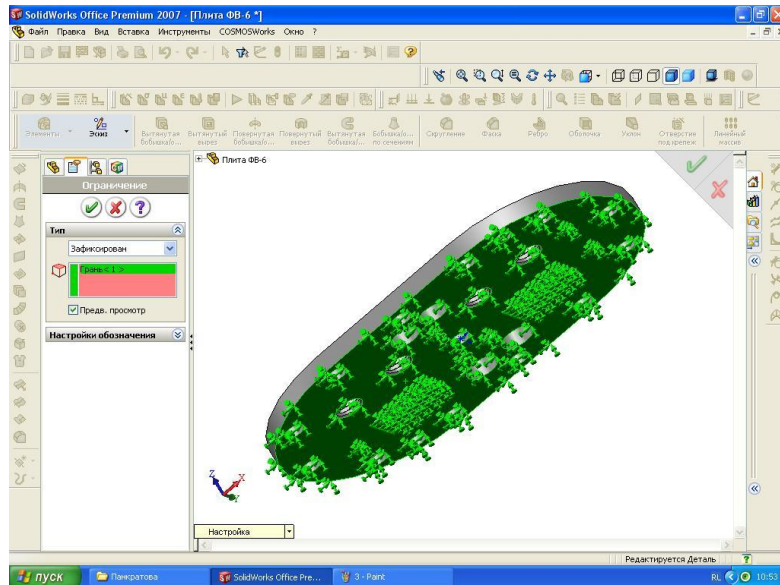


Рисунок 4 – Завдання обмеження

2.1.4 Застосування навантаження

Розгорнемо деталь навколо вертикальної осі на 180° . Знову клацаємо правою кнопкою миші на елементі Навантаження/Обмеження в дереві Менеджера. У контекстному меню, що з'явився, вибираємо пункт Сила або просто натискаємо кнопку – Сила (рисунок 2.5). Цей пункт призначений для завдання нормальної сили. Відразу з'явиться діалогове вікно Сила. Вибираємо площину, що має отвір під сідла клапанів, і задаємо нормальну силу 60 000 Н (розмірність Н). Натискаємо кнопку ОК.

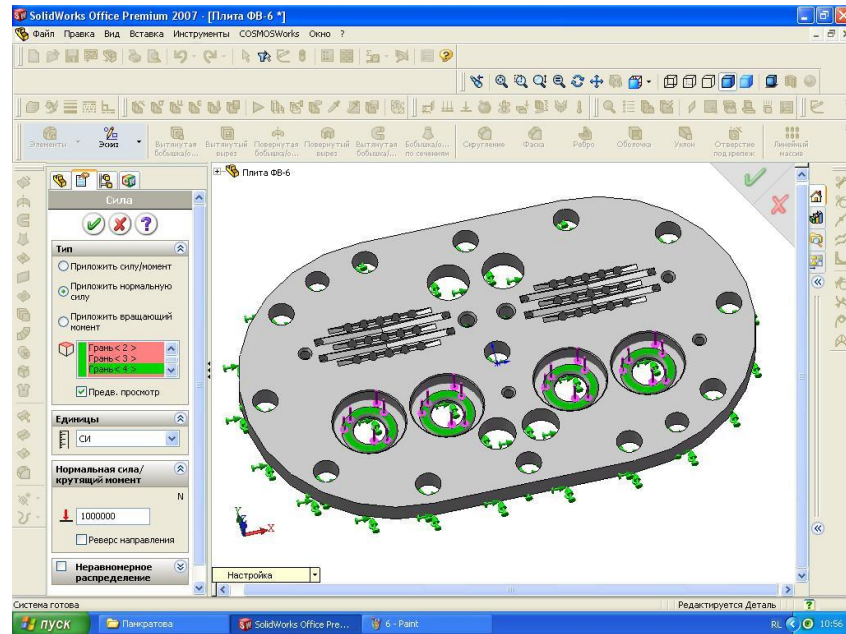


Рисунок 2.5 – Застосування сили

2.1.5 Виконання розрахунку

Проведемо розрахунок на міцність. Для запуску розрахунку вибираємо команду COSMOSWorks/Виконати або просто натискаємо кнопку – Виконати. Почнеться процес розрахунку на міцність.

На початку процесу відбувається розбивка деталі на кінцеві елементи – побудова сітки, про що свідчить поява інформаційного вікна Процедура створення сітки. Далі в роботу вступає решатель, який і проводить розрахунок на міцність.

По закінченні розрахунку програма видасть повідомлення «Статистичний аналіз. Завершено» і запропонує натиснути кнопку ОК. Розрахунок проведений.

2.1.6 Аналіз результатів розрахунку

По закінченні розрахунку в дереві Менеджера COSMOSWorks з'явилися додаткові елементи, що ставляться до результатів розрахунку. (рисунок 2.6)

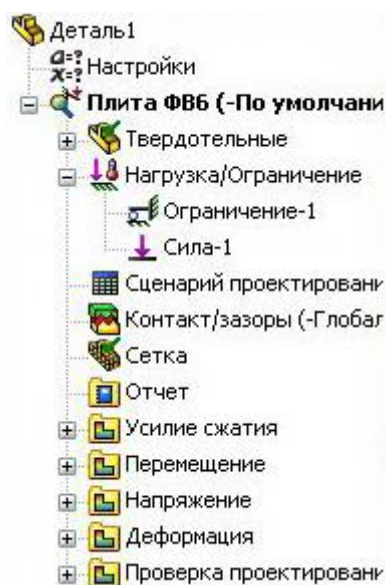


Рисунок 2.6 – Додаткові елементи

Елемент дерева Звіт дозволяє одержати повний звіт про розрахунок на міцність деталі у вигляді HTML-файлу. Звіт можна одержати, нажавши кнопку – Звіт у панелі Інструменти результатів COSMOSWorks. Цей файл можна помістити на Web-сторінку або послати по електронній пошті.

Елемент Напруга дозволяє проаналізувати розподіл напруг по деталі. Червоною стрілкою на шкалі напруг зазначена Границя плинності матеріалу. Червоними кольорами відображається більше напружений стан матеріалу, синім – менш напружене.

Елемент Переміщення дозволяє проаналізувати переміщення точок деталі від вихідного стану. Червоними кольорами на шкалі відображаються найбільші переміщення деталі від вихідного стану, синім – найменші.

Елемент Перевірка проектування дозволяє проаналізувати розподіл запасів міцності в кожній точці деталі. Синіми кольорами на шкалі й деталі відображаються крапки з найбільшим запасом міцності, червоним – з найменшим. По розцвіченню деталі можна судити, витримає вона прикладені навантаження чи ні.

Тепер зберігаємо результати розрахунку, нажавши кнопку Зберегти.

2.1.7 Результати розрахунку

Після проведених досліджень встановили, що мінімальний коефіцієнт запасу міцності сідел клапанів існуючої деталі дорівнюється 1,1 – це означає що деталь може зруйнуватися при застосуванні сили в 60 000 Н. (рисунок 2.7)

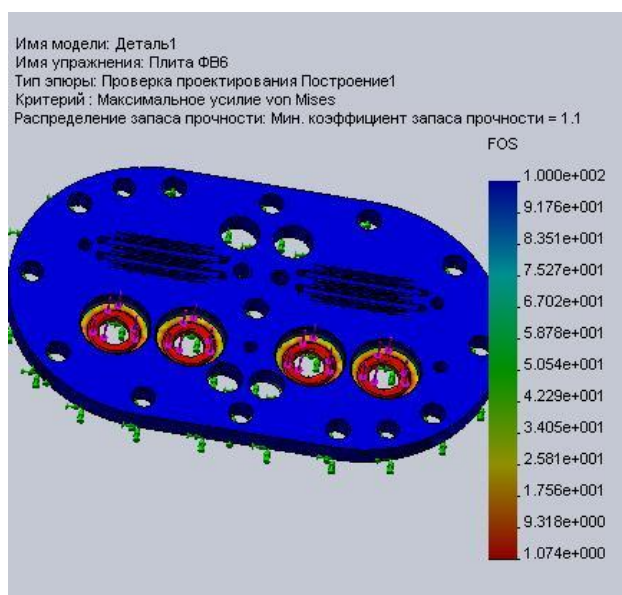


Рисунок 2.7 – Результати перевірки проектування існуючої деталі

Для збільшення строку служби пропонуємо збільшити коефіцієнт запасу міцності шляхом зміни конструкції сідел. Для цього рекомендуємо виготовити сидла на 1 мм ширше ніж у існуючої конструкції, зробити трішки

більше скруглення а також замінити просту вуглецьову сталь на леговану – це збільшить строк служби.

Далі проводимо дослідження на міцність Плити ФВ6 зі зміненою конструкцією. При цьому знову задаємо нормальну силу 60 000 Н.

У результаті досліджень отримали мінімальний коефіцієнт запасу міцності який дорівнює 1,8. (рисунок 2.8)

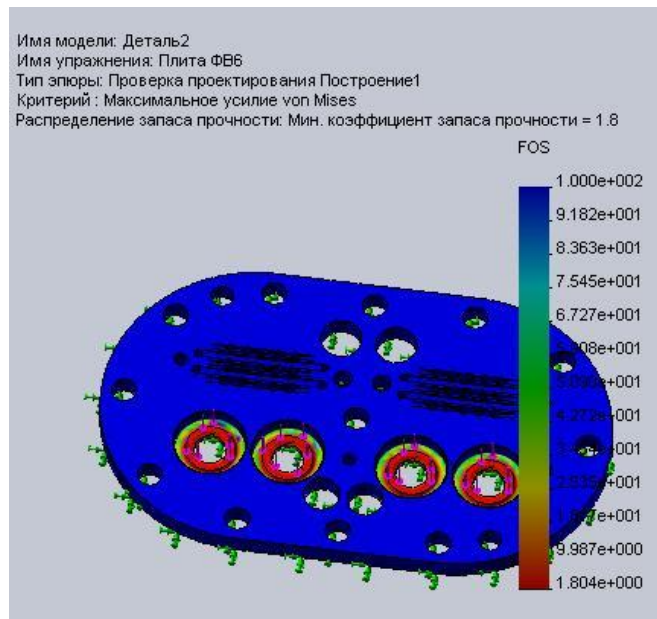


Рисунок 2.8 – Результати перевірки проектування після заміни конструкції

Далі проводимо ще одне дослідження Плити ФВ6, і знайдемо силу при якій деталь може піддатися руйнуванню, тобто мінімальний коефіцієнт запасу міцності буде дорівнювати приблизно 1.

У результаті отримали мінімальний коефіцієнт запасу міцності 1,1 при застосуванні нормальної сили в 110 000 Н. (рисунок 2.9)

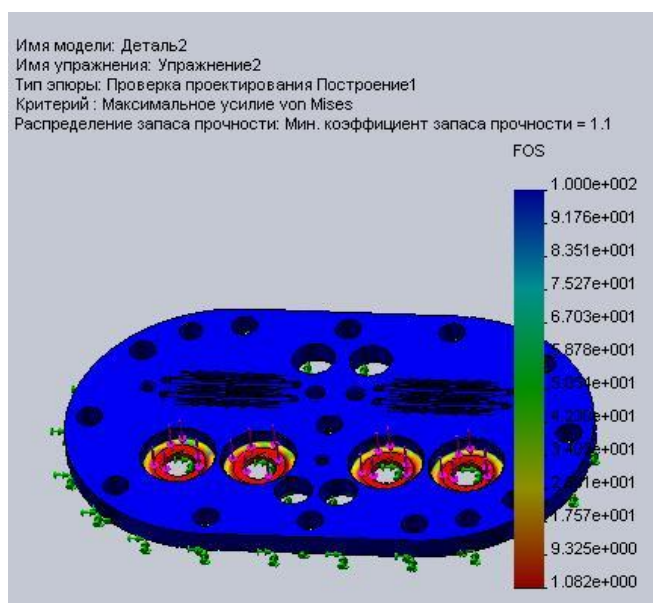


Рисунок 2.9 – Результати перевірки проектування при мінімальному коефіцієнті запасу міцності

2.2 Аналіз діючого технологічного процесу виробництва деталі Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н

На підприємстві ПРАТ «Мелком» Плита ФВ6 виготовляється по старим технологіям на різних верстатах, таких як: вертикально-свердлильний 2Н135 та вертикально-фрезерний 6Н13, які приведені в таблицях 2.1, 2.2.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики верстата 2Н135

	Найбільший діаметр свердлення у сталі 45 ДСТУ 1050- 74, мм	35
	Найбільший хід шпинделя, мм	250
	Відстань від торця шпинделя, мм: до столу, до плити	30-750 700-1120

	Переміщення свердлильної головки, мм	170
	Переміщення шпинделя за один оберт штурвалу, мм	122, 46
	Робоча поверхня столу, мм	450x500
	Кількість швидкостей шпинделю	12
	Кількість подач	9
	Приділи подач, мм/об	0,1-1,6
	Потужність електродвигуна, кВт	4
	Розміри верстата, мм	1030x835 x2535

Щоб виготовити деталь, вирізається заготовка зі стрічки-10x140 ДСТУ 4747:2007. З прокату на гільйотинних ножицях нарізаються заготовки розміром 230x140x10 мм.

На вертикально-фрезерному верстаті заготовка фрезерується по контуру у розмір 223x135x9,5 кінцевими фрезами $d=20$ мм (чорнова обробка) і $d=15$ мм (чистова обробка) ДСТУ 17025-71. Наступним етапом є вертикально-свердлильна обробка, деталь встановлюється на верстат, закріплюється в кондуктор, і виконуються 8 отворів $d=3,5$ мм на глибину 4 мм, 34 отвори $d=4$ мм на прохід, 2 отвори $d=6$ мм на прохід, 2 отвори $d=10$ мм на прохід, 13 отвори $d=11$ мм на прохід, 4 отвори $d=14$ мм на прохід, 2 отвори $d=16$ мм на прохід, 2 отвори $d=18$ мм на прохід – по кондуктору свердлами діаметрами: 3,5; 4; 6; 10; 11; 14; 16; 18 мм ДСТУ 4010-77 відповідно. Далі мітчиком ДСТУ 17933-72 вручну нарізається внутрішнє різьблення на 2-х отворах М10-4Н та на 4-х отворах М6-7Н.

Після вертикально-свердлильної операції деталь встановлюється на вертикально-фрезерний верстат і фрезерується 6 пазів розміром 45x2,5, 4 пази розміром 55,6x3,4 дисковими фрезами ДСТУ 5348-69, також расфрезерується 4 отвори цековкой спеціальною, яка була виготовлена попередньо в інструментальному цеху.

Після обробки на верстатах, Плита ФВ6 очищується від стружки в промивній ванні. Потім готовий виріб перевіряють на відповідність розмірів і технічних вимог. ТП наведений в додатку Г

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики верстата 6Н13

	Розміри робочої поверхні столу, мм	400x1600
	Переміщення столу, мм X_Y_Z	1000_400_ 420
	Відстань від вісі горизонтального шпинделю до робочої поверхні столу, мм	70-500
	Частота оберт. основного шпинделю, хв.-1	31,5-1600
	Приділи подач, мм/хв.: X_Y_Z	12,5-1600 12,5-1600 4,1-530
	Потужність електродвигуна, кВт	11
	Розміри верстата, мм	2570x2252 x2430
	Вага, кг	4300

Проаналізувавши ТП, що діяв на підприємстві ПРАТ «Мелком» можна зробити висновок, що обробка на звичайних верстатах займає багато

часу. Тому пропонується виготовляти деталь «Плита ФВ6» на верстаті з ЧПК.

2.2.1 Вибір верстата з ЧПК

Для обробки деталі Плита ФВ6 на верстаті з ЧПК обираємо 3 найбільш підходящих – 2204ВМФ4, ГФ31 та 6Р13Ф3. Їхня характеристика наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристика моделей станків ЧПК

2204ВМФ4	
Клас точності верстату ДСТУ 8-82, (Н, П, В, А, С)	В
Довжина робочої поверхні столу, мм	500.00
Ширина столу, мм	400.00
Переміщення столу X, Y, Z, мм	500, 500
Приділи частот обертання шпинделю, Min/Max, Об./Хв.	20.00/5000.00
Потужність двигуна головного руху, кВт.	10.00
Габарити верстату Довжина_Ширина_Висота, мм	4680_2805_2825
Вага верстату, кг	6000

Модель УЧПК, встановленого на верстаті/ число інструментів, маг.	2C42-65/30
ГФ3171	
Клас точності верстату ДСТУ 8-82, (Н, П, В, А, С)	П
Довжина робочої поверхні столу, мм	1600.00
Ширина столу, мм	400.00
Переміщення столу X, Y, Z, мм	1010_400_400
Приділи частот обертання шпинделю, Min/Max, Об./Хв.	20.00/4000.00
Потужність двигуна головного руху, кВт.	9.00
Габарити верстату Довжина_Ширина_Висота, мм	3150_3800_2960
Вага верстату, кг	5600
Модель УЧПК, встановленого на верстаті/ число інструментів, маг.	УЧПК/12
6P13Ф3	
Клас точності верстату ДСТУ 8-82, (Н, П, В, А, С)	Н
Довжина робочої поверхні столу, мм	1600.00
Ширина столу, мм	400.00

Переміщення столу X, Y, Z, мм	1000_400_420
Приділи частот обертання шпинделю, Min/Max, Об./Хв.	40.00/2000.00
Потужність двигуна головного руху, кВт.	7.50
Габарити верстату Довжина_Ширина_Висота, мм	2595_3200_2965
Вага верстату, кг	4450
Модель УЧПК, встановленого на верстаті/ число інструментів, маг.	УЧПК/8

Для того щоб з цих станків вибрати один, який найкраще підходить для обробки Плити ФВ6 виникає необхідність порівняти їх між собою. Були сформовані критерії (характеристики) за якими станки порівнюються методом аналізу ієрархії (МАІ). Критерії по яким оцінюються верстати:

- робоча поверхня;
- потужність;
- переміщення столу;
- обертання шпинделю;
- вертикальність.

На першому етапі створюється ієрархія що приведена на рисунку 2.10.

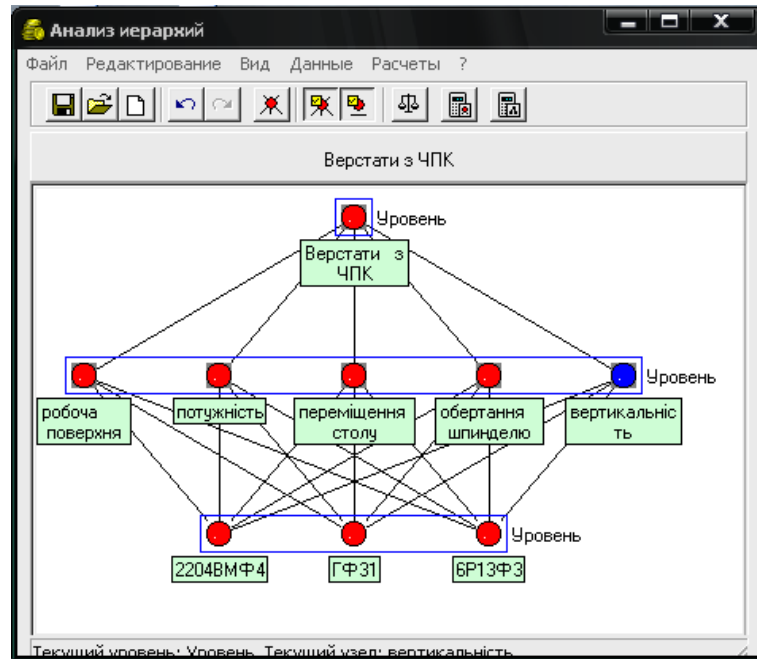


Рисунок 2.10 – Побудована ієрархія

Другим етапом є розрахунок вектору пріоритетів який зображений на рисунку 2.11.

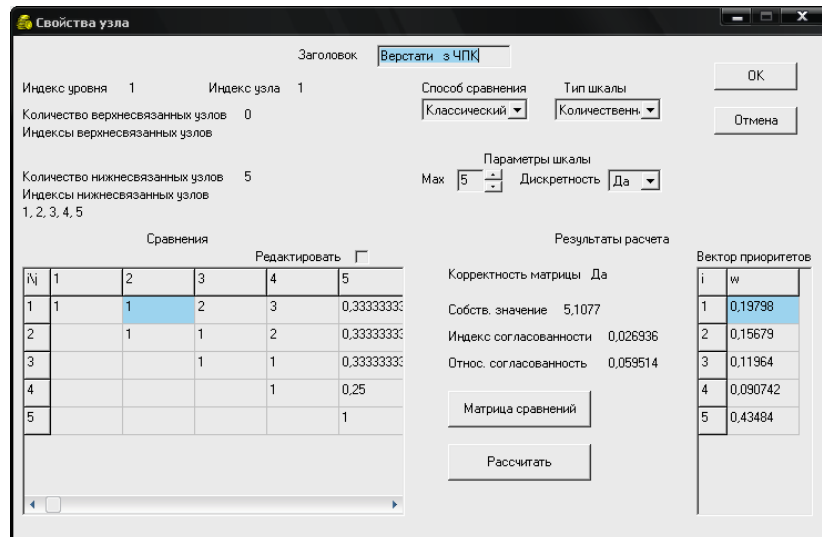


Рисунок 2.11 – Розрахунок вектору пріоритетів

Найбільші вектори пріоритету має робоча поверхня, а також вертикальність. Третім етапом є побудова матриць попарних порівнянь для

критеріїв оцінювання та розрахунок векторів пріоритетів для верстатів з ЧПК 2204ВМФ4, ГФ3171 і 6Р13Ф3. (рисунок 2.12)

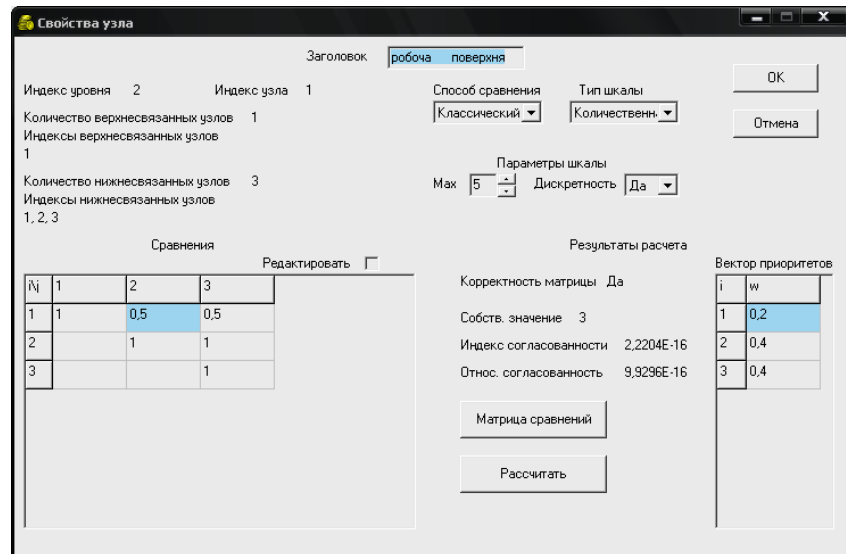


Рисунок 2.12 – Побудова матриць попарних порівнянь

Останнім етапом є розрахунок вектору глобальних пріоритетів для всієї ієрархії зображений на рисунку 2.13 та кінцева діаграма. (рисунок 2.14)

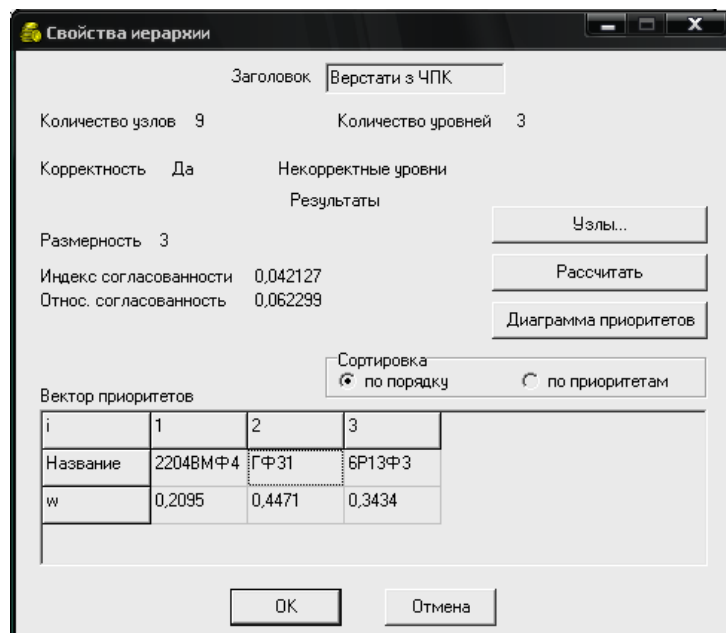


Рисунок 2.13 – Розрахунок вектору глобальних пріоритетів

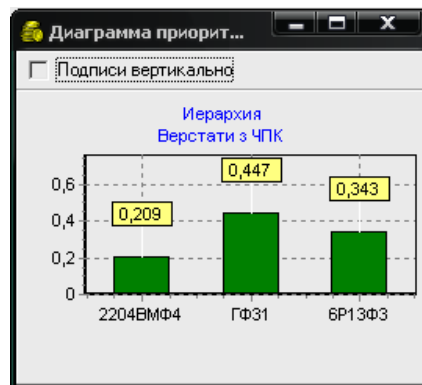


Рисунок 2.14 – Діаграма пріоритетів

Розрахунки показали, що найбільший вектор пріоритету має верстат ГФ3171, його і будемо використовувати для обробки деталі.

2.3 Розробка технічного процесу обробки деталі в програмному продукті Solidworks CAM

Solidworks CAM дозволяє користувачеві оперувати конструкторсько-технологічними елементами (КТЕ). «Технологічна» частина моделі містить відомості про операції, переходи, оснащення. «Конструкторська» – відображує склад і структуру оброблюваних поверхонь деталей.

У системі Solidworks CAM реалізовані наступні методи проектування технологічних процесів:

- діалоговий режим проектування з використанням баз даних системи;
- запозичення технологічних рішень з раніше розроблених технологій;
- проектування на основі техпроцесу-аналога;

– проектування з використанням бібліотеки часто повторюваних технологічних рішень;

– проектування з використанням бібліотеки КТЕ.

У системі Solidworks CAM передбачена можливість роботи з тривимірними моделями виробів і усіма видами графічних документів (кресленнями, ескізами). Користувач може підключити до технологічного процесу документи і моделі, створені на етапі конструювання, і використовувати їх при проектуванні ТП.

ТП у програмному продукті Solidworks CAM був спроектований за допомогою дерева КТЕ. В ньому відображається технологічна та конструкторська інформація елементів, з яких складається деталь Плита ФВ6.

Для покращеної обробки деталі в дереві КТЕ були виділені такі сполучення плити як: поверхня, яку потрібно обробити, прохідні отвори, отвори на глибину та пази (рисунки 2.15, 2.16, 2.17, 2.18). Ці поверхні, позначені червоним кольором.

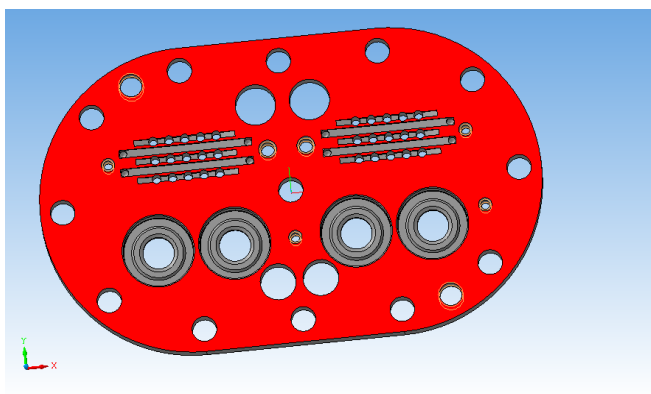


Рисунок 2.15 – Поверхня, що потрібно обробити

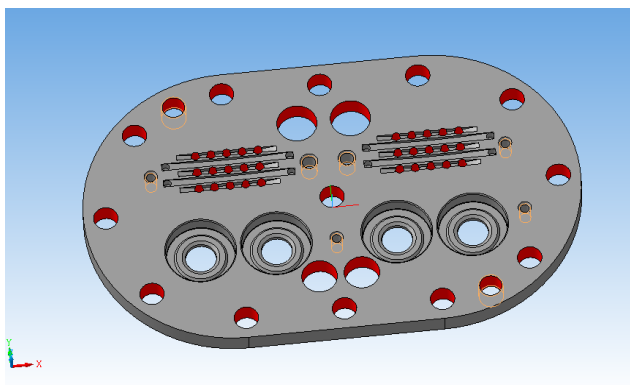


Рисунок 2.16 – Прохідні отвори, що потрібно обробити

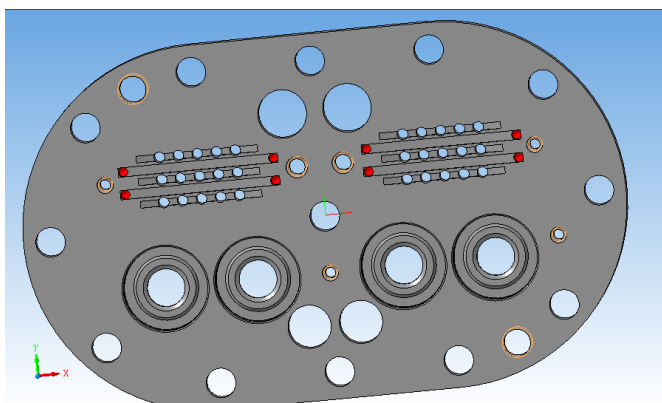


Рисунок 2.17 – Отвори на глибину, що потрібно обробити

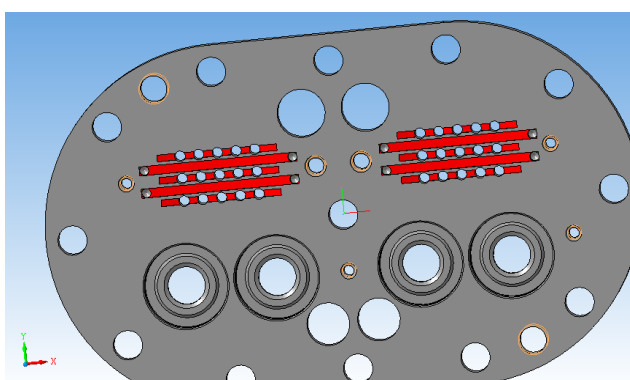


Рисунок 2.18 – Пази, що потрібно обробити

Маршрут обробки деталі «Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н» виконується на одному верстаті з ЧПК ГФ3171, який був обраний в попередньому пункті,

так як він багатоцільовий фрезерно-свердлильно-розточний вертикальний для комплексної обробки деталей середніх розмірів без переустановка.

ТП, розроблений у системі Solidworks CAM, наведений у додатку Г.

2.4 Розробка керуючої програми обробки деталі в програмному продукті PowerMill

Delcam PowerMill – світовий лідер в області спеціалізованих САМ систем для фрезерної обробки виробів з складною геометрією, що найбільш часто зустрічаються в інструментальному виробництві, автомобільній і аерокосмічній промисловості. Ключовими перевагами системи є широкий набір стратегій для ефективною чорнової обробки, високошвидкісної чистової і п'ятикоординатної обробки деталей. Однією з переваг системи є надзвичайно швидкий розрахунок траєкторій обробки і зручні засоби їх редагування. Все це забезпечує оптимальні режими використання верстатного устаткування.

Так як Плита ФВ6 обробляється на вертикально-фрезерному верстаті то найліпше буде розробити керуючу програму в програмному продукті PowerMill, це також ефективно знизить робочий час технолога-програміста.

Керуюча програма у програмному продукті PowerMill була створена в чотири етапами:

На першому етапі (рисунок 2.19): відкрили новий файл, імпортували модель у форматі IGS попередньо створивши у SolidWorks нову систему координат, а також створили заготовку.

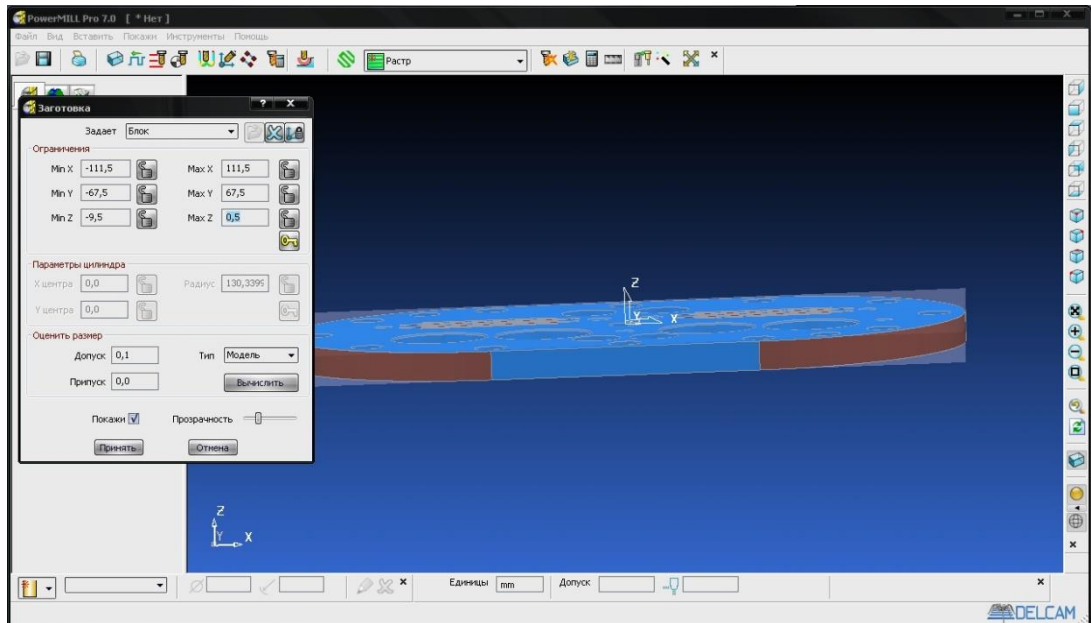


Рисунок 2.19 – Результат першого етапу

На другому етапі створювали фрези з діаметрами 20, 15 мм (рисунок 2.20) для чорнової та чистової обробки деталі. При виборі кожної траєкторії враховували час, затрачений на її виконання, який займав менше всього часу. Після установки параметрів кожна траєкторія перевірялася на зіткнення патрону з деталлю і на зарізи фрези.

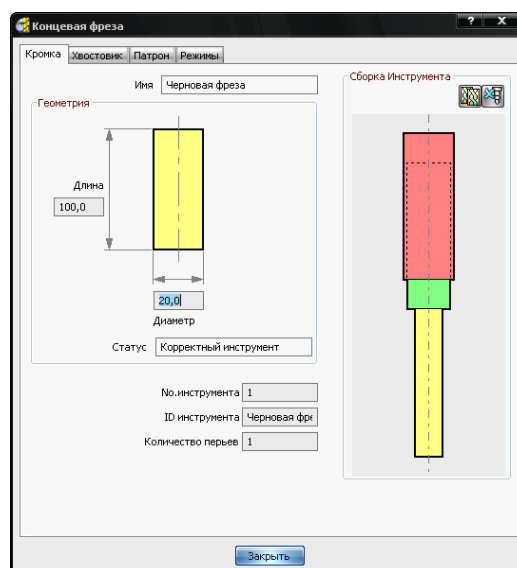


Рисунок 2.20 – Створення концевої фрези

Чорнова траєкторія в режимі ViewMill показна на рисунку 2.21.

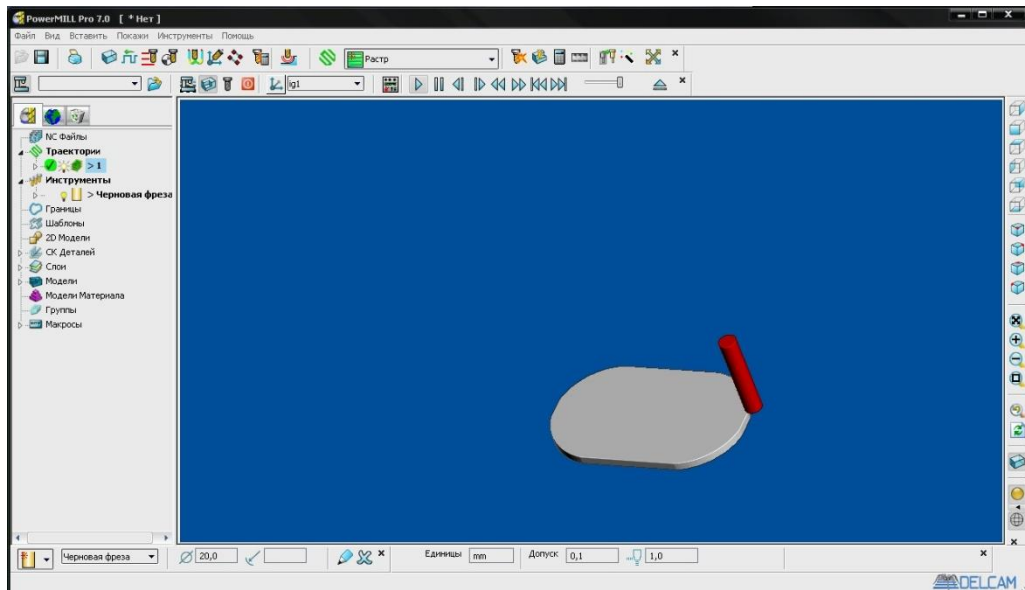


Рисунок 2. 21 – Чорнова траєкторія в режимі ViewMill

На третьому етапі спочатку створюємо свердла (рисунок 2.22) діаметрами: 3,5, 4, 6, 10, 11, 14, 16, 18 мм, потім вибираємо траєкторію для свердлення отворів (рисунок 2.23).

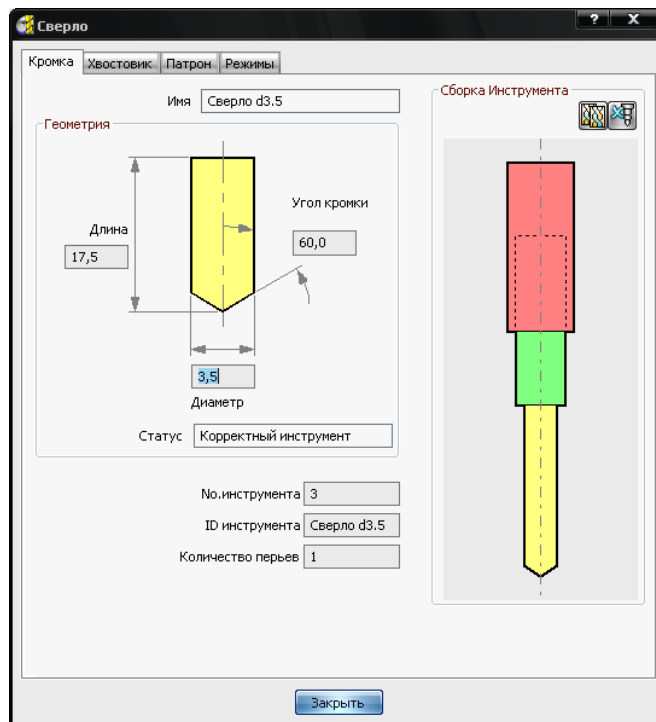


Рисунок 2.22 – Створення сверла діаметром 3,5 мм

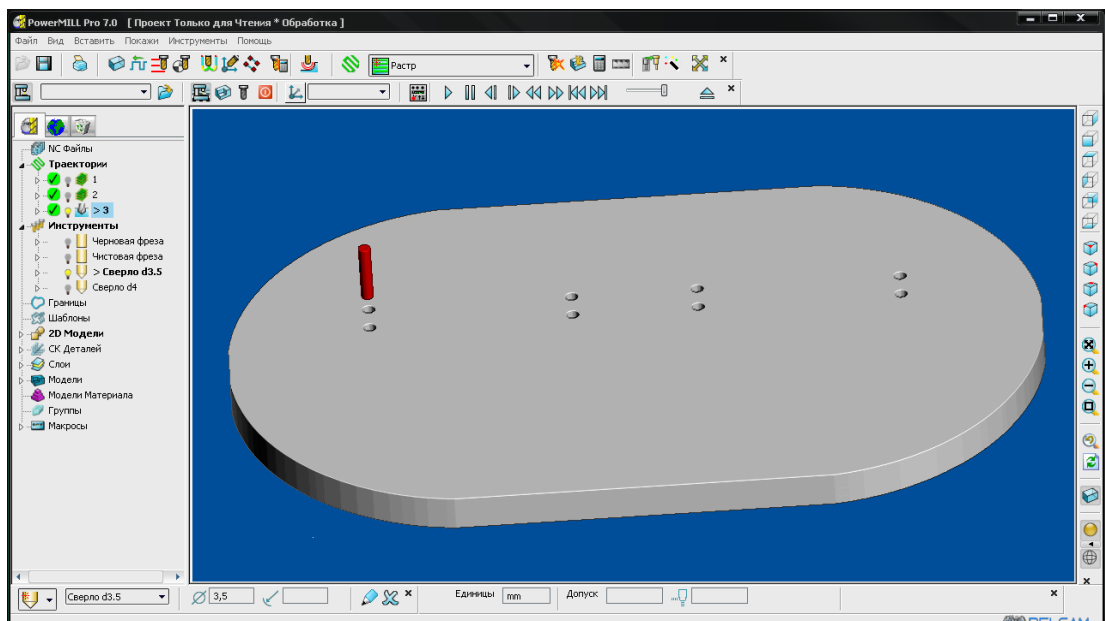


Рисунок 2.23 – Траекторія свердління восьми отворів сверлом діаметром 3,5 мм

Так само свердили і всі наступні отвори згідно технологічному процесу. Потім дисковими фрезами оброблювали 10 пазів і цековкою спеціальною расфрезеровували чотири отвори згідно карті ескізів ТП.

Всі створені траєкторії для обробки деталі в режимі ViewMill показані на рисунку 2.24.

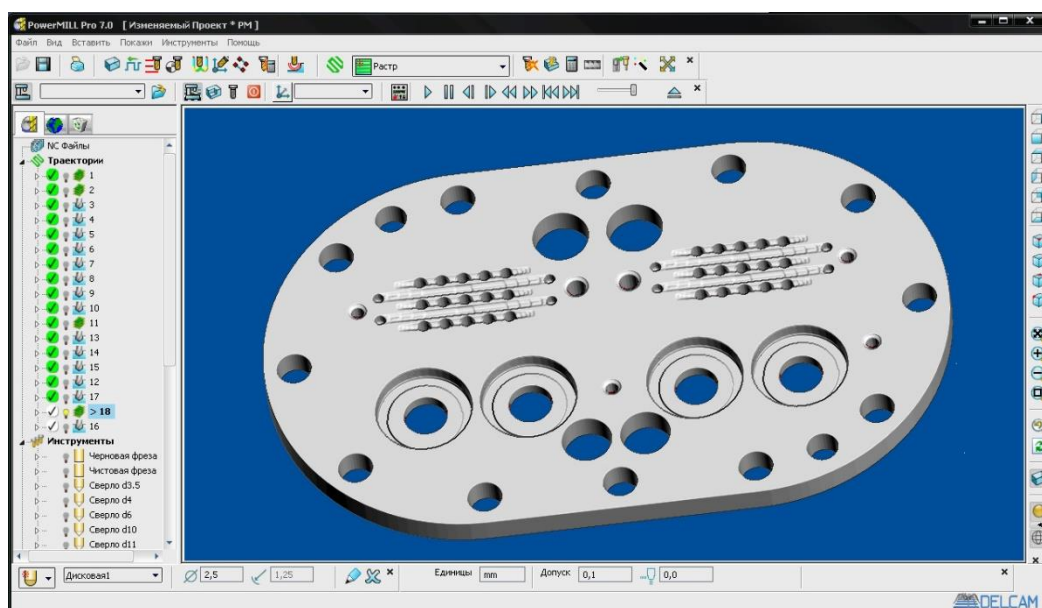


Рисунок 2.24 – Всі створені траєкторії в режимі ViewMill

На четвертому етапі створюємо керуючу програму, формуємо NC файл, для цього використовуємо усі розроблені траєкторії і задаємо потрібний постпроцесор. Фрагмент КП наведений в додатку Д.

Висновки до другого розділу

У данному розділі кваліфікаційної роботи була поставлена задача провести дослідження Плити ФВ6 на мінімальний коефіцієнт запасу міцності, удосконалити її конструкцію, розробити технологічний процес, створити керуючу програму обробки деталі «Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н» на верстаті з ЧПК. Задача цілком була виконана. Для її вирішення були використані пакети програм: COSMOSWorks, Solidworks, Solidworks CAM та PowerMill.

У програмному пакеті SolidWorks додатку COSMOSWorks було проведено дослідження деталі на мінімальний коефіцієнт запасу міцності, а також було вдосконалено конструкцію деталі Плита ФВ6 в програмному продукті.

За допомогою програми Аналіз ієрархій було обрано вертикально-фрезерний верстат з ЧПК ГФ3171 для обробки деталі.

У пакеті Solidworks CAM був розроблений технологічний процес на обробку деталі. Для зручності створення технологічного процесу в Solidworks CAM була задіяна бібліотека конструкторсько-технологічних елементів. Засобами Solidworks CAM був сформований технологічний процес у відповідності з єдиною системою технологічної документації.

У пакеті PowerMill була розроблена КП обробки деталі. Для цього були використані тривимірні модель деталі та заготовка. Стратегії обробки деталі були обрані таким чином, щоб забезпечити мінімальний час обробки з необхідною якістю. В результаті у автоматичному режимі була генерована керуюча програма у вигляді NC-файлу для верстата з ЧПК ГФ3171.

РОЗДІЛ 3 ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 Безпека життєдіяльності

Безпека життєдіяльності – це система організаційних заходів і технічних засобів, які запобігають впливу небезпечних виробничих факторів на працюючих.

На робочому місці створюються умови для високопродуктивної праці (оснащення персональними електронно-обчислювальними машинами (ЕОМ) із графічними дисплеями, клавіатурами і принтерами). За рахунок цього проектувальник 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 припустимі норми запиленості, загазованості, 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.

Найбільш повним нормативним документом щодо забезпечення безпеки життєдіяльності користувачів персональних комп'ютерів є «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами (ВДТ) ЕОМ» ДСанПіН 3.3.2.007-98.

Проектувальники стикаються з дією таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих чинників, як підвищений рівень шуму, підвищена температура зовнішнього середовища, відсутність або недостатня освітленість робочої зони, статична електрика електричний струм.

Медичні обстеження працівників показали, що крім зниження продуктивності праці високі рівні шуму приводять до погіршенню слуху. Тривале знаходження людини в зоні комбінованої дії різних несприятливих чинників може привести до професійного захворювання. Отже, необхідність впровадження комплексних оздоровчих заходів очевидна.

Об'ємно-планувальні рішення приміщень для роботи з ВДТ мають відповідати вимогам ДСанПіН 3.3.2.007-98.

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 кв.м., а об'єм – не менше 20 куб.м.

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.

Освітлення робочого столу – важливий фактор створення нормальних умов праці. Гарне освітлення робить позитивний психологічний вплив на робітника, сприяє підвищенню продуктивності праці. Залежно від джерела світлової енергії, освітлення поділяють на: природне, штучне та змішане.

Природне освітлення будь-якої точки в приміщенні характеризується коефіцієнтом природного освітлення. Найменша розрахункова освітленість при природної освітленості визначається при зовнішній освітленості 5000 Лк.

Для штучного освітлення застосовують люмінесцентні лампи з високою світловою віддачею і тривалим терміном служби. Застосовуються лампи ЛБ (біле світло) і ЛТБ (тепло-біле світло) потужністю 20, 40 та 80 Вт.

Лампи повинні бути розміщені паралельно світлових отворів і рівномірно по стелі.

Освітленість: комбінована 1000 Лк, загальна 300 Лк для люмінесцентних ламп. Загальна освітленість на відстані від 0,8 м. від підлоги 200 Лк для допоміжних приміщень. Штучне освітлення буває загальне і комбіноване. Загальне освітлення підрозділяється на: загальне рівномірне та загальне локалізоване.

Штучне освітлення може бути двох видів: робоче та аварійне. Аварійне освітлення підрозділяється на освітлення для продовження роботи та освітлення для евакуації людей. Найменша освітленість при аварійному режимі повинна складати 5% освітленості, яка нормується для робочого освітлення, але не менше 2 Лк всередині будівель і не менше 1 Лк на майданчиках підприємств.

Шкідливі хімічні речовини не повинні перевищувати гранично допустимих концентрацій відповідно до ГН 2.1.6.1338-03 «Гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць».

Зразковий перелік шкідливих речовин: діоксиду вуглецю 0,1 %; озону 0,03 мг/м³; фенолу 0,003 мг/м³; формальдегіду 0,01 мг/м³; хлористого вінілу 0,005 мг/м³.

Зміст легких аероіонів повинен відповідати «Санітарно-гігієнічним нормам допустимих рівнів іонізації повітря виробничих і громадських приміщень» 2152-80. (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Допустимі рівні іонізації повітря

Рівні	Число іонів в 1 см ³ повітря	
	П+	П-
Мінімально необхідне	400	600
оптимальне	1500-3000	3000-5000

Максимально допустиме	50000	50000
-----------------------	-------	-------

Шкідливі речовини, що знаходяться у виробничих приміщеннях в повітрі через дихальні шляхи, харчовий тракт можуть потрапити в організм людини і за певних умов викликати гострі хронічні отруєння (захворювання). За допомогою вентиляції в приміщеннях створюються нормальні санітарно-гігієнічні умови повітряного середовища. Повітрообмін в приміщеннях здійснюється припливно-витяжною вентиляцією. Вентиляція може бути загальнообмінна, коли суміш повітря з виділяються шкідливостями доводиться до допустимих меж по всьому об'єму приміщення, або місцевою, коли шкідливості віддаляються від місць їх виділення через спеціальні укриття (місцеві відсмоктувачі). У приміщеннях з вологовиділення пристрій загальнообмінної механічної витяжки передбачається у випадках, коли неможливо передбачити природну витяжку. При можливих надходженнях великих кількостей токсичних і вибухонебезпечних речовин передбачається аварійна витяжна вентиляція. Вентиляція повинна забезпечувати в приміщенні метеорологічні умови в повній відповідності з вимогами санітарних норм (СН 245-71) і ДСТУ 12.1.005-76.

3.2 Розробка ергономічного проекту робочого місця технолога-програміста

Робоче місце – це зона, оснащена необхідними технічними засобами, в якій здійснюється трудова діяльність одного виконавця або трупі. Організацією робочого місця називається система заходів щодо його оснащення засобами і предметами праці і їх розміщення і певному порядку.

Робоче місце і взаємне розташування всіх його елементів відповідає антропометричним, фізичним і психологічним вимогам. При організації

робочого місця технолога-програміста були дотримані наступні основні умови:

- оптимальне розміщення обладнання, що входить до складу робочого місця;
- достатнього робочого простору, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи і переміщення;
- необхідно природне і штучне освітлення для виконання поставлених завдань.

Ергономічними аспектами проектування відеотермінальних робочих місць, зокрема, є: висота робочої поверхні, розміри простору для ніг, вимоги до розташування документів на робочому місці (наявність і розміри підставки для документів, можливість різного розміщення документів, відстань від очей користувача до екрану, документа, клавіатури і таке інше), характеристики робочого крісла, вимоги до поверхні робочого столу, регульованою робочого місця і його елементів.

Головними елементами робочого місця технолога-програміста є письмовий стіл і крісло. Основним робочим положенням є положення сидячи. Робоча поза сидячи викликає мінімальне стомлення проектувальника. Раціональна планування робочого місця передбачає чіткий порядок і сталість розміщення предметів, засобів праці і документації. Те, що потрібно для виконання робіт частіше, розташоване в зоні легкої досяжності робочого простору.

Моторне поле – простір робочого місця, в якому можуть здійснюватися рухові дії людини.

Максимальна зона досяжності рук – це частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними максимально витягнутими руками при русі їх у плечовому суглобі.

Оптимальна зона – частина моторного поля робочого місця, обмеженого дугами, описуваними передпліччя при русі в ліктьових суглобах з опорою в точці ліктя і з відносно нерухомим плечем.

Оптимальне розміщення предметів праці і документації в зонах досяжності рук (рисунок 3.1):

- дисплей розміщується в зоні а (у центрі);
- клавіатура – в зоні г/д;
- системний блок розміщується в зоні б (ліворуч);
- принтер знаходиться в зоні а (праворуч).

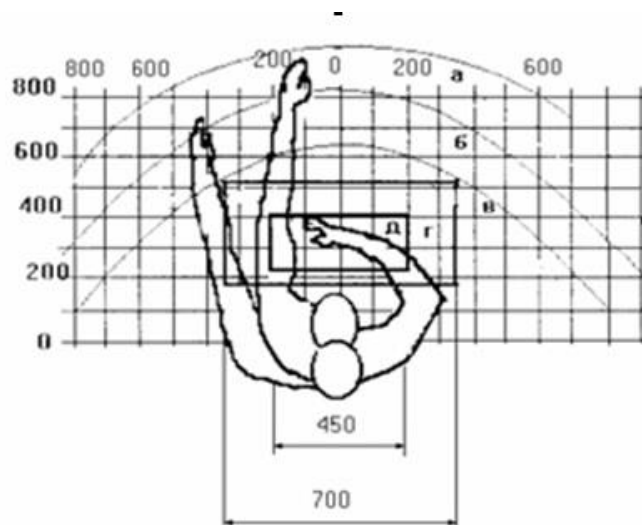


Рисунок 3.1 – Зони досяжності рук у горизонтальній площині

- а – зона максимальної досяжності;
- б – зона досяжності пальців при витягнутій руці;
- в – зона легкої досяжності долоні;
- г – оптимальний простір для грубої ручної роботи;
- д – оптимальний простір для тонкої ручної роботи.

Робоче місце технолога-програміста, стіл та стілець розроблялися в програмному пакеті AutoDesk 3D MAX.

1 Конструювання стола.

Розміри стола:

- ширина 1200 мм;

- глибина мін. 600мм – макс. 750мм (з висунутою клавіатурою);
- висота 800 мм.

Хід моделювання:

Крок 1-й. Створення столешниці. На вкладці Geometry (Геометрія) обираємо з категорії об'єктів Improved Primitives (Покращенні примітиви). Натискаємо кнопку Cube with a facet (Куб з фаскою) (рисунок 3.2). Потім у поля Length (Довжина), Width (Ширина), Height (Висота) і Facet (Фаска) з клавіатури вводимо значення 600, 1050, 40 та 20 відповідно і натискаємо на кнопку Create (Створити).

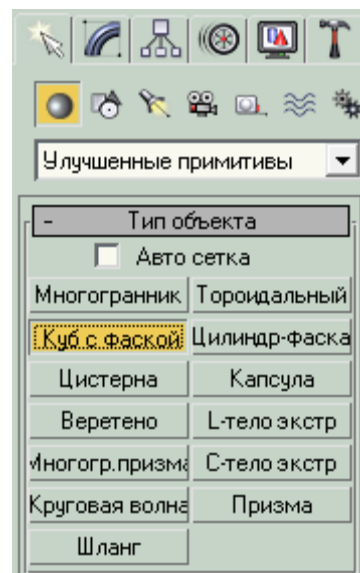


Рисунок 3.2 – Вкладка геометрія

Крок 2-й. Створення ніжок. Ніжки створюємо за допомогою інструмента Box (Куб) на вкладниці Standard Primitives (Стандартні примітиви) а також за допомогою інструмента Line (лінія) яка знаходиться в Splines (Сплайн) і який будемо модифікувати за допомогою команди Extrude (Видавити), у поле глибини видавлювання вводимо необхідні значення. А для колісика використовуємо інструмент Cylinder (Циліндр). Готову ніжку групуємо. Копіюємо другу ніжку. За таким саме принципом створюємо підставку для системного блоку.

Крок 3-й. Створення місця для висувної клавіатури та нижньої полиці. Створюємо за допомогою інструмента *Cuba with a facet* (Куб з фаскою) та *Box* (Куб).

Крок 4-й. Створення полиці для принтера. Для створення кріпильної конструкції використовуємо інструмент *Cylinder* (Циліндр), а для верхньої частини – (Куб з фаскою).

Крок 5-й. Створення підставки для дисків. Для округлої частини скористаємось командою *Line* (лінія) яка знаходиться в *Splines* (Сплайн). Після завершення видавлюємо цей ескіз. Потім копіюємо його і скріплюємо їх за допомогою кріпильної конструкції яку робимо з допомогою *Cylinder* (Циліндр).

Коли об'єкт буде готовий, йому надаємо відповідний матеріал. для цього скористаємось *Material Editor* (Редактором матеріалів) – *Blinn/Basic Parameters* – *Diffuse* – *Bitmap* – і вибираємо потрібну текстуру (рисунок 3.3). Після цього виділяємо об'єкт і застосовуємо вибрану текстуру.

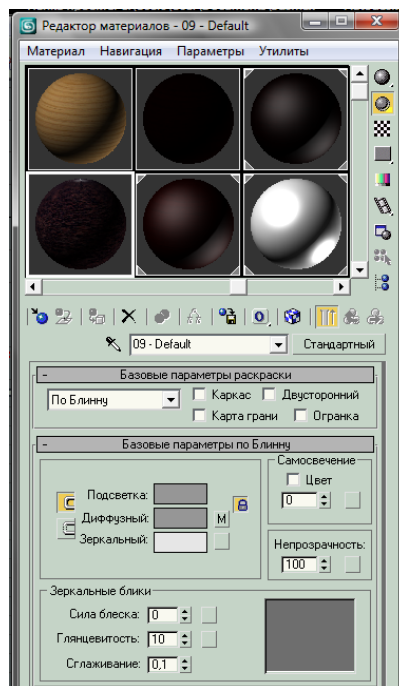


Рисунок 3.3 – Вибір текстури

Результат візуалізації стола показаний на рисунку 3.4.

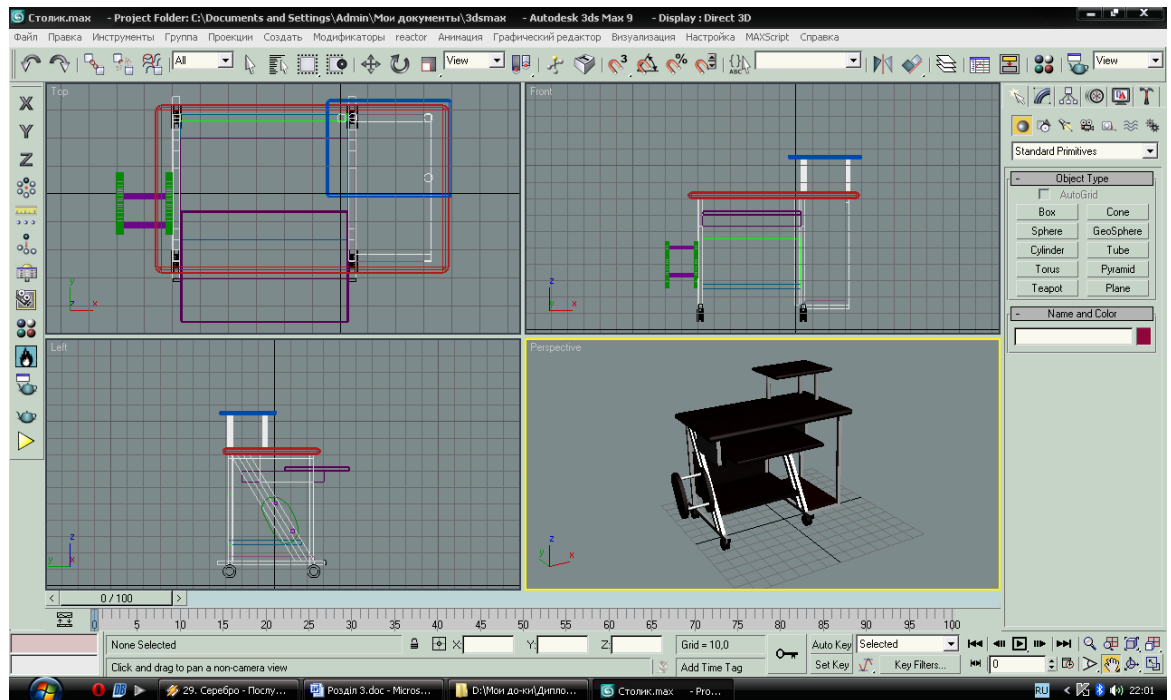


Рисунок 3.4 – Результат візуалізації стола

2 Проектування стільця.

На робочому місці використовуються різні типи робочих сидінь: крісла оператора, стільці, табурети, сидіння-опори та інше (ДСТУ 21889-76). Тип вживаного сидіння визначається характером трудової діяльності. При цьому повинні забезпечуватися оптимальні умови для використання на робочому місці технічних засобів. До сидінь тривалого користування незалежно від їх призначення пред'являються наступні загальні вимоги: повинні бути забезпечені правильна і зручна робоча поза, а також можливість міняти її; нормальне функціонування організму людини без хворобливих відчуттів; конструкції сидінь повинні дозволяти регулювати параметри (кут нахилу спинки, висоту сидіння і спинки, при необхідності можливість обертання сидіння), враховуючи вимоги безпеки; оббивка сидінь і спинок повинна бути нековзною, нетоксичною, повітропроникною, зволоженою, тобто відповідати гігієнічним вимогам.

Принципи конструювання:

Метою конструювання робочого сидіння повинне бути створення опорної структури, що підтримує людське тіло в процесі виконання людиною певного виду роботи. Для збереження оптимальної відстані між сидінням і ступнями ніг можна використовувати спеціальні підніжки.

Для подальшого підвищення комфорту і безпеки технолога-програміста можна скористатись прийомами, які зображені на рисунку 29.

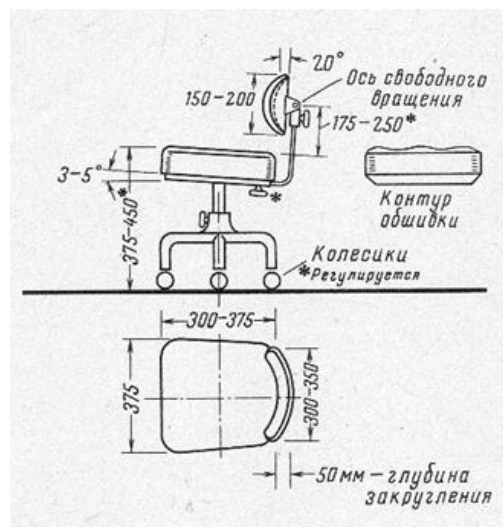


Рисунок 3.5 – Прийоми підвищення комфорту і безпеки

Головна вимога до конструкції стільця такого типу – забезпечення зручної робочої пози. Хороша опора для невеликої частини спини дуже важлива для запобігання від втоми у зв'язку з тривалим перебуванням людини у сидячому положенні з плином робочого дня. Стілець повинен регулюватися по висоті і бути рухомим. Треба передбачати поворотні рухи сидіння і достатню набивку в сидінні та спинці. Покриття повинно забезпечувати вентиляцію щоб запобігти спітнінню в пекучу вологу погоду.

Ручки для регулювання сидіння повинні конструюватись так, щоб ними було зручно користуватися.

3.2.1 Вибір кольорів приміщення

Створення сприятливих умов праці і правильне естетичне оформлення робочого місця на виробництві має велике значення як для полегшення праці, так і для підвищення його привабливості, позитивно впливає на продуктивність праці. Забарвлення приміщень і меблів повинна сприяти створенню сприятливих умов для зорового сприйняття, гарного настрою.

Сприйняття і дія різних кольорів. Для кожного кольору або поєднання кольорів характерна певна психологічна дія, що враховується при формуванні виробничого середовища. Правильний вибір кольору може сприяти позитивній психофізіологічній дії на людину, діяти заспокійливо, підвищувати продуктивність його праці. І навпаки, некваліфіковане колірне рішення викликає зорове стомлення, погіршує настрій, визи-ває нервозність і зниження продуктивності і якості праці.

У даній роботі використані світло-жовтий, коричневий, зелений та червоний кольори.

Жовтий колір середньої насиченості і світлоти вносить жвавість, тепло, легкість, діє збудливо, сприяє враженню затишку і чистоти приміщення, стимулює увагу і психологічний контакт з навколишнім середовищем.

Червоний колір психофізіологічно найактивніше впливає на людину, стимулює психічну діяльність, активізує реакції людини. Тому він використовується для короткочасної активізації діяльності.

Зелений колір психофізіологічно сприятливо діє на зір, знижує нервову втому, сприяє бадьорому настрою, стимулює розумову діяльність і допомагає зосередитися на роботі.

На емоційний стан і настрій людей впливають не тільки окремі кольори, але і їх комбінації. Композиція з двох кольорів створює певну напругу, сприяє фіксації уваги, тому зазвичай сприймається активніше, ніж

тільки окремий колір, а гармонійні поєднання можуть впливати на поведінку і працездатність людини.

Поєднання з жовтих і темно-коричневих кольорів сприяє стабільній зосередженості уваги, викликає бадьорий настрій на робочому місці.

Рекомендоване робоче місце технолога-програміста показано на рисунку 3.6.

У даній роботі передбачено збільшення робочого простору за рахунок різного рівня столу та полицок. Для вечірньої роботи передбачене санітарне освітлення відповідно до ДСТУ 12.4.026-76.



Рисунок 3.6 – Робоче місце технолога-програміста

Висновки до третього розділу

У процесі роботи спроектовано робоче місце технолога-програміста в програмному пакеті AutoDesk 3D MAX згідно з ДСТУ 12.1.005-76, 12.4.026-76, 21889-76. Дотримані режими праці відповідають закону «Про охорону праці» при цьому були враховані:

- недостатнє освітлення;
- план приміщення;
- шум та вібрація.

Для зручності розроблений стілець по ергономічним вимогам і колористичне рішення робочого приміщення, де враховувалися контрасти кольорів і розташування вікон на північну сторону. Підібрано меблі під комп'ютерне обладнання та відповідне штучне освітлення.

У результаті спроектоване робоче місце створює умови для збільшення продуктивності праці інженера-технолога та інженера-програміста при мінімальних витратах.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1 Розрахунок економічної ефективності проекту

У САПР потенційно закладений позитивний ефект, який реалізується при її впровадженні. Таке твердження базується на тому, що метою САПР є підвищення якості досліджень, розрахунків і документування; зниження матеріальних витрат на проектування; скорочення тривалості створення нової техніки; запобігання подальшому зростанню чисельності працівників, зайнятих проектуванням, при об'ємах, що об'єктивно збільшуються, і складності проектування.

Проте дане положення вимагає підтвердження у кожному конкретному випадку створення САПР, оскільки різні системи можуть давати різні результати при одних і тих же витратах на їх отримання, і навпаки, тобто порівняльна економічна ефективність варіантів САПР може розрізнятися залежно від складу і способу виконання систем. Крім того, вона істотно залежить від вибору класу об'єктів проектування, для якого створюється САПР.

Оцінка економічної ефективності САПР включає в себе:

- визначення витрат сукупної суспільної праці, обумовлених створенням системи, включенням її в організаційну систему підприємства;
- розрахунок економічного ефекту функціонування САПР, створюваного на всіх стадіях життєвого циклу виробу;
- облік впливу САПР на якість проєктованих виробів і процесів.

В результаті визначається інтегральний показник, що дозволяє оцінити сукупний економічний ефект від створення і функціонування САПР.

Економічний ефект функціонування САПР формується на всіх стадіях життєвого циклу виробу (дослідження і проектування, виготовлення і експлуатації).

Основними чинниками, що визначають економічний ефект САПР є можливість комплексного вирішення всіх завдань технічної підготовки виробництва в автоматизованому режимі а також можливість створення і дослідження математичної моделі проєктованого об'єкту. Проте важливу роль грає і людський чинник – фахівці, які реалізують в САПР свої ідеї і творчі здібності. В цьому відношенні успіх залежить від правильності підбору і розстановки кадрів, їх кваліфікації, а також від ретельності опрацювання організаційно-системних питань функціонування САПР.

Підвищення якості проєктних рішень і технічної документації формує умови для створення в САПР нового виробу підвищеної якості, що забезпечує отримання економічного ефекту на стадіях його виготовлення і експлуатації. У таблиці 4.1 представлені критерії оцінки економічної ефективності САПР і чинники, що її визначають.

Таблиця 4.1 – Критерії оцінки економічної ефективності САПР і чинники, що її визначають

Критерії оцінки ефективності САПР	Складові економічної ефективності САПР	Чинники, що визначають економічну ефективність САПР
1	2	2
Якість проектування, зокрема якість технологічних рішень і якість технологічної документації	Економічний ефект від застосування нового виробу підвищеної якості. Економія за рахунок зниження, ліквідації браку технологічної документації, зменшення витрат на її	Застосування САПР. Обґрунтована раціональна організація процесу техніко-економічного проектування в умовах САПР. Забезпечення необхідності і достатності документації, оперативності і точності підготовки.

	доопрацювання і дублювання.	
Терміни створення нової техніки, зокрема терміни проектування і терміни застосування нового виробу	Економічний ефект від скорочення циклу «дослідження – виробництво» збільшення терміну морального зносу нового виробу Економія за рахунок скорочення потреби в оборотних коштах в результаті прискорення їх оборотності Ефект пріоритетної новизни створення нового виробу, його конкурентоспроможності.	Організація використання можливостей скорочення термінів розробки при визначенні і виконанні процесу «дослідження – виробництво», зменшення об'ємів «незавершеного виробництва» на всіх стадіях даного процесу Організація оптимального застосування нового виробу (підготовка споживачів, реклама і ін.) по прогнозній кривій попиту.
Витрати на проектування	Економія капітальних витрат на виконання досліджень і проектування за рахунок зниження капітальних витрат на одиницю.	Організація уніфікованих АРМ фахівців, що дозволяють методами математичного і імітаційного моделювання замінити дорогі натурні випробування.

Річний економічний ефект $E^{САПР}$, що отримується при функціонуванні САПР визначається по формулі:

$$E^{САПР} = E_p - E_n \cdot K_a, \quad (1)$$

де E_p – річна економія у користувача після впровадження проекту;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (для автоматизованих систем управління і проектування $E_n = 0.333$).

$T_{нок}$ – нормативний термін окупності капітальних вкладень (для засобів автоматики і обчислювальної техніки рівний 3 року);

E_n визначається по формулі:

$$E_n = 1/T_{нок}, \quad (2)$$

де $T_{нок}$ – нормативний термін окупності капітальних вкладень (для засобів автоматики і обчислювальної техніки рівний 3 року);

K_a – повні одноразові витрати на створення спроектованої системи.

$$K_a = K_n + K_k, \quad (3)$$

де K_n – витрати на розробку системи;

K_k – капіталовкладення в комплект програмних і технічних засобів.

K_n визначається по формулі:

$$K_n = 3_n \cdot T_n \quad (4)$$

де 3_n – місячна плата праці розробника проекту (розраховується як сума оплати праці розробника);

T_n – тривалість проектування ($T_n = 1,5$ – тривалість виконання дипломного проекту).

K_k визначається по формулі:

$$K_k = C_T + C_{II}, \quad (5)$$

де C_T – витрати на придбання (або модернізацію) комплексу технічних засобів (розраховується, як сума ринкових цін на технічне забезпечення);

C_{II} – витрати на придбання (або модернізацію) комплексу програмних засобів (розраховується, як сума ринкових цін на програмне забезпечення).

$$E_p = \Pi_1 - \Pi_2, \quad (6)$$

де Π_1 , – витрати на проектні роботи до впровадження системи, що розробляється;

Π_2 – витрати на проектні роботи після впровадження системи, що розробляється.

$$\Pi_1 = B_1 - ПСП_1, \quad (7)$$

$$\Pi_2 = B_2 - ПСП_2, \quad (8)$$

де $ПСП_1$ – виробнича собівартість проекту до впровадження системи;

$ПСП_2$ – виробнича собівартість проекту після впровадження системи;

B_1 – вартість проектів до впровадження системи, що розробляється;

B_2 – вартість проектів після впровадження системи, що розробляється.

$$B_1 = m_1 \cdot ДЦ, \quad (9)$$

$$B_2 = m_2 \cdot ДЦ, \quad (10)$$

де ДЦ – договірна вартість одного проекту;

m_1 – кількість проектів до впровадження системи, що розробляється;

m_2 – кількість проектів після впровадження системи, що розробляється;

Виробнича собівартість проекту до впровадження системи і після обчислюються за формулами:

$$ПСП_1 = ФОР_1 + O_{ТЧ} \cdot ФОР_1 + M_1 + A_{ном1} + C_1 + H_1, \quad (11)$$

$$ПСП_2 = ФОР_2 + O_{ТЧ} \cdot ФОР_2 + M_2 + A_{ном2} + C_2 + H_2, \quad (12)$$

де $ФОР_1$ – річний фонд оплати праці до впровадження системи, що розробляється;

$ФОР_2$ – річний фонд оплати праці після впровадження системи, що розробляється;

$O_{ТЧ}$ – нормативні відрахування від фонду оплати праці;

M_1 – річна вартість матеріалів, що витрачаються, і оплата електроенергії до впровадження системи, що розробляється;

M_2 – річна вартість матеріалів, що витрачаються, і оплата електроенергії після впровадження системи, що розробляється;

$A_{ном1}$ – річна вартість експлуатації приміщень для проектувальників до впровадження системи (площа, необхідна для розміщення групи

проектувальників, що виконують роботи уручну, більше, ніж для розміщення проектувальників тих, що експлуатують САПР), що розробляється;

$A_{ном2}$ – річна вартість експлуатації приміщень для проектувальників після впровадження системи, що розробляється;

C_1 – річні витрати на обслуговування комплекту технічних засобів до впровадження системи, що розробляється;

C_2 – річні витрати на обслуговування комплекту технічних засобів після впровадження системи, що розробляється;

H_1 – накладні витрати ($H=0,4 \cdot \Phi OT_1$) до впровадження системи, що розробляється;

H_2 – накладні витрати ($H=0,4 \cdot \Phi OT_2$) після впровадження системи, що розробляється.

Річний фонд оплати праці до впровадження системи і після розраховується по формулі:

$$\Phi OT_1 = \sum (B_i \cdot Z_{ni}), \quad (13)$$

$$\Phi OT_2 = \sum (B_j \cdot Z_{nj}), \quad (14)$$

де B_i – число виконавців робіт i -ї кваліфікації і спеціальності до впровадження системи (число проектувальників при ручному проектуванні вище), що розробляється;

Z_{ni} – річна оплата праці виконавців i -ї кваліфікації і спеціальності

$$A_{ном1} = S \cdot B_1 \cdot C_a, \quad (15)$$

$$A_{ном2} = S \cdot B_2 \cdot C_a, \quad (16)$$

де S – необхідна площа для розміщення проектувальників (3 – 6 м² на одне робоче місце);

C_a – вартість використання 1 м²;

B_1 – число проектувальників до впровадження системи (число проектувальників при ручному проектуванні вище), що розробляється;

$$T_{\text{фок}} = K_a / E_p, \quad (17)$$

де $T_{\text{фок}}$ – фактичний термін окупності капітальних вкладень.

Система ефективна, якщо $T_{\text{фок}}$ менше або дорівнює 3 рокам.

З вище приведених формул виберемо змінні вхідних даних, які нам потрібні для розрахунку і зведемо їх до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Вхідні дані

Вхідні дані	Змінна	Значення
1	2	3
Місячна оплата праці розробника проекту	Z_n	0
Витрати на придбання (або модернізацію) комплекту технічних засобів.	C_T	21362
Витрати на придбання (або модернізацію) комплекту програмних засобів.	C_P	47581
Кількість проектів до впровадження системи, що розробляється	m_1	3
Кількість проектів після впровадження системи, що розробляється	m_2	6
Нормативні відрахування від фонду оплати праці	$O_{Tч}$	0,365
Річна вартість матеріалів до впровадження	M_1	2500
Річна вартість матеріалів після впровадження	M_2	700
Річні витрати на обслуговування комплекту технічних засобів до впровадження	C_1	2000
Річні витрати на обслуговування комплекту технічних засобів після впровадження системи	C_2	500
Число виконавців робіт і-ої кваліфікації і спеціальності до впровадження	B_i	1
Число виконавців робіт і-ої кваліфікації і спеціальності після впровадження	B_i	1
Необхідна площа для розміщення проектувальників	S	20
Число проектувальників до впровадження системи	B_1	1

Число проєктувальників після впровадження системи	B_2	1
Річна оплата праці виконавців до впровадження	$З_{ni}$	18300
Річна оплата праці виконавців після впровадження	$З_{nj}$	20000
Повні одноразові витрати на створення системи	K_a	67237

Для полегшення розрахунку вище приведені формули були зведені до таблиці Microsoft Office Excel 2007. В цій програмі і був проведений розрахунок річної економії від функціонування пропонованої модернізації.

Висновки до четвертого розділу

Оцінка економічної ефективності виготовлення деталі є основним критерієм цього проекту. Необхідними даними для визначення даного критерію є норма часу та собівартість механічної обробки деталі до та після використання нової технології обробки деталі.

У даному розділі в результаті розрахунки показали, що річний економічний ефект $E^{САПР}$ від модернізації дорівнює 7562 гривині та фактичний термін окупності капітальних вкладень $T_{\text{фок}}$ дорівнює 31 місяць.

ВИСНОВКИ

Проектно-конструкторська та технологічна підготовка виробництва – складний науково та матеріаломісткий організаційний процес, який дозволяє втілити у реальність наукову ідею поставити її на служіння суспільству шляхом впровадження у виробництво у найбільш привабливій економічній формі.

Таким чином, під час технологічної підготовки виробництва відбувається обґрунтування технологічного процесу щодо зменшення собівартості, ресурсоемності та матеріаломісткості. Ведеться розрахунок оптимального обсягу продукції та доцільність використання тих чи інших технологічних прийомів.

Підприємство ПРАТ «Мелком» спеціалізувалося на виробництві газодувок, компресорів низького та високого тиску. Також однією з основних частин його прибутку було ливарне виробництво.

Під час роботи були поставлені задачі розробки комплексу технічної документації виробництва деталі «Плита ФВ6» на підприємстві ПРАТ «Мелком» в системі автоматизованого проектування.

Для вирішення поставлених задач було проведено передпроектне обстеження. Були обстежені особливості процесу проектування, структура обчислювальної мережі, парк обчислювальної техніки та рівень автоматизації проектування. За отриманими даними було розроблено модель існуючої САПР технологічної документації.

У програмному пакеті SolidWorks додатку COSMOSWorks було проведено дослідження деталі на міцність, а також було вдосконалено конструкцію деталі Плита ФВ6.

Проаналізувавши діючий ТП підприємства було зроблено висновок, що обробка на звичайних верстатах займає багато часу. Тому пропонувалося виготовити дану деталь на верстаті з ЧПК.

Для вибору верстата були запропоновані три верстати з ЧПК які найбільш підходять для виробництва плити. За допомогою програми Аналіз ієрархій був здійснений остаточний вибір верстату. Вирішення поставленої задачі даним методом показало, що оптимальним верстатом для обробки деталі є вертикально-фрезерний верстат ГФ3171.

У пакеті Solidworks CAM був розроблений технологічний процес на обробку деталі. Для зручності створення технологічного процесу в Solidworks CAM була задіяна бібліотека конструкторсько-технологічних елементів. Засобами Solidworks CAM був сформований технологічний процес у відповідності з єдиною системою технологічної документації.

У пакеті PowerMill була розроблена КП обробки деталі. Для цього були використані тривимірні модель деталі та заготовка. Стратегії обробки деталі були обрані таким чином, щоб забезпечити мінімальний час обробки з необхідною якістю. В результаті у автоматичному режимі була генерована керуюча програма у вигляді NC-файлу.

Далі, відповідно до існуючих стандартів, були розроблені вимоги до забезпечення безпеки життєдіяльності та спроектовано робоче місце технолога-програміста.

Завершальним етапом став розрахунок річної економії від впровадження нового технологічного процесу обробки деталі, що складає 7562 грн. Впровадження даних заходів по зниженню собівартості доцільне.

В результаті роботи над кваліфікаційною роботою були систематизовані, закріплені, поглиблені і відпрацьовані теоретичні та практичні навички, сформовані протягом навчання.

Дана кваліфікаційна робота пройшла апробацію та рекомендована до впровадження в умовах підприємства. Розроблений комплект технічної документації задовольняє всім показникам якості (ефективність, безпечність, ергономічність).

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлище, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст]: підручник / В. Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. - 556 с.
2. Комп'ютерне проєктування прес-форми для виготовлення пластмасових виробів в системі POWERSHAPE / Щербина В. М., Мацулевич О. Є., Валієва К. Р., Каплій В. Ю.// Сучасні комп'ютерні та інформаційні системи і технології, Матеріали і всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, Мелітополь 7-25 грудня 2020 р. С. 103-107
3. Ніколайчук В.М., Стрілець В.М. – Теорія механізмів і машин та деталі машин. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 277 с.
4. Чумак М.Г. – Матеріали та технології машинобудування: Підручник. – К.: Либідь, 2000. – 368 с.
5. Вісловух А.М. Охорона праці користувачів персональних комп'ютерів (ПК): Навчальний посібник.– К.: ІПК ДСЗУ, 2007. – 55с. (див. додаток).
6. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин (ДСан Пін 3.3.2.007-98). – К., 1998.
7. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин (ДНАОП 0.00-1.31-99). – К., 1999.
8. Бедрій Я.І. – Безпека життєдіяльності. К.: Кондор, 2004. – 142 с.
9. Залога В. О. Спадкові принципи формування якості складних машинобудівних виробів при самоорганізації процесів проєктування, виготовлення та експлуатації : монографія / В. О. Залога, К. О. Дядюра, В. В. Нагорний. – Суми : Сумський державний університет, 2012. – 347 с.

10. Мацулевич О.Є., Щербина В.М., Малюта С.І., Дмитрієв Ю.О. Інформаційна система аналізу груп складних видів дефектів ливарного виробництва для оперативного виявлення причин виникнення і визначення способів їх ліквідації. Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь: ТДАТУ ім. Д. Моторного, 2020. Вип. 20, т. 3. С.267 -274

11. Пахаренко В. Л., Марчук М.М П 21 матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів (металургія, ливарне виробництво): Навчальний посібник.-Рівне: НУВГП, 2009,-179с.:іл

12. Каплій В.Ю. Організація безпечного доступу до інформаційних ресурсів. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції молодих учених (Запоріжжя, 05-29 лютого 2024 р.) / ТДАТУ: ред. кол., С. В. Кюрчев, В. М. Кюрчев, В. Т. Надикто, О. Г. Скляр [та ін.]. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. – С. 119-120.

13. Autodesk AutoCAD 2013 інструкція користувача.
<https://tinyurl.com/yxjpbasf>

14. Autodesk Learn Lab. <https://blogs.autodesk.com/learn-lab/>

15. COSMOSWorks Overview.
<https://www.solidworks.com/pages/onlinetourcosmos/COSMOSWorks.html>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Фрагмент NC коду керуючої програми розробленої у програмі Unigraphics

%

:0001

N10G91G28X0Y0Z0

N20G40G17G80G49

N30G0G90Z10.

N40T1M6

N50G54G90

N60(Ім'я Траєкторії: 1)

N70(Вивод:)

N80(Одиниці: ММ)

N90(Координати Інструменту: Кінець)

N100(Но.Інструмента: 1)

N110(ID.Інструмента: Чорнова фреза)

N120(Охолодження: Standard)

N130(Загальна довжина: 220,000)

N140(Заготовка:)

N150(MIN X: -111,500)

N160(MIN Y: -67,500)

N170(MIN Z: -9,500)

N180(MAX X: 111,500)

N190(MAX Y: 67,500)

N200(MAX Z: 0,500)

N210(COORDINATE SYSTEM: Активна СК Деталі)

N220(Кінчик фрези:)

N230(X: 0,000)

N240(Y: 0,000)

N250(Z: 10,000)

N260(Рекомендована довжина: 120,000)

N270(Кількість кромок: 1)

N280(Фреза: Кінцева)

N290(DIAMETER: 20,000)

N300(Безпека:)

N310(Робочі ходи Інструменту: Безпечна БЕЗ зарізів)
N320(Підводи Інструменту: Безпечна БЕЗ зарізів)
N330(Переходи Інструменту: Безпечна БЕЗ зарізів)
N340(Робочі Патрона: Безпечна БЕЗ зіткнень)
N350(Підводи Патрона: Безпечна БЕЗ зіткнень)
N360(Переходи Патрона: Безпечна БЕЗ зіткнень)
N370(Траєкторія: Вибірка Растром)
N380(STEROVER: 5,000)
N390(ДОПУСК:0,100)
N400(ПРИПУСК:0,500)
N410(Статистика:)
N420(LENGTH: 12206,454)
N430(TIME: 0/09/19)
N440(LIFTS: 120)
N450X-52.657Y-78.S1500M3
N460G43Z5.H1M8
N470G1Z-4.421F500
N480Y-77.5F1000
N490X-55.859Y-77.093
N500X-61.844Y-75.931
N510X-65.834Y-74.868
N520X-69.824Y-73.594
N530X-72.487Y-72.582
N540X-120.113
N550G0Z10.
N560X-72.487
N570Z5.
N580G1Z-4.421F500
N590X-73.814Y-72.077F1000
N600X-78.762Y-69.824
N610X-82.732Y-67.663
N620X-121.499
N630G0Z10.
N640X-82.732

N650Z5.

N660G1Z-4.421F500

N670X-83.789Y-67.088F1000

N680X-88.817Y-63.839

N690X-90.25Y-62.745

N700X-121.5

N710G0Z10.

N720X-90.25

N730Z5.

N740G1Z-4.421F500

N750X-93.764Y-60.061F1000

N760X-96.315Y-57.854

N770X-96.344Y-57.826

N780X-121.5

N790G0Z10.

N800X-96.344

N810Z5.

N820G1Z-4.421F500

N830X-98.427Y-55.859F1000

N840X-101.258Y-52.908

N850X-121.5

N860G0Z10.

N870X-101.258

N880Z5.

N890G1Z-4.421F500

N900X-102.254Y-51.869F1000

N910X-105.461Y-47.99

N920X-121.5

N930G0Z10.

N940X-105.461

N950Z5.

N960G1Z-4.421F500

N970X-105.734Y-47.66F1000

N980X-108.468Y-43.889

N990X-108.991Y-43.071

N1000X-121.5

N1010G0Z10.

N1020X-108.991

N1030Z5.

N1040G1Z-4.421F500

N1050X-111.02Y-39.899F1000

N1060X-111.986Y-38.153

N1070X-121.5

N1080G0Z10.

N1090X-111.986

N1100Z5.

N1110G1Z-4.421F500

N1120X-113.226Y-35.91F1000

N1130X-114.529Y-33.235

N1140X-121.5

N1150G0Z10.

N1160X-52.657Y-78.

N1170Z5.

N1180G1Z-4.421F500

N1190Y-77.5F1000

N1200X-55.859Y-77.093

N1210X-61.844Y-75.931

N1220X-65.834Y-74.868

N1230X-69.824Y-73.594

N1240X-73.814Y-72.077

N1250X-78.762Y-69.824

N1260X-83.789Y-67.088

N1270X-88.817Y-63.839

N1280X-93.764Y-60.061

N1290X-96.315Y-57.854

N1300X-98.427Y-55.859

N1310X-102.254Y-51.869

N1320X-105.734Y-47.66

N1330X-108.468Y-43.889
N1340X-111.02Y-39.899
N1350X-113.226Y-35.91
N1360X-115.17Y-31.92
N1370X-116.807Y-27.93
N1380X-118.216Y-23.94
N1390X-119.698Y-18.804
N1400X-120.338Y-15.96
N1410X-121.068Y-11.97
N1420X-121.5Y-8.643
N1430G0Z10.
N1440X-52.658Y-78.
N1450Z5.
N1460G1Z-6.96F500
N1470Y-77.5F1000
N1480X-55.859Y-77.093
N1490X-61.844Y-75.931
N1500X-65.834Y-74.868
N1510X-69.824Y-73.594
N1520X-72.487Y-72.582
N1530X-120.113
N1540G0Z10.
N1550X-72.487
N1560Z5.
N1570G1Z-6.96F500
N1580X-73.814Y-72.077F1000
N1590X-78.762Y-69.824
N1600X-82.732Y-67.663
N1610X-121.499
N1620G0Z10.
N1630X-82.732
N1640Z5.
N1650G1Z-6.96F500
N1660X-83.789Y-67.088F1000

N1670X-88.817Y-63.839

N1680X-90.249Y-62.745

N1690X-121.5

N1700G0Z10.

N1710X-90.249

N1720Z5.

N1730G1Z-6.96F500

N1740X-93.764Y-60.061F1000

N1750X-96.315Y-57.854

N1760X-96.344Y-57.827

N1770X-121.5

N1780G0Z10.

N1790X-96.344

N1800Z5.

N1810G1Z-6.96F500

N1820X-98.427Y-55.859F1000

N1830X-101.258Y-52.908

...

N2660Z5.

N2670G1Z-3.158

N2680X73.209Y15.267

N2690X73.012Y15.253

N2700X72.821Y15.134

N2710X72.68Y14.8

N2720X72.876Y14.423

N2730X73.286Y14.355

N2740X73.537Y14.549

N2750X73.569Y14.592

N2760X73.566Y15.007

N2770X73.387Y15.137

N2780G0Z10.

N2790X73.077Y14.393

N2800Z5.

N2810G1Z-3.451

N2820X73.286Y14.355

N2830X73.537Y14.549

N2840X73.569Y14.592

N2850X73.566Y15.007

N2860X73.229Y15.258

N2870X72.846Y15.159

N2880X72.68Y14.801

N2890X72.868Y14.431

N2900X73.077Y14.393

N2910G0Z10.

N2920X72.777Y14.626

N2930Z5.

N2940G1Z-3.745

N2950X72.868Y14.431

N2960X73.286Y14.355

N2970X73.537Y14.549

N2980X73.569Y14.592

N2990X73.566Y15.007

N3000X73.229Y15.258

N3010X72.852Y15.162

N3020X72.685Y14.821

N3030X72.777Y14.626

N3040G0Z10.

N3050Z5.

N3060G1Z-4.039

N3070X72.868Y14.431

N3080X73.286Y14.355

N3090X73.537Y14.549

N3100X73.569Y14.592

N3110X73.566Y15.007

N3120X73.229Y15.258

N3130X72.852Y15.162

N3140X72.685Y14.821
N3150X72.777Y14.626
N3160G0Z10.
N3170Z5.
N3180G1Z-4.333
N3190X72.869Y14.431
N3200X73.286Y14.355
N3210X73.537Y14.549
N3220X73.569Y14.592
N3230X73.566Y15.007
N3240X73.229Y15.258
N3250X72.852Y15.162
N3260X72.685Y14.821
N3270X72.777Y14.626
N3280G0Z10.
N3290X66.69Y10.626
N3300Z5.
N3310G1Z-.219
N3320X23.912
N3330Y10.112
N3340X25.981Y10.017
N3350X26.673Y10.093
N3360X27.366Y10.017
N3370X28.059Y10.107
N3380X28.752Y10.019
N3390X29.445Y10.091
N3400X30.137Y9.986
N3410X30.83Y9.419
N3420X31.523Y9.372
N3430X32.909Y10.02
N3440X36.373Y10.089
N3450X37.066Y10.034
N3460X37.758Y9.463
N3470X37.813Y9.502

N3480X38.451Y9.361
N3490X39.247Y9.699
N3500X39.837Y10.085
N3510X41.222Y10.027
N3520X41.915Y10.093
N3530X42.608Y10.032
N3540X43.994Y10.074
N3550X44.686Y9.528
N3560X45.379Y9.286
N3570X46.765Y10.006
N3580X47.458Y10.097
N3590X48.151Y10.04
N3600X50.922Y10.086
N3610X51.615Y9.563
N3620X52.307Y9.299
N3630X53.Y9.514
N3640X53.693Y10.055
N3650X54.386Y10.019
N3660X55.079Y10.094
N3670X57.85Y10.09
N3680X58.543Y9.616
N3690X59.236Y9.294
N3700X59.928Y9.433
N3710X60.227Y9.699
N3720X60.621Y9.945
N3730X61.314Y10.098
N3740X62.007Y10.017
N3750X62.7Y10.106
N3760X66.691Y10.107
N3770X66.69Y11.188
N3780X62.007Y11.232
N3790X60.621Y11.315
N3800X59.928Y11.836
N3810X59.236Y11.965

N3820X58.77Y11.778
N3830X57.85Y11.243
N3840X53.693Y11.27
N3850X53.Y11.8
N3860X52.307Y11.949
N3870X51.76Y11.778
N3880X50.922Y11.253
N3890X49.536Y11.24
N3900X46.765Y11.259
N3910X46.072Y11.73
N3920X45.379Y11.955
N3930X44.686Y11.75
N3940X43.994Y11.26
N3950X42.608Y11.212
N3960X39.837Y11.244
N3970X39.144Y11.693
N3980X38.451Y11.946
N3990X37.758Y11.814
N4000X37.066Y11.28
N4010X32.909Y11.222
N4020X31.523Y11.951
N4030X30.764Y11.778
N4040X30.137Y11.336
N4050X29.445Y11.241
N4060X24.595Y11.251
N4070X24.569Y11.193
N4080X23.913
N4090X23.912Y10.626
N4100G0Z10.
N4110X27.631Y10.377
N4120Z5.
N4130G1Z-.513
N4140X30.137Y10.338
N4150X30.83Y9.819

N4160X31.537Y9.699
N4170X31.91Y9.841
N4180X32.216Y10.111
N4190X32.845Y10.392
N4200X37.066Y10.356
N4210X37.758Y9.879
N4220X38.175Y9.699
N4230X38.834Y9.804
N4240X39.837Y10.392
N4250X43.994Y10.389
N4260X44.686Y9.948
N4270X45.169Y9.699
N4280X45.551
N4290X46.765Y10.395
N4300X50.922Y10.397
N4310X51.882Y9.805
N4320X52.307Y9.666
N4330X52.781Y9.778
N4340X53.693Y10.376
N4350X57.85Y10.382
N4360X58.543Y10.071
N4370X58.861Y9.815
N4380X59.236Y9.675
N4390X59.538Y9.699
N4400X59.928Y9.851
N4410X60.621Y10.362
N4420X65.48Y10.409
N4430X65.469Y10.885
N4440X60.621Y10.959
N4450X59.928Y11.463
N4460X59.236Y11.633
N4470X59.006Y11.555
N4480X58.372Y11.085
N4490X57.85Y10.918

N4500X53.693Y10.932
N4510X52.67Y11.575
N4520X52.307Y11.63
N4530X51.935Y11.521
N4540X51.387Y11.085
N4550X50.922Y10.922
N4560X46.765
N4570X46.347Y11.085
N4580X45.753Y11.535
N4590X45.379Y11.636
N4600X45.015Y11.559
N4610X43.994Y10.925
N4620X40.53Y10.915
N4630X39.372Y11.085
N4640X38.824Y11.501
N4650X38.451Y11.621
N4660X38.088Y11.588
N4670X37.758Y11.43
N4680X37.368Y11.085
N4690X37.066Y10.939
N4700X32.909Y10.899
N4710X32.216Y11.204
N4720X31.895Y11.467
N4730X31.523Y11.621
N4740X30.83Y11.494

...

N8570Z5.
N8580G1Z-6.517
N8590X-58.229Y26.769
N8600X-58.006Y27.02
N8610X-57.917Y27.342
N8620X-57.962Y27.604

N8630X-58.139Y27.877
N8640X-58.376Y28.029
N8650X-58.731Y28.072
N8660X-58.938Y28.015
N8670X-59.236Y27.766
N8680X-59.37Y27.366
N8690X-59.344Y27.178
N8700X-59.115Y26.797
N8710X-58.725Y26.627
N8720X-58.477Y26.698
N8730G0Z10.
N8740X-58.884Y26.707
N8750Z5.
N8760G1Z-6.816
N8770X-58.651Y26.616
N8780X-58.358Y26.681
N8790X-58.006Y27.02
N8800X-57.917Y27.342
N8810X-57.963Y27.604
N8820X-58.139Y27.877
N8830X-58.374Y28.027
N8840X-58.731Y28.072
N8850X-58.938Y28.015
N8860X-59.236Y27.766
N8870X-59.37Y27.366
N8880X-59.344Y27.178
N8890X-59.116Y26.798
N8900X-58.884Y26.707
N8910G0Z10.
N8920X-58.885
N8930Z5.
N8940G1Z-7.114
N8950X-58.653Y26.616
N8960X-58.359Y26.681

N8970X-58.006Y27.02
N8980X-57.917Y27.342
N8990X-57.964Y27.603
N9000X-58.126Y27.86
N9010X-58.543Y28.056
N9020X-58.938Y28.015
N9030X-59.236Y27.766
N9040X-59.37Y27.366
N9050X-59.344Y27.178
N9060X-59.116Y26.798
N9070X-58.885Y26.707
N9080G0Z10.
N9090X-58.182Y26.85
N9100Z5.
N9110G1Z-7.412
N9120X-58.006Y27.02
N9130X-57.917Y27.342
N9140X-57.967Y27.615
N9150X-58.126Y27.86
N9160X-58.543Y28.056
N9170X-58.938Y28.015
N9180X-59.236Y27.766
N9190X-59.37Y27.366
N9200X-59.344Y27.178
N9210X-59.116Y26.798
N9220X-58.729Y26.627
N9230X-58.359Y26.681
N9240X-58.182Y26.85
N9250G0Z10.
N9260X-58.188Y26.849
N9270Z5.
N9280G1Z-7.71
N9290X-58.006Y27.02
N9300X-57.917Y27.342

N9310X-57.967Y27.614
N9320X-58.126Y27.86
N9330X-58.543Y28.056
N9340X-58.938Y28.015
N9350X-59.236Y27.766
N9360X-59.37Y27.366
N9370X-59.344Y27.178
N9380X-59.116Y26.798
N9390X-58.729Y26.627
N9400X-58.37Y26.678
N9410X-58.188Y26.849
N9420G0Z10.
N9430X-59.11Y26.852
N9440Z5.
N9450G1Z-8.009
N9460X-58.936Y26.685
N9470X-58.543Y26.644
N9480X-58.138Y26.831
N9490X-58.006Y27.02
N9500X-57.917Y27.342
N9510X-57.97Y27.625
N9520X-58.126Y27.86
N9530X-58.543Y28.056
N9540X-58.938Y28.015
N9550X-59.236Y27.766
N9560X-59.37Y27.366
N9570X-59.283Y27.02
N9580X-59.11Y26.852
N9590G0Z10.
N9600Z5.
N9610G1Z-8.307
N9620X-58.937Y26.685
N9630X-58.543Y26.644
N9640X-58.138Y26.831

N9650X-58.006Y27.02
N9660X-57.917Y27.342
N9670X-57.97Y27.625
N9680X-58.126Y27.86
N9690X-58.543Y28.056
N9700X-58.938Y28.015
N9710X-59.236Y27.766
N9720X-59.37Y27.366
N9730X-59.283Y27.02
N9740X-59.11Y26.852
N9750G0Z10.
N9760Z5.
N9770G1Z-8.605
N9780X-58.937Y26.685
N9790X-58.543Y26.644
N9800X-58.138Y26.831
N9810X-58.006Y27.02
N9820X-57.917Y27.342
N9830X-57.97Y27.625
N9840X-58.126Y27.86
N9850X-58.543Y28.056
N9860X-58.938Y28.015
N9870X-59.236Y27.766
N9880X-59.37Y27.366
N9890X-59.283Y27.02
N9900X-59.11Y26.852
N9910G0Z10.
N9920Z5.
N9930G1Z-8.903
N9940X-58.937Y26.685
N9950X-58.543Y26.644
N9960X-58.138Y26.831
N9970X-58.006Y27.02
N9980X-57.917Y27.342

N9990X-57.97Y27.625
N10X-58.126Y27.86
N20X-58.543Y28.056
N30X-58.939Y28.015
N40X-59.236Y27.766
N50X-59.37Y27.366
N60X-59.283Y27.02
N70X-59.11Y26.852
N80G0Z10.
N90Z5.
N100G1Z-9.202
N110X-58.937Y26.685
N120X-58.543Y26.644
N130X-58.138Y26.831
N140X-58.006Y27.02
N150X-57.917Y27.342
N160X-57.97Y27.625
N170X-58.126Y27.86
N180X-58.543Y28.056
N190X-58.939Y28.015
N200X-59.236Y27.766
N210X-59.37Y27.366
N220X-59.283Y27.02
N230X-59.11Y26.852
N240G0Z10.
N250Z5.
N260G1Z-9.5
N270X-58.937Y26.685
N280X-58.543Y26.644
N290X-58.138Y26.831
N300X-58.006Y27.02
N310X-57.917Y27.342
N320X-57.97Y27.625
N330X-58.126Y27.86

N340X-58.543Y28.056

N350X-58.939Y28.015

N360X-59.236Y27.766

N370X-59.37Y27.366

N380X-59.283Y27.02

N390X-59.11Y26.852

N400G0Z10.

N410M9

N420G91G28Z0

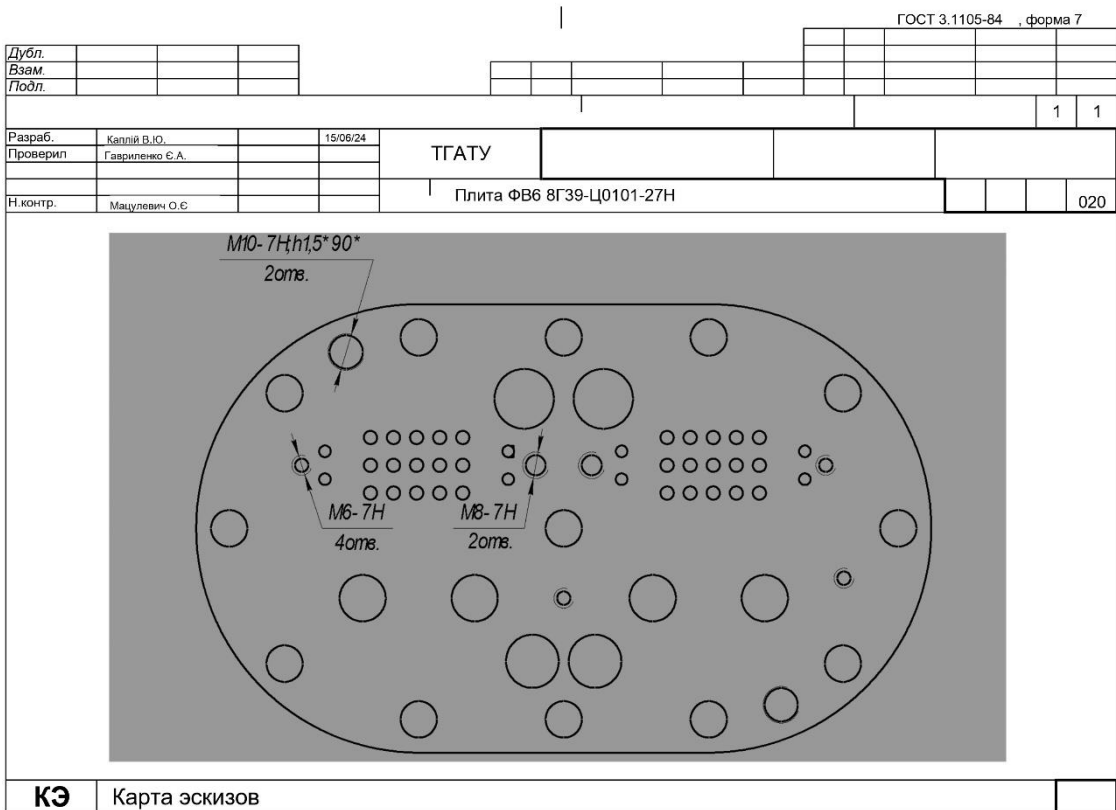
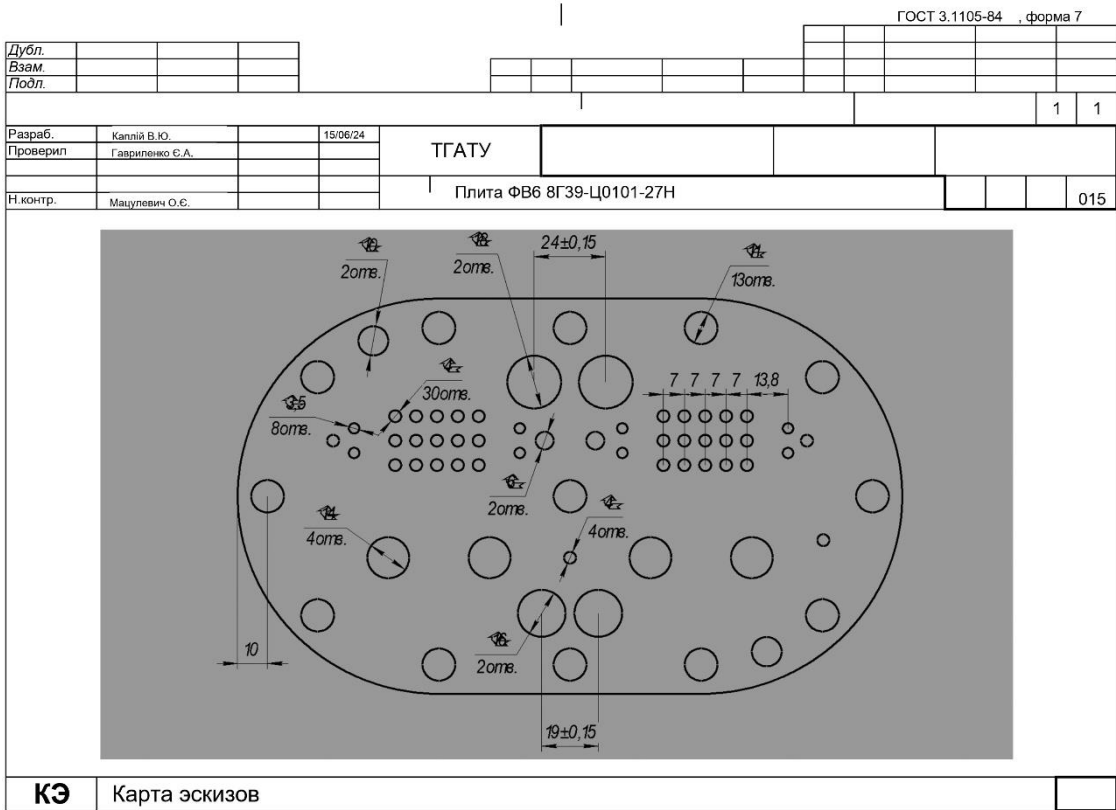
N430G49H0

N440G28X0Y0

N450M30

ДОДАТОК Б

				ГОСТ 3.1105-84 , форма 7			
Дубл.							
Взам.							
Поол.							
							1 1
Разраб.	Каплій В.Ю.		15/06/24	ТГАТУ			
Проверил	Гавриленко С.А.						
				Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н			010
Н.контр.	Мацулевич О.С.						
КЭ	Карта эскизов						



			ГОСТ 3.1105-84 , форма 7		
Дубл.					
Взам.					
Поол.					
					1 1
Разраб.	Калпій В.Ю.		15/06/24 ¹	ТГАТУ	
Проверил	Гавриленко Є.А.				
					025
Н контр.	Мацулевич О.Є.			Плита ФВ6 8ГЗ9-Ц0101-27Н	
КЭ	Карта эскизов				

ГОСТ 3.1404-86 форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										1	1	
Разраб.	Каплай В.Ю.		15.06.24	ТГАТУ								
Проверил	Гавриленко С.А.											
										Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н		
Н.контр.	Мацулевич О.С.									010		
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ				Сталь 45Х ГОСТ 4543-71			ка	0			0	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ		
ГФ3171				№ 1		25,10	0	0	0	ЛЗ-СОЖ2СО ТУ38-101115-75		
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
001	1. Выполнить требования ИОТ №62											
002	2. Установить, закрепить заготовку, снять											
003	3. Фрезеровать по контуру, выдерживая размер 223x135 мм, согласно эскизу											
T04	Фреза 2220-0021 Р6М5 ГОСТ 17025-71											
P05						223	1	2	50,718	93,506	5,875	
T06	Очки_защитн._закрытые ЗП4-72-Т ГОСТ 12.4.013-85											
007	4. Фрезеровать заготовку в размер 9,5 мм											
T08	Фреза 2220-0022 Р6М5 ГОСТ 17025-71											
P09						223	1	2	50,718	93,506	5,875	
T10	Очки_защитн._закрытые ЗП8-80 ГОСТ 12.4.013-85											
O11	5. Контроль исполнительный 80%, контроль ОТК 70%											
T12	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89											
13												
OK Операционная карта												

ГОСТ 3.1404-86 форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										2	1	
Разраб.	Каплай В.Ю.		15.06.24	ТГАТУ								
Проверил	Гавриленко С.А.											
										Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н		
Н.контр.	Мацулевич О.С.									015		
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД
Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ				Сталь 45Х ГОСТ 4543-71			ка	0			0	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ		
ГФ3171				№ 2		2,05	0	0	0	ЛЗ-СОЖ2СО ТУ38-101115-75		
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
001	1. Выполнить требования ИОТ №62											
002	2. Установить и закрепить деталь, снять											
003	3. Выполнить 8 отверстий d3,5 мм на глубину 4 мм, 34 отверстия d4 мм на проход, 2 отверстия d6											
004	мм на проход, 2 отверстия d10 на проход, 13 отверстий d11 мм на проход, 4 отверстия d14 мм на											
005	проход, 2 отверстия d16 мм на проход, 2 отверстия d18мм на проход - по управляющей программе											
T06	Сверло 2300-5833 Р9 ГОСТ 4010-77											
P07						3,5	4	1,75	1	0,1017	2975	32,712
T08	Сверло 2300-5445 Р9 ГОСТ 4010-77											
P09						4	9,5	2	1	0,1017	2975	37,385
T10	Сверло 2300-5547 Р9 ГОСТ 4010-77											
P11						6	9,5	4	1	0,1017	2975	74,77
T12	Сверло 2300-5597 Р9 ГОСТ 4010-77											
P13						10	9,5	5	1	0,1017	2975	93,462
OK Операционная карта												

										ГОСТ 3.1404-86 форма 2а		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
											2	
											015	
Р	П	И	Д или В	L	t	i	S	n	V			
T01	Сверло 2300-5623 Р9 ГОСТ 4010-77											
P02			11	4	5,5	1	0,1017	2975	102,809			
T03	Сверло 2300-5691 Р9 ГОСТ 4010-77											
P04			14	4	7	1	0,1017	2975	130,847			
T05	Сверло 2300-5713 Р9 ГОСТ 4010-77											
P06			16	4	8	1	0,1017	2975	149,54			
T07	Сверло 2300-5735 Р9 ГОСТ 4010-77											
P08			18	4	9	1	0,1017	2975	168,232			
T09	Очки_защитн._закрытые ЗП8-80 ГОСТ 12.4.013-85											
O10	4. Контроль исполнительный 80%, контроль ОТК 70%											
T11	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89											
12												
13												
14												
15												
16												
17												
18												
OK Операционная карта												

										ГОСТ 3.1404-86 форма 3		
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
											1	1
Разраб.	Капль В.Ю.		15.06.24	ТГАТУ								
Проверил	Гавриленко Е.А.											
											020	
Н.контр.	Мацулевич О.С.			Плита ФВ6 8ГЗ9-Ц0101-27Н								
Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ		Сталь 45Х ГОСТ 4543-71		кг		0	0			0		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ				
ГФ3171		№ 3		0,41	0	0	0	ЛЗ-СОЖ2СО ТУ38-101115-75				
Р	П	И	Д или В	L	t	i	S	n	V			
O01	1. Выполнить требования ИОТ №62											
O02	2. Установить и закрепить деталь, снять											
O03	3. Нарезать внутреннюю резьбу 2 отверстия М10-7Н;h15, 4 отверстия М6-7Н, выдерживая шаг резьбы,											
O04	согласно эскизу											
T05	Метчик 2620-3403 ГОСТ 17933-72											
P06			6	9	1	2	1	53,052	1			
T07	Метчик 2620-3439 ГОСТ 17933-72											
P08			10	9	1	2	1	53,052	1,667			
T09	Очки_защитн._закрытые ЗП8-80 ГОСТ 12.4.013-85											
O10	4. Контроль исполнительный 80%, контроль ОТК 70%											
T11	Пробка 8226-0124 ГОСТ 18926-73											
12												
13												
OK Операционная карта												

ГОСТ 3.1404-86 форма 3																							
Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
										2	1												
Разраб.	Каллий В.Ю.		15.06.24	ТГАТУ																			
Проверил	Гавриленко С.А.																						
										Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н													
Н контр.	Мацулевич О.С.									025													
Наименование операции				Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД											
Комплексная на обрабатывающих центрах с ЧПУ				Сталь 45Х ГОСТ 4543-71			ка	0			0												
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тпс.	Тшт.	СОЖ													
ГФ3171				№ 4		13	0	0	0	ЛЗ-СОЖ2СО ТУ38-101115-75													
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V												
001	1. Выполнить требования ИОТ №62																						
002	2. Установить и закрепить деталь, снять																						
003	3. Фрезеровать 6 пазов размером 45x2,5 мм, 4 паза размером 55,6x3,4 мм																						
T04	Фреза 2241-0008 Т15К6 ГОСТ 5348-69																						
P05						45	1	2	425,13886	920,21	361,367												
P06									8	4													
T07	Фреза 2241-0065 Т15К6 ГОСТ 5348-69																						
P08						55,6	1	2	425,13886	920,21	361,367												
P09									8	4													
T10	Очки защитн. закрытые ЗПВ-80 ГОСТ 12.4.013-85																						
O11	4. Расфрезеровать 4 отверстия, выдерживая размеры d22 мм на глубину 6 мм, d17 мм на глубину 8 мм под углом 30°, d31,2 мм на глубину 7 мм, согласно эскизу																						
O12																							
T13	Цевовка 2350-0679 ГОСТ 26258-87																						
<table border="1"> <tr> <td>OK</td> <td colspan="11">Операционная карта</td> </tr> </table>												OK	Операционная карта										
OK	Операционная карта																						

ГОСТ 3.1404-86 форма 2а																							
Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
										2													
										025													
Р				ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V												
P01						31,2		1,75	1	0,1017	2975	32,712											
O02	5. Контроль исполнительный 80%, контроль ОТК 70%																						
T03	Штангенциркуль ШЦК-1-300-0,1 ГОСТ 166-89																						
04																							
05																							
06																							
07																							
08																							
09																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
<table border="1"> <tr> <td>OK</td> <td colspan="11">Операционная карта</td> </tr> </table>												OK	Операционная карта										
OK	Операционная карта																						

ГОСТ 3.1404-86 форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										1	1	
Разраб.	Каплай В.Ю.		15.06.24	ТГАТУ								
Проверил	Гавриленко С.А.											
										Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н		
Н.контр.	Мацулевич О.С.											030
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Моечная		Сталь 45Х ГОСТ 4543-71			ка	0				0		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ				
		№ 5		0	0	0	0	ЛЗ-СОЖ2СО ТУ38-101115-75				
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
001	1. Уложить деталь в промывочную ванну											
002	2. Промыть деталь											
003	3. Уложить в тару											
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
OK		Операционная карта										

ГОСТ 3.1404-86 форма 3												
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
										1	1	
Разраб.	Каплай В.Ю.		15.06.24	ТГАТУ								
Проверил	Гавриленко С.А.											
										Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н		
Н.контр.	Мацулевич О.С.											035
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
Контрольная		Сталь 45Х ГОСТ 4543-71			ка	0				0		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ				
		№ 6		0	0	0	0	ЛЗ-СОЖ2СО ТУ38-101115-75				
Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V			
001	1. Контроль и испытания механические на воздействие динамической нагрузки на прочность											
02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
OK		Операционная карта										

ГОСТ 3.1404-86 форма 3											
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
										1	1
Разраб.	Калпий В.Ю.		15.06.24	ТГАТУ							
Проверил	Гавриленко С.А.			Плита ФВ6 8Г39-Ц0101-27Н							040
Н.контр.	Мацулевич О.Е.										
Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД	
Упаковочная		Сталь 45Х ГОСТ 4543-71		ка	0				0		
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ			
		№ 7		0	0	0	0	ЛЗ-СОЖ2СО ТУ38-101115-75			
Р		П	И	Д или В	L	t	i	S	n	V	
001	1. Упаковать деталь в соответствии с требованиями технических условий на упаковку										
02											
03											
04											
05											
06											
07											
08											
09											
10											
11											
12											
13											
OK		Операционная карта									