

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра (Машинобудування, транспорту і зварювання)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра

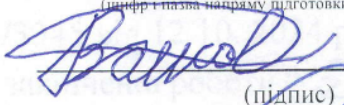
на тему

Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств по підвищенню
продуктивності обробки формотворчих штампів, шляхом оптимізації
технологічних параметрів

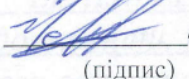
(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ-ПОМ23мг
спеціальності: 015.34 Професійна освіта
(Машинобудування)

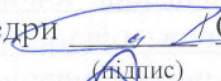
(цифра + назва напрямку підготовки, спеціальності)

 / Олексій ВОЛКОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

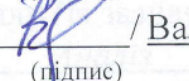
Керівник  / Олег ХОРОШИЛОВ
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент  / Артем ЧЕРНЮК
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  / Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль  / Антон СКОРКІН
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК  / Валентина СКОРКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання
Спеціальність 015.34 Професійна освіта (Машинобудування)
Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Машинобудування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТіЗ

 О.Л. Подоляк
"12" жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

другого (магістерського) рівня вищої освіти

студенту (ці) Олексію ВОЛКОВУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств по підвищенню продуктивності обробки формотворчих штамів, шляхом оптимізації технологічних параметрів

затверджена наказом 4801-5/3345 від 12.10. 2024 р.

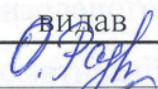
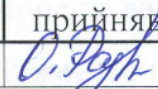
2. Термін здачі магістрантом закінченої роботи "5" грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі типу «матриця» і механізмів металообробного верстат моделі LEADWELL V-40 із системою автоматичного керування, нормативні документи, паспортні дані обладнання, каталоги, стандарти на засоби технічного оснащення.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити): Вступ. Аналіз методів обробки складнопрофільних поверхонь штамів. Проектування операції фрезерування формотворної матриці за допомогою сучасних засобів автоматизації. Застосування високошвидкісної обробки, як способу підвищення продуктивності фрезерування Методичний розділ. Висновки. Список джерел інформації. Додаток.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів): Аналітичний огляд. Аналіз методів обробки складнопрофільних поверхонь штамів. Завдання роботи. Проектування операції фрезерування формотворної матриці за допомогою сучасних засобів автоматизації. Приклад створення керуючої програми в механічній обробки деталі «Матриця» в середовищі програми CAMWORKS. Застосування високошвидкісної обробки. Порівняння продуктивності

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
педагогічний	Олександр РАДКЕВИЧ			

7. Дата видачі завдання « 12 » жовтня 2024 р.

Керівник

Олег ХОРОШИЛОВ

(підпис)

(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

Олексій ВОЛКОВ

(підпис)

(ім'я, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної роботи

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Вибір теми й обґрунтування проблеми дослідження. Визначення об'єкта, предмета, мети й завдань.	05.08.24	
2.	Складання плану роботи. Підбор літератури й інших джерел	06.09.24	
3.	Оформлення завдання проектування для затвердження теми кваліфікаційної роботи	08.09.24	
4.	Підготовка аналітичної частини	23.09.24	
5.	Підготовка теоретичної частини	07.10.24	
6.	Розробка дослідницької частини	25.10.24	
7.	Розробка методичного розділу	04.11.24	
8.	Підготовка графічного матеріалу	15.11.24	
9.	Доробка проекту по зауваженнях наукового керівника	20.11.24	
10.	Доробка проекту по зауваженнях консультантів	25.11.24	
11.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Підготовка до захисту.	02.12.24	
12.	Захист кваліфікаційної роботи	10.12.24	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Олексій ВОЛКОВ

(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль

(підпис)

Антон СКОРКІН

(ім'я, прізвище)

Олег РАДКЕВИЧ

Додаток 2 до Порядку проведення перевірки наукових праць, навчально-методичних видань та дипломних робіт (проектів) працівників та здобувачів вищої освіти на наявність запозичень з інших документів (нова редакція)

Введено в дію:

наказ ректора № 0204 -1/088 від 27.02.2020 р.

Протокол контролю оригінальності дипломної роботи (проекту)

Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств по підвищенню продуктивності обробки формотворчих штампів, шляхом оптимізації технологічних параметрів

(назва роботи)

студента

ВОЛКОВ Олексій Геннадійович

(прізвище, ім'я та по батькові)

науковий керівник

Хорошилов Олег Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові)

В результаті перевірки роботи в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com встановлено наступні значення Коефіцієнтів Подібності

Коефіцієнт Подібності 1: 7,94,

Коефіцієнт Подібності 2: 6,10,

Сигнал „Тривога!": ☒ – немає; ☐ – є, кількість разів у тексті ____.

Вченою радою факультету (навчально-наукового інституту) затверджено наступні показники оригінальності (за значенням коефіцієнту K1):

не більше 12% – оригінальна робота,

від ____% до ____% – задовільно оригінальна робота,

від ____% до ____% – умовно оригінальна робота,

більше ____% – неоригінальна робота.

Відповідно до цього, робота може бути класифікована як:

☒ оригінальна,

☐ задовільно оригінальна,

☐ умовно оригінальна,

☐ неоригінальна.

Висновок:

☒ робота може бути допущена до захисту,

☐ необхідно провести розгляд Повного Звіту Подібності із залученням фахівців із тематики дипломної роботи (проекту).

Примітки Системного Оператора про виявлені запозичення:

Системний Оператор

A
(підпис)

Скоркін А.О.

(прізвище та ініціали)

18.11.24
(дата)

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

CAD (Computer Aided Design) – засоби автоматизованого проектування.

CAE (Computer Aided Engineering) – засоби автоматизації інженерних розрахунків.

CAPP (Computer Aided Process Planning) – системи для оформлення технологічної документації

CAM (Computer Aided Manufacturing) – засоби технологічної підготовки виробництва.

ECAD (Electronic CAD) або EDA (Electronic Design Automation) – САПР для радіоелектроніки.

MCAD (Mechanical CAD) – САПР для машинобудування

ВШО - високошвидкісна обробка

HSM (High Speed Milling) – високошвидкісне фрезерування

ГОШ – гаряче об'ємне штампування

ЗОТС – змащувально-охолоджуюче технологічне середовище

КГП – кульково-гвинтова пара

КП – керуюча програма

ТД – технологічна дія

CLDATA – дані траєкторії переміщення різального інструменту

КТЕ – компоненти дерева конструкторсько-технологічних елементів

ОЦ - обробляючий центр

САП – система автоматизованого програмування

САПР – система автоматизованого проектування

САПР-К – конструкторські САПР загального машинобудування

САПР-Т – технологічні САПР загального машинобудування

САПР-Ф – САПР функціонального проектування

ТП – технологічний процес

ХОШ – холодне об'ємне штампування

ЧПК – числове програмне керування

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка складається із вступу, 5 розділів, висновку й переліку використаної літератури, містить 109 сторінок машинописного тексту, 11 таблиць, 52 рисунка, 1 додаток на 17 слайдах.

Об'єкт дослідження – процес виготовлення оснащення для виробництва матриці теплообмінників.

Предмет дослідження – високошвидкісні методи фрезерування потічків штампа.

У даному дипломному проєкті розроблені засоби автоматизації підготовки керуючих програм з використанням нових САМ систем.

Заропонована система Camworks і розроблений алгоритм створення УП з урахуванням конфігурації оброблюваних елементів знизили трудомісткість проектування в 8 раз.

Розроблені рекомендації з удосконалювання процесу фрезерування струмків штампа з використанням високошвидкісних методів які дають можливість подальшого підвищення продуктивності при збереженні необхідної якості.

Розроблено методичні вказівки до проведення семінару на тему «шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штамів шляхом оптимізації технологічних параметрів» для студентів спеціальності «професійна освіта. Машинобудування».

Ключові слова: ШТАМП, МАТРИЦЯ, МЕТОД ОБРОБКИ, ФРЕЗЕРУВАННЯ, ВИСОКОШВИДКІСНА ОБРОБКА, СПЛАЙН – ОБРОБКА, СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦІЇ.

ABSTRACT

The explanatory note consists of an introduction, 5 chapters, conclusion and list of used literature, contains 108 pages of typewritten text, 11 tables, 52 figures, 1 annex on 17 slides.

The object of the study is the process of manufacturing the equipment for the production of a heat exchanger matrix.

The subject of research is the high-speed methods of milling streaks of a stamp.

This graduation project has developed tools for automating the preparation of management programs using new CAM systems.

The Camworks system was developed and the algorithm of creation of control programs was developed taking into account the configuration of the processed elements, which reduced the complexity of designing by 8 times.

Recommendations for improving the process of milling streams of a stamp are developed with the help of high-speed methods, which give an opportunity for further increase of productivity while preserving the required quality.

Methodical instructions for holding a seminar on the topic "ways to increase the productivity of processing of forming stamps by optimizing technological parameters" have been developed for students of the specialty "professional education. Engineering".

Keywords: STAMP, MATRIX, METHOD PROCESSING, MILLING, HIGH SPEED PROCESSING, SPLINE - PROCESSING, SYSTEM OF AUTOMATION.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦЯ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ	10
1.1 Сучасний стан машинобудування України та тенденції його розвитку	10
1.2 Професійна підготовка фахівців машинобудівної галузі	11
1.3 Висновки до розділу 1	16
2. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ШТАМПІВ	18
2.1 Службове призначення формотворної матриці, гофрованої пластини й теплообмінника	18
2.2 Сутність технології холодного штампування.	26
2.3 Аналіз технологічного процесу обробки матриці на виробництві	30
2.4 Дослідження перспективних методів обробки	32
2.5 Висновки	34
3. ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ ФРЕЗЕРУВАННЯ ФОРМОТВОРНОЇ МАТРИЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ	36
3.1 Огляд засобів автоматизації проектування	36
3.2 Розробка алгоритму роботи з САМ системою для створення керуючої програми	42
3.3 Приклад створення керуючої програми для механічної обробки деталі Матриця в середовищі програми CAMWORKS	44
3.3.1 Опис продукту CAMWORKS	44
3.3.2 Створення керуючої програми	52
3.4 Висновки	57
4. ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ОБРОБКИ, ЯК СПОСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ФРЕЗЕРУВАННЯ	58

4.1	Високошвидкісна обробка (ВШО)	58
4.2	Вимоги до ВШО	61
4.3	Порівняння продуктивності	69
4.4	Рекомендації	71
5.	МЕТОДИЧНИЙ РОЗДІЛ (МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРУ НА ТЕМУ «ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ ФОРМО- ТВОРЧИХ ШТАМПІВ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ».)	72
5.1	Постановка оперативних цілей семінару	73
5.2	Вибір типу семінару і форми його проведення	74
5.3	Визначення переліку питань для обговорення та джерел інформації при підготовці до семінару	75
5.4	Проектування мотиваційних технологій навчання студентів на семінарі	77
5.5	Аналіз базових умов навчання	78
5.6	Проектування основної частини реферативного семінару.....	79
5.7	Висновки до методичної частини	85
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	86
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ	87
	ДОДАТОК А (ПЛАКАТИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ)	92

ВСТУП

Формотворні матриці служать для створення гофрованих пластин теплообмінників.

Пластинчастий теплообмінник це продукт, затребуваний у сучасних системах гарячого водопостачання, опалення, харчовий і в нафтогазовій промисловості й ін. завдяки малим розмірам, високій продуктивності, легені обслуговуванню, високій ремонтпридатності й можливостям по модернізації.

Пластинчасті теплообмінники є апаратом, де відбувається передача тепла між середовищами (нагрівається і гріє), через металеву пластину. У свою чергу, металева пластина являє собою основну частину пластинчастого теплообмінника. Від пластини залежать швидкість і якість теплообміну.

Виготовлення пластини, саме по собі не є складним, однак, складним буде виготовлення оснащення для її виробництва.

Тому що пластина виготовляється методом холодного штампування, то оснащенням для її виробництва буде штамп.

Виробництво штампа досить трудомісткий процес як у виготовленні, так і у виробництві, тому що матриці й пуансони штампа обробляються в загартованому стані, для досягнення точності і якості поверхні.

У ході виготовлення було виявлено, що на виробництво однієї з матриць штампа затрачається 116 годин машинного часу й 40 годин на підготовку керуючої програми, витрачається велика кількість різального інструменту [31].

Внаслідок цього дослідження спрямовані на підвищення продуктивності виготовлення формотворних матриць є актуальними.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦЯ МАШИНОБУДІВНИХ ПІДПРИЄМСТВ

1.1. Сучасний стан машинобудування України та тенденції його розвитку

Підприємства машинобудування потребують фахівців, які володіють знаннями в галузі сучасної техніки та технологій, що знають економіку та організацію машинобудівного виробництва, володіють навичками використання сучасних інформаційно-технічних засобів для вирішення професійних завдань.

Постійне вдосконалення обладнання підприємств машинобудування та впровадження інновацій призводить до необхідності вирішення проблеми забезпеченості кадрами, які здатні до швидкої адаптації до нових умов, освоєння нового обладнання та технологій, до самостійного здобуття знань та аналізу інформації, безперервного підвищення своєї кваліфікації.

Сучасному фахівцю машинобудування необхідно мати глибокі знання з галузі техніки та технологій, основ конструювання, сформувані цілісні уявлення про способи управління виробничими ситуаціями та способами їх ефективного вирішення, про сутність, тенденції розвитку сучасних виробництв. Також фахівцю важливо постійно підвищувати свою кваліфікацію та вибудовувати свій власний напрямок професійного руху, що дозволяє швидко адаптуватися на підприємствах в умовах модернізації та впровадження інновацій та забезпечити можливості руху кар'єрними сходами.

Для відповідності всім вимогам бакалавр повинен мати високий рівень сформованості спроможності до самоосвітньої діяльності. Сучасному молодому фахівцю, необхідно бути мобільним та вміти швидко адаптуватися до змінних умов сучасного суспільства, що характеризується високим ступенем інформатизації, збільшенням кількості та швидкості поширення інформації, що

наводить до необхідності формування в нього навичок та умінь підтримувати на рівні та удосконалювати свої професійні навички. Отже, наявність сформованої готовності до самоосвітньої діяльності серед якісних характеристик спеціаліста вказує на соціальну та професійну зрілість його особистості.

Вивчаючи проблему професійної підготовки майбутніх фахівців з машинобудування, насамперед, звернемося до аналізу його професійної діяльності та спробуємо визначити її специфіку.

Машинобудування – одна з основних галузей промисловості будь-якої держави. Ступінь її розвитку визначає, наскільки високий рівень економіки тій чи іншій країні. Технічний рівень всіх галузей господарства, продуктивність праці них залежить від цього, якими приладами, устаткуванням користуються їх працівники. Тому розвиток машинобудування, постійне оновлення його продукції - необхідна умова прогресу у всіх галузях промисловості країни.

Технологія машинобудування – це галузь науки з вивчення закономірностей, які у процесі виготовлення машин. Знання цих закономірностей потрібно для створення нових деталей та машин за допомогою комп'ютерної техніки та систем автоматизованого проектування.

Сьогодні напрямок «Технологія машинобудування» затребувана як ніколи, і це не дивно: виробництво розвивається швидкими темпами, тому необхідні компетентні фахівці. В Україні її нині відчувається гострий дефіцит технологів, а спектр дій фахівців цієї галузі постійно розширюється.

Для забезпечення конкурентоспроможності своєї продукції сьогодні підприємствам необхідні фахівці, які займаються розробкою нових технологій і для залучення таких фахівців сьогодні виділяються великі кошти і пропонується гідний розмір оплати їхньої інтелектуальної праці.

1.2. Професійна підготовка фахівців машинобудівної галузі

Професія фахівця з технологій машинобудування вважається перспективною. Пов'язано це з постійним впровадженням нових методик і

появою сучасних винаходів. Дані фахівці мають масу можливостей для успішної побудови кар'єри та розвитку, що відкриє перед ними нові перспективи.

Для того щоб отримати можливість, важливо постійно підвищувати свій рівень кваліфікації, прагнути до досягнення більш високих показників та кар'єрного зростання. Кожен, хто докладает максимум зусиль, з часом буде винагороджений.

Також наш рівень освіти в технічних спеціальностях дає можливість працевлаштування в більш економічно розвинутих країнах.

Напрямок «Технологія машинобудування» дає можливість отримати кваліфікацію інженера, яка дозволяє працювати в багатьох напрямках.

У сучасному виробництві праця фахівця в машинобудівній галузі змінилася. Поширення автоматизованого обладнання, керованого від комп'ютера, поява систем автоматизованого проектування та управління виробництвом практично на всіх машинобудівних підприємствах призвели до того, що фахівець, який допомагає створювати нову техніку, спирається на комп'ютерні технології. Якщо раніше значну частку у продуктивному часі становили рутинні конструкторські операції, робота з довідковою літературою, технологічні розрахунки, розробка креслень і технологічних карт, то тепер з цією роботою успішно справляються численні CAD і CAM-системи.

Ця спеціальність для тих, хто прагне щось робити своїми руками, керувати сучасними верстатами та складними машинами, виконувати креслення на комп'ютері, точити деталі на верстаті.

Вона підійде людям із технічним складом розуму, для кого характерна гарна пам'ять, високий рівень уваги та вміння концентруватися на складних процесах.

Незамінними будуть посидючість та акуратність. Адже технік часто стикається кропіткою роботою і найдрібнішими складовими механізмів.

Технологічний процес досить складно проконтролювати, тому даний фахівець повинен вміти самотійно організувати свою працю так, щоб він був максимально ефективним.

У процесі навчання студенти отримують величезний багаж необхідних знань та вмінь. Вони вивчають способи обробки деталей, вчать розраховувати час на виготовлення, вибирати необхідний режим різання, вивчають обладнання на механічних ділянках та принцип його роботи. Крім цього, молодих фахівців навчають працювати у багатьох комп'ютерних програмах, таких як «Компас» та AutoCAD. Це універсальні програми для створення і проєктування будь-яких пристроїв і деталей у системі тривимірного моделювання.

За чотири роки з вас зроблять висококваліфікованого фахівця, здатного вирішувати різні виробничі завдання на найсучаснішому рівні.

Випускник знатиме: математику, інформатику (програмне забезпечення), інженерну та комп'ютерну графіку, технічну механіку, матеріалознавство, основи машинобудування.

Випускник вмітиме: вибирати метод отримання заготовок; визначати технологічну послідовність обробки деталей; виконувати необхідні розрахунки, працювати з кресленнями; підбирати необхідний для роботи інструмент та матеріал; працювати на токарних, фрезерних верстатах, коригувати режим їх роботи за результатами пробної обробки деталей; знаходити причини неполадок верстатів; розробляти та впроваджувати керуючі програми обробки деталей; використовувати пакети прикладних програм; контролювати відповідність якості деталей технічним вимогам.

За напрямом «Технологія машинобудування» готуються фахівці для підприємств та організацій, що займаються проєктуванням, виготовленням та ремонтом машин та апаратів, що застосовуються в різних галузях промисловості.

Сучасний розвиток машинобудування вимагає фахівців з технології машинобудування з глибокими знаннями в галузі проєктування технологічних процесів і технологічного оснащення, нових форм організації та управління виробництвом, комплексної автоматизації виробничих процесів, сучасних верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ) і робототехнічних систем, прогресивних способів обробки матеріалів, використання обчислювальної

техніки для дослідження, проєктування та управління технологічними процесами.

Областю професійної діяльності техніка за спеціальністю «Технологія машинобудування» є організація та проведення робіт зі створення виробів, конструкцій з металу, контроль продукції цеху, дільниці механічної обробки.

Діяльність інженера в основному пов'язана зі створенням, монтажем, збиранням та налагодженням технічних пристроїв, з експлуатацією технічних засобів, з ремонтом техніки. Спеціальність можна віднести до класу «виконавчих», так як вона вимагає дотримання наявних правил і нормативів, інструкцій, стандартів. У той самий час, робота пов'язані з плануванням, організацією, управлінням, прийняттям нестандартних рішень, що дозволяє віднести професію до класу «творчих».

Після закінчення закладу освіти фахівці в машинобудівній сфері можуть працювати в механічних і механозбірних цехах і лабораторіях, технологічних і конструкторських бюро та інших відділах заводів і підприємств; в закладах професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти.

Випускники можуть працювати на посадах: інженера-технолога, інженера-конструктора з технологічного оснащення, інженера-механіка з ремонту технологічного обладнання, інженера з нормування праці, а також на робочих місцях; викладачами та майстрами виробничого навчання закладів професійної (професійно-технічної) та фахової передвищої освіти.

Інженер-конструктор та інженер-технолог – це основні інженерні професії машинобудування, якими можуть мати бакалаври машинобудування. Актуальність та затребуваність професії інженера-конструктора зумовлені розвитком науки та техніки, а також потребою людини у різних технічних пристроях, що полегшують його працю.

Діяльність інженера-конструктора також пов'язана з розробкою проєктів виробів та механізмів машинобудування та має винахідницький характер. Діяльність інженера-технолога – це, в першу чергу, розробка та організація процесу виробництва виробів машинобудування. Специфікою професійної

діяльності бакалаврів машинобудування є інженерна спрямованість, що виявляється у всіх видах діяльності і полягає в вирішенні професійних завдань на основі виробничих систем та технологій.

Майстер виробничого навчання зобов'язаний:

- формувати в учнів (слухачів) професійні знання, навички та вміння, що передбачені кваліфікаційною характеристикою та програмою виробничого навчання:

- навчати учнів (слухачів) раціональних прийомів та способів виконання робіт, обслуговування та експлуатації обладнання, передовим формам організації праці, ощадливому витрачання матеріальних та енергетичних ресурсів:

- забезпечувати високу якість виготовлення учнями (слухачами) продукції, виконання ними норм часу та виробітку, плану виробничого навчання, дотримання технологічної дисципліни та вимог охорони праці, вимог стандартів, належний контроль та прийомку готової продукції:

- вести встановлену документацію з тонування, обліку та звітності майстра виробничого навчання, своєчасно виконувати матеріально-технічну та методичну підготовку до уроків, підбір навчально-виробничих робіт та замовлень, виготовлення еталонних зразків характерних робіт (виробів). Братіи активну участь в методичній роботі, що проводиться в закладі;

- спільно з працівниками підприємств-замовників кваліфікованих робітників забезпечувати виконання Положення про виробничу практику учнів (слухачів). підбирати робітничі місця, що відповідають навчальним програмам та вимогам правил і норм з охорони праці, брати участь в підготовці й оформленні договорів з підприємствами на проходження учнями (слухачами) виробничого навчання і практики;

- забезпечувати у відповідності з наказом підприємства-замовника своєчасну розстановку учнів (слухачів) на відповідні робочі місця для самостійної роботи з урахуванням результатів поетапної атестації, включення їх в склад кращих виробничих бригад та ланок під керівництвом досвідчених

наставників: організовувати виробниче навчання (перенавчання) та практику учнів (слухачів), залучати висококваліфікованих робітників та фахівців до проведення інструктажу, знайомити їх з програмою та графіком переміщення учнів (слухачів) по робочих місцях;

- не допускати до проведення навчальних занять або робіт учасників навчально-виховного процесу без передбаченого спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту.

Педагога професійного навчання повинен:

- здатність вивчати, аналізувати та застосовувати навчальну, методичну, наукову, правову та іншу інформацію щодо планування освітнього процесу;
- здатність формувати зміст освітніх компонентів відповідно до вимог освітніх стандартів/програм;
- здатність здійснювати освітній процес з використанням різних форм, видів, методів, засобів та технологій навчання;
- здатність оволодівати перспективним педагогічним досвідом та застосовувати його у професійній діяльності;
- здатність проводити методичні заходи відповідно до планів роботи методичних структурних підрозділів закладів освіти та інших суб'єктів освітньої діяльності;
- здатність консультувати здобувачів освіти з кар'єрного розвитку.

1.3 Висновки до розділу 1

В першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи ми обґрунтували затребуваність фахівців машинобудівної галузі та актуальність їх професійної підготовки. Здійснено аналіз його професійної діяльності визначено її специфіку. Проаналізовано освітньо-професійну програму та навчальний план підготовки фахівця машинобудівної галузі. Визначено та описано у вигляді функціональних обов'язків посади на яких може працювати фахівець

машинобудівної галузі, а саме: педагогом професійного навчання щодо викладання навчальних предметів «Спецтехнологія», «Матеріалознавство», «Вступ до фаху та історія інженерної діяльності», «Технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство», «Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка», «Технічна механіка». «Взаємозамінність та стандартизація», «Станки з ЧПУ та 3-D моделювання»; майстром виробничого навчання – викладати «Виробниче навчання», бути керівником «Навчальна практика (інженерна)», «Виробнича практика»; інженером-конструктором; інженером-технологом; інженером -механіком.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ШТАМПІВ

2.1 Службове призначення формотворної матриці, гофрованої пластини й теплообмінника.

Пластинчастий теплообмінник являє собою особливий технічний пристрій, за допомогою якого відбувається теплообмін між гарячим і холодним теплоносієм. У якості теплоносіїв можуть виступати різні рідини, газ, водяна пара.



Рисунок 2.1 – Пластинчастий теплообмінник

Конструктивною особливістю пластинчастих теплообмінників є пакет з гофрованих металевих пластин, з'єднаних один з одним і повернених одна щодо іншої на 180° . На теплообміннику пластини встановлюються в раму. Гофровані пластини можуть виготовлятися з міді, нержавіючої сталі (нержавійки), графіту. Специфічна поверхня теплообмінника забезпечує сильну турбулентність теплоносіїв при русі їх по каналах [7].

Завдяки високій турбулентності теплоносіїв, відбувається збільшення коефіцієнта теплопередачі. При з'єднанні між собою, гофровані пластини перетворюються у дві ізольовані друг від друга металевою стіною й прокладками, герметичні системи. По одній системі проходить гарячий теплоносія, по іншій – холодний теплоносії, у результаті відбувається обмін

теплом між середовищами.

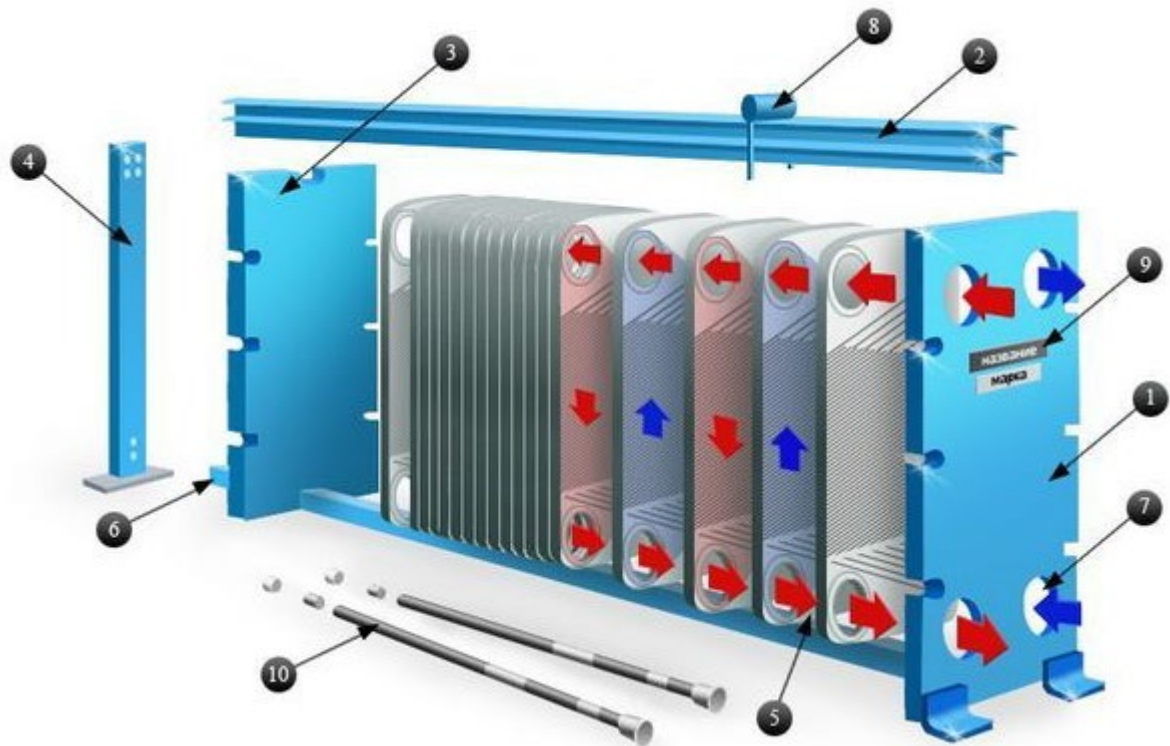


Рисунок 2.2 – Принцип теплопередачі в пластинчастому теплообміннику, де:

- 1 - передня нерухома плита, 2 - верхня напрямна, 3 - задня рухлива плита, 4 - задня стійка (штатив), 5 - робоча пластина з ущільненням, 6 - нижня напрямна, 7 - патрубки, 8 - ролики для переміщення пластин уздовж напрямних, 9 - шильд з назвою і технічними даними, 10 - шпильки

Гофровані пластини збирають у пакет хрест-навхрест, створюючи симетричну сітку перетинання, подібна конструкція надає необхідну твердість цієї конструкції.

Кожна така пластина постачена ущільнювальною прокладкою, яка забезпечує високу герметичність проток у робочому режимі, при проходженні по них теплоносіїв. Система прокладок, установлених на теплообміннику, забезпечує безперебійне проходження одного з теплоносіїв по трубах, інший теплоносій протікає протитечією щодо першого. Завдяки конструктивним особливостям і особливій конфігурації ущільнювальних прокладок повністю виключається змішування обох теплоносіїв один з одним.

Комбінація посиленої турбулентності теплоносія разом із правильною

комбінацією розміру пластинчастого теплообмінника з обсягом минаючих теплоносіїв дозволяє забезпечити високий коефіцієнт теплопередачі.

Пластинчастий теплообмінник являє собою теплообмінник поверхневого типу, де відбувається передача тепла між середовищами (нагрівається і гріє), через металеву стінку, яка називається поверхнею теплообміну. Пластинчастий теплообмінник складається з тонких гофрованих штампованих пластин. Використовуються ці апарати як нагрівачі або охолоджувачів у різних технологічних процесах газової, нафтопереробної, хімічної та інших промислових галузях.

Пластинчастий теплообмінник складається з таких складових, як нерухлива плита, оснащена приєднувальними патрубками, пластини для теплообміну з ущільнювальною прокладкою, задня стійка й комплект різьбових шпильок. Задня притискна плита й верхня й нижня напрямні утворюють раму апарата, на яку встановлюються пластини. Завдяки такому пристрою вдається добитися ефективного компонування теплообмінної поверхні, а виходить, зробити апарат невеликих габаритів [7].

Схема теплообміну показана на рисунку 2.2.

Через патрубок для подачі теплоносія, що розташовується на нерухливій плиті для опори, у пристрій входить середовище, що нагрівається. Потім вона йде в поздовжній колектор через кутовий отвір. По ньому вона досягає останньої пластини й рівномірно розподіляється по всім межпластинчастим каналам. Межпластинні канали з'єднуються з кутовим колектором завдяки спеціальній схемі розміщення ущільнень. Рухаючись по Межпластинному каналу середовище, що нагрівається, проходить по хвилястій поверхні пластин, які зі зворотної сторони нагріваються гарячим теплоносієм. середовище, що потім нагрівається, виявляється в нижньому колекторі й через патрубок для виходу теплоносія залишає апарат. Середовище, що гріє, надходить через спеціальний патрубок для подачі гарячого теплоносія, завжди рухається середовищу, що назустріч нагрівається. Через нижній колектор середовище, що гріє, розподіляється й проходить по каналах. Виходить із пластинчастого

теплообмінника вона через верхній колектор і особливий патрубок виходу. Канали для, що гріє, що й нагрівається теплоносіїв між собою чергуються, тому найпростіший пластинчастий теплообмінник повинен полягати хоча б із трьох пластин, які повинні утворювати між собою два канали: один для середовища, що нагріває, іншої – для, що нагрівається. Рідина, що проходить по каналах, робить тривимірний звивистий рух, що забезпечує турбулізацію потоку. При проходженні через кутові отвори гідравлічний опір на вході й виході в канал знижується, уся площа пластини для теплообміну завдяки цьому використовується раціонально.

Типи пластинчастих теплообмінників залежно від схеми руху теплоносіїв.

Пластинчасті теплообмінники можуть бути одноходовими й багатоходовими.

В одноходових пластинчастих теплообмінниках теплоносій постійно рухається по однаковій траєкторії, проходячи всю довжину теплообмінника. Головна відмітна риса апарата такого типу полягає в абсолютній протитечії теплоносіїв.

Багатоходові пластинчасті теплообмінники рекомендують застосовувати тоді, коли різниця в температурах двох теплоносіїв необхідна несуттєва. Патрубки в такому апараті розташовуються й на передній нерухливій, і на натискній торцевій плитах. У пластинчастому теплообміннику такого типу потоки теплоносіїв змінюють свій напрямок в одному ході або декількох. Багатоходова схема припускає наявність тільки одного вихідного й вхідного патрубків. Усі сторони повинні бути незалежні. Кожний канал холодоагенту повинен бути оточений водними каналами. Багатоконтурні пластинчасті теплообмінники оснащено двома незалежними контурами на одній зі сторін. Використовуються вони тоді, коли необхідно, щоб середовище прогрівалося або прохолоджувалася у два етапи. Також вони застосовуються, якщо потрібно регулювати теплову потужність.

Залежно від того, наскільки легко одержати доступ до поверхонь

теплообміну для виконання механічного чищення й огляду теплообмінника, виділяють три типи пластинчастих теплообмінників: розбірні, напіврозбірні й нерозбірні.

Розбірний пластинчастий теплообмінник має найбільші габарити, простий в обслуговуванні. Пластини й канали такого пристрою легко очищаються. Зміна кількості й типу пластин дозволяє змінити потужність теплообмінника. Якщо виникнуть протікання, можна буде замінити несправні пластини й ущільнення.

Напівзварений, або напіврозбірний пластинчастий теплообмінник сконструйований з набору зварених модулів, кожний з яких утворюється двома теплообмінними пластинами. Вони зварюються між собою за допомогою лазерного зварювання. Торцевими плитами стягаються модулі в єдиний пакет за допомогою болтів. Використовують такий тип апарата тоді, коли один з теплоносіїв характеризується високим тиском або температурою або являє собою небезпечна речовина. Нерозбірні, або паяні теплообмінники – це набір металевих гофрованих плит з нержавіючої сталі, які об'єднано один з одним за допомогою пайки у вакуумі з використанням нікелевого або мідного припою. Такі апарати характеризуються високою надійністю, компактною конструкцією, простотою монтажу, самоочищенням каналів через підвищену турбулізацію струму теплоносія й дають економічний ефект. Застосовують їх у системах теплопостачання для нагрівання води, у холодопостачанні та ін.

Виготовляються пластини теплообмінників з тонколистової сталі. В апарату може перебувати як дуже мало пластин (але звичайно не менше 7), так і величезна їхня кількість. Температура носія в пластині не може бути вище 150 градусів, а тиск – 10 кгс/см². Кількість рідини, що пропускається, за годину може досягати 1 або 2000 м³. Площа поверхні теплообміну в одного апарата буває різної й залежить від того, яке він буде мати призначення (5-2100 м²).

Пластинчасті теплообмінники застосовують у самих різних сферах:

- теплопостачання (центральне опалення, нагрівши очищеної води, підігрівши басейну, підлог і ін.);

- машинобудування й металургія (охолодження верстатів, машинних охолоджувачів і ін.);
- суднобудування (центральне охолодження, підігрівши морської води й ін.);
- харчова промисловість (пастеризаційні установки, охолодження жирних кислот і ін.);
- автомобільна промисловість (центральне охолодження та інш.);
- енергетика (наприклад маслоохолоджувачі);
- нафтова промисловість (нагрівання/охолодження нафтопродуктів у технологічному процесі та ін.);
- і багато іншого.

Варто сказати про ущільнюючих елементах теплообмінників. Від якості цих елементів залежить довговічність і надійність теплообмінника. Ущільнювачі запобігають змішуванню середовищ і направляють їх по певній траєкторії. На справжній момент у теплообмінниках використовується всього два різновиди подібних елементів: кліпсові й клейові. Для виготовлення ущільнювачів звичайно застосовуються матеріали на основі каучуку. Це можуть бути, приміром, гуми: EPDM, ПВР, витон і т.д. Клейові ущільнювачі кріпляться в спеціальних канавках на епоксидну смолу, тепло-маслостійкий. Кліпсові варіанти встановлюються за допомогою спеціальних фіксуючих елементів.

Гофровані тонкі пластини теплообмінників можуть виконуватися зі сталі, титану та інших сплавів, в залежності від вимог проекту. За рахунок рельєфної поверхні, вони забезпечують високу турбулентність потоку робочого середовища і, відповідно, високий коефіцієнт теплопередачі. При цьому важливо розуміти, щоб домогтися максимальної продуктивності обладнання, потрібно зробити правильний розрахунок пластинчастого теплообмінника, який дозволить знайти оптимальне співвідношення, між швидкістю потоку, об'ємом робочого середовища і габаритами агрегату.

Оскільки ці елементи конструкції обмінника постійно перебувають в

агресивному середовищі, виготовлятися вони повинні з максимально стійкого до неї матеріалу. Найчастіше такі пластини роблять із нержавіючої сталі. При цьому звичайно використовується марка 1.4404/AISI 316L. Така сталь містить у собі молібден, а тому відрізняється підвищеною стійкістю до корозії, ушкоджень і впливу хлоридів.

У тому випадку, якщо через теплообмінник проходять не занадто агресивні середовища, для виготовлення пластин можуть використовуватися й звичайні марки нержавіючої сталі. Дуже часто також ці елементи роблять з титану або титан-палладія. Використовуються при їхнім виробництві й інші матеріали.

Оскільки гофрована пластина є основною частиною теплообмінника, до неї пред'являються високі по якості, такі як: точність виготовлення, якість листового метала, відсутність подряпин на поверхні після штампування.

Пластина виготовляється в закритих штампах для холодно листового штампування штампування. Основними деталями штампів, що впливають на якість пластин, є матриці й пуансони.

Матриці й пуансони найбільш складні у виготовленні, тому що до них пред'явлені високі вимоги по точності, чистоті поверхні. Так само виготовлення ускладнене не симетричним Рисунком з елементами, які майже не повторюються.

Матриця формотворна (Рисунок 2.3), служить для пластичного деформування заготовки, з листового метала, шляхом обробки тиском і в підсумку одержання готового виробу (Рисунок 2.4).

Холодне штампування - це один з методів обробки металів тиском, при якому метал деформується пластично в холодному стані.

Сталь Х12МФ застосовується для виробництва профілювальних роликів складної форми, секцій кузовних штампів складної форми, складних диетрошівочних матриць, при формуванні листового металу, еталонних шестірень, накатних плашок, волоків, матриць і пуансонів вирубних просічних штампів зі складною конфігурацією робочих частин, штампування

активної частини електричних машин [6-8].

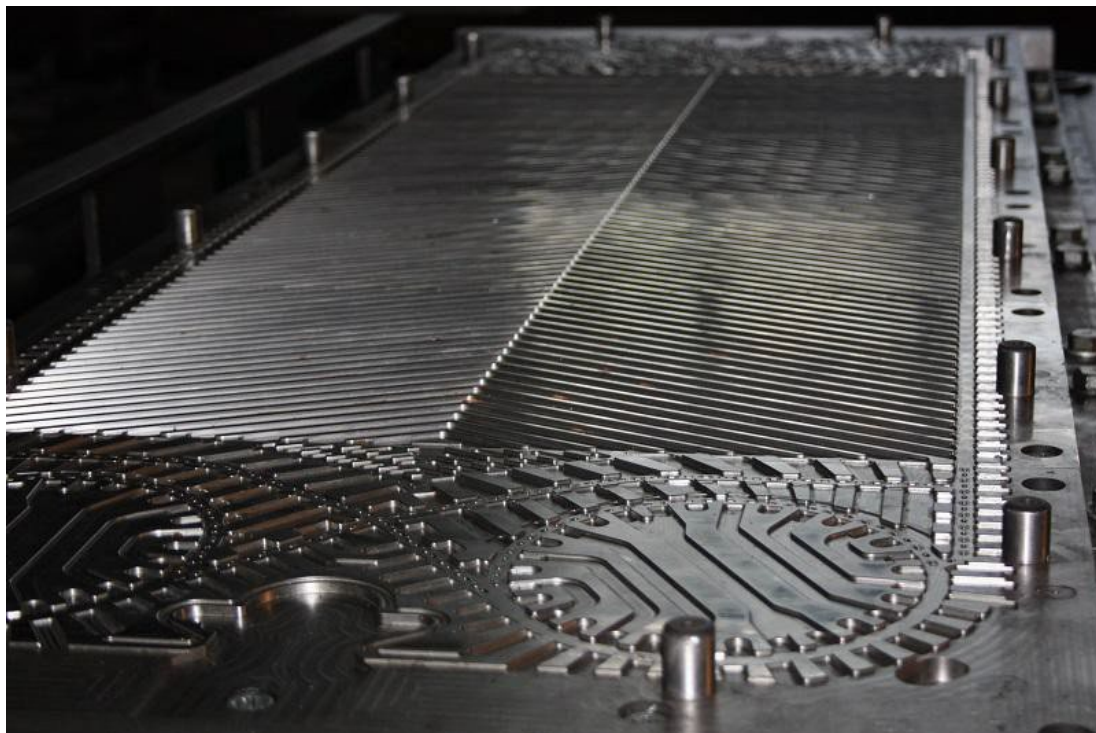


Рисунок 2.3 – Нижня частина штампа в зборі (Матеріал матриці - 12ХМФ. Твердість – 57...60 HRC.)



Рисунок 2.4 - Готовий виріб (пластина для теплообмінника)

2.2 Сутність технології холодного штампування.

Холодне штампування поєднує велику кількість різноманітних операцій, які діляться на два основні класи: розділові, у яких одна частина заготовки відділяється від іншої, і формозмінні, при яких одержують вироби складної форми за рахунок переміщення елементарних обсягів матеріалу вихідної заготовки без її руйнування.

Суть методу полягає в процесі, де в якості заготовки використовують отримані прокаткою лист, смугу або стрічку, згорнуту в рулон. Листовим штампуванням виготовляють найрізноманітніші плоскі і просторові деталі масою від часток грама і розмірами, що обчислюються частками міліметра (наприклад, секундна стрілка наручних годинників), і деталі масою в десятки кілограмів і розмірами, складовими кілька метрів (облицювання автомобіля, літака, ракети).

Для деталей, одержуваних листовим штампуванням, характерно те, що товщина їх стінок незначно відрізняється від товщини вихідної заготовки. При виготовленні листовим штампуванням просторових деталей заготовка звичайно випробовує значні пластичні деформації. Ця обставина змушує пред'являти до матеріалу заготовки досить високі вимоги по пластичності.

До переваг листового штампування ставляться:

- можливість одержання деталей мінімальної маси при заданій їхній міцності й жорсткості;
- досить високі точність розмірів і якість поверхні, що дозволяють до мінімуму скоротити оздоблювальні операції обробки різанням;
- порівняльна простота механізації й автоматизації процесів штампування, що забезпечує високу продуктивність (30-40 тис. деталей у зміну з однієї машини);
- гарна пристосовність до масштабів виробництва, при якій листове штампування може бути економічно доцільної й у масовому, і в дрібносерійному виробництві [31].

При холодному об'ємному штампуванню (ХОШ) температура вихідної заготовки нижче кувальної. Це обумовлює високі значення опору металу штампувальному тиску і суттєво меншу плинність, що обмежує можливість одержання виробів складної форми. Однак у порівнянні з гарячим об'ємним штампуванні (ГОШ) метал не зазнає термічним модифікаціям, немає усадки при охолодженні й немає ризику утвору гарячих тріщин. Точність виконання поверхонь при ХОШ порівнянна з такою при обробці металів різанням, проте після ХОШ на поверхні металу, відсутні концентратори напружень (ризиків і подряпини). Тому методами ХОШ виготовляють високоточні і (або) високонавантажені деталі, наприклад: кульові опори підвіски автомобілів, колінчаті вали ДВС, деталі втулки несучих гвинтів вертольотів..

Технологія листового штампування.

Основним технологічним устаткуванням для виготовлення виробів методом листового штампування є вібраційні ножиці (Рисунок 2.5), кривошипні (див. Рисунок 1.6) і гідравлічні преси. Операції листового штампування можуть бути розділені на два основні види: розділові й формозмінні. До основних розділових операціям ставляться: різання, вирубка й пробивання.

Формування — операція, пов'язана з місцевою зміною форми зі збереженням конфігурації зовнішнього контуру деталі. Прикладом формування може служити виготовлення ребер жорсткості на машинобудівних деталях, а також збільшення розмірів по діаметру середньої частини полою деталі (рисунок 2.7 - 2.9).



Рисунок 2.5 - Ножиці вібраційні для розкрою листового матеріалу



Рисунок 2.6 - Гідравлічний прес (ліворуч) і кривошипний (праворуч)

До основних формоізмнюючіе операцій належать гнучка, витяжка, отбортовка, обтиск, формування.

Гнучка - операція, при якій плоскій заготівлі надають вигнуту форму (рис. 1.7 : 1 - пуасон; 2 - нейтральний шар; 3 - матриця): R і r - зовнішній і внутрішні радіуси гнучкі, S - товщина матеріалу. Вона може бути V -образна, U-подібна та ін.

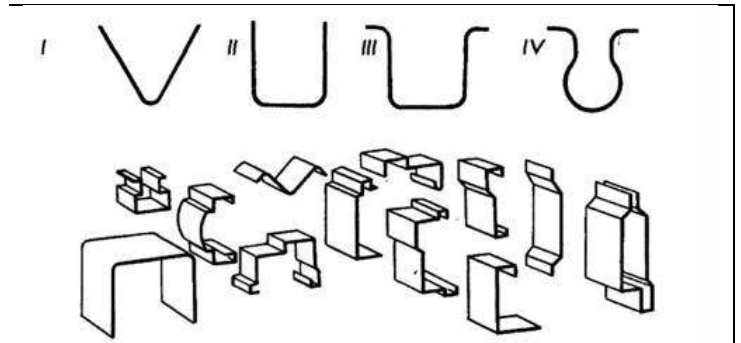
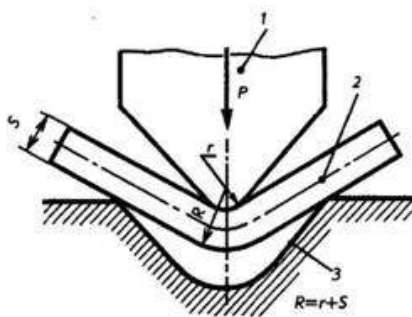


Рисунок 2.7 - Гнучка - операція

Витяжка – операція (рисунок 2.8), що перетворює плоску заготовку в порожнисту просторову деталь або напівфабрикат 2. Витяжкою виготовляють не тільки циліндричні деталі, але і складні за формою коробчасті, конічні і напівсферичні. При витяжці плоска заготовка 5 втягується пуансоном 1 в отвір матриці 3. Для запобігання в заготівлі при стискати напрузі освіти складок застосовують притиски 4.

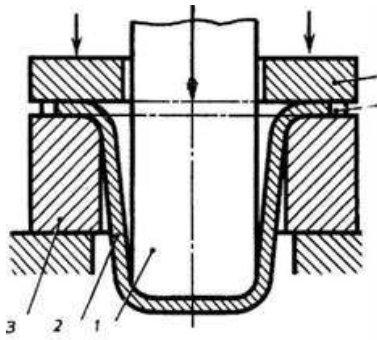


Рисунок 2.8 – Операція
Витяжка

Витяжка може бути без стоншення і з витонченістю. У першому випадку вона відбувається без відчутних змін у другому змінюється не тільки форма заготовки, але і товщина її стінок. У разі, коли потрібно отримати глибоку витяжку, її ведуть в кілька проходів

Отбортовка - операція утворення бортів по зовнішньому контуру листової заготовки або

навколо заздалегідь пробитих отворів. Вона застосовується головним чином для утворення горловин у плоских деталей, необхідних як для нарізування різьблення, так і зварювання або зборки. Зазвичай вона виконується послідовно за один або кілька проходів в штампах, що складаються з пуансона і матриці. Операцію відбортовки дуже часто виконують на кінцях труб при приєднанні до них фланців, за допомогою яких труби будуть надалі з'єднуватися.

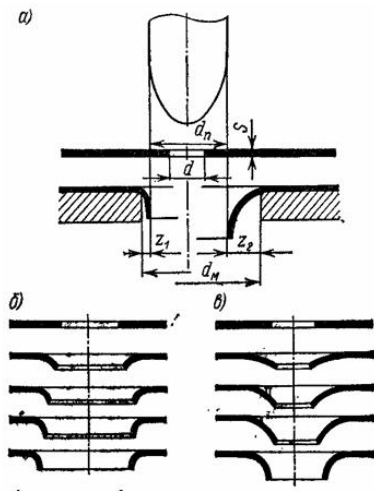


Рисунок 2.9 – Схема формування

Обтиск - операція звуження (зменшення) кінцевій частині порожніх або об'ємних деталей. Здійснюється вона шляхом обтиску матеріалу штампом зовні в кінчій матриці. При цьому конфігурація обжимаються частини цілком залежить від форми штампа.

Формування - операція, пов'язана з місцевим зміною форми зі збереженням конфігурації зовнішнього контуру деталі. Прикладом формування може служити виготовлення ребер жорсткості на

машинобудівних деталях, а також збільшення розмірів по діаметру середньої частини порожнистої деталі.

2.3 Аналіз технологічного процесу обробки матриці на виробництві

У сформованих виробничих умовах матриця обробляється по маршруту:

- Заготівельна операція (відрізка заготовки з урахуванням припуску на механічну обробку);
- Термообробка;
- Операції фрезерування (1 – Вивід паралельності; 2 – Фрезерування торцевих поверхонь; 3 – Свердлення отворів під штифти й потаємні болти; 4 – Розточування штифтових отворів; 5 – Фрезерування начисто поверхні під Рисунок; 6 – Фрезерування канавок; 7 – Фрезерування радіусних поверхонь).

Операція фрезерування канавок здійснюється на вертикально-фрезерному верстаті моделі LEADWELL V 40.

Інструментом для обробки канавок формотворної матриці (рисунок 2.10) служить кінцева фреза Ø8мм із твердого сплаву фірми Hoffmann [18-21].



Рисунок 2.10 – Фрезерування загартованої заготовки.

У виробничих умовах фреза працює на режимах:

- оберти $n = 800 \text{ хв}^{-1}$;
- подача $s = 100 \text{ мм/хв.}$

Дослідження процесу фрезерування на цих режимах виявило невисоку стійкість фрез 116 хв. (при цьому на обробку однієї деталі потрібно 4 фрези Ø8 мм, 3 фрези Ø10 мм і ін.) і високу трудомісткість $T_{\text{шт}} = 116$ годин.

Крім витрат на хутро обробку, оператор затрачає порядку 40 годин для створення керуючої програми верстата ЧПК. Такий значний час затрачається через низький ступінь автоматизації. Оператор, користуючись програмою Mastercam, змушено створювати операції й додавати кожний елемент вручну.

Характеристики верстата LEADWELL V 40 Модель: LEADWELL V 40 (рисунок 2.11)



Рисунок 2.11 – Верстат LEADWELL V-40.

Тип: Вертикально фрезерний обробний центр

Система ЧПК: Sinumerik 840 D

LEADWELL V-40 – вертикально-фрезерний обробний центр зі ЧПК - багатофункціональний верстат з розміром стола від 350×300 мм до 2100×1000 мм. Мають тверду литу чавунну станину й оснащуються магазином на 16-24 інструмента й лінійними напрямними кочення. Додатково, на основний стіл верстата можуть бути встановлені 1- і 2-координатні поворотні столи, повністю керовані від системи ЧПК. Точність позиціонування ± 0.005 мм.

Верстат оснащений приводами FANUC на всіх керованих осях. Усі верстати LEADWELL V-40 оснащуються високо-моментними приводами, що передають обертання за допомогою твердої муфти прямо на вал КГП.

Така конструкція забезпечує відмінну точність при інтерполяції, а також при обробці гострих крайок.

Швидкість обертання шпинделя – 10000 хв^{-1} . Потужність двигуна – 18,5 кВт.

Швидкість подачі – 10 м/хв.

Швидкі переміщення – в усіх напрямках 36 м/хв.

2.4 Дослідження перспективних методів обробки

Розглянемо можливі методи обробки матриці.

Електроерозійна обробка — обробка, яка полягає в зміні форми, розмірів, шорсткості й властивостей поверхні електропровідний заготовки під дією електричних розрядів виникаючих між заготовкою й електродом-інструментом.

У сучасному машинобудуванні при виготовленні відповідальних деталей застосовуються фізико-хімічні способи розмірної й зміцнюючої - чистової обробки. Ці способи доповнюють, а іноді заміняють традиційні процеси різання. Постійно зростаючі вимоги до якості, надійності й довговічності виробів роблять актуальними створення й застосування нових методів обробки й зміцнюючої технології для підвищення зносостійкості, корозійної стійкості, жароміцності й інших експлуатаційних характеристик.

Фізико-хімічні способи мають наступні гідності й переваги перед процесами різання:

- 1). Копіювання форми інструмента складної форми відразу по всій поверхні заготовки при його простому поступальному русі;
- 2). Обробка матеріалів ведеться при практичній незалежності режимів обробки від твердості й в'язкості матеріалу;
- 3). Виконання унікальних операцій (обробка отворів із криволінійною або спіральною віссю, виготовлення дуже маленьких отворів, вузьких і глибоких канавок;
- 4). Малі значення сил, що діють у процесі обробки, а при деяких методах відсутність механічного контакту інструмента й заготовки;
- 5). Використовується інструмент менш твердий і менш міцний, чому оброблюваний матеріал;
- 6). Висока продуктивність обробки при порівняно високій точності одержання розмірів;
- 7). Можливість механізації й автоматизації процесу фізико - хімічної обробки, а також багатостанкового обслуговування.

Один з електродів є оброблюваною заготовкою, іншої — електрод-інструментом. Розряди проводяться періодично, імпульсно, так щоб середовище між електродами відновила свою електричну міцність. Для зменшення зношування електрода-інструмента подаються уніполярні імпульси технологічного струму. Полярність залежить від тривалості імпульсу, оскільки при малій тривалості імпульсу переважає ерозія (зношування) анода, анода великої тривалості імпульсу переважає ерозія (зношування) катода. На практиці використовуються обидва способи подачі уніполярних імпульсів: з підключенням заготовки до позитивного полюса генератора імпульсів (включення на пряму полярність), і з підключенням заготовки до негативного полюса (включення на зворотну полярність).

- Електроерозійне об'ємне копіювання

Електроерозійна обробка, при якій на електроді-заготівлі відображається форма поверхні електрода-інструменту [7].

При такій схемі електрод-інструмент 1 має один робочий рух - поступальний рух зі швидкістю V до деталі 2. Міжелектродний зазор S - постійний, тобто режим стаціонарний. Електроліт прокачується зі швидкістю V_e . За цією схемою виготовляють робочі порожнини кувальних штампів, прес-форм, прошивають отвори, пази, пір'я лопаток турбін, вирізають заготовки різного профілю (рисунк 2.12).

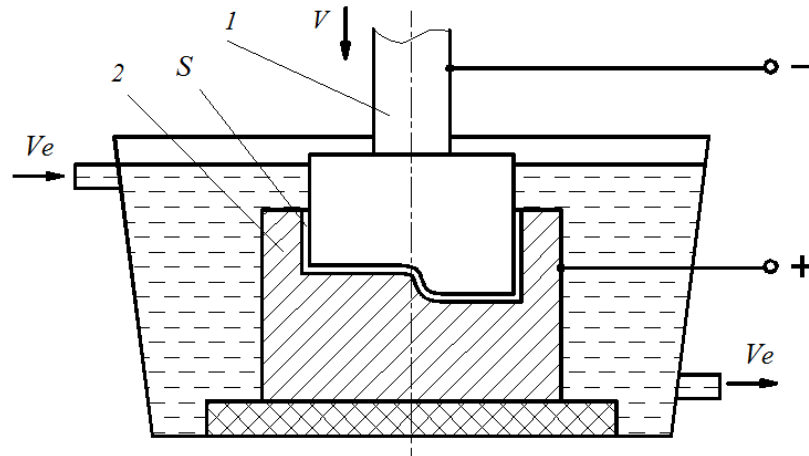


Рисунок 2.11 – Схема прошивання (1 – інструмент копір; 2 – заготовка)

Цей метод високопродуктивний, однак, у нашому випадку він буде ускладнений тим, що деталь має складний рисунок і інструмент копір повинен мати форму зліпка з нашої деталі. Таким чином, не дивлячись на високу продуктивність, цей метод несе додаткове навантаження в плані проектування й виготовлення інструмента-копіра. Такий метод буде раціональний у випадку, коли виготовляється серія з декількох однакових штампів.

Таким чином, доцільно залишити метод виготовлення - фрезерування, з подальшим переходом до високошвидкісного фрезерування.

2.5 Висновки

1. Вивчення конструкції й технології виготовлення формотворних штампів показала наявність вузьких місць, що вимагають удосконалювання способу обробки.
2. Аналіз існуючих методів обробки формотворних штампів дозволив

установити, що доцільно залишити метод фрезерування з подальшим переходом до високошвидкісного фрезерування.

3. Дослідження процесу формоутворення канавок формотворного штампа на верстаті LEADVELL V-40 показало необхідність подальшої автоматизації цього процесу.

Ціль роботи: Підвищення продуктивності фрезерування формотворних штамів, за рахунок вибору оптимальних траєкторій інструмента, з урахуванням форми профілю й інтенсифікації режимів фрезерування.

Завдання:

- Опанувати методи обробки складнопрофільних поверхонь штамів;
- Розробити алгоритм створення керуючої програми залежно від технологічних параметрів верстата;
- Досліджувати вплив режимів різання на продуктивність процесу фрезерування;
- Розробити рекомендації з удосконалювання технології обробки формотворних штамів.

РОЗДІЛ 3.

ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ ФРЕЗЕРУВАННЯ ФОРМОТВОРНОЇ МАТРИЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

3.1 Огляд засобів автоматизації проектування.

Сьогодні лівова частина всіх керуючих програм написана з використанням САМ систем. Це дуже зручно для сучасних верстатів. Використання САМ систем дозволяє в разі зменшити час написання керуючих програм, як для складних деталей, так і для відносно простих. Крім швидкості написання збільшується й точність обробки, а так само впровадження САМ систем дозволило застосувати сучасні способи обробки, такі як високошвидкісне фрезерування та ін [7].

Бурхливий розвиток продуктивних сил, що відбувся на початку ХХІ століття, привело до істотних змін в організації виробничого процесу в усьому світі.

Спробуємо сформулювати основні риси цих змін в області застосування автоматизованого встаткування зі ЧПК.

По-перше, відзначимо повсюдний перехід до використання багатоосьових обробних центрів (ОЦ) токарської й фрезерної групи, що дозволяють довести до максимуму концентрацію обробки заготовки на одному робочому місці. Можливість повної обробки складних деталей за одну-дві операції не тільки підвищує точність одержання розмірів, але й у разі (це надто важливо!) скорочує тривалість виробничого циклу виготовлення деталей. У результаті скоротилося споживання верстатів зі ЧПК в кількісному аспекті. Замість трьох або чотирьох верстатів зі ЧПК токарської й фрезерної групи здобувається один багатоосьовий ОЦ, вартість якого, щоправда, удвічі перевищує вартість верстата традиційного компонування.

По-друге, більші зміни відбулися в області інструментальної підготовки виробництва. З одного боку, з'явилися фірми — виробники високопродуктивного різального інструменту, що гарантує задану геометрію

ріжучої крайки й оптимальність рекомендованих режимів обробки. З іншого боку, більшість підприємств більше не в змозі містити інструментальні цехи для того, щоб виготовляти власний різальний інструмент. У результаті при розширенні типорозмірів і характеристик пропонованого інструмента відповідні служби підприємств змушено орієнтуватися на обмежений комплект фрез, свердлів і різців, які замовляються для оснащення конкретного робочого місця. При цьому використовувані БД інструмента на цих робочих місцях стають менш універсальними й різноманітними. Зате кожному інструменту можна змело поставити у відповідність оптимальні з погляду продуктивності (а при бажанні — з погляду економічності) режими різання. Це дає можливість формалізувати вибір режимів різання при використанні CAD/ CAM- Систем.

По-третє, зміни торкнулися й можливостей конструкторсько-технологічного проектування. Повсюдно відбувається перехід від використання 2 D-Моделей до 3 D-Моделям деталей і складань. Відповідно розширюються можливості 3 D-Моделювання. Це стосується питань не тільки розрахунків КП для 4- і 5-осьових верстатів, але й формування алгоритмів обробки окремих конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ).

Розглядається можливість вистави 3 D-Моделі деталі як сукупності КТЕ за принципом модульної системи. Справа залишається тільки за розробкою стандартів, що описують структуру КТЕ, включаючи вимоги до точності й шорсткості поверхонь [31].

Підводячи підсумки всьому вищесказаному, можна зробити простий, але важливий вивід:

кількість автоматизованих верстатів і застосовуваного технологічного оснащення на виробництві скоротилося;

САПР технологічного призначення досяглися рівня, що дозволяє повністю формалізувати процес обробки, чого раніше не вдавалося. Цей вивід дозволяє сформулювати нові вимоги до структурного змісту Cam-Систем, що відповідає сучасним виробничим умовам.

На Рисунку 3.1 показана структурна схема роботи традиційної САМ- системи.

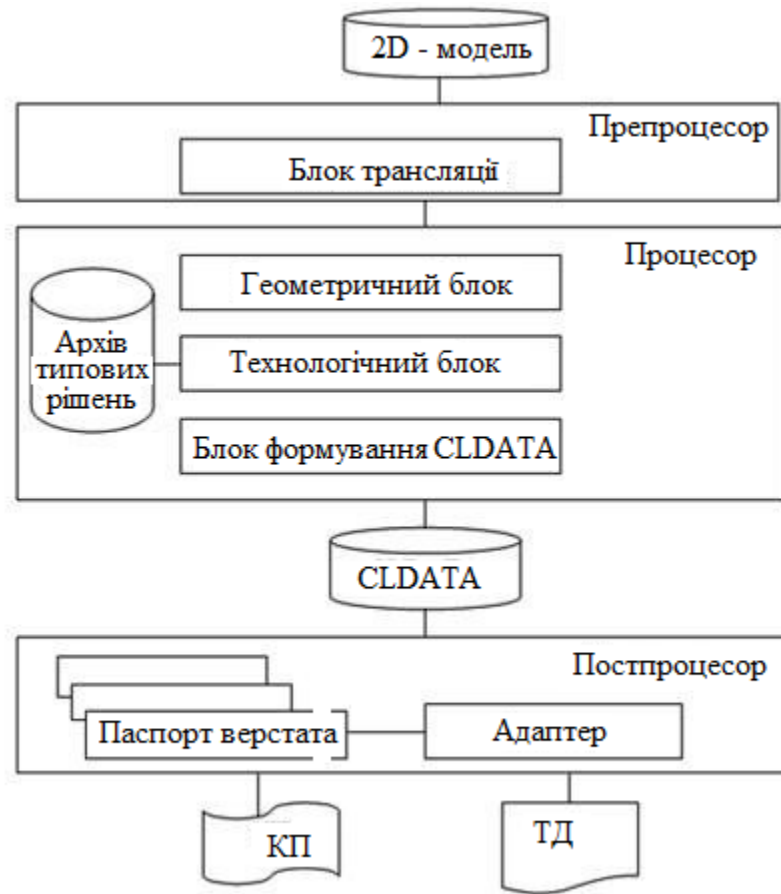


Рисунок 3.1 - Структурна схема традиційної САМ- Системи

Загальним для традиційних систем є те, що користувач-технолог в інтерактивному режимі підбирає для кожного переходу об'єкт обробки (формує КТЕ) і засобу обробки (вибирає різальний інструмент, стратегію й режими обробки). У результаті формується файл CLDATA, що містить інформацію про траєкторію руху інструмента й місце введення технологічних команд. Ця інформація є, по суті, універсальною й уже надалі перетвориться в NC-Коди конкретного верстата в ході роботи блоку «постпроцесор». У свій час орієнтація на такі «інваріантні» постпроцесори була досить прогресивною, тому що дозволяла використовувати ті самі вихідні дані про траєкторію для різних верстатів зі ЧПК. І в цей час такий підхід є ефективним, якщо застосовувані верстати мають близькі технологічні можливості.

Але ситуація у виробничій сфері підприємства змінилася. Повернемося до висновків, зробленими нами раніше. Правильно чи в даних умовах уповати на універсальність інформації в CLDATA? Адже заздалегідь відомо, що дана обробка призначена для певного верстата? Може бути, пора впритул зайнятися розширенням можливості блоку «процесор», вбудовуючи в нього конфігурації, що враховують специфіку наявного верстата. При цьому можна використовувати виставу про деталь як про сукупність об'ємних конструкторсько-технологічних елементів (КТЕ), для кожного з яких є алгоритм обробки. Вибираючи потрібну конфігурацію процесора, можна використовувати налаштування, характерні для конкретного верстата, включаючи особливості застосовуваного інструмента й можливості використання для програмування верстатних циклів обробки. Враховуючи високу вартість однієї години роботи багатofункціонального верстата, слід особливо ретельно проектувати операційну технологію, моделювати в 3 D усе компоненти технологічної системи, виконувати перевірку на зіткнення й використовувати елементи групової обробки.

Сучасна структурна схема організації САМ-Системи представлено на Рисунку 3.2.

Відмінність у запропонованій структурі САМ-Системи стосується двох взаємозалежних напрямків:

стандартизація даних про деталь на основі формалізації параметрів КТЕ; створення конфігурацій обробки, призначених для окремих робочих місць (або груп подібних робочих місць).

Другий напрямок означає, що на етапі процесора вводяться обмеження на функціональність застосовуваного встаткування. Відомо, що свердління з використанням приводного інструмента на 4-осьовому токарському ОЦ і свердління на ОЦ звичайного компонування — це не те саме. Це стосується й моделювання, і одержання NC-Коду. Конфігурації обробки повинні враховувати застосовуваний ріжучий і допоміжний інструмент. Найчастіше цей інструмент здобувається спеціально для конкретного робочого місця (верстата)

і не може використовуватися для інших верстатів. Уведення конфігурацій обробки дозволить застосовувати в рамках проектування в САМ високошвидкісного, осьового й фрезерування з високою подачею саме для тих верстатів, які для цього призначені. У результаті для постпроцесування залишаються завдання розрахунків NC-Коду, візуалізації обробки й перевірки зіткнень, а також остаточного розрахунків часу обробки. Прикладом такої системи може служити розв'язок Featurescam фірми Delcam.

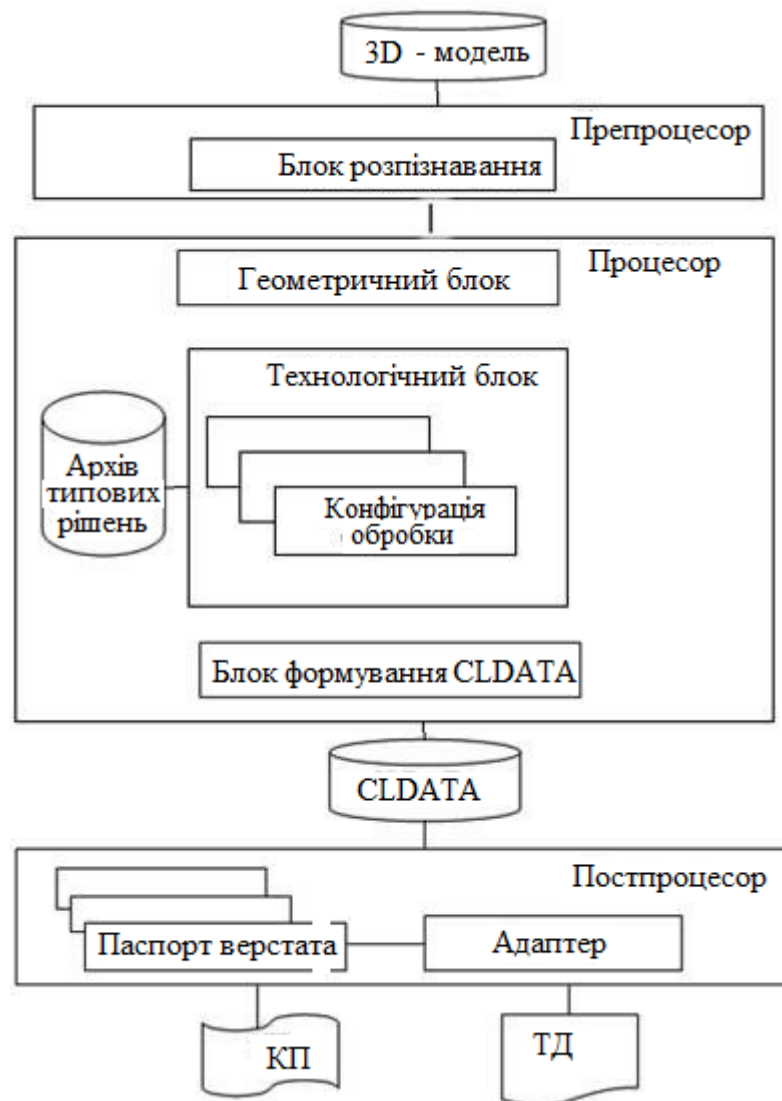


Рисунок 3.2 - Структурна схема Cam-Системи на основі автоматизації обробки КТЕ

Розробка технологічного маршруту включає:

- вибір поверхонь для чорнових і чистових баз;
- розрахунки припусків на обробку;
- розрахунки технологічних розмірних ланцюгів;
- вибір устаткування;
- проектування пристосувань для закріплення заготовки або вибір з існуючих;
- вибір засобів контролю оброблених поверхонь;
- прогнозування трудомісткості обробки.

Розробка операційної технології включає:

- вибір стратегії обробки (алгоритму вибірки основного матеріалу й обходу контуру);
 - вибір різального інструменту;
 - вибір допоміжного інструмента (оправлення, державки й ін.);
 - визначення режимів обробки (швидкість, подача, ЗОТС і т.д.);
- оптимізацію режимів обробки по навантаженню на різучу крайку інструмента.

Розрахунки траєкторії руху інструмента включає:

- визначення базових крапок траєкторії;
- визначення місць введення технологічних команд;
- формування проміжної інформації у вигляді CLDATA. Формування керуючих програм (постпроцесування) включає: вибір системи кодування на підставі паспорта верстата; комп'ютерну симуляцію процесу обробки й перевірку зіткнень; розрахунки часу обробки; кодування КП.

Подібні САМ-Системи, організовані на основі автоматизації завдань, пов'язаних з обробкою КТЕ для специфічних умов застосовуваного устаткування, можуть суттєво підвищити ефективність технологічної підготовки для багатфункціональних верстатів зі ЧПК. У таблиці наведене порівняння по розв'язуваних завданнях Сам-Систем, організованих на базі

автоматизації технологічних переходів (традиційні Cam-Системи) і на базі автоматизації обробки КТЕ.

До спеціалізованих САПР технологічного призначення ми віднесли й так звані CAPP -системи (Computer Aided Process Planning), застосовувані в цей час для оформлення технологічної документації.

Порівнюючи можливості CAD/CAM-Систем, побудованих за принципом автоматизації технологічних переходів і за принципом автоматизації обробки КТЕ, можна відзначити, що останні мають більш високий рівень автоматизації, тому що в них більше функцій виконується без участі людини. Головна відмітна риса цих САПР — автоматизована формалізація алгоритмів вибірки основного матеріалу на чорнових стадіях і обходу контуру на чистових стадіях обробки. Автоматизований вибір інструмента й режимів обробки з бази даних після цього стає справою техніки.

3.2 Розробка алгоритму роботи з САМ системою для створення керуючої програми.

У сучасних САМ системах підхід до проектування керуючої програми багато в чому схожий і відрізняється в основному інтерфейсом, тому можна створити алгоритм, дотримуючись якого можна проектувати керуючу програму [21].

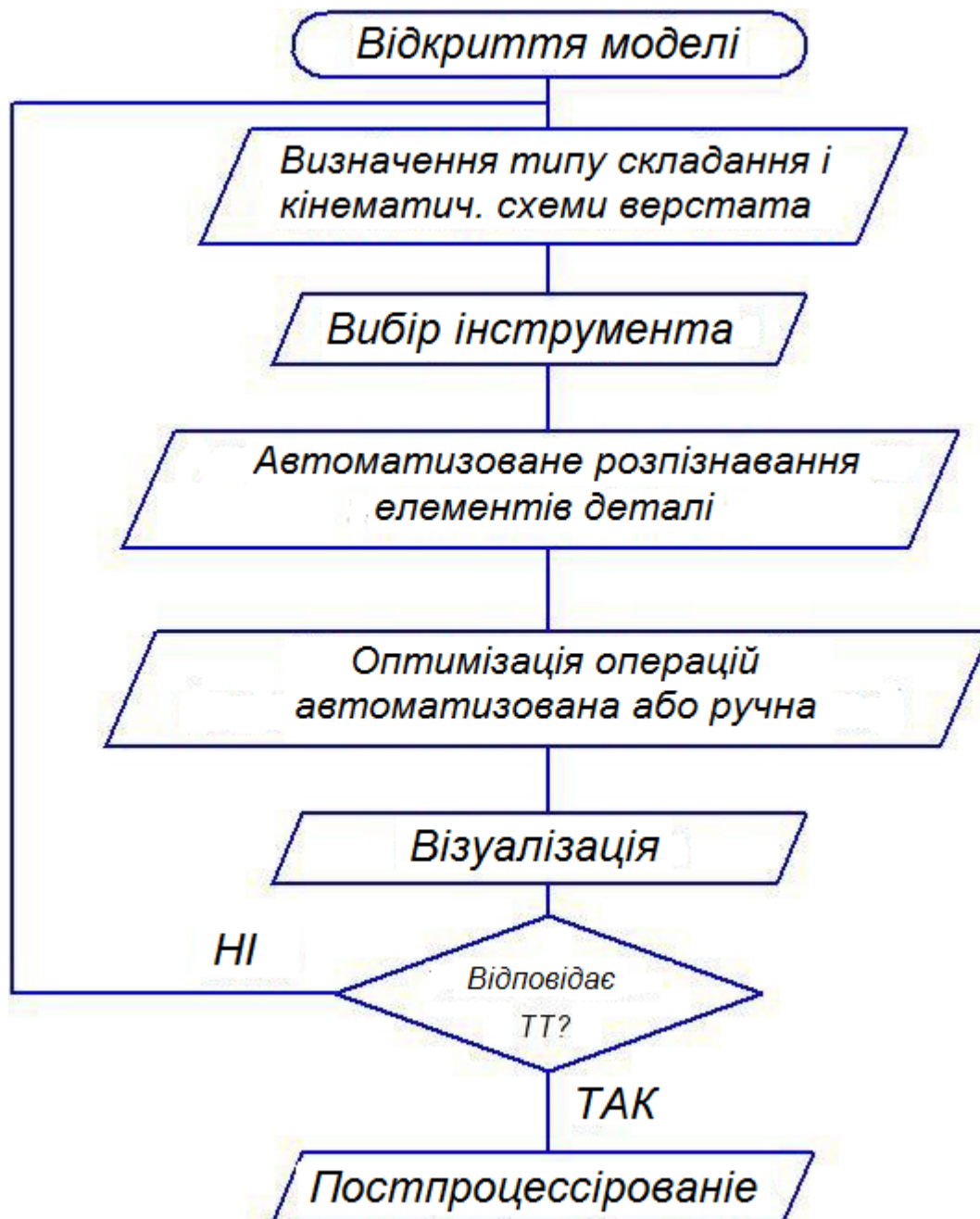


Рисунок 3.3 – Алгоритм створення керуючої програми в САМ системі

3.3 Приклад створення керуючої програми в механічній обробці деталі «Матриця» в середовищі програми CAMWORKS

3.3.1 Опис продукту CAMWORKS

CAM (Computer Aided Manufacturing) Works - модуль для створення керуючих програм для верстатів зі ЧПК.

Модуль CAMWORKS дозволяє створювати програми фрезерної, токарської, токарно-фрезерної й дротової ерозійної обробки. Підтримуються наступні типи верстатів:

- Фрезерні з одночасним керуванням двома - п'ятьма осями;
- Токарні одне- і двошпиндельні, з одним або двома супортами, із програмно керованими допоміжними механізмами (задні бабки, люнети, уловлювачі деталей);
- Токарно-фрезерні одне- і двошпиндельні, з одним або двома супортами, із програмно керованими допоміжними механізмами, з одночасним керуванням двома ÷ п'ятьма осями;
- Ерозійні двох- і чотирьох осьові.

Обробка ведеться безпосередньо в середовищі SOLIDWORKS і безпосередньо по моделі SOLIDWORKS. Результати роботи програміста зберігаються в цій же моделі деталі або складання SolidWorks. У такий спосіб забезпечується повна асоціативність моделі й траєкторій інструмента, що приводить до автоматичного відновлення всіх траєкторій інструмента при проведенні змін моделі. При додаванні в модель SOLIDWORKS яких-небудь технологічних даних, таких як позначення шорсткості, бази, допуски форми й розташування поверхонь, допуски на розміри, технолог-програміст завжди має безпосередній доступ до них, що полегшує вибір схеми базування деталі на верстаті й добір необхідних для забезпечення заданого якості деталі інструмента й режимів різання. Деталь може бути легко адаптована до потреб обробки за допомогою, наприклад, виключення зайвих з погляду обробки елементів геометрії або шляхом перерахунку виконавчих розмірів моделі в середину поля допуску. У режимі роботи зі складанням SOLIDWORKS можна

виконувати спільну обробку декількох деталей, програмувати обробку серії деталей, або просто повністю змодельовати всю реальну обстановку на столі верстата - усе оснащення, заготовку будь-якої складності і так далі - для найбільш повного врахування реалій обробки вже на самих ранніх етапах створення програми [21].

У своїй роботі CAMWORKS використовує інтелектуальну базу даних, що зберігає, що й надає користувачеві в міру необхідності саму різну технологічну інформацію. Насамперед це бібліотека інструмента, матеріалів і режимів різання й верстатів. Крім того, у цій же базі зберігаються бібліотеки стандартизованих на підприємстві стратегій, або технологічних процесів, обробки. Стратегія обробки в CAMWORKS - це набір операцій, задуманих для виконання в деталі даного елемента, значення за замовчуванням усіх параметрів кожної операції (схема й крок обробки, припуски, площини переходів, правила врізання в матеріал, підведення й відводи інструмента і так далі), правила добору інструмента для кожної операції, правила вибору режимів різання. Усі бібліотеки поставляються відразу з вихідним наповненням, що дозволяють негайно після установки системи приступитися до роботи. Усі бібліотеки можуть бути змінені й доповнені користувачем.

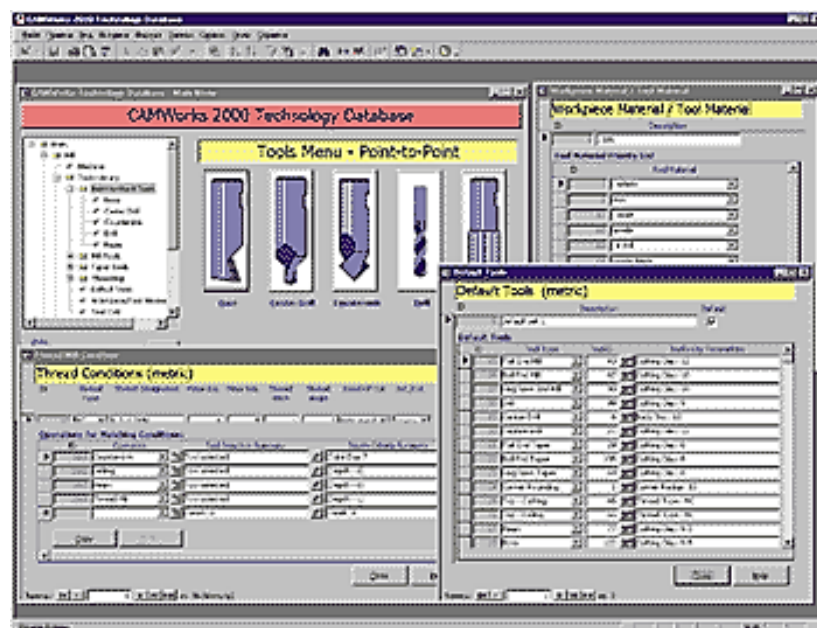


Рисунок 3.4 – Технологічна база даних

В CAMWORKS використовується принцип заелементної обробки, що дозволяє логічно розбити, що виготовляється деталь на елементи різних типів як по числу осей, так і по типах топології призматичних елементів і для кожного елемента вибрати свою стратегію обробки. Усі виділені на деталі елементи представляються у вигляді Дерева Елементів, аналогічного Дереву Конструювання SOLIDWORKS. Відповідно, усі операції обробки також представляються у вигляді Дерева Операцій з угрупованням останніх по виділених напрямках обробки. Модуль CAMWORKS оснащений механізмом автоматичного розпізнавання призматичних елементів, таких як отвору, кишені, пази, виступи, у тому числі частково відкритих, з ухилами, з верхніми й нижніми скругленнями й фасками, а також багатоступінчастих отворів. Розмірні параметри розпізнаних елементів можуть бути використані в правилах добору інструмента й, при необхідності, для коректування глибин обробки в порівнянні з реальною геометрією елемента моделі.

Елементи, не розпізнані автоматично, а також елементи, які треба обробити специфічним образом, можуть бути виділені в інтерактивному режимі. Вони існують і використовуються нарівні з розпізнаними автоматично, у тому числі й з використанням готових раніше налаштованих стратегій обробки. Якщо в базі даних немає підходящої готової стратегії обробки, завжди можна в інтерактивному режимі додати потрібні операції обробки кожного елемента. Усі параметри як отриманих на основі даних бібліотеки, так і доданих вручну операцій, можна як завгодно міняти в відповідно з вимогами кожної конкретної деталі.

Модуль CAMWORKS підтримує конфігурації SOLIDWORKS а також надає можливість для кожної конфігурації моделі Solidworks створити кілька конфігурацій обробки, що дозволяє зберігати в одній моделі різні варіанти обробки однієї деталі або навіть дані обробки на декількох різних верстатах. При цьому результат імітації обробки на одному верстаті може бути використаний як заготовка для обробки на іншому верстаті.

CamWorks пропонує весь необхідний спектр сервісних операцій, таких як угруповання оброблюваних елементів або операцій обробки, їх сортування як усередині кожного установи, так і із чергуванням установ у межах роботи одного взятого в магазині інструмента, перенумерація інструментів, вивід у текст програми параметрів, що задаються користувачем, завдання параметрів і вивід спеціальних сервісних операцій, таких як залучення верстатних засобів і циклів виміру, і так далі. Є редактор траєкторій інструмента.

У якості заготовки можна використовувати габаритні паралелепіпеди й циліндри, ескізи контурів токарських і фрезерних заготовок, stl-файли й інші деталі Solidworks (при роботі в режимі складання). Матеріал заготовки, що прямо впливає на розрахунок режимів різання, вибирається з тієї ж самої інтегрованої технологічної бази даних.

Модуль CAMWORKS розраховує актуальний стан заготовки за результатами виконаних операцій і враховує її форму в наступних операціях, крім у такий спосіб так званого "різання повітря" і скорочуючи час обробки за рахунок виключення таких зайвих рухів інструмента.

Перевірити результати обробки можна двома способами: перейшовши в режим імітації різання або запустивши повну імітацію роботи верстата. У першому випадку в будь-який момент у процесі імітації видалення матеріалу CAMWORKS покаже кількісну оцінку результатів виконаної обробки, відобразивши у вигляді колірний епюри залишки матеріалу. Порівняння ведеться безпосередньо з моделлю SOLIDWORKS, а не з якимось спеціальним її виставою в нейтральному форматі, що гарантує адекватність такого аналізу. Результати імітації обробки можна зберегти як модель для наступного використання. У випадку використання механізму імітації роботи верстата можна виявити й усунути всі можливі зіткнення рухливих і нерухливих частин верстата й самої деталі, що особливо важливо при багатокоординатній фрезерній обробці.

По закінченню роботи CAMWORKS формує властиво керуючу програму для верстата й файл звіту про результати обробки. Бланк даного звіту можна настроїти відповідно до переваг програміста.

Модуль CAMWORKS завжди поставляється з генератором постпроцесорів і сотнями шаблонів постпроцесорів для поширених у світі керуючих стійок.

При програмуванні фрезерної обробки використовуються всі застосовувані на верстатах види робіт:

- Обдирання площини заготовки;
- Чорнова й контурна 2-осьова обробка призматичних елементів;
- Чорнова 3-осьова обробка;
- Чистова 3-, 4- і 5-осьова обробка з використанням більш десятка різних схем руху інструмента;
- Багатопрохідна 4- і 5-осьова обробка;
- Висвердлювання матеріалу при чорновій обробці;
- Центрування, свердління, зенкерування, розточування, розгортання отворів;
- Нарізування різьб мітчиками;
- Фрезерування різьб;
- Гравірування на площині й поверхні;
- Обробка на 3-осьових верстатах з однієї обертальною віссю;
- Виконання програмувальних вимірів засобами верстата;
- Використовуються обмеження по глибині обробки, а зони, що також задаються як, заборони обробки або III обмеження;
- Використовуються контрольні грані, зарізати які не можна, але обробляти не потрібно;

У режимі обробки збирання SOLIDWORKS автоматично обходиться все оснащення [16-20].

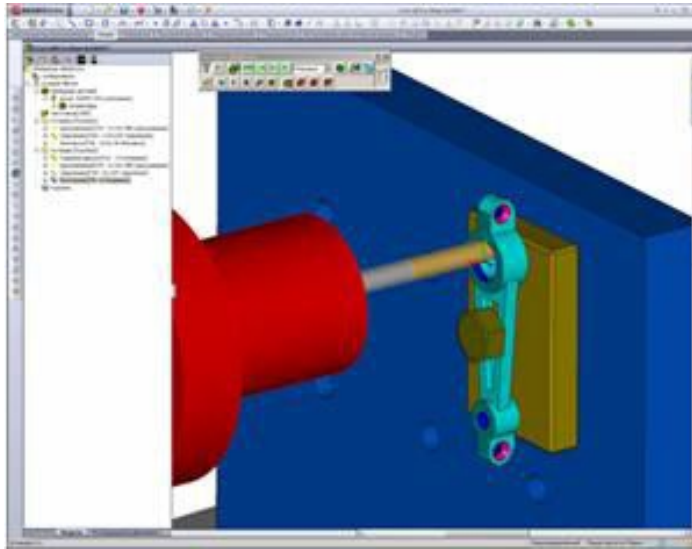


Рисунок 3.5 – Приклад обробки фрезеруванням

Використовуються наступні види інструмента:

- Торцеві фрези;
- Кінцеві фрези зі округленої та не округленої крайкою, сферичні кінцеві фрези, конічні й прямі;
- Фасонні фрези (радіусні, "ласточкин хвіст", грибкові, кулькові);
- Фасонні фрези, контур яких намальований самим програмістом;
- Інструменти обробки отворів - центрування, свердла, зенковки, розгортки, розточення;
- Мітчики;
- Однорядні й багаторядні різьбові фрези;
- Стандартні й намальовані програмістом оправлення.

При програмуванні токарської обробки використовуються наступні види робіт:

- Обробка переднього й заднього торців;
- Чорнова й контурна обробка зовнішніх і внутрішніх контурів;
- Чорнове й контурне розточування внутрішніх контурів;
- Чорнова й контурна обробка зовнішніх і внутрішніх канавок;

- Відрізні операції;
- Центрування, свердління, зенкування, розточування, розгортання отворів;
- Нарізування різьб мітчиками;
- Точіння внутрішньої і зовнішньої різьби;
- Передача деталі зі шпинделя в шпиндель без обмеження числа таких передач;
- Використання одного або двох супортів;
- Керування задньою бабкою, люнетами, уловлювачами деталей, системами подачі заготовок;

Врахування патронів, у тому числі різних для різних шпинделів.

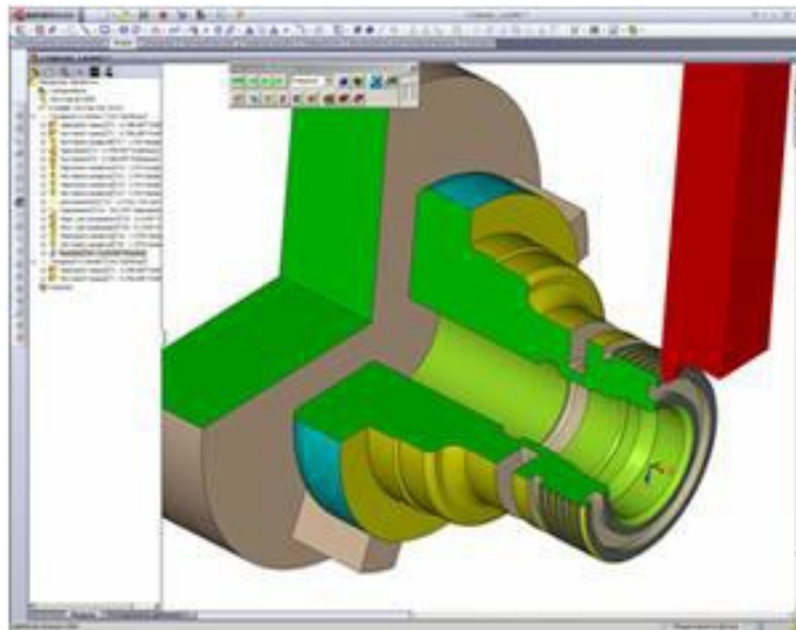


Рисунок 3.6 – Приклад токарської обробки

Використовуються наступні види інструмента:

- Різці із пластинами ромбовидними, прямокутними, квадратними, круглими, шестикутними, трикутними, різьбовими;
- Інструменти обробки отворів - центрувальні свердла, зенковки, розгортки, розточення;
- Мітчики.

При програмуванні токарно-фрезерної обробки комбінуються всі описані вище види токарських і фрезерних робіт і використовуються всі перераховані типи інструментів. Токарські й фрезерні установки можна чергувати в будь-якій послідовності. Додатково є можливість виконання наступних фрезерних операцій:

- Обробка з потрібною орієнтацією деталі щодо осі C ;
- Обробка з безперервним обертанням заготовки навколо осі C ;
- "Намотування" плоскої обробки, у тому числі гравірування, на циліндр;
- Використання різних видів інтерполяції при фрезерній обробці;

При програмуванні ерозійної обробки виконуються наступні види робіт:

- 2-осьова обробка закритих і відкритих контурів;
- 2-осьова обробка контурів з ухилом;
- Обробка зі створенням перемичок і без них;
- Повне випалювання матеріалу усередині контуру;
- Створення за одну операцію вертикальної й похилої частин матриць вирубних штампів;

- 4-осьова обробка закритих і відкритих контурів;
- Керування підведеннями й відводами, режимами різання;
- Ураховуються обмеження верстата на припустимі кути нахилу дроту;

- Ураховуються налаштування технології різання.

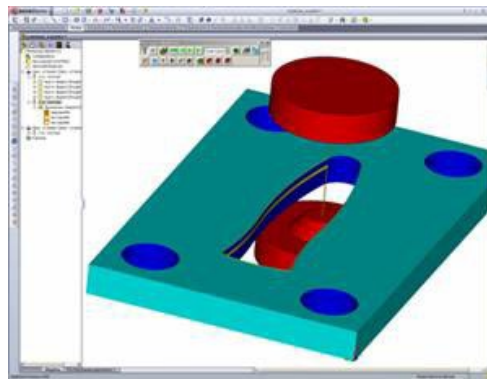


Рисунок 3.7 – Приклад ерозійної обробки

3.3.2 Створення керуючої програми

1. Відкриття й розпізнавання елементів

Починаємо роботу із запуску програми SOLIDWORKS і відкриття деталі.

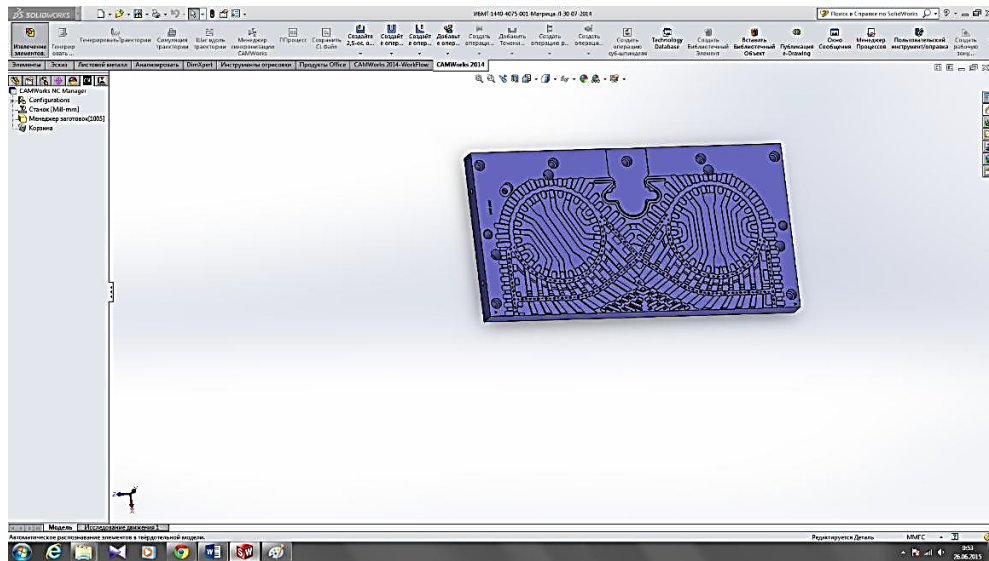


Рисунок 3.8 – Відкриття моделі Матриця

Деталь Матриця збережена у форматі —.x_bll (CAD-файли) це дозволяє прискорити роботу з деталлю, тому що не відображаються всі елементи дерева побудови.

Після відкриття програми запускаємо автоматичне розпізнавання (добування) елементів деталі:

- заокруглення;
- площини;
- отвору і т.д.

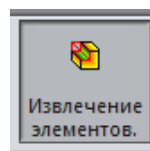


Рисунок 3.9 – Кнопка розпізнавання елементів моделі

Дана операція забирає певний час, який залежить від кількості елементів у моделі. З нашою моделлю програма «зависла» на 20 хвилин. У підсумку програма розпізнала всі елементи матриці й попередньо склала план обробки для кожного елемента й вибрала інструмент із технологічної бази даних.

При наведенні курсору на елемент дерева елемент на моделі автоматично підсвічується.

У кожного елемента прописана обробка (Рисунок 3.11), надалі цю обробку можна замінити. Наприклад – деякі операції свердління необхідно замінити операціями розточування, або зенкерування, тому що на виробництві не може втримуватися така кількість інструмента як у базі даних.

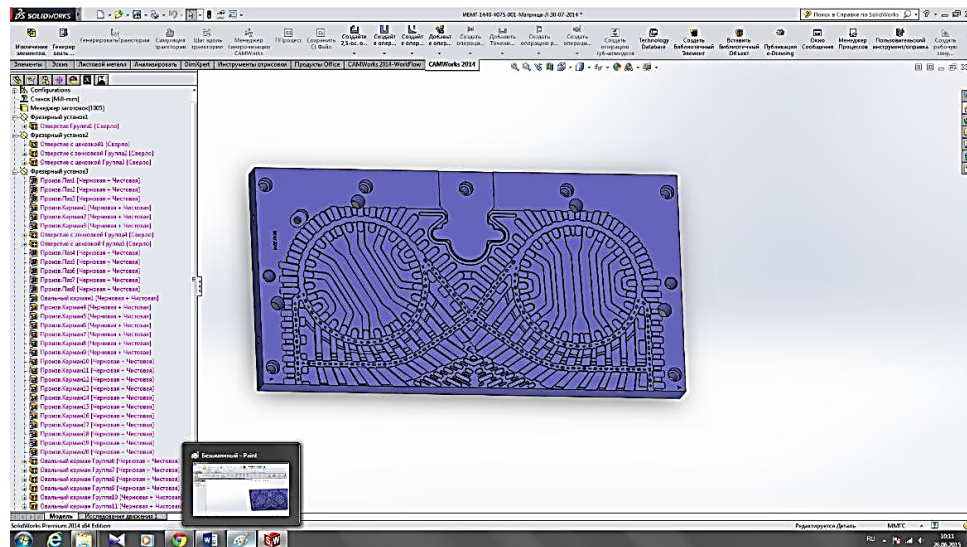


Рисунок 3.10 – Модель із побудованим деревом елементів

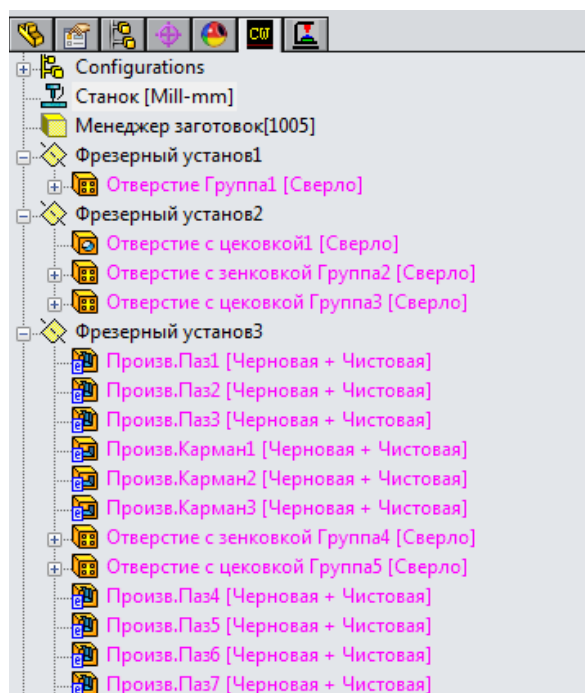


Рисунок 3.11 – Дерево елементів

Далі необхідно визначитися з матеріалом заготовки й матеріалом.

Програма вибирає заготовки автоматично по габаритах деталі не залишаючи припусків на обробку. Тому наступним кроком буде визначення матеріалу заготовки і її габаритів.

2. Вибір матеріалу й габаритів

заготовки Вибираємо матеріал заготовки.

У дереві моделі вибираємо розділ матеріал-редагувати матеріал.

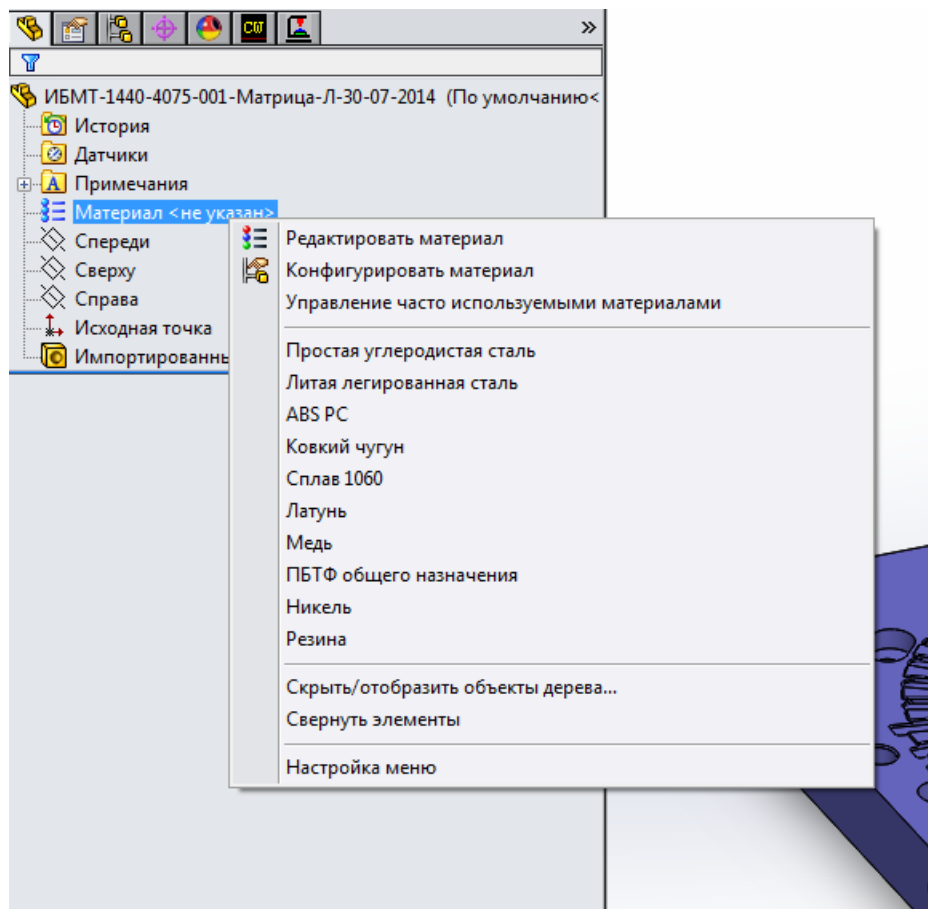


Рисунок 3.12 – Вибір матеріалу

Далі відкриється вікно з бібліотекою матеріалів по стандартах DIN і матеріали SOLIDWORKS. У кожному матеріалі закладені його основні фізичні характеристики – щільність, модулі пружності й інші. Характеристики є довідковими й можуть бути представлені в різних одиницях виміру.

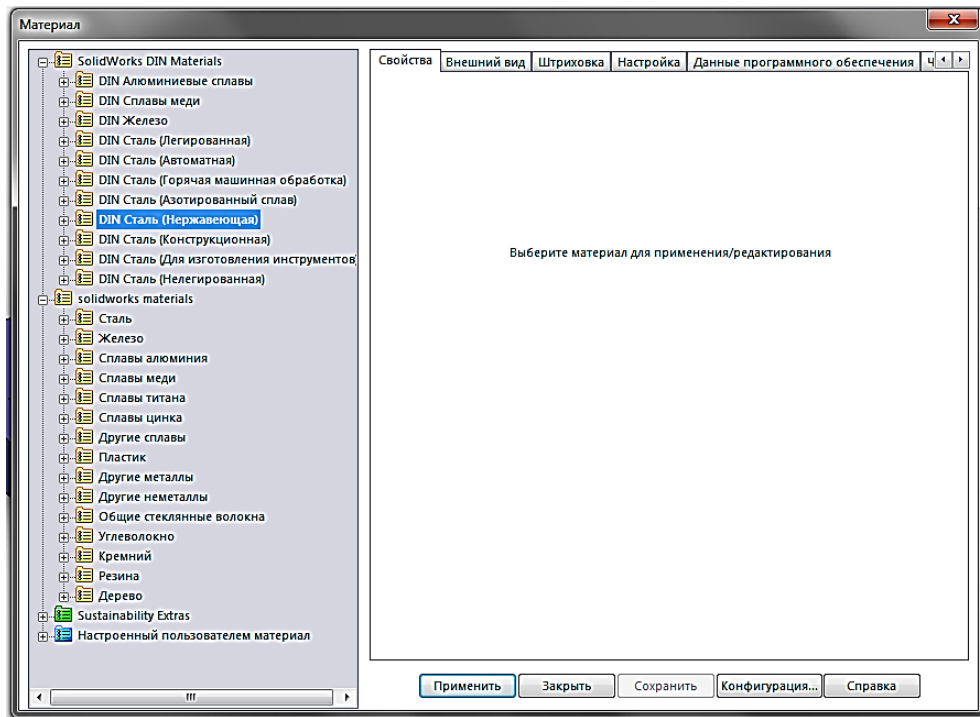


Рисунок 3.13 – Библиотека материалов

Якщо матеріал не має аналогів або відсутній у бібліотеці SOLIDWORKS можна створити свій матеріал з усіма фізичними властивостями, а твердість буде задаватися враховуватися при створенні керуючої програми [16].

3. *Вибираємо габарити заготовки.*

Габарити заготовки відомі й задаються через дерево обробки й менеджер заготовок.

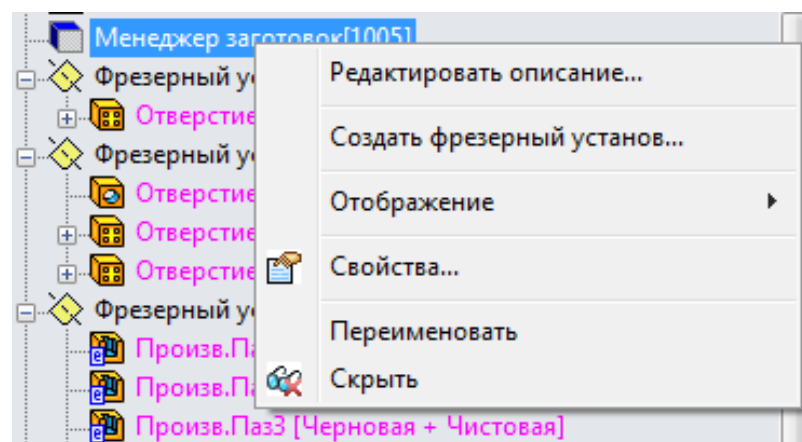


Рисунок 3.14 – Менеджер заготовок

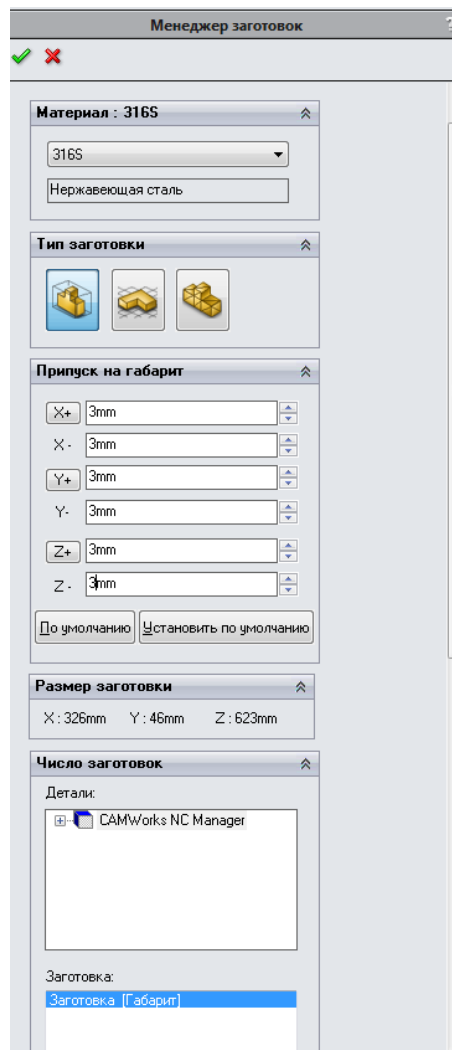


Рисунок 3.15 – Вікно менеджера заготовок

У менеджері заготовок, заготовка визначається припуском по осях координат від габариту моделі у двох напрямках: «+» і «-».

Матеріал і габарити заготовки обрані, можна приступати до механічної обробки.

4. Механообработка

Почнемо з вибору верстата. Від вибору верстата будуть залежати автоматично обирає швидкості подач і обертання шпинделя.

Приступаючи до механічної обробки слід провести аналіз попереднього плану, коректувати обробку елементів, міняти стратегію обробки.

Так само можна відразу створити операції для всіх елементів і коректувати відразу з режимами різання.

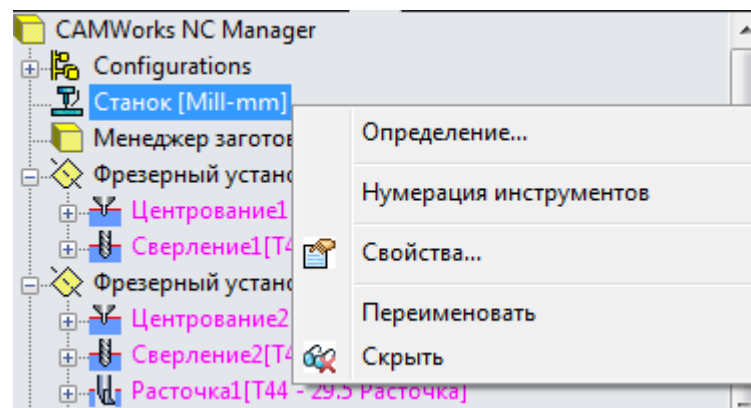


Рисунок 3.16 – Відкриття панелі вибору верстата

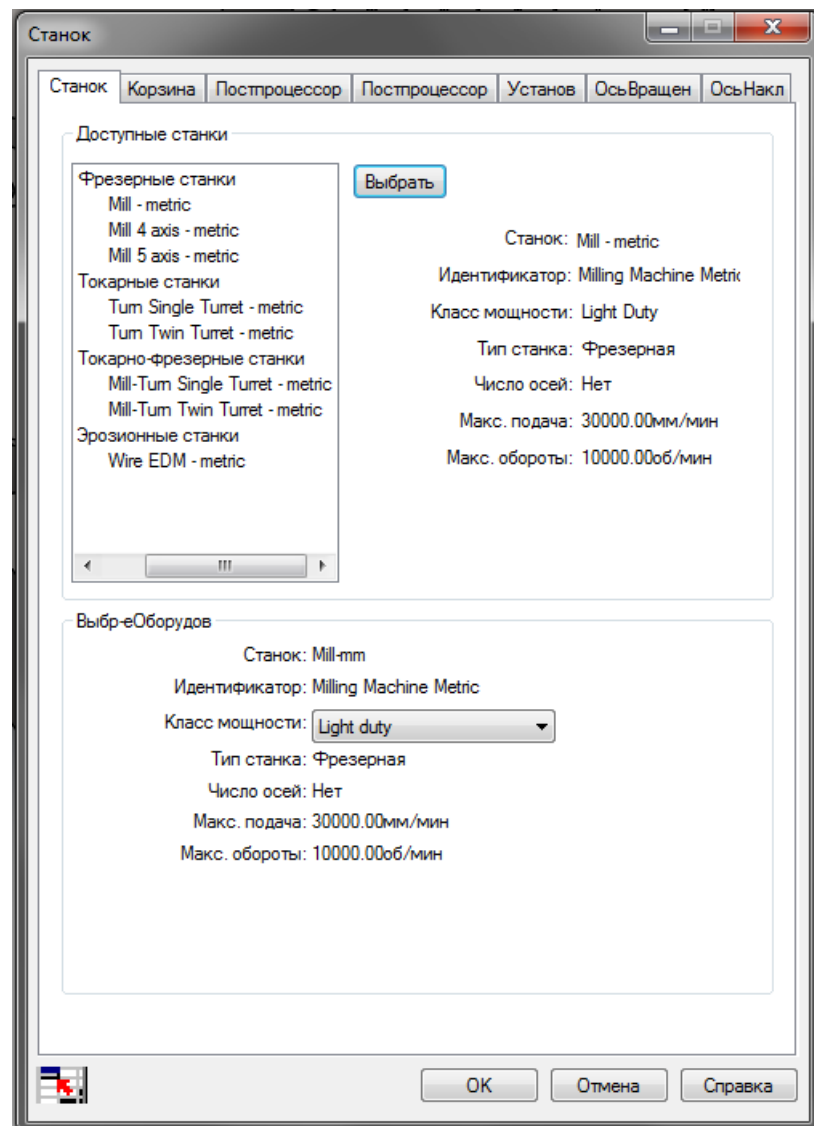


Рисунок 3.17 – Вибір верстата, корзини інструментів і постпроцесора

Ми будемо працювати відразу з операціями.

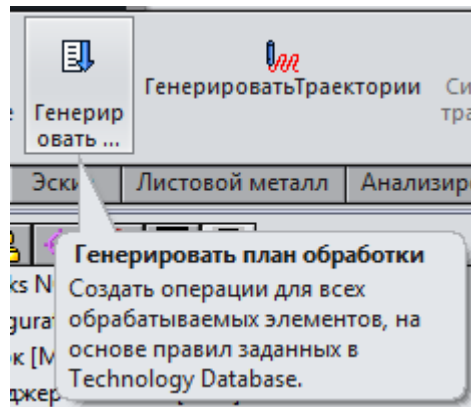


Рисунок 3.18 – Кнопка «Генерувати план обробки»
(Конопка «Генерувати траєкторії» недоступна доти, поки не буде створений план обробки для якого-небудь із елементів)

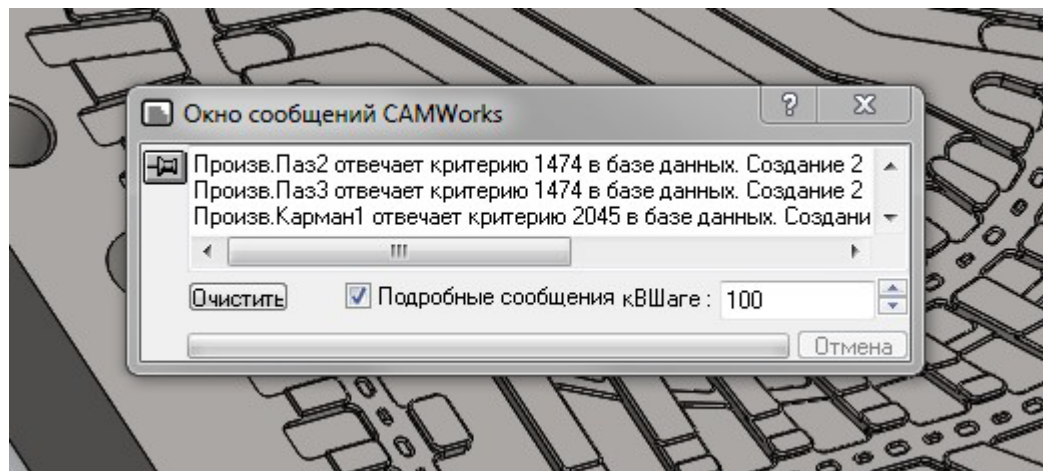


Рисунок 3.19 – Створення операцій з використанням бібліотеки технологічної бази даних

Модуль CAMWORKS створює операції шляхом порівняння елементів моделі з пунктами бази даних по інструментах, режимах різання й формою елемента [16-21].

Далі необхідно згенерувати траєкторії руху інструмента й наочно подивитися наявність помилок в обробці.

До запуску симуляції обробки дивимося на дерево обробки. Якщо для яких-небудь елементів траєкторії не будуть створені, вони залишаться виділені кольором у дереві. Причини, по яких траєкторії не були створені можна буде зрозуміти при симуляції обробки.

Запускаємо симуляцію.

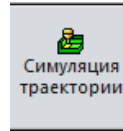


Рисунок 3.20 – Кнопка запуску симуляції

Симуляція починається з відображення заготовки й вікна керування. Вікно керування дозволяє відображати відмінності обробленої деталі від моделі, регулювати швидкість відображення симуляції, програвати симуляцію поелементно.

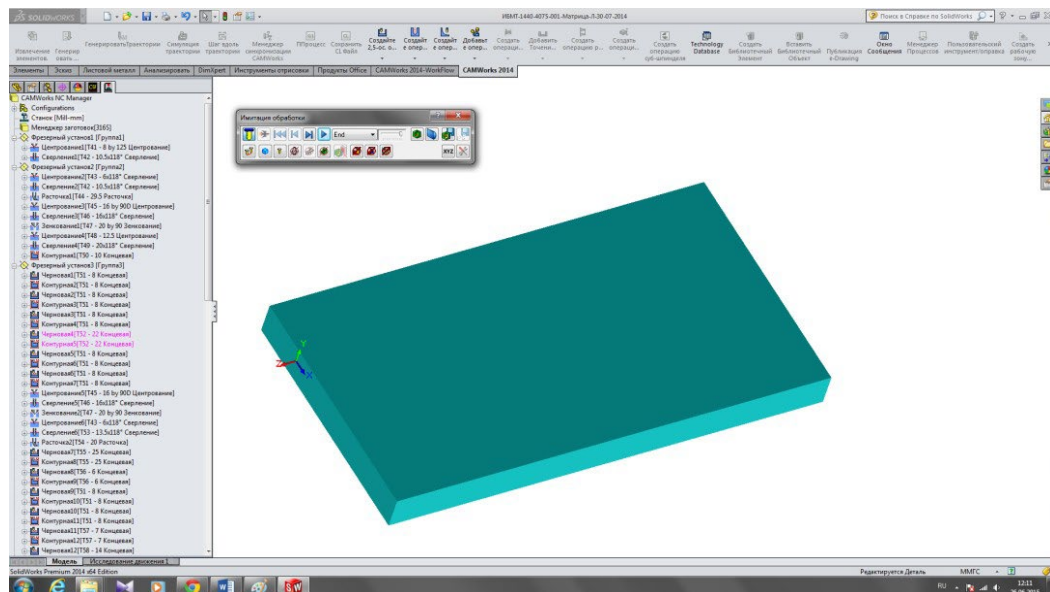


Рисунок 3.21 – Вікно симуляції

У результаті обробки видно, що програма розпізнала не всі елементи моделі, обробка припинилася на фрезеруванні пазів моделі. Так само відсутня операція зняття припуску по всій площині моделі.

Операцію по зняттю припуску можна прийняти виконаної й змінити заготовку до первісного значення, по габаритах деталі.

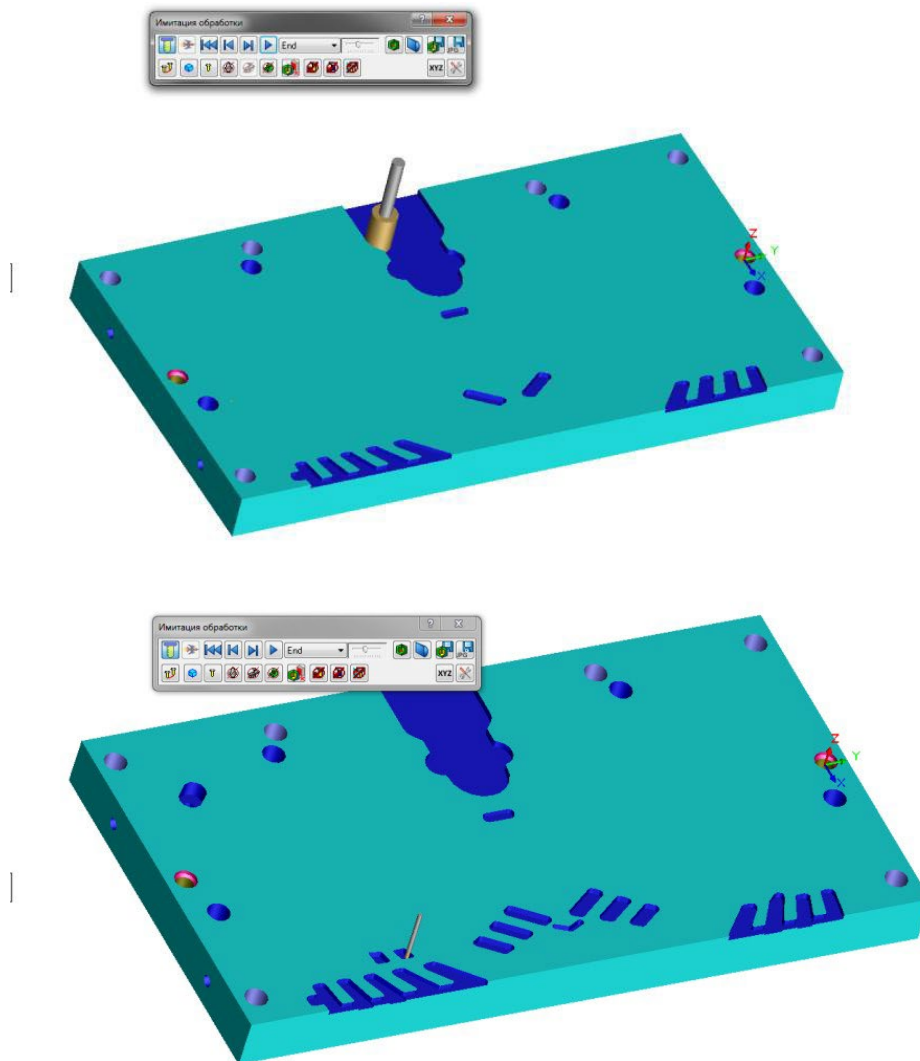


Рисунок 3.22 – Симуляція обробки

Виявлене, що послідовність обробки так само потребує оптимізації.

Відсутні в дереві обробки елементи пробуємо додати за допомогою повторного автоматичного розпізнавання, однак результату це не приносить. Пробуємо виконати розпізнавання окремо для установок на якому бракує елементів. Дана дія так само не приносить результату.

Вносимо елементи вручну (рисунок 3.23).

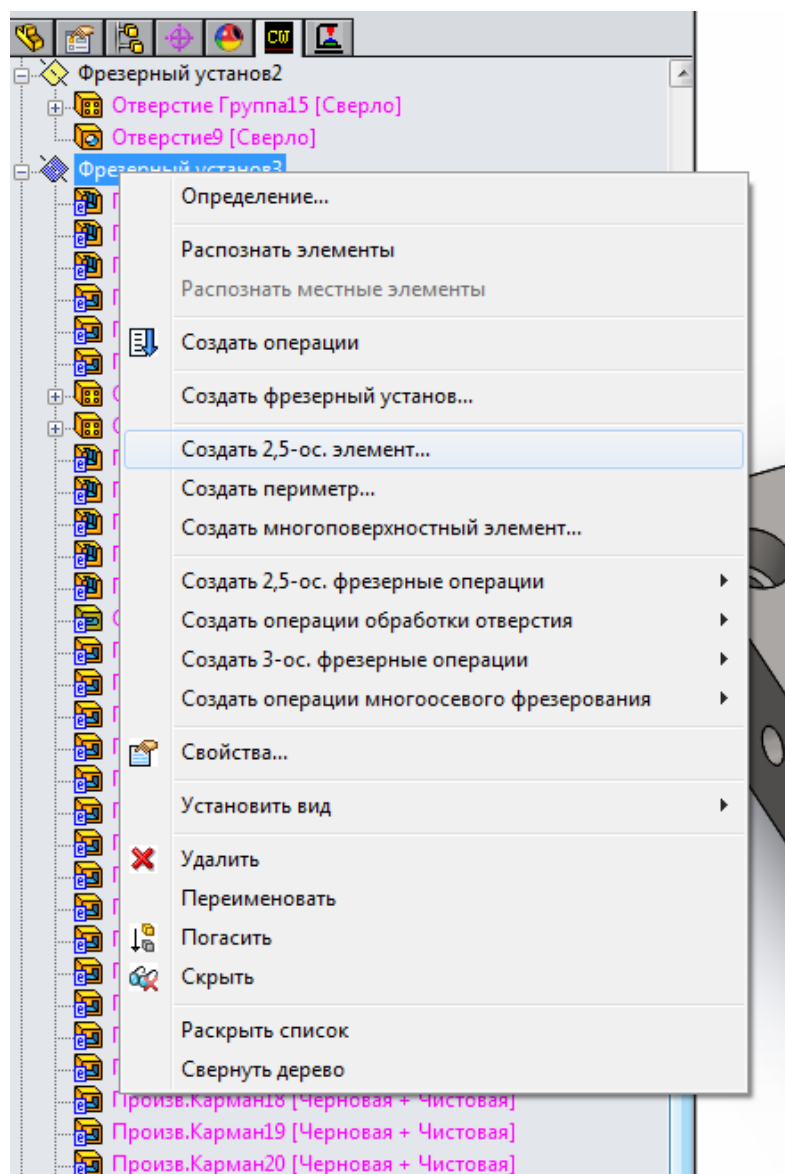


Рисунок 3.23 – Внесения елементів вручну

Елементи вносяться групою, або по одному, при цьому потрібно вказати тип елемента.

Після вибору елемента задаються граничні умови (глибина, до певної площини й ін.) і стратегія яка буде застосовуватися в механічній обробці.

Важливо, що якщо все компоненти дерева обробки вводити вручну, послідовність обробки буде логічніше, оскільки для модуля послідовність операцій значення не має й побудова починається послідовно з елемента який був розпізнаний першим.

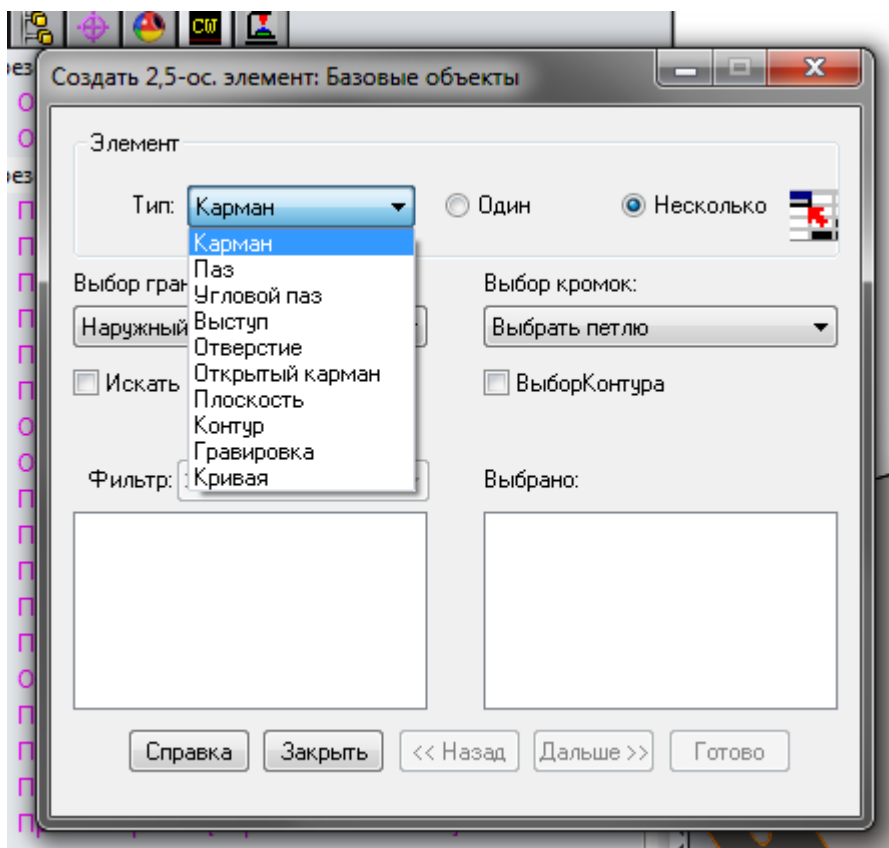


Рисунок 3.24 – Визначення типу елемента

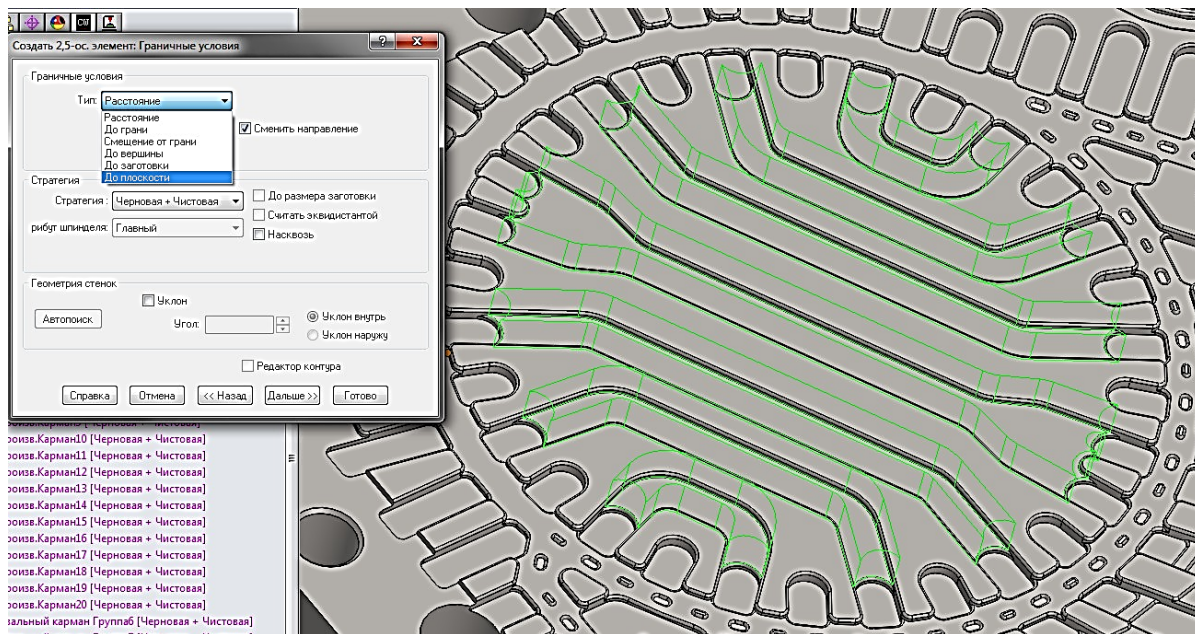


Рисунок 3.25 – Вибір елементів, граничних умов і стратегії обробки

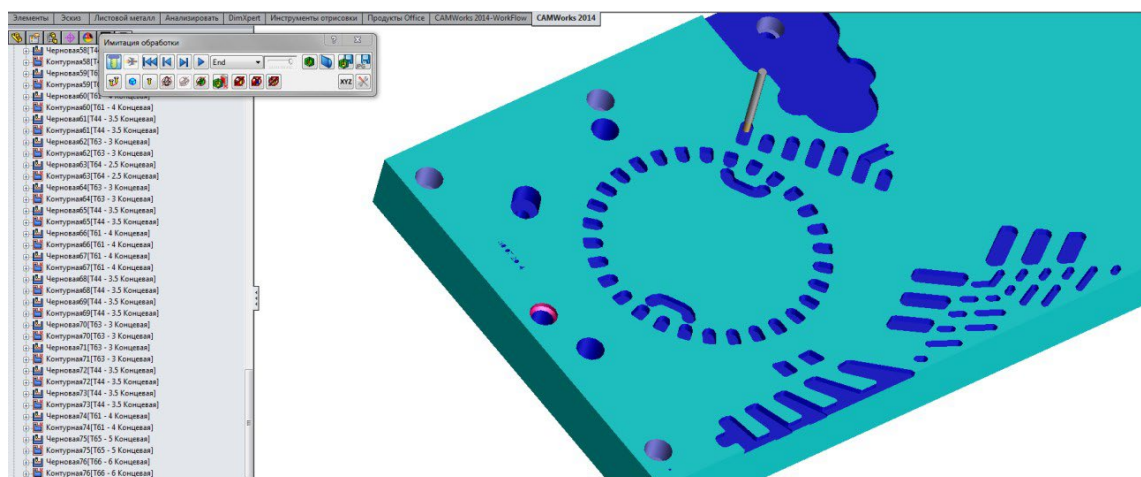


Рисунок 3.26 – Обработка добавленных вручную элементов

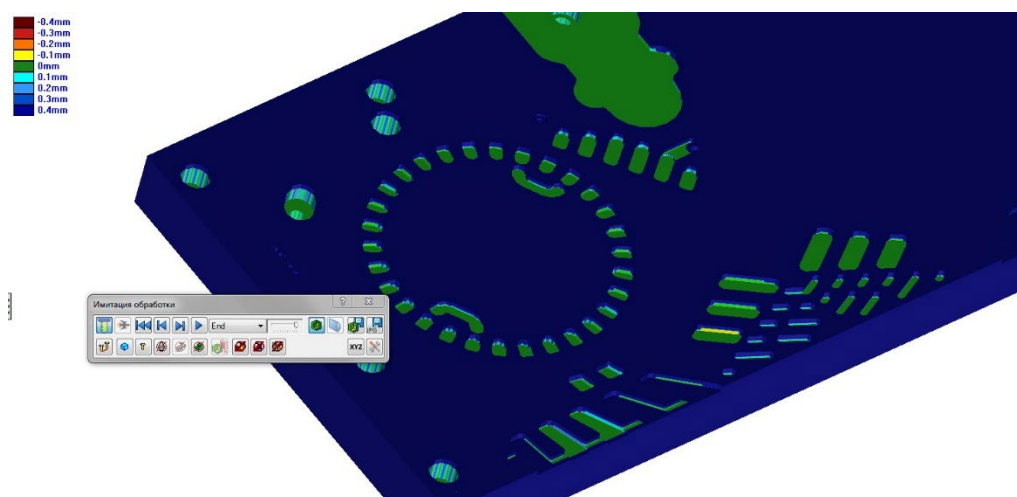


Рисунок 3.27 – Визуальное отображение припуска, что залишился, и мест где инструмент зарежется

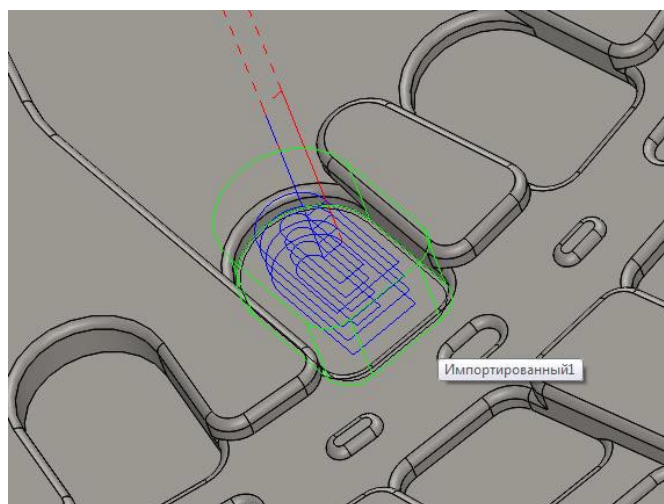


Рисунок 3.28 – Траектория инструмента на одном из элементов

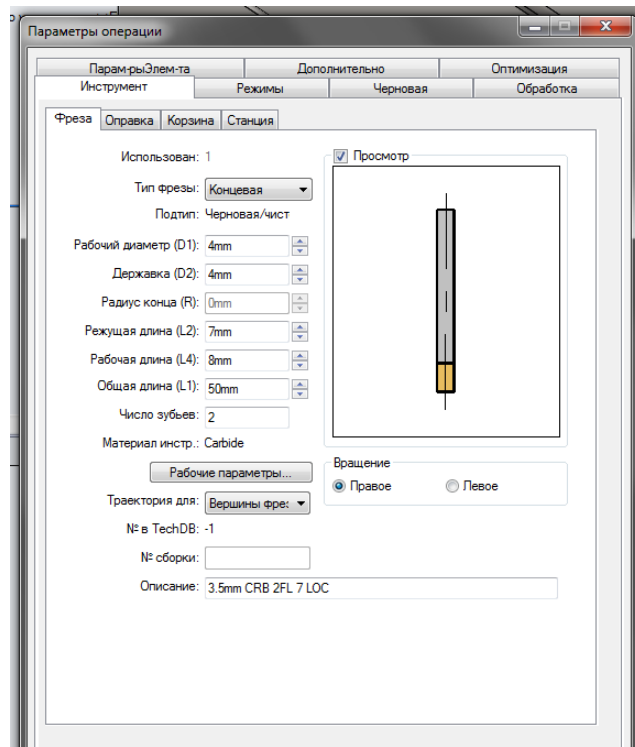


Рисунок 3.29 – Визначення параметрів інструмента для елемента (елемент на рисунку 3.28)

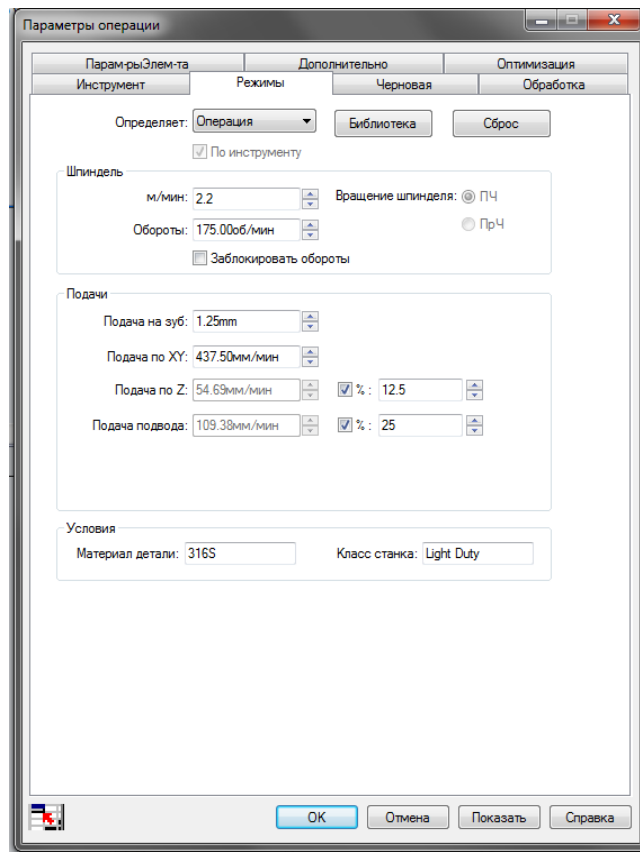


Рисунок 3.30 – Визначення режимів для елемента

У підсумку - час на обробку канавок кінцевими фрезами 14 годин, 44 хвилини, обробка заокруглень – 101 година, 32 хвилини.

Час на підготовку керуючої програми – 5 годин.

3.4 Висновки

1. Використовувана на підприємстві CAM система має недостатній рівень автоматизації, що приводить до високих трудових витрат на створення керуючої програми.

2. Сучасні CAM системи, як SOLIDWORKS або NX, дозволяють суттєво прискорити процес створення керуючої програми за рахунок автоматичного визначення елементів геометрії й вибору режимів, звертаючись до технологічної бази даних.

Написаний алгоритм проектування й спроектована з його допомогою керуюча програма, установила, що трудомісткість створення програми може бути зменшена.

РОЗДІЛ 4

ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ОБРОБКИ, ЯК СПОСОБУ
ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ФРЕЗЕРУВАННЯ**4.1 Високошвидкісна обробка (ВШО)**

Технологія високошвидкісної механічної обробки (ВШО) ставиться до числа найбільш прогресивних, що й швидко розбудовуються [29-32]. Уже сьогодні промисловість провідних країн миру досить широко використовує ВШО при швидкостях різання 500...1500 м/хв і більш (табл. 4.1) при обробці:

- прес-форм і штампів кінцевими фрезами для одержання виробів, широко застосовуваних в автомобільній і аерокосмічній промисловості жароміцні сталі, алюмінієві сплави, конструкційні оргпластики, армовані скловолокном і ін.;
- фольгированных друкованих плат (швидкісне свердління), для електронної промисловості;
- виробів з високоміцних алюмінієвих сплавів в аерокосмічній і автомобільній промисловості й ін.

Таблиця 4.1 - Характеристики високошвидкісного різання

Оброблювані матеріали	Інструментальні матеріали	Спосіб обробки	Швидкість різання, м/хв	Величина подачі, мм/хв
Сплави алюмінію, магнію, волокнисті матеріали	Тверді сплави, алмази	Фрезерування	1000... 7000 м/хв	5 000... 15 000
Жароміцні сталі, графіт, мідь	Тверді сплави, кераміка, КНБ	Фрезерування	350... 2000 м/хв	1 000... 6 000
Волокнисті матеріали, легкі сплави	Безвольфрамові тверді сплави	Свердління	100... 300 м/хв	10 000
Загартовані сталі	Абразивний матеріал на основі кубічного нітриду бору	Шліфування	80... 2000 м/с	10 000

Наприклад, при фрезеруванні алюмінію використовуються наступні діапазони швидкостей, м/хв:

- традиційний – менш 500
- високопродуктивний – 500 ... 2500
- високошвидкісний – 2500 ... 7500
- сверхвысокоскоростной – більш 7500.

Донедавна широке застосування цієї технології стримували: різальний інструмент, устаткування й системи ЧПК. Зараз ці проблеми в принципі вирішені. Тому тенденція до розширення створення й використання технологій високошвидкісної обробки носить сталий характер.

Високошвидкісна механічна обробка (HSM – High Speed Machining) і високошвидкісне фрезерування (HSM – High Speed Milling), зокрема, в останні роки суттєво змінили підхід до методів механообробки. Вирішальним фактором в оцінці процесу Hsm-Обробки є продуктивність верстатів, що визначає вартість виробництва й підвищення якісних характеристик процесу обробки [31].

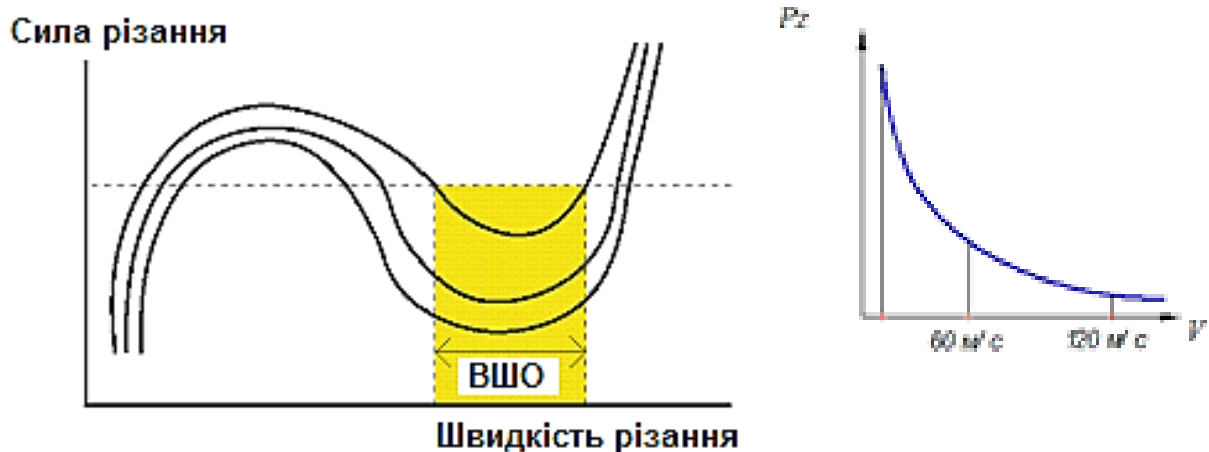


Рисунок 4.1 - Криві Соломона. Залежність сил різання від швидкості різання

Теоретичним обґрунтуванням високошвидкісної обробки є так звані криві Соломона (Рисунок 4.1), які показують зниження сил різання в деякому діапазоні швидкостей.

Ще наприкінці 20-х років минулого століття Герман Соломон, вивчаючи процеси різання циркульними пилами, зробив вивід, що температура різання

залежить від швидкості не монотонно, а має певний екстремальний характер. Цією залежністю він пояснив досягнуті їм у досвідах дуже високі швидкості різання (до 16500 м/хв).

У наступні роки вивченням цього питання займалися багато вчених, у їхніх досвідах на балістичних установках були зафіксовані набагато більш високі швидкості різання (Кузнєцов, 1947 р., 50000 м/хв; Кроненберг, 1958 г, 72000 м/хв; Арндт, 1972 р., 132000 м/хв) і запропоновані фізичні й математичні моделі, що пояснюють цей ефект.

Стосовно до фрезерування вперше ефект ВШО був реалізований в 1979 р. у Технічному університеті Дармштадта (Німеччина), де з використанням шпинделя на магнітних підшипниках була досягнута швидкість різання 4700 м/хв. Групою співробітників університету під керівництвом професора М. Шульца була запропонована теорія процесів ВШО й вивчена можливість промислового впровадження цього ефекту [2].

Фізична природа високошвидкісного різання добре пояснюється й російськими вченими на основі фундаментальних закономірностей процесу стружкоутворення й зношування під впливом високих швидкостей.

Одним з важливих факторів при ВШО є не тільки зниження величини крутного моменту в зоні високих швидкостей, але й перерозподіл тепла в зоні різання. При невеликих перетинах зрізу в даному діапазоні швидкостей основна маса тепла концентрується в стружці, не встигаючи переходити в заготовку. Тому вважається, що високошвидкісне фрезерування, особливо розвинене в технологіях ВШО, базується на скороченні кількості тепла, що виникає при обробці різанням, яке звичайно і є причина зношування інструмента.

Дослідження, проведені під час ВШО із правильно підібраними параметрами, показали, що 75% зробленого тепла приділяється зі стружкою, 20% – через інструмент і 5% – через оброблювану деталь. Перевага ВШО виходить також за рахунок обробки в надкритичному діапазоні коливань: при високих частотах обертання, які використовуються при ВШО, значно перевищуються частоти власних коливань деталі, інструмента й компонентів

верстата. Одночасно із цим, завдяки невеликим поперечним перерізам зрізу, сили різання невеликі, що сприятливо позначається на точності обробки. Крім того – висока якість одержуваної поверхні, відсутність дроблення при різанні, можливість обробки тонкостінних виробів.

4.2 Вимоги до ВШО

Вимоги до встаткування для високошвидкісної обробки

Особливості ВШО висувають особливі вимоги до конструкції верстатів, що забезпечують цей вид обробки. Це стосується не тільки всіх елементів самого верстата, але й систем і пристроїв, що забезпечують його роботу, а також цілого ряду робіт з обслуговування верстата й підготовки його до роботи. У загальному випадку серед вимог до високошвидкісного встаткування можна відзначити наступне.

Конструкція верстата в цілому повинна мати високу твердість і гарні віброгасючі характеристики, що й демпфірують, що звичайно забезпечується великою масою базових частин. Особливі вимоги у високошвидкісного встаткування пред'являються до конструкції напрямних, які повинні забезпечити плавне безлюфтовий рух частин, що переміщаються, верстата.

Конструкція верстата в процесі роботи повинна забезпечити всім його елементам термічну стабільність при мінімальних температурних деформаціях, оскільки теплове розширення частин і елементів верстата прямо впливає на якість обробки. У сучасних високошвидкісних верстатах застосовується спеціальна система охолодження його основних елементів, у якій охолодна рідина від спеціальної холодильної установки циркулює по спеціальних отворах у шпинделі, ходових гвинтах, в елементах корпусу й т.п. [31]

Також для зменшення теплових деформацій у верстатів для виготовлення окремих деталей можна використовувати натуральний граніт і спеціальну мінеральну кераміку. Від матеріалу базових елементів, особливо станин, стійок, столів, залежить не тільки схильність до температурних деформацій, але й цілий ряд інших характеристик верстатів вібростійкість, міцність,

електропровідність і ін., багато з яких і визначають головну характеристику – точність устаткування.

У фрезерних верстатів для ВШО висока частота обертання шпинделя звичайно супроводжується й більшими значеннями подачі. При виготовленні прес-форм і штампів верстат повинен мати частоту обертання шпинделя не менш 20000 хв^{-1} і величину подачі як мінімум 3000 мм/хв (краще $> 5000 \text{ мм/хв}$), відпрацьовуючи при цьому малі переміщення (від $1...2$ до 20 мкм). Поряд з такими високими значеннями подачі необхідно, щоб була можливість швидкого прискорення й затримки подачі. Для цього частини, що рухаються, верстата повинні мати малу масу й інерцію. Лінійні двигуни – альтернативний варіант електродвигунам роторного типу – забезпечують більшу робочу подачу, високе прискорення, високу точність, безступінчастість регулювання й багато чого іншого, що пояснює все їх використання, що збільшується, у приводах подач верстатів для ВШО.

Високошвидкісний шпиндель – найбільш фундаментальний компонент верстата для ВШО. Система ЧПК, інструмент і всі інші складові процесу служать єдиному завданню – використовувати високу частоту обертання шпинделя найбільше ефективно.

Високошвидкісний шпиндель – це компроміс між силами й швидкістю різання. Але найбільш критичний фактор обмеження — підшипники, довговічність яких особливо важлива. У будь-якому високошвидкісному шпинделі підшипник – перший компонент, який виходить із ладу. У цей час знайшов своє застосування комбінований шпиндель, так званий «дуплекс» (рисунки 4.2), у корпусі якого розміщено два електродвигуни. Розміщені концентрично два вали (по одному на кожний двигун) можуть обертатися спільно або роздільно. Обертання кожного з валів незалежно контролюється системою ЧПК. Така конструкція дозволяє працювати, наприклад, із частотою обертання шпинделя до 10000 хв^{-1} і забезпеченням великого крутного моменту. У той же час, наприклад, для остаточної обробки, шпиндель може

розбудовувати частоту обертання 40000 хв^{-1} за рахунок другого високошвидкісного двигуна з валом меншого діаметра.



Рисунок 4.2 - Комбінований мотор-шпиндель «дуплекс»

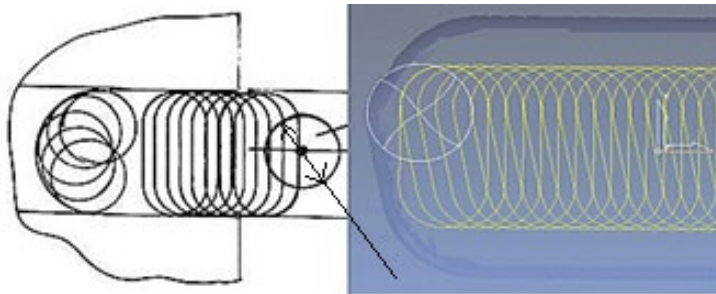


Рисунок 4.3 - Схема трохоїдальної обробки паза

Слід зазначити, що вже досить розповсюдженими є верстати із частотою обертання шпинделя $40000 \dots 60000 \text{ хв}^{-1}$, навіть оголошена конструкція верстата із частотою обертання шпинделя 500000 хв^{-1} .

Для високошвидкісних шпинделів використовують підшипники різних типів - кулькові, гідростатичні, аеростатичні, електростатичні й ін. Вибір типу підшипників залежить, природно, від прийнятої для верстата максимальної частоти обертання шпинделя.

Системи ЧПК у високошвидкісних верстатів повинні забезпечити особливо точне керування приводами подач і приводом головного руху (шпинделем). У загальному випадку УЧПК для ВШО забезпечує наступні функції керування:

- попередній перегляд (функція Look-Ahead) кадрів керуючої програми,

- перетворення, наприклад, для 5-осьового перетворення,
- регулювання подачі для високої точності траєкторії,
- функція HPCC (High Precision Contour Control), коли для обробки сигналів зворотного зв'язку використовується додатковий процесор,
- регулювання прискорення,
- корекція інструмента (довжина, радіус, зношування фрези),
- автоматизовані функції згладжування траєкторії (інтерполяція NURBS),
- висока швидкість передачі даних мережі Ethernet (наприклад, високошвидкісний зв'язок RS422 забезпечує пересилання файлів зі швидкістю до 2 Мегабод),
- компенсація помилок, обумовлених механікою,
- безпечна експлуатація в робочому просторі верстата.

Але головним чином, при визначенні системи ЧПК для ВШО повинні враховуватися три фактори, пов'язані із системою керування верстатом:

- високі швидкості обробки даних (близько 200 блоків у хвилину) для забезпечення безперервного руху інструмента,
- можливість переглядати дані як мінімум на 100 блоків уперед для того, щоб обчислювати зміни величини подачі при підході інструмента до гострих кутів (або іншим подібним перешкод) і відході від них,
- закон зміни величини подачі для підвищення якості поверхні й зниження навантажень на інструмент повинен мати плавний дзвоноподібний вид, тому що причиною зниження якісних характеристик процесу є занадто різкі прискорення при рухах по траєкторіях з кутами.

При ВШО в ряді випадків КЧПК не може управляти верстатом безпосередньо, а потрібно керування обробкою з використанням системи DNC.

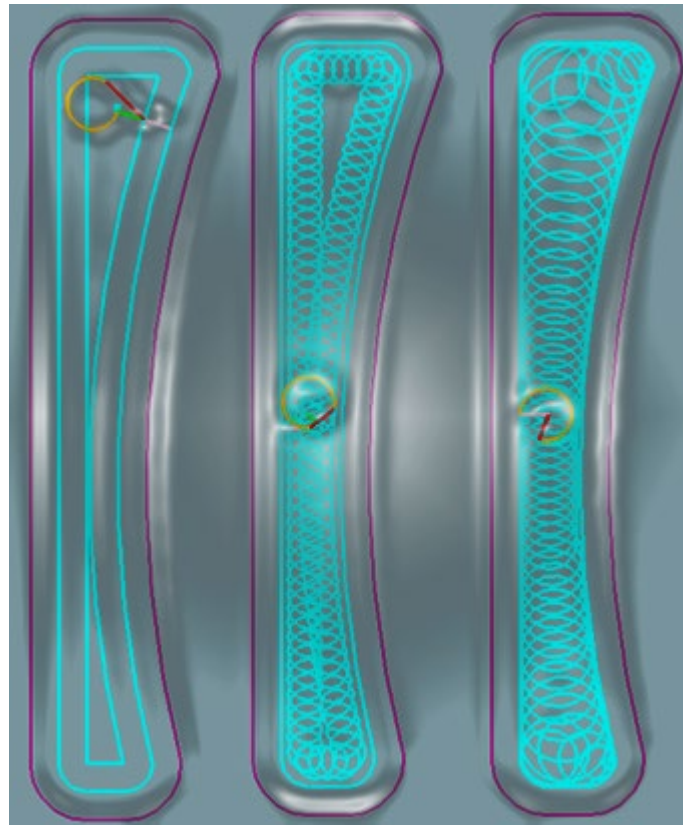
Певні вимоги ВШО пред'являє до САМ системам, які застосовуються при підготовці КП. Це, у першу чергу, стосується швидкості обчислень при підготовці КП, визначенню стратегії обробки, характеру побудови й редагування траєкторій, запобіганню врізань. І тут особливо підкреслюється

здатність CAD /CAM систем використовувати при обробці моделей деталей і розробці КП сплайн- інтерполяцію, що забезпечує (при наявності відповідного КЧПК) не тільки більш високі якісні характеристики обробленої деталі, але й значне скорочення обсягу КП і (що головне) часу обробки. Використання сплайн-інтерполяції привело до створення нового терміна, що визначає вид (схему) обробки NURBS – BASED MACHINING (обробка, що базується на сплайнах – сплайн-обробка).

Крім менших значень кроку й глибини різання при виборі стратегії обробки особлива увага повинна бути приділена виключенню різких змін напрямку руху інструмента, які можуть привести до врізань або його поломці. Отже, САМ система повинна забезпечувати широкий вибір стратегій обробки (рисунок 3.4). При виборі оптимального варіанта важливо враховувати наступні фактори [31]:

- підтримка незмінних умов різання забезпечується плавним переміщенням інструмента без різких прискорень або затримок,
- розподіл крапок обробки (контакту інструмента із заготовкою) дозволяє підтримувати прийнятні швидкості й подачі інструмента,
- перехід інструмента на наступний рівень обробки здійснюється шляхом похилого, а не вертикального врізання,
- мінімізація таких ділянок різання, де знімається великий припуск; величина подачі зменшується в той момент, коли інструмент переходить від зняття малого припуску до зняття великого,
- мінімізація кількості затримок при русі інструмента при растровій обробці досягається шляхом вибору кута растра.

На рисунку 4.5 представлений приклад траєкторії, розробленої з урахуванням вимог ВШО.



а)

б)

в)

Рисунок 4.5 – Приклад траєкторії, розробленої з урахуванням ВШО: а - традиційна обробки паза; б - трохоїдальна обробка з подальшою обкаткою профілю; в - спеціальна трохоїдальна обробка, що дозволяє отримати паз без обкатування

При виборі траєкторій для ВШО треба виключати різкі зміни в рухах інструмента, особливо в зонах врізання, коли йде прохід повною шириною фрези. Це досягається трохоїдальною обробкою, коли в процесі врізання фреза рухається по окружності (рис. 4.5 в). Ідеально, коли САМ система сама будує трохоиду в місцях, де необхідно здійснити врізання. Така стратегія використовується й при формуванні пазів, які раніше оброблялися одним ходом фрези того ж діаметра, що і ширина паза (рис.4.6).

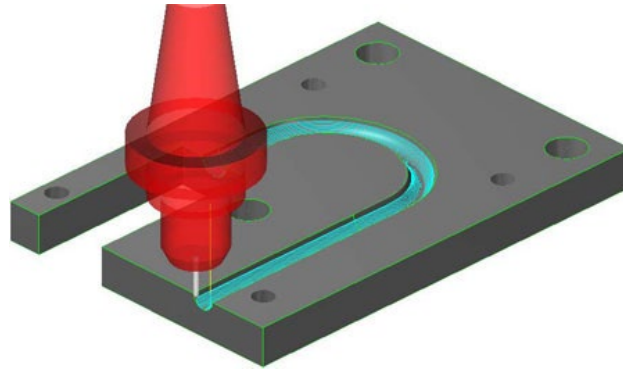


Рисунок 4.6 – Стратегія обробки одним ходом фрези того ж діаметра, що й ширина паза.

Перевага повинна віддаватися спіральним стратегіям, де інструмент, одного разу урізавшись, зберігає безперервний і рівномірний контакт із заготовкою або стратегіям еквидистантного зсуву контуру, які тривалий час зберігають контакт інструмента із заготовкою, з одним заходом і виходом (Рисунок 4.5).

Таким чином, САМ система для ВШО повинна забезпечити:

- широкий набір варіантів гладкого підведення-відводу й зв'язувань між проходами,
- набір стратегій спіральної й еквидистантної обробки зон як на чистовий, так і на чорновій обробці й пошук оптимальної стратегії в різних зонах,
- автоматичне згладжування траєкторій у кутах,
- виключення проходів повною шириною фрези й автоматичне застосування трохоїдального врізання в цих місцях,
- оптимізацію подач для згладжування навантаження на інструмент.

Різальний інструмент для ВШО повинен мати підвищену стійкість.

Провідні інструментальні фірми пропонують широкий набір фрез для ВШО з докладними рекомендаціями з областей їх застосування й режимам різання. Розробляються нові мелкодисперсные сплави, здатні надійно працювати на високих швидкостях. Ріжуча частина інструмента виготовляється з різних матеріалів, включаючи мікрозернисті карбіди, полікристалічні алмази, полікристалічний нітрид бору з кубічними ґратами, карбід титану й ін. Часто

застосовуються зносостійкі покриття, що дозволяє підвищити швидкість обробки або стійкість інструмента.

Важливо звернути увагу на системи допоміжного інструмента, які забезпечують кріплення фрез. У зв'язку зі зниженням сил різання в процесі ВШО на перший план виходять інші фактори, такі як величини биття фрези, вібрації.

Тому що завдання ВШО – забезпечити висока якість оброблюваної поверхні, то додаткова увага слід приділити добору режимів різання з погляду знаходження зон, де відсутні вібрації при високих швидкостях різання. Таким чином, ВШО вимагає особливої уваги до балансування інструмента. Для цього можуть використовуватися спеціальні патрони з можливістю балансування або збалансовані оправлення для термозатискача.

Порівняння вартості варіантів при впровадженні високошвидкісного встаткування є обов'язковим. Вартість верстата для ВШО в середньому в 2 рази вище, чим звичайного з аналогічним розміром стола. Вартість їх роботи приблизно однакова, якщо не враховувати, що ціна різального інструменту для високошвидкісної обробки графітових і мідних електродів в 4...5 раз, а для високошвидкісної обробки інструментальних сталей в 10...12 раз вище, чим інструмента, застосовуваного для традиційної механообробки. Частково ця висока вартість компенсується більш довгим терміном служби інструмента, тому що він працює з меншою глибиною різання. Проте, шпинделі верстатів і інструмент вимагають особливої уваги через більш високу ціну їх заміни. Тому в умовах реального виробництва при впровадженні високошвидкісної обробки необхідний відповідний прорахунок варіантів.

Високошвидкісна обробка (ВШО) - це потужний метод механічної обробки, який поєднує високу подачу з високими обертами, специфічними інструментами й специфічними переміщеннями інструмента. ВШО може зробити цикл виробництва швидше й одержати чудову якість обробки.

4.3 Порівняння продуктивності.

У нашому випадку, була спроектована програма для високошвидкісної обробки й зрівнявши час роботи інструмента можна судити про ефективність обробки.

У цій програмі, у порівнянні зі звичайним фрезеруванням, установлені відмінності:

- збільшилося число проходів інструмента,
- скоротився машинний час в 3 рази,
- траєкторії інструмента майже не відрізняються.

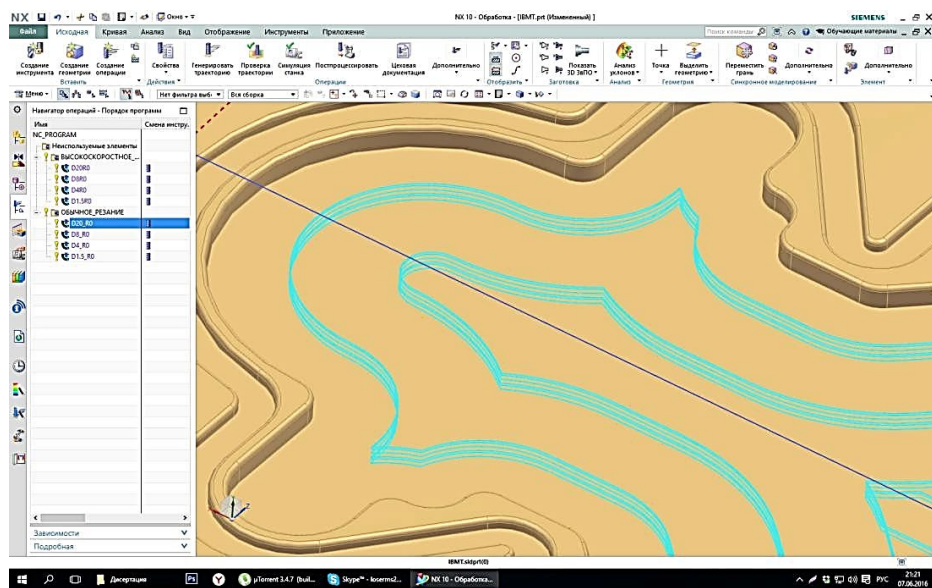


Рисунок 4.7 – Траєкторія фрези діаметром 20 при звичайному фрезеруванні

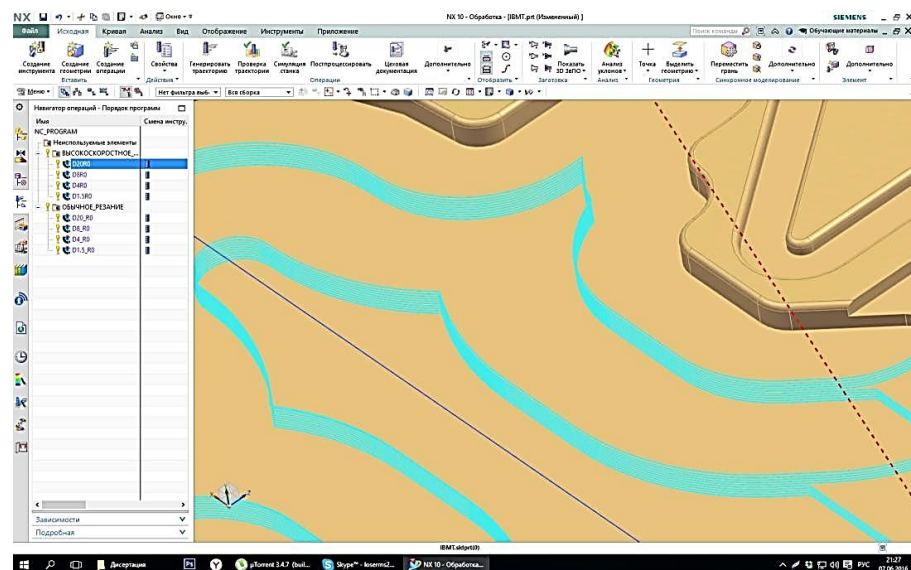


Рисунок 4.8 - Траєкторія фрези діаметром 20 при високошвидкісному

Як видно, траєкторія на цьому інструменті мало відрізняється, тільки збільшилося число проходів.

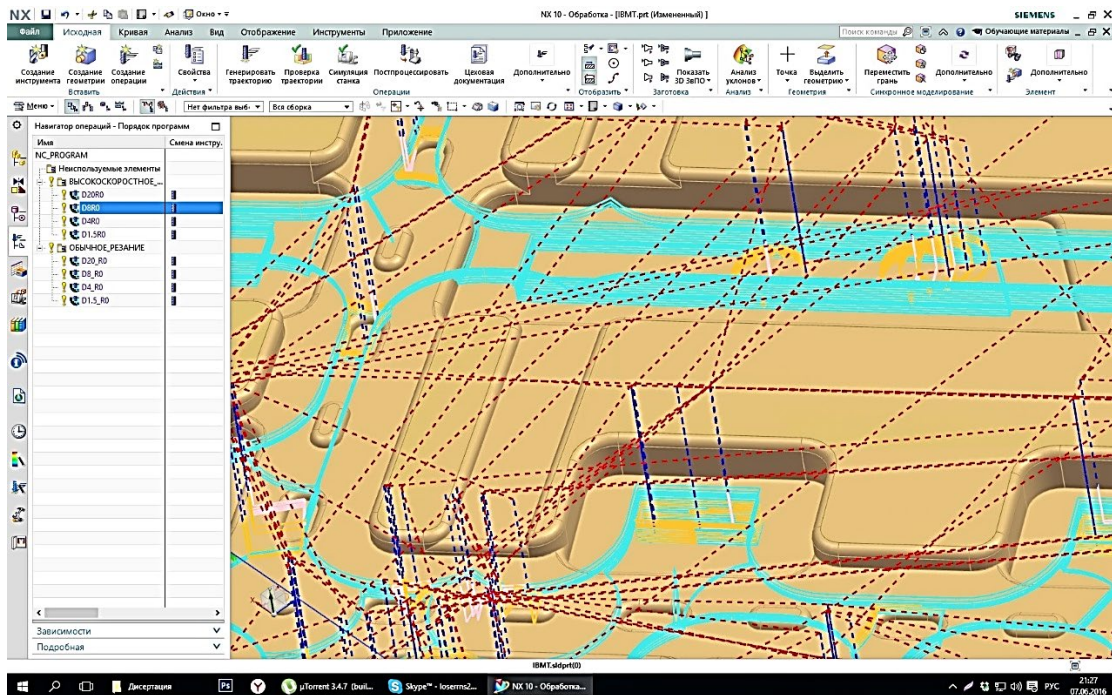


Рисунок 4.9 - Траектория фрезы диаметром 8 при высокошвидкісному фрезеруванні

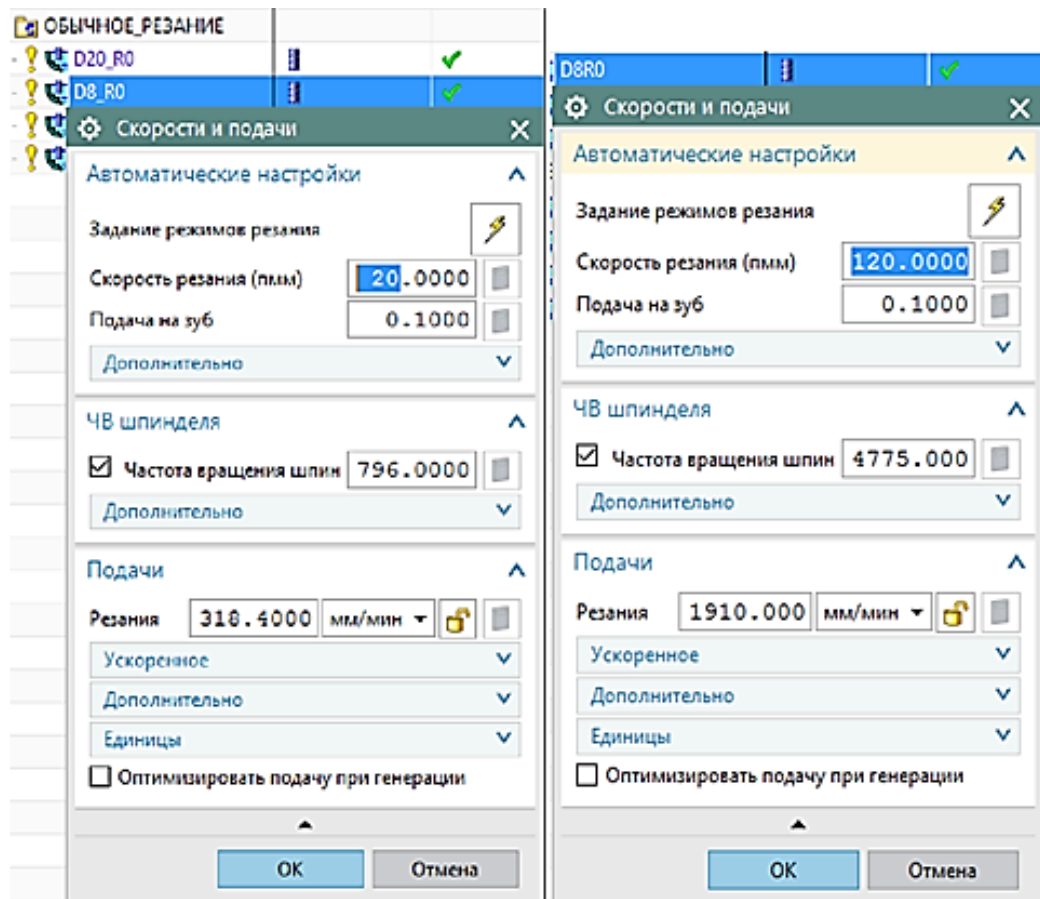


Рисунок 4.10 – Режимы різання

Имя	Смена инстру...	Траектория	Инструмент	Номер инстру...	Время	Геометрия	Метод
NC_PROGRAM					19:12:56		
Неиспользуемые элементы					00:00:00		
ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ_...					04:28:34		
D20R0	✓	✓	20	0	00:41:59	MCS_MILL	METHOD
D8R0	✓	✓	MILL_8	1	02:19:27	MCS_MILL	METHOD
D4R0	✓	✓	MILL4	1	00:53:03	MCS_MILL	METHOD
D1.5R0	✓	✓	MILL1.5	0	00:33:16	MCS_MILL	METHOD
ОБЫЧНОЕ_РЕЗАНИЕ					14:44:23		
D20_R0	✓	✓	20	0	02:23:01	MCS_MILL	METHOD
D8_R0	✓	✓	MILL_8	1	08:28:26	MCS_MILL	METHOD
D4_R0	✓	✓	MILL4	1	02:34:07	MCS_MILL	METHOD
D1.5_R0	✓	✓	MILL1.5	0	01:18:00	MCS_MILL	METHOD

Рисунок 4.11 – Таблица часу роботи інструмента при різних режимах.

Як видно з рисунка 4.11, обробка кінцевими фрезами ефективніше в 3 рази.

4.4 Рекомендації

Для підвищення ефективності обробки матриць формотворних штампів можна привести наступні рекомендації:

- Вибирати метод обробки з високою продуктивністю й невеликою собівартістю.
- Прибігати до автоматизації підготовки виробництва, там де це доцільно.

РОЗДІЛ 5

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ПРОВЕДЕННЯ СЕМІНАРУ НА ТЕМУ
«ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ОБРОБКИ
ФОРМОТВОРЧИХ ШТАМПІВ ШЛЯХОМ ОПТИМІЗАЦІЇ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
«ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ».

Штапування – це один із найрозповсюдженіших способів отримання деталей з листового матеріалу. Інструментом для листового штапування є штамп, який складається з технологічних (робочих) і конструктивних деталей (пакета штампа). Перші безпосередньо забезпечують виконання технологічних операцій. До них належать пуансони, матриці, притискувачі, виштовхувачі, напрямні планки тощо. Другі використовуються для з'єднання деталей штампа у загальну конструкцію і закріплення штампа у пресі. Це верхня і нижня плити, хвостовик, напрямні колонки, скріплювальні деталі. Будь-який штамп має певний термін експлуатації. Його основні деталі – пуансон та матриця зношуються швидше, а термін експлуатації обмежений кількістю ударів. За зміни умов експлуатації штампа змінюються навантаження, що призводить до руйнування його основних деталей. Отже, виникає проблема покращення конструктивних та технологічних параметрів штампів, що забезпечить ефективну роботу за надмірного навантаження у процесі гнуття деталі. Необхідно оптимізувати існуючу конструкцію штампа так, щоб задовольнити умови його експлуатації. З цими завданнями можуть впоратися висококваліфіковані фахівці.

Таких фахівців готує ННІ «Українська інженерно-педагогічна академія» за спеціальністю «Професійна освіта. Машинобудування».

Далі визначимо стратегічні цілі підготовки фахівця. Прийнято розуміти під стратегічною ціллю - перелік тих необхідних професійних умінь, навичок та професійних якостей, котрі необхідно сформувати в процесі навчання. Викладач, маючи дані документи, проводить аналіз професійної діяльності тих

спеціалістів, котрих він збирається підготувати, виділяє типові задачі цієї діяльності і ті якості, котрі він збирається сформувати у студентів певної галузі. Цими діями і визначається стратегічна ціль навчання. Відносно заданої теми необхідно сформувати у майбутніх інженерів-педагогів професійні уміння та навички щодо удосконалення технологічного обладнання, а також стати кваліфікованим спеціалістом у галузі машинобудування, одержати знання, уміння та навички для того щоб надалі бути затребуваним на ринку труда та праці.

Дисципліна, з якої буде розроблятися семінар: «Теорія різання та інструмент», тема: «Шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів».

Дидактичні цілі даної дисципліни: при вивченні даної дисципліни здебільшого слід звертати увагу на формування дидактичних та розвивальних цілей, так як вони є основною ланкою для даної спеціальності та на їх основі формується професійна компетентність спеціалістів. Для вивчення даної дисципліни можна виділити такі основні дидактичні цілі: уміти користуватися нормативно-технічною документацією, яка стосується верстатного обладнання, уміти порівнювати і аналізувати форми організації виробництва, знати типи і методи організації виробництва, уміти прогнозувати об'єм виробництва в залежності від виробничої потужності виробничого обладнання.

5.1. Постановка оперативних цілей семінару.

Оперативні цілі - це проекти чи програми, які забезпечуватимуть досягнення стратегічних цілей. Вони визначають стратегічні цілі кількісно та мають терміни виконання.

В процесі підготовки студентів за спеціальністю «Професійна освіта. Машинобудування», студенти проходили багато різних дисциплін за різними напрямками, одна з яких «Теорія різання та інструмент».

Рівень сформованості обираємо найвищий, тому що тип заняття передбачає творчий підхід студентів до вирішення навчальних завдань.

Цілі семінару зазначені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Цілі семінару з теми «Шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів»

Дидактична мета семінару	Рівень цілі	Умови досягнення цілі	Результат у вигляді дій, які студенти повинні продемонструвати в результаті виконання семінару, та їх характеристика	Розвиваюча мета проведення семінару.
1	2	3	4	5
Сформувати у студентів визначати, характеризувати, аналізувати шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів	IV рівень	Сформовані знання про штампи, види штампів, технологічні параметри обробки штампів, оптимізацію технологічних параметрів	Сформоване у студентів вміння визначати, характеризувати, аналізувати шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів	Розвивати інтелект, вміння аналізувати, класифікувати, порівнювати, робити висновки, вміння самостійно конструювати нові алгоритми на основі аналізу й узагальнення послідовності виконуваних операцій і дій, що ведуть до результату. Розвивати вміння логічно аргументувати та розвивати тему.

5.2. Вибір типу семінару і форми його проведення

Ефективною формою організації навчання у вищій школі є семінарські заняття.

Семінар – це вид занять, який включає самостійне вивчення студентами програмного матеріалу і обговорення на заняттях результатів пізнавальної діяльності.

Семінари можуть бути різними як за вмістом, і з побудови, роботи. Зазвичай на семінарах обговорюються заздалегідь ці запитання. Студенти

завчасно знайомляться з планом семінарського заняття література, рекомендованої до вивчення цієї теми, щоб матимуть можливість підготуватися до семінару.

Семінари бувають різних типів: семінар-бесіда, реферативний семінар (або семінар обговорення), семінар-рішення задач або проблем, між предметні семінари, семінар-конференція.

Враховуючи дидактичну та розвиваючу мету було обрано реферативний семінар, тому що вивчаються окремі питання теми та систематизація уявлень студентів, вибір типу семінару та форми його проведення наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Вибір типу семінару та форми його проведення

Тема семінару	Дисципліна, з якої проводиться семінар	Тип семінару та обґрунтування його обрання	Форма проведення семінару та обґрунтування її обрання
1	2	3	4
Шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів	«Теорія різання та інструмент»	Тип: Реферативний семінар. Такі семінари проводяться для поширення і систематизації уявлень студентів по окремим питанням навчального курсу, поповнення словарного запасу науковими термінами і закріплення їх	Форма проведення: Індивідуальна. Кожному студенту окремо видається тема доповіді (або вибір тем відбувається на розсуд студентів), всі студенти, які не готують доповіді готуються виступати в якості опонентів до доповідачів, готують питання з кожної теми.

5.3. Визначення переліку питань для обговорення та джерел інформації при підготовці до семінару

Перелік питань, які необхідно розглянути на семінарі та джерела інформації, які можна використати для підготовки доповідей наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Питання для обговорення

Питання для обговорення	Джерела інформації
1	2
Які вимоги висуваються до якості формотворчих штампів?	1. Долматов, А. И. Підвищення життєвого циклу оснастки на основі захисних технологій [Текст] / А. И. Долматов, А. В. Богуслаєв. – Запоріжжя: ОАО «Мотор-Січ», 2000. – 296 с. 2. Палей, М. М. Технологія виробництва пристроїв пресформ та штампів [Текст] / М. М. Палей. – М.: Машинобудування, 1981. – 344 с. 3. Кочергін Ю.А. Обґрунтування можливості застосування зміцнювальних покриттів для підвищення зносостійкості згинальних штампів / Ю.А. Кочергін // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗТ. – 2009. – № 110. – С. 92 – 100. 4. Довідник конструктора штампів, під редакцією Л.І. Рудман. - М.: Машинобудування, 1988 р. 5. В.П. Романовський, Довідник з холодного листового штампування, - Л.: Машинобудування, 1979 р.
Які технологічні параметри необхідно змінити для підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів?	
В чому полягає сутність технології визначення та класифікації конструктивних факторів та їх впливу на продуктивність обробки формотворчих штампів?	6. Зубців М.Є., Листове штампування: Підручник для студентів вузів, які навчаються за спеціальністю "Машини і технології обробки матеріалів тиском", 3-е изд., Перераб. і доп. - Л.: Машинобудування, 1980 р. - 432 с. 7. Ануров В.І. Довідник конструктора-машинобудівника: У 3-х т. Т. 1. - 5-е вид., Перераб. і доп. - М.: Машинобудування, 1980. -728 с. 8. Руденко П.А. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / П.А. Руденко. - Київ: Вища школа, 1985. - 255 с. 9. Балакшин Б.С. Основи технології машинобудування /Б.С. Балакшин. - М.: Машинобудування, 1969, 358 с. 10. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін – Суми: Вид-во СумДУ, 2004.-98 с.
Як характеризується технологія нанесення зміцнювальних покриттів на формотворчі штампи для підвищення стійкості формозмінювальних елементів як одного зі шляхів оптимізації процесу їх обробки?	
В чому полягає вплив технологічних чинників на працездатність формотворчих штампів?	
Які перспективні шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів можна виділити?	

5.4. Проектування мотиваційних технологій навчання студентів на семінарі.

Мотивація – це вид управлінської діяльності, який забезпечує процес спонукання особи до дієвості, спрямованої на досягнення особистих цілей чи цілей організації. Мотивація - це так звані психічні явища, що стали спонуканням до виконання тієї або іншої дії, учинку, що визначають активність особистості та її спрямованість на досягнення запланованого результату.

Зовнішня мотивація - заохочення, покарання та ін. види стимуляції поведінки.

Внутрішня мотивація - вона залежить від внутрішніх процесів, що відбуваються у свідомості особистості.

Текст мотивації представимо в таблиці 5.4.

Для проведення нашого заняття скористуємося внутрішнім типом мотивації на вступному етапі заняття, передбачаючи, що студенти, готуючись до заняття вже зовнішньо змотивовані на отримання позитивної оцінки, а поточну будемо використовувати зовнішню.

Таблиця 5.4 - Обрання методів мотивації навчальної діяльності

Вид і методи мотивації	Мотивація
1	2
- Внутрішня вступна мотивація Прийом мотивації: Віднесення до ситуації	У загальному комплексі технологій машинобудування все зростаюче значення набуває обробка металів тиском, в тому числі листове штампування. Це один із способів обробки, при якому метал пластично деформується в холодному стані за допомогою штампів. Листове штампування застосовується для виготовлення найрізноманітніших деталей практично у всіх галузях промисловості пов'язаних з металообробкою. Листове штампування являє собою самостійний вид технології, що володіє рядом особливостей: високою продуктивністю, можливістю отримання найрізноманітніших за формою і розмірами напівфабрикатів та готових деталей, можливістю автоматизації і механізації штампування шляхом створення комплексів устаткування, що забезпечують виконання всіх операцій виробничого процесу в автоматичному режимі (у тому числі роторних і роторно-конвеєрних ліній), можливістю отримання

Продовження табл. 5.4

1	2
	взаємозамінних деталей з високою точністю розмірів, без подальшої обробки різанням. Сучасне холодноштампувальне виробництво розвивається по шляху вдосконалення традиційних і створення нових технологій і устаткування. При цьому намітилися тенденції створення холодноштампувального устаткування для великосерійного та масового виробництва автоматичних ліній і холодноштампувальні прес-автоматів та обладнання для дрібносерійного, серійного та одиничного часто переналагоджуваної виробництва холодноштампувального обладнання з числовим програмним управлінням, універсальних пресів, гнучких виробничих модулів з ЧПУ. Постійний технічний прогрес, зростаюча конкуренція серед виробників, збільшення номенклатури продукції у всіх типах виробництв і висока швидкість її оновлення змушують шукати резерви скорочення часу на підготовку виробництва нових виробів, що забезпечується конструкторськими, організаційними і технологічними заходами. В даний час одним з перспективних напрямків забезпечення конкурентоспроможності підприємства є підвищення ефективності технологічних параметрів випущених виробів. Це все зумовлює вадливість теми нашого сьогоднішнього заняття, ми з Вами обговоримо проблему підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів за рахунок оптимізації технологічних процесів. Слухайте уважно та будьте активними!
Зовнішня поточна мотивація Прийом мотивації: – Віднесення до особистості	Не забувайте, що сьогодні за роботу на семінарі всі отримають бали, але їх кількість буде залежати від того, як Ви працюєте. Тож не відволікайтесь і продовжуємо!

5.5. Аналіз базових умов навчання

Первинне усвідомлення студентами навчального матеріалу, в якій би формі він їм не подавався, повинно спиратись на уявлення, що є в їх пам'яті, на їх чуттєвий досвід або знання, якими вони оволоділи в процесі самостійних спостережень або при вивченні на попередніх заняттях по даній чи спорідненій дисциплінам. Однак при цьому досвіді можуть бути уявлення поверховими і невиразними, нечіткими, неточними і неправильними або перекрученими.

Опорою для засвоєння знань є лише виразні, чіткі та правдиві уявлення. Тому для успішного навчання важливе значення має формування у студентів конкретних образів, чітких, яскравих і правдивих уявлень про навколишній світ, багатого чуттєвого (сенсорного) досвіду (sensos- відчуття) , сенсорний досвід – чуттєвий досвід, що складається з різних уявлень пам'яті.

В таблиці 5.5 наведемо аналіз базових умов навчання з теми семінару.

Таблиця 5.5 - Аналіз базового матеріалу і способи актуалізації базових знань

Перелік базових понять, законів, способів дій	Назва дисциплін і тем, в яких формуються опорні знання і дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій
1	2	3	4
• Штампи • Типи штамів • Формотворчі штампи • Обробка штамів • Технологічні параметри • Оптимізація технологічних параметрів	«Матеріалознавство та основи обробки матеріалів» «Теорія різання та інструмент»	Усне фронтальне опитування: 1. Що таке штамп в машинобудуванні? 2. Які існують типи штамів? 3. Дайте визначення формотворчим штампам 4. Що входить в технологію обробки штамів? 5. Що розуміється під поняттям технологічні параметри? 6. За рахунок чого можна оптимізувати технологічні параметри?	Стисле нагадування основних положень базового матеріалу. Акцентування уваги на незрозумілих моментах.

5.6. Проектування основної частини реферативного семінару

В таблиці 5.6 представимо перелік тем доповідей, визначимо мету та тривалість кожної доповіді та її обговорення.

Таблиця 5.6. - Характеристика доповідей на семінарі

№ доповіді	Тема доповіді	Мета доповіді	Тривалість доповіді	Тривалість обговорення доповіді
1	2	3	4	5
1	Вимоги до якості формотворчих штамів	Ознайомити слухачів з вимогами, що висуваються до якості формотворчих штамів	5-7 хв.	до 3 хв.

Продовження табл. 5.6

1	2	3	4	5
2	Перелік та характеристика змінних технологічних параметрів обробки формотворчих штамів для підвищення продуктивності їх обробки	Визначити та описати особливості змінних технологічних параметрів обробки формотворчих штамів для підвищення продуктивності їх обробки	5-7 хв.	до 3 хв.
3	Визначення та класифікація конструктивних факторів та їх впливу на продуктивність обробки формотворчих штамів	Ознайомити слухачів з визначенням та класифікацією конструктивно-технологічних факторів та їх впливом на продуктивність обробки формотворчих штамів	5-7 хв.	до 3 хв.
4	Сутність технології нанесення зміцнювальних покриттів на формотворчі штампи для підвищення стійкості формозмінювальних елементів як один зі шляхів оптимізації процесу їх обробки	Визначити та охарактеризувати технологію нанесення зміцнювальних покриттів на формотворчі штампи для підвищення стійкості формозмінювальних елементів як одного зі шляхів оптимізації процесу їх обробки	5-7 хв.	до 3 хв.
5	Вплив технологічних чинників на працездатність формотворчих штамів	Визначити та проаналізувати вплив технологічних чинників на працездатність формотворчих штамів	5-7 хв.	до 3 хв.
6	Перспективні шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штамів	Визначити та проаналізувати майбутні перспективні шляхи продуктивності обробки формотворчих штамів	5-7 хв.	до 3 хв.

Далі необхідно зазначити перелік джерел інформації для доповідей, який представимо в таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 - Джерела інформації для підготовки доповідей

Теми доповідей	Джерела інформації
1	2
Вимоги до якості формотворчих штамів	1. Долматов, А. И. Підвищення життєвого циклу оснастки на основі захисних технологій [Текст] / А. И. Долматов, А. В. Богуслаєв. – Запоріжжя: ОАО «Мотор-Січ», 2000. – 296 с. 2. Палей, М. М. Технологія виробництва пристроїв пресформ та штамів [Текст] / М. М. Палей. – М.: Машинобудування, 1981. – 344 с. 3. Кочергін Ю.А. Обґрунтування можливості застосування зміцнювальних покриттів для підвищення зносостійкості згинальних штамів / Ю.А. Кочергін // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – Харків: УкрДАЗТ. – 2009. – № 110. – С. 92 – 100.
Перелік та характеристика змінних технологічних параметрів обробки формотворчих штамів для підвищення продуктивності їх обробки	
Визначення та класифікація конструктивних факторів та їх впливу на продуктивність обробки формотворчих штамів	

Продовження табл. 5.7

1	2
Сутність технології нанесення зміцнювальних покриттів на формотворчі штампи для підвищення стійкості формозмінювальних елементів як один зі шляхів оптимізації процесу їх обробки	4. Довідник конструктора штамів, під редакцією Л.І. Рудман. - М.: Машинобудування , 1988 р. 5. В.П. Романовський, Довідник з холодного листового штампування, - Л.: Машинобудування, 1979 р. 6. Зубців М.С., Листове штампування: Підручник для студентів вузів, які навчаються за спеціальністю "Машини і технології обробки матеріалів тиском", 3-є изд., Перераб. і доп. - Л.: Машинобудування, 1980 р. - 432 с.
Вплив технологічних чинників на працездатність формотворчих штамів	7. Ануров В.І. Довідник конструктора-машинобудівника: У 3-х т. Т. 1. - 5-е вид., Перераб. і доп. - М.: Машинобудування, 1980. - 728 с. 8. Руденко П.А. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / П.А. Руденко. - Київ: Вища школа, 1985. - 255 с.
Перспективні шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штамів	9. Балакшин Б.С. Основи технології машинобудування /Б.С. Балакшин. - М.: Машинобудування, 1969, 358 с. 10. Захаркін О.У. Технологічні основи машинобудування: навчально-методичний посібник /О.У.Захаркін – Суми: Вид-во СумДУ, 2004.-98 с.

Далі необхідно розробити змістовну характеристику кожної доповіді і методику її проведення, яка знаходиться в таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 - Змістовна характеристика доповідей

Тема доповіді	Частини доповіді	Основні питання доповіді	Метод викладу змісту	Методика забезпечення наочності	Прийом і активізації слухачів
1	2	3	4	5	6
Доповідь №1 Тема «Вимоги до якості формотворчих штамів»	Вступна частина	Стисле нагадування про особливості та призначення формотворчих штамів	Монологічний метод	Демонстрація ілюстрацій	Розповідь
	Основна частина	Перелік та опис вимог, що висуваються до якості формотворчих штамів			
	Заклучна частина	Висновки			
Доповідь №2 Тема: «Перелік та характеристика змінних технологічних параметрів обробки формотворчих штамів для	Вступна частина	Ознайомлення слухачів з переліком та характеристикою змінних технологічних параметрів обробки формотворчих штамів для підвищення	Монологічний метод	Демонстрація презентаційних слайдів	Виступ з проблемою
	Основна частина				

Продовження табл. 5.8

1	2	3	4	5	6
підвищення продуктивності їх обробки»		продуктивності їх обробки			
	Заклучна частина	Висновки			
Доповідь №3 Тема: «Визначення та класифікація конструктивних факторів та їх впливу на продуктивність обробки формотворчих штампів»	Вступна частина	Класифікація та опис особливостей конструктивних факторів, що впливають на продуктивність обробки формотворчих штампів	Монологічний метод	Демонстрація ілюстрацій	Наведення прикладів з досвіду фахівців
	Основна частина	Аналіз впливу конструктивно-технологічних факторів на продуктивність обробки формотворчих штампів			
	Заклучна частина	Висновки			
Доповідь №4 Тема: «Сутність технології нанесення зміцнювальних покриттів на формотворчі штампи для підвищення стійкості формозмінювальних елементів як один зі шляхів оптимізації процесу їх обробки»	Вступна частина	Опис технології нанесення зміцнювальних покриттів на формотворчі штампи для підвищення стійкості формозмінювальних елементів як одного зі шляхів оптимізації процесу їх обробки	Монологічний метод	Демонстрація ілюстрацій	Розповідь
	Основна частина				
	Заклучна частина	Висновки			
Доповідь №5 Тема: «Вплив технологічних чинників на працездатність формотворчих штампів»	Вступна частина	Визначення та аналіз впливу технологічних чинників на працездатність формотворчих штампів	Монологічний метод	Демонстрація презентаційних слайдів	Виступ з проблемою
	Основна частина				
	Заклучна частина	Висновки			
Доповідь №6 Тема: «Перспективні шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів»	Вступна частина	Визначення та аналіз перспективних шляхів підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів	Монологічний метод	Демонстрація ілюстрацій	Тональні паузи на важливих моментах
	Основна частина				
	Заклучна частина	Висновки			

Визначимо критерії оцінювання студентів. Представимо їх в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 - Оцінка участі студентів в семінарі та доповідей

Критерії оцінки участі в семінарі	Кількість балів
Виступ з докладом	0-2
Опанування	0-2
Виступ в обговоренні докладу	0-2
Культура мови	0-2
Повнота висвітлення теми докладу	0-2
Логічність викладу	0-2
Наочність викладу	0-2
Володіння аудиторією	0-2

Загальна кількість балів за заняття перераховується за коефіцієнтом вкладу в вивчення дисципліни із розрахунку максимуму за курс – 100 балів.

Сценарій проведення реферативного семінару на тему: «Шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів» наведено в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 - Сценарій проведення реферативного семінару

Етап проведення семінару	Дії викладача	Дії студентів
1	2	3
Організація початку заняття	Вступне слово викладача, перевірка готовності студентів до заняття	Студенти готуються до заняття, слухають уважно викладача
Повідомлення теми, цілі, увідна мотивація навчальної діяльності	Тема нашого сьогоднішнього заняття: «Шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів», мета заняття: сформулювати вміння у студентів визначати, характеризувати, аналізувати шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів, розвивати логічне мислення, просторову уяву, увагу, пам'ять, розумову активність, інтуїцію, пізнавальну самостійність, пізнавальний інтерес, потребу в самоосвіті, ініціативу, творчість, обґрунтованість суджень. Повідомляє важливість вивчення теми.	Студенти записують тему заняття, сприймають мету заняття, усвідомлюють важливість і актуальність теми.
Аналіз сформованості та актуалізація опорних знань	Проведення усного фронтального опитування: 1. Що таке штамп в машинобудуванні? 2. Які існують типи штампів?	Студенти слухають викладача, відповідають на питання. Слухають стисле нагадування та корегування відповідей викладачем

Продовження табл. 5.10

1	2	3
	3. Дайте визначення формотворчим штампам 4. Що входить в технологію обробки штампів? 5. Що розуміється під поняттям технологічні параметри? 6. За рахунок чого можна оптимізувати технологічні параметри? Стисле нагадування основних положень базового матеріалу, пояснює, акцентує увагу.	
Повідомлення про тематику доповідей і організацію опанування та обговорення	На сьогоднішньому занятті, ми з вами заслухаємо 6 доповідей: 1. Вимоги до якості формотворчих штампів 2. Перелік та характеристика змінних технологічних параметрів обробки формотворчих штампів для підвищення продуктивності їх обробки 3. Визначення та класифікація конструктивних факторів та їх впливу на продуктивність обробки формотворчих штампів 4. Сутність технології нанесення зміцнювальних покриттів на формотворчі штампи для підвищення стійкості формозмінювальних елементів як один зі шляхів оптимізації процесу їх обробки 5. Вплив технологічних чинників на працездатність формотворчих штампів 6. Перспективні шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів Після кожного виступу буде можливість обговорити основні положення доповіді та прийти до певних висновків. Не забуваємо, що всі приймають активну участь в обговоренні виступів оцінюються не лише виступи, але й опанування доповідей.	Студенти слухають викладача. Студенти з доповідями готуються до виступу.
Заслуховування та обговорення доповідей.	Заслуховування доповідей студентів на обрані теми. Після кожної доповіді у студентів є 3 хв. для того, щоб обговорити виступ, задати питання, які виникали під час доповіді. Обговорення.	Слухають уважно доповідачів, конспектують основні положення. Обговорюють доповідь, задають питання. Висловлюють свої думки
Оцінка доповідей та участі студентів в їх обговоренні.	Ми прослухали всі доповіді, які були на сьогодні підготовлені. Всі дуже гарно підготувалися та виступили, та отримають добрі оцінки, студенти які приймали участь в обговоренні також отримають бали.	Слухають уважно викладача
Підведення підсумків семінару.	На сьогоднішньому занятті ми з вами добре попрацювали, дізнались про шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штампів шляхом оптимізації технологічних параметрів. Сподіваюсь, заняття для Вас пройшло цікаво та продуктивно.	Слухають викладача

5.7 Висновки до розділу 5

В методичному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено методичні вказівки до проведення семінару на тему «Шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штамів шляхом оптимізації технологічних параметрів» з дисципліни: «Теорія різання та інструмент» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування», були сформульовані оперативні цілі семінару, обраний тип та форма проведення семінару, визначений перелік питань для обговорення, сформульована мотивація для зацікавленості студентів у вивченні теми, проаналізовані базові умови навчання з теми, обрані та проаналізовані джерела інформації для підготовки до семінару, описані критерії оцінювання доповідей студентів на семінарі та розроблений сценарій проведення семінарського заняття з теми.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- Вивчення способів обробки формотворних штамтів показало доцільність застосування операції фрезерування на верстатах зі ЧПК
- Аналіз використовуваних на підприємстві засобів автоматизації підготовки керуючих програм показав їхню низьку продуктивність, що вимагає пошуку та застосування новий САМ систем.
- Пропонована система CAMWORKS і розроблений алгоритм створення КП з урахуванням конфігурації оброблюваних елементів знизили трудомісткість проектування в 8 раз.
- Розроблені рекомендації з удосконалювання процесу фрезерування струмків штампа з використанням високошвидкісних методів показують можливість подальшого підвищення продуктивності при збереженні необхідного якості.
- В методичному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено методичні вказівки до проведення семінару на тему «Шляхи підвищення продуктивності обробки формотворчих штамтів шляхом оптимізації технологічних параметрів» з дисципліни: «Теорія різання та інструмент» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування», були сформульовані оперативні цілі семінару, обраний тип та форма проведення семінару, визначений перелік питань для обговорення, сформульована мотивація для зацікавленості студентів у вивченні теми, проаналізовані базові умови навчання з теми, обрані та проаналізовані джерела інформації для підготовки до семінару, описані критерії оцінювання доповідей студентів на семінарі та розроблений сценарій проведення семінарського заняття з теми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Батуев В.А. Повышение производительности и точности фрезерования пространственно-сложных поверхностей на станках с ЧПУ путем стабилизации сил резания: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Челябинск: ЧПИ, 1986. 248 с.
2. Батуев, В.В. Расчет толщины срезаемого слоя при фрезеровании пространственно-сложных поверхностей, имеющих ступенчатый припуск / В.В. Батуев // Известия Челябинского научного центра. Челябинск: ЮУрГУ, 2006.
3. Белоус Л.А. Определение оптимальных параметров фрезерования пространственно-сложных поверхностей концевыми радиусными фрезами: Диссертация на соискание ученой степени магистра. – Томск: ТПУ, 2014. 103 с.
4. Бобров В.Ф., Сидельников А.И. Особенности образования суставчатой и элементной стружек при высокой скорости-резания // Вестник машиностроения, 1976, №7. С. 61-66.
5. Виттингтон К., Власов В. Высокоскоростная механообработка // САПР и графика. 2002. №11.
6. Выбойщик А.В. Повышение точности и производительности фрезерования пространственно-сложных поверхностей на станках с ЧПУ: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Челябинск: ЮУрГУ, 2000. – 181 с.
7. Гавриленко М.В. Совершенствование технологии проектирования и изготовления сложных штампов на основе моделирования процесса их эксплуатации: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Самара: СГТУ, 2006. – 181 с.
8. Гузеев В.И. Методика расчетного определения количества стадий обработки поверхностей деталей // Прогрессивная технология чистовой и отделочной обработки. - Челябинск : ЧГГУ, 1993

9. Гузеев, В.И. Теория и методика производительности контурной обработки деталей разной точности на токарных и фрезерных станках с ЧПУ: Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. — Челябинск: ЧГТУ, 1994. - 517 с.
10. Гузеев, В.И. Учет влияния следов предшествующей обработки на точность фрезерования пространственно-сложных поверхностей / В.И. Гузеев, В.В. Батуев // Прогрессивные технологии в машиностроении: сб.науч.тр. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. — 112-117.
11. Кирюшин И.Е. Обеспечение качества поверхностного слоя деталей при высокоскоростном торцевом фрезеровании закаленных сталей. / И.Е. Кирюшин, Д.Е. Кирюшин, Насад Т.Г. // СТИН 2008. №9 С. 28-33.
12. Кирюшин И.Е. Повышение производительности торцевого фрезерования титановых сплавов за счёт применения высокоскоростного резания. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Саратов: СГТУ, 2007. — 148 с.
13. Локтев А.А. Исследование процесса фрезерования закаленной стали: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Москва: ЭНИМС, 2006. — 138 с.
14. Маркелов П.А., Скоростное фрезерование закаленной стали торцевыми фрезами, //ОБОРОНГИЗ, 1953.
15. Саблин П.А., Повышение эффективности высокоскоростной механической обработки при фрезеровании. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. — Комсомольск-на-Амуре: КнАГТУ, 2008. — 141 с.
16. Степанов А. Высокоскоростное фрезерование в современном производстве // CAD/CAM/CAE Observer. 2003. - №4. - С. 2-8.
17. Степанов А. Высокоскоростное фрезерование в современном производстве // CAD/CAM/CAE Observer. 2004. - №1. - С. 71-78.
18. Степанов А. Высокоскоростное фрезерование в современном производстве // CAD/CAM/CAE Observer. 2004. - №2. - С. 53-57.

19. Sandvik Coromant, Основной каталог, 2006 г.
20. J. Paulo Davim (2011) Machining of hard materials. Springer.106, DOI 10.1007/978-1-84996-450-0.
21. Topology Optimization of a High Speed Support for a HSC Milling Machine [Электронный ресурс] (http://www.ansys.com/staticassets/ANSYS/staticassets/partner/FEDesign/Application_TOSCA_ANSYS_Optimization%20of%20a%20HSC%20Milling%20Machine.pdf). Проверено 01.10.2013.
22. «Барабан-Буфер-Канат» — методика планирования производства [Электронный ресурс] (<http://www.tocpeople.com/2011/03/baraban-bufer-kanat-metodika-planirovaniya-proizvodstva/>). Проверено 01.10.2013.
23. FZ42 Portal milling Machine [Электронный ресурс] (http://www.f-zimmermann.com/fileadmin/Mediendatenbank/Subnavi/Produkte/CNC/PDFs_FZ_Maschinen/Englisch/BRO_FZ42_e2.pdf). Проверено 01.10.2013.
24. Milling head M3 ABC [Электронный ресурс] (<http://www.f-zimmermann.com/index.php?id=681&L=0index.php%3F1%3D91>). Проверено 01.10.2013.
25. Hermle C 20 Overview Technical data [Электронный ресурс] (<http://www.hermle.de/index.php?1586>)
26. Pibomulti Standart Catalogue [Электронный ресурс] (<http://www.pibomulti.com/catalogues/standard.pdf>). Проверено 01.10.2013.
27. Барановский Н. В. Пластинчатые и спиральные теплообменники. [Текст] / Барановский Н. В., Коваленко Л. М., Ястребенецкий А. Р.-М: «Машиностроение», 1973. – 288с.
28. Проектирование штампов для холодной штамповки: руководящий технический материал. [Текст]/Научно-исследовательский институт технологии и организации производства НИАТ, 1960. –298 с.
29. http://cherch.ru/obrabotka_metallov_davleniem/listovaya_shtampovka.html Листовая штамповка
30. <http://rucadcam.ru/publ/solidworks/camworks/2-1-0-7/>

программирование фрезерной, токарной, токарно-фрезерной и проволочной эрозионной обработки средствами модуля CAMWorks.

31. Виробництво і технології [Електронний ресурс]: <http://4ua.co.ua/manufacture/index.html>

32. <http://www.bestreferat.ru/referat-100012.html> / К. Виттингтон, В. Власов Высокоскоростная механообработка 2008.

33. <http://www.td-oka.com/leadwellv.html> LEADWELL V-40 вертикально- фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ.

34. <http://mashmex.ru/materiali/149-obrabotki-metallor.html?showall=1> Классификация физико-химических способов обработки металлов.

35. [http://www.swlesson-mpl.ru/index.php/2009-09-08-07-48-41/59---](http://www.swlesson-mpl.ru/index.php/2009-09-08-07-48-41/59---2009/81--3-CAM-) 2009/81--3-CAM- Стаття №3. Что нового в организации САМ-систем.

36. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс] : підруч. / В. П. Головенкін. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf

37. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 204 с.

38. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 174 с.

39. Лебедик Л.В., Стрельніков В.Ю., Стрельніков М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельніков, М. В. Стрельніков. – Полтава : АСМІ, 2020. – 303 с.

40. Методика професійної освіти : навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015

«Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Красильник, М. В. Руденко. – Київ : Компринт, 2024. – 224 с.

41. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УПА, 2024. – 82 с.

42. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

43. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

44. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт.: О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савельєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.

45. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: <https://moodle.karazin.ua>

46. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ed-era.com/>

47. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/>

48. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/>

49. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>

50. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська
інженерно-педагогічна академія»

(назва факультету/інституту)

Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

(назва кафедри)

кваліфікаційна робота рівня вищої освіти "магістр"

**Професійна підготовка фахівця машинобудівних
підприємств по підвищенню продуктивності обробки
формотворчих штамів, шляхом оптимізації технологічних
параметрів.**

Спеціальність 015.34 Професійна освіта (Машинобудування)

Виконав студент групи ДІТ-ПОМ23мг

Олексій ВОЛКОВ

Керівник д.т.н., проф.

Олег ХОРОШИЛОВ.

СФЕРИ ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАСТИНЧАСТИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ

СУДНОБУДУВАННЯ



ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНЕ
ГОСПОДАРСТВО



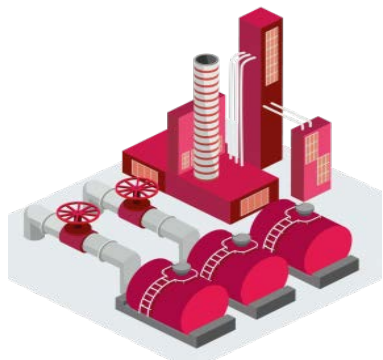
ЕНЕРГЕТИКА



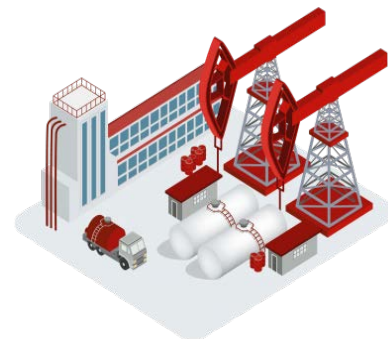
ХАРЧОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ



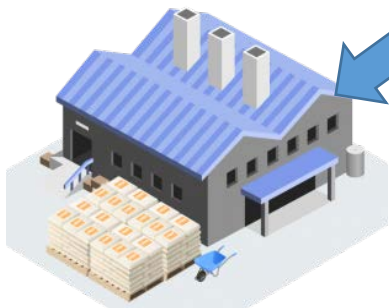
ХІМІЧНА ПРОМИСЛОВІСТЬ



НАФТОГАЗОВА
ПРОМИСЛОВІСТЬ



ЦУКРОВА ПРОМИСЛОВІСТЬ



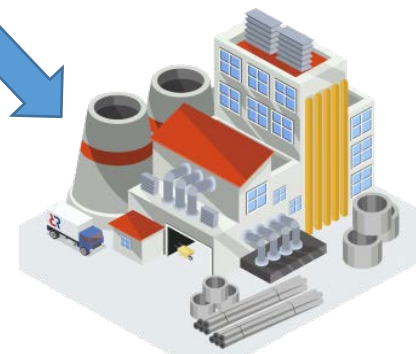
ЦЕЛЮЛОЗНО-ПАПЕРОВА
ПРОМИСЛОВІСТЬ



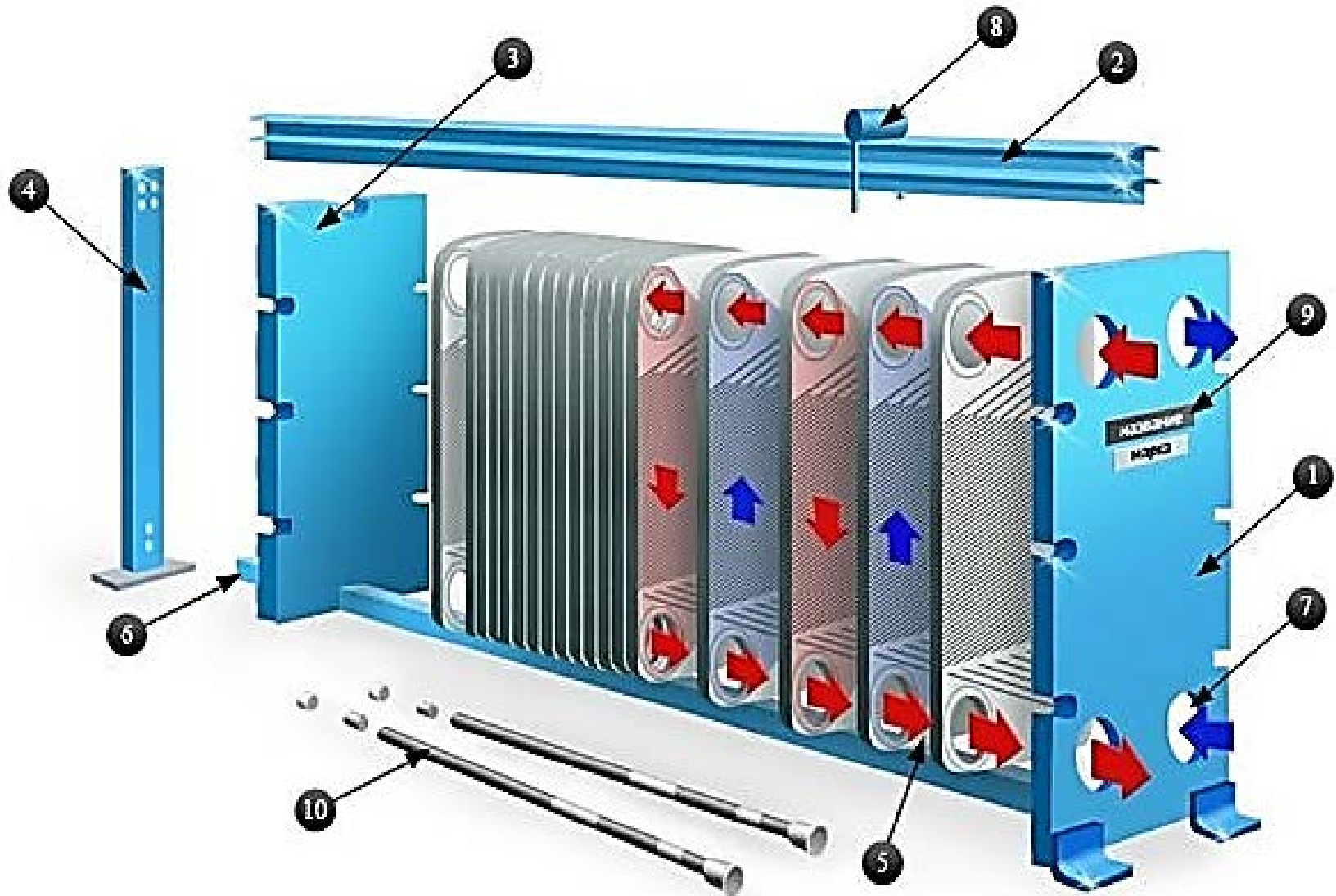
МАШИНОБУДУВАННЯ



МЕТАЛУРГІЙНА ПРОМИСЛОВІСТЬ



ПРИНЦИП ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ В ПЛАСТИНЧАСТОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ



1 - передня нерухома плита, 2 - верхня напрямна, 3 - задня рухлива плита, 4 - задня стійка (штатив), 5 - робоча пластина з ущільненням, 6 - нижня напрямна, 7 - патрубки, 8 - ролики для переміщення пластин уздовж напрямних, 9 - табличка з назвою і технічними даними, 10 - шпильки

ЗАГОТІВЕЛЬНА ОПЕРАЦІЯ (ВІДРІЗКА ЗАГОТОВКИ З УРАХУВАННЯМ ПРИПУСКУ НА МЕХАНИЧНУ ОБРОБКУ);

Газове різання листової заготовки



Різка листа на гільйотинних ножицях



Ножиці вібраційні для розкрою листового матеріалу



Готовий виріб
(пластина для теплообмінника)



Пластини теплообмінника штампуються на гідравлічному пресі з тиском в кілька тисяч тонн. Після виготовлення пластини пластинчастого теплообмінника піддаються мікрополіровці, що виключає утворення мікротріщин і накопичення накипу в процесі роботи теплообмінника.

Тонкий лист до 0.4 мм штапується методом холодного штампування при одноходової гідравлічному стиску (зусиллям до 40 000 т/).

Гідравлічний прес



Кривошипний прес



Нижня частина штампа (Матеріал матриці - 12ХМФ. Твердість – 57...60 HRC.)



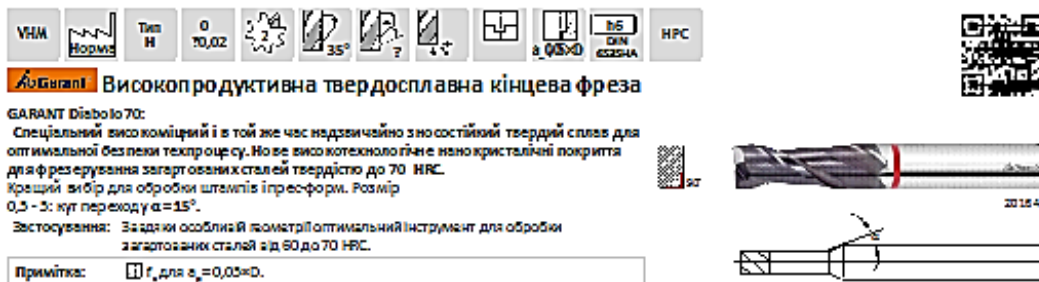
АНАЛІЗ МЕТОДІВ ОБРОБКИ СКЛАДНОПРОФІЛЬНИХ ПОВЕРХОНЬ ШТАМПІВ ФРЕЗЕРУВАННЯ

- 1 – Операції фрезерування (виведення паралельності;
- 2 – Фрезерування торцевих поверхонь;
- 3 – Свердлення отворів під штифти й потаємні болти;
- 4 – Розточування штифтових отворів;
- 5 – Фрезерування начисто поверхні під Рисунок;
- 6 – Фрезерування канавок;
- 7 – Фрезерування радіусних поверхонь).

Операція фрезерування канавок здійснюється на вертикально-фрезерному верстаті LEADWELL V40.

Інструментом для обробки канавок формотворної матриці служить кінцева фреза Ø8 мм із твердого сплаву фірми *Hoffmann*.

Кінцева фреза Ø8мм із твердого сплаву фірми Hoffmann.

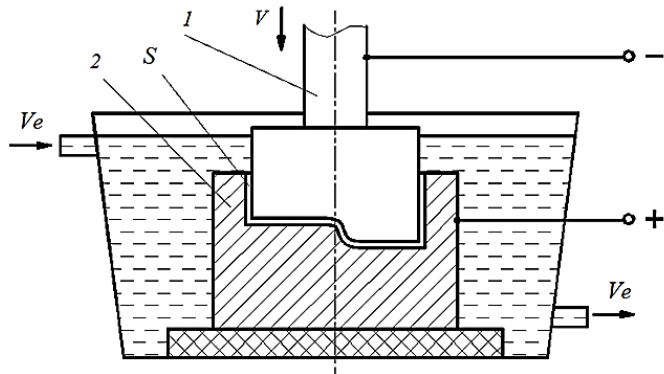
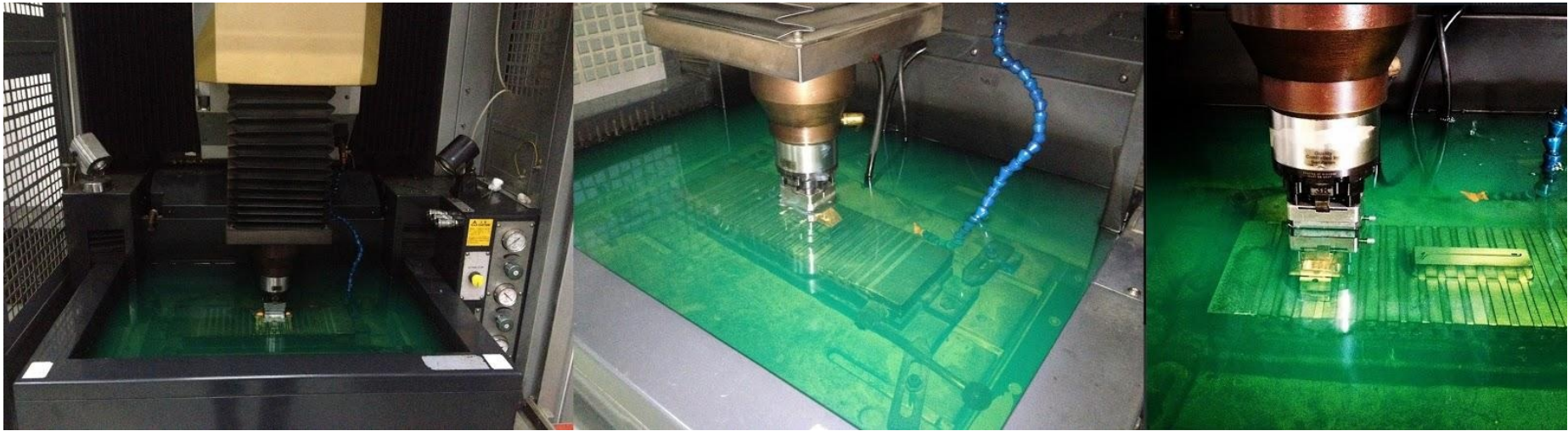


Фрезерування загартованої заготовки

[illegible]

ЕЛЕКТРОЕРОЗІЙНА ОБРОБКА

- 1) Копіювання форми інструмента складної форми відразу по всій поверхні заготовки при його простому поступальному русі;
- 2) Обробка матеріалів ведеться при практичній незалежності режимів обробки від твердості й в'язкості матеріалу;
- 3) Виконання унікальних операцій (обробка отворів із криволінійною або спіральною віссю, виготовлення дуже маленьких отворів, вузьких і глибоких канавок);
- 4) Малі значення сил, що діють у процесі обробки, а при деяких методах відсутність механічного контакту інструмента й заготовки;
- 5) Використовується інструмент менш твердий і менш міцний, чому оброблюваний матеріал;
- 6) Висока продуктивність обробки при порівняно високій точності одержання розмірів;
- 7) Можливість механізації й автоматизації процесу фізико - хімічної обробки, а також багатостанкового обслуговування.



При такій схемі електрод-інструмент 1 має один робочий рух - поступальний рух зі швидкістю V до деталі 2. Міжелектродний зазор S - постійний, тобто режим стаціонарний. Електроліт прокачується зі швидкістю V_e .

Цей метод високопродуктивний, однак, у нашому випадку він буде ускладнений тим, що деталь має складний рисунок і інструмент копір повинен мати форму зліпка з нашої деталі. Таким чином, не дивлячись на високу продуктивність, цей метод несе додаткове навантаження в плані проектування й виготовлення інструмента-копіра.

ВИСНОВКИ

1. Вивчення конструкції й технології виготовлення формотворних штампів показала наявність вузьких місць, що вимагають удосконалювання способу обробки.
2. Аналіз існуючих методів обробки формотворних штампів дозволив установити, що доцільно залишити метод фрезерування.
3. Дослідження процесу формоутворення канавок формотворного штампа на верстаті LEADVELL V-40 показало необхідність подальшої автоматизації цього процесу. з переходом до високошвидкісного фрезерування.

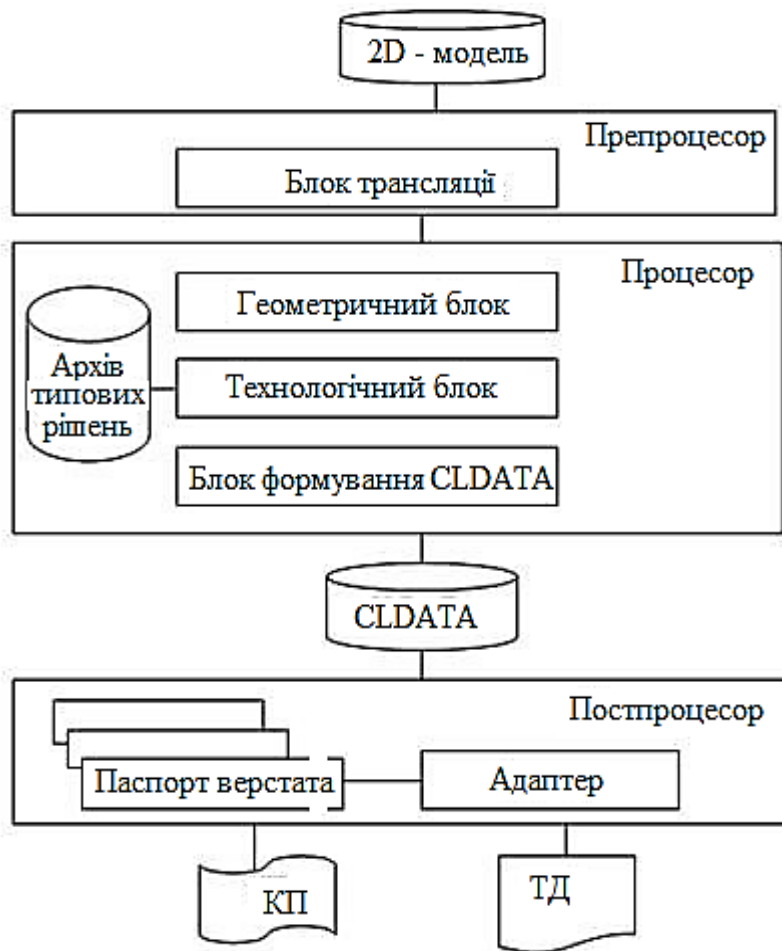
Мета роботи: Підвищення продуктивності фрезерування формотворних штампів, за рахунок вибору оптимальних траєкторій інструмента, з урахуванням форми профілю й інтенсифікації режимів фрезерування.

Завдання:

- Вивчити методи обробки складно профільних поверхонь штампів;
- Розробити алгоритм створення керуючої програми залежно від технологічних параметрів верстата;
- Досліджувати вплив режимів різання на продуктивність процесу фрезерування;
- Розробити рекомендації з удосконалювання технології обробки формотворних штампів.

ПРОЕКТУВАННЯ ОПЕРАЦІЇ ФРЕЗЕРУВАННЯ ФОРМОТВОРНОЇ МАТРИЦІ ЗА ДОПОМОГОЮ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Структурна схема роботи традиційної САМ-системи



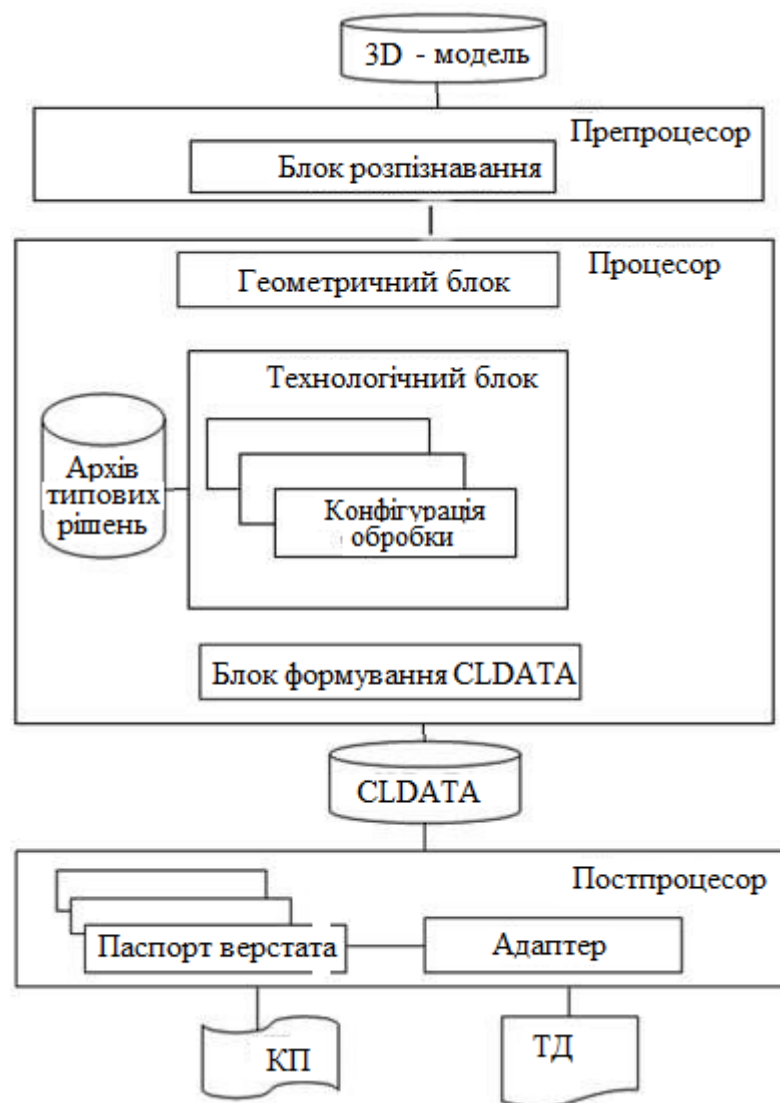
CLDATA – дані траєкторії переміщення різального інструменту

КТЕ – компоненти дерева конструкторсько-технологічних елементів

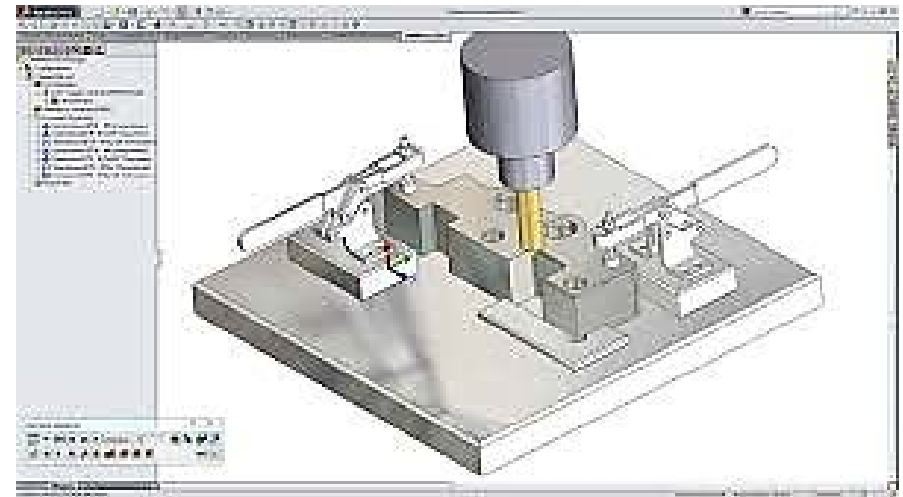
КП - керуюча програма

ТД – технологічна дія

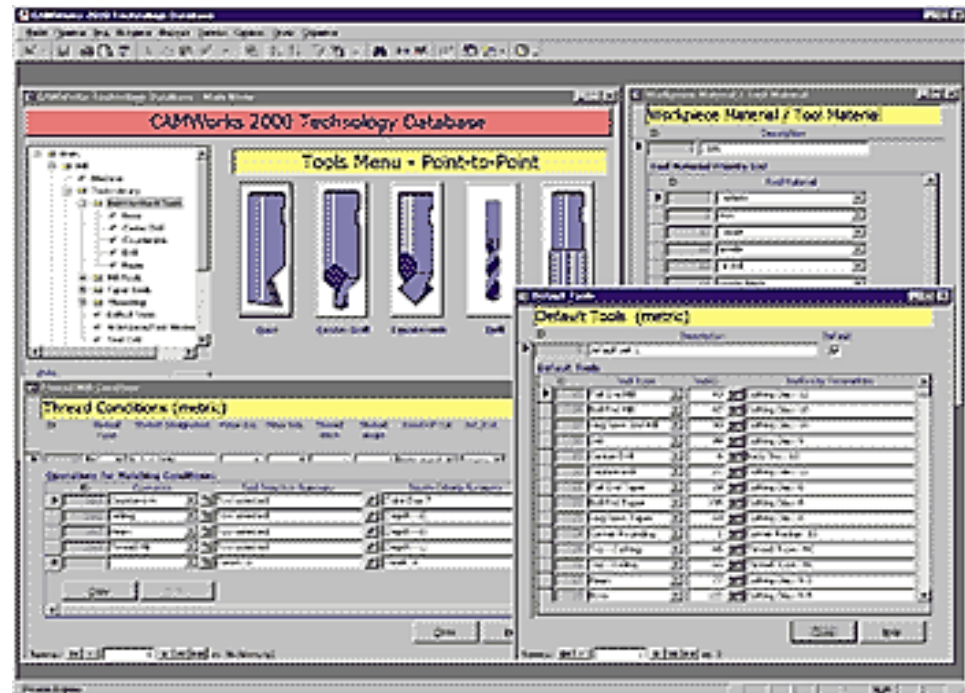
Структурна схема САМ-системи на основі автоматизації обробки КТЕ



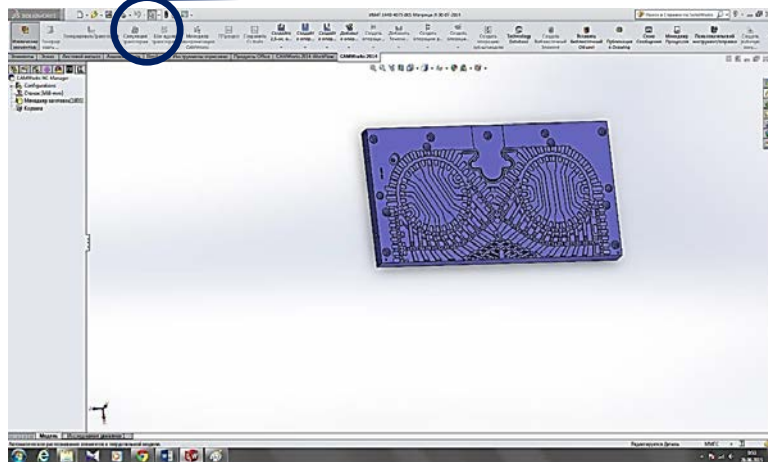
Приклад створення керуючої програми в механічній обробці деталі «Матриця» в середовищі програми CAMWORKS



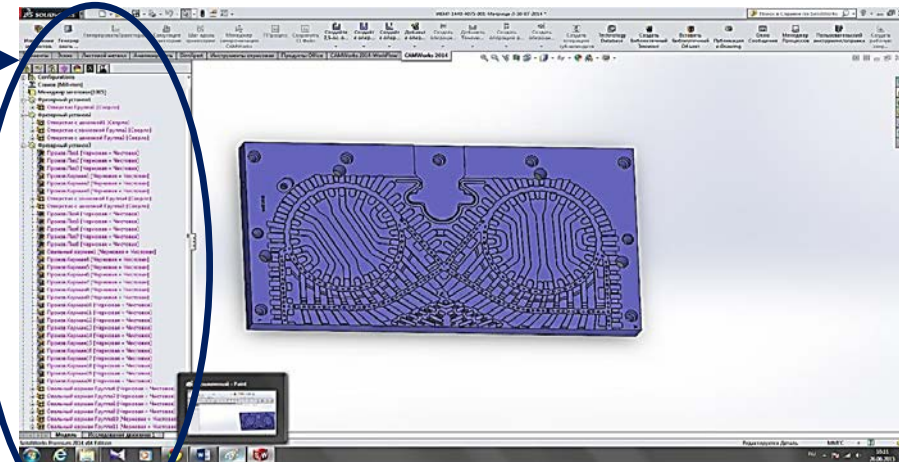
Технологічна база даних



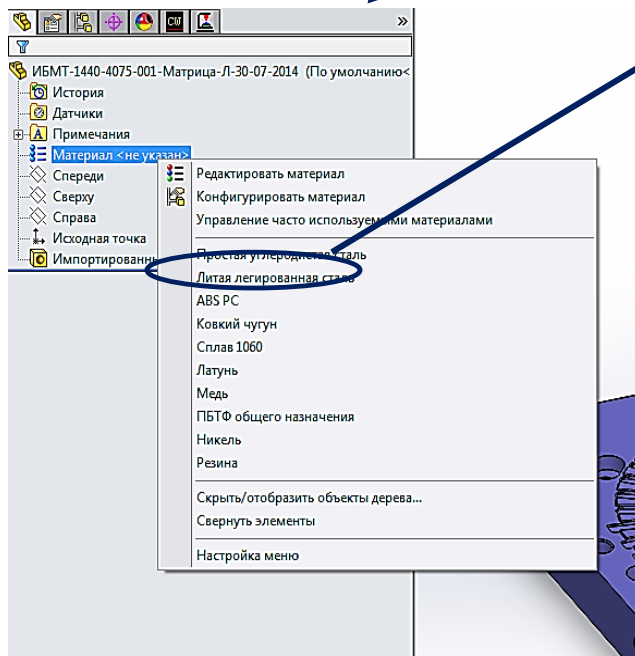
Відкриття моделі «Матриця»



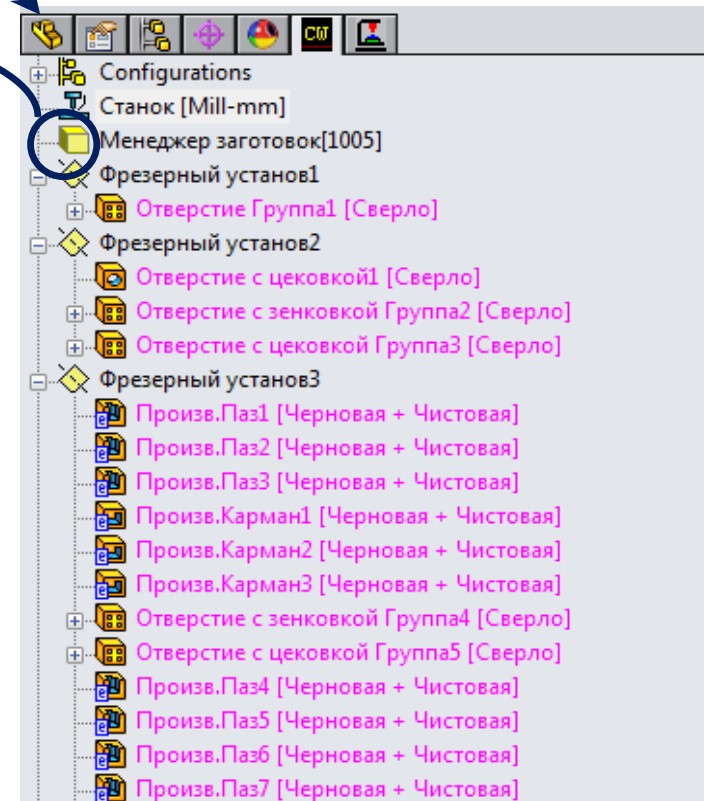
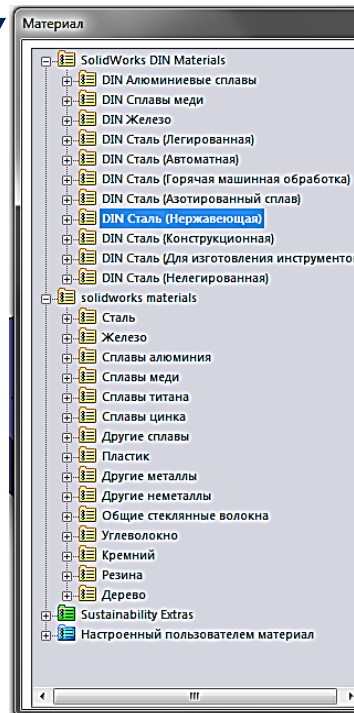
Модель із побудованим деревом елементів



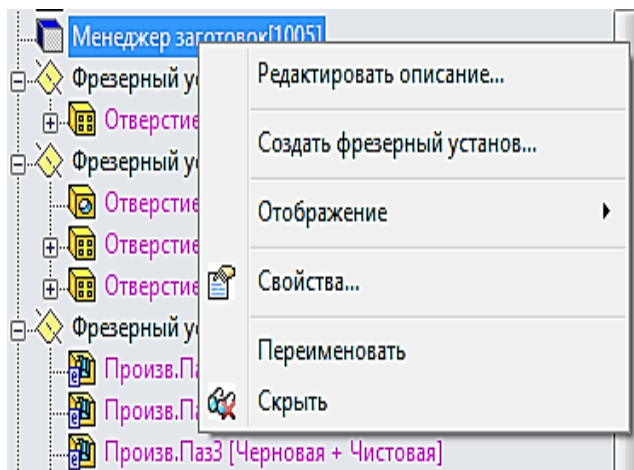
Вибір матеріалу й габаритів заготовки



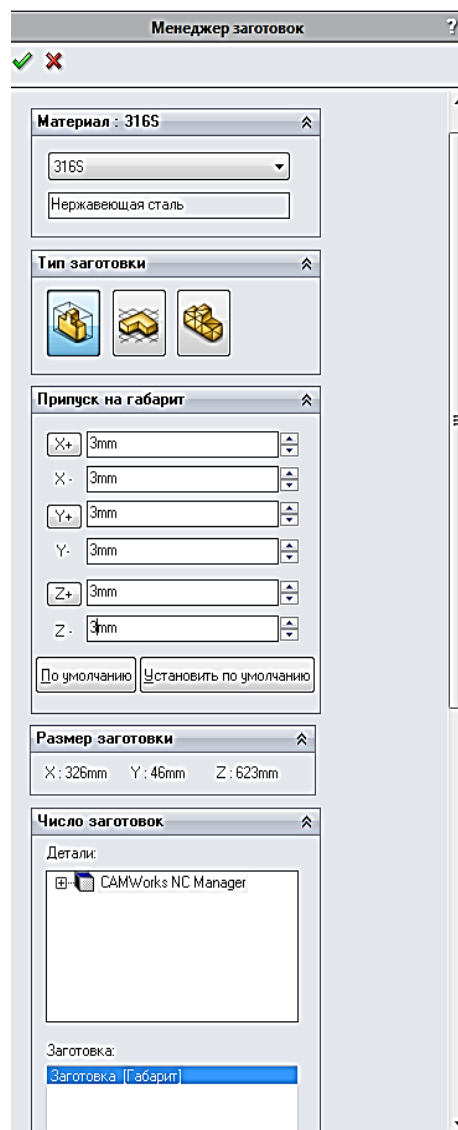
Библиотека материалов



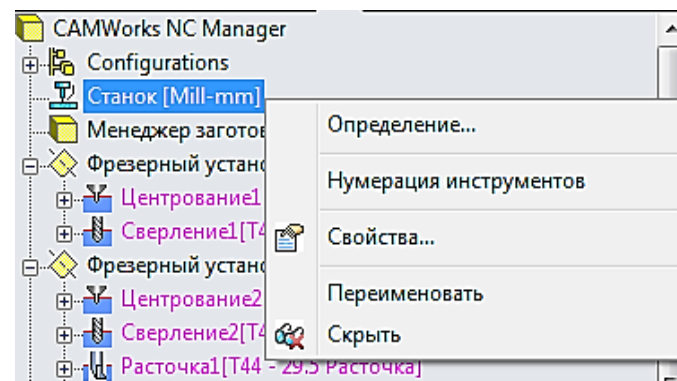
Менеджер заготовок в программе SolidWorks



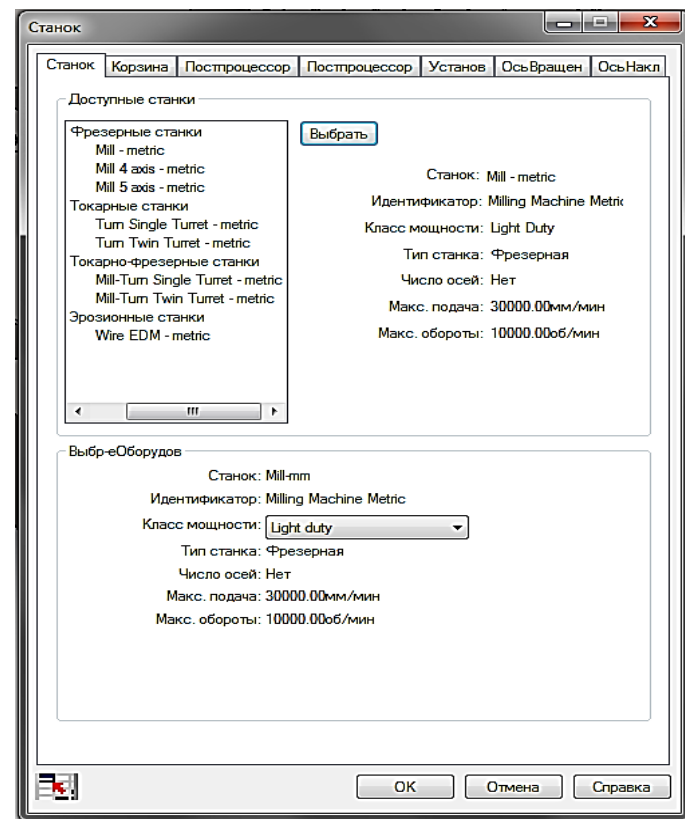
Вікно менеджера заготовок



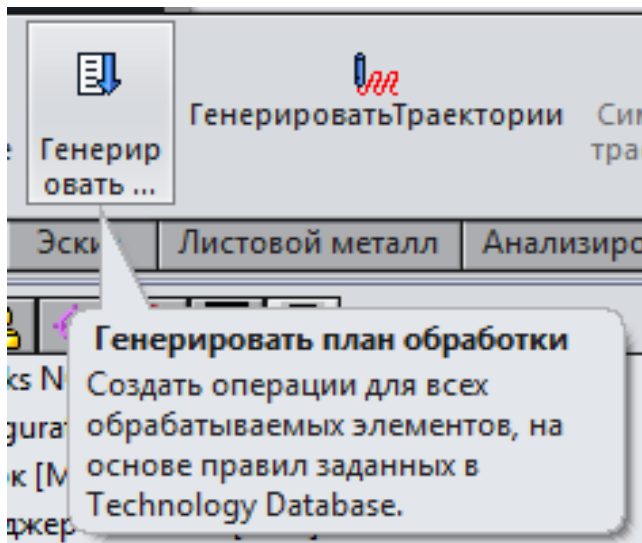
Вікно вибору верстата



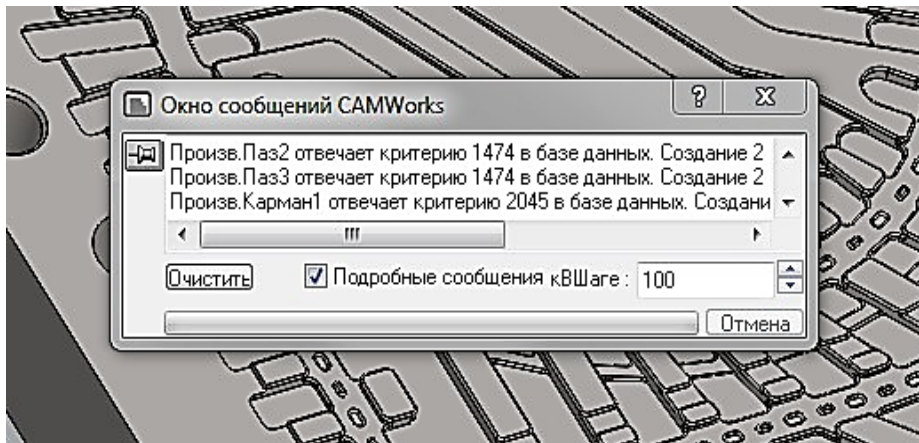
Вибір верстата, корзини інструментів і постпроцесора



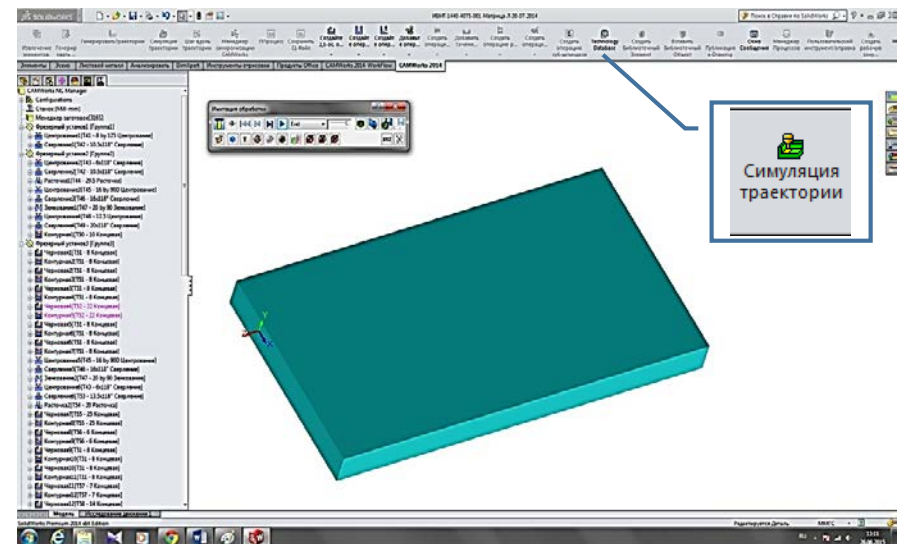
Кнопка «Генерувати план обробки» (Кнопка «Генерувати траєкторії» недоступна доти, поки не буде створений план обробки для якого-небудь із елементів)



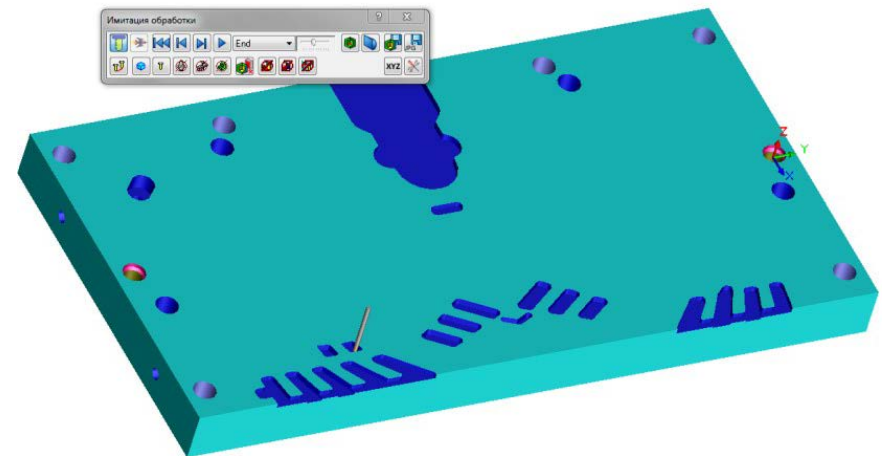
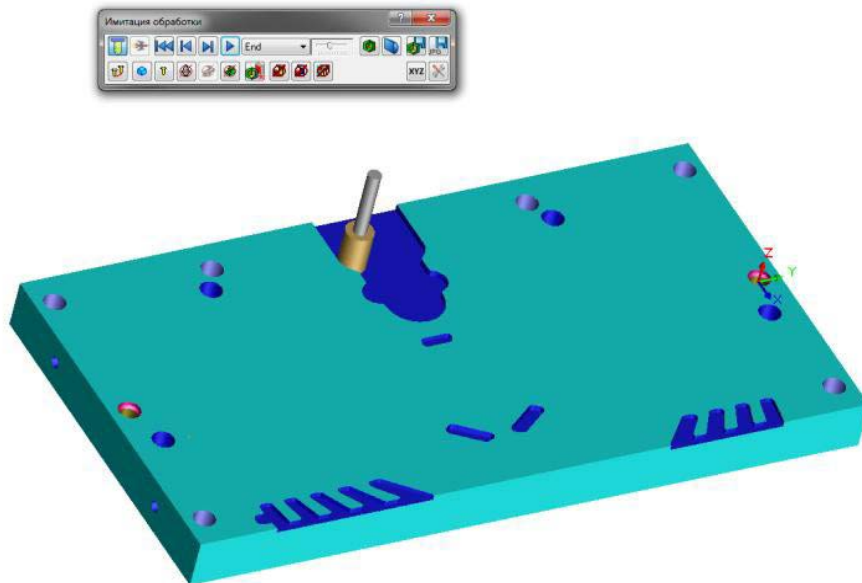
Створення операцій з використанням бібліотеки технологічної бази даних CAMWORKS по інструментах, режимах різання й формою елемента



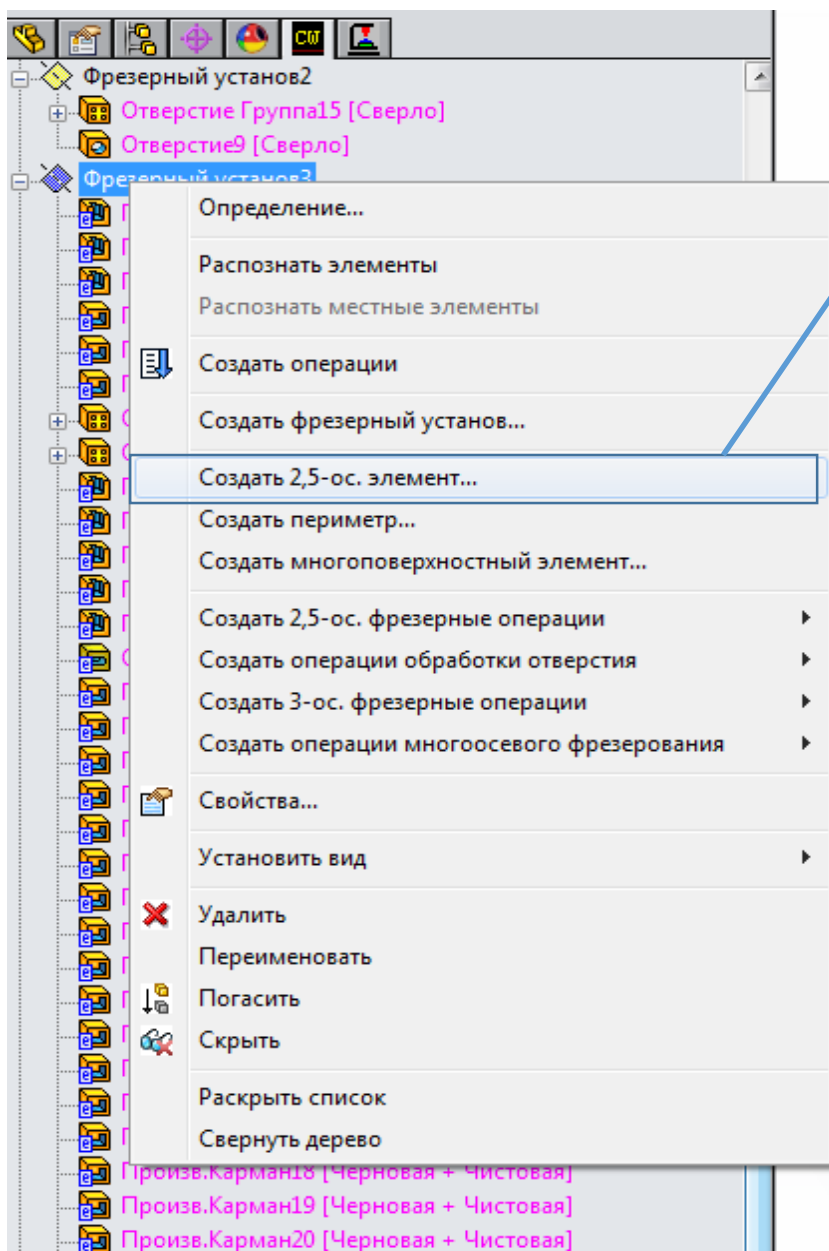
Вікно симуляції



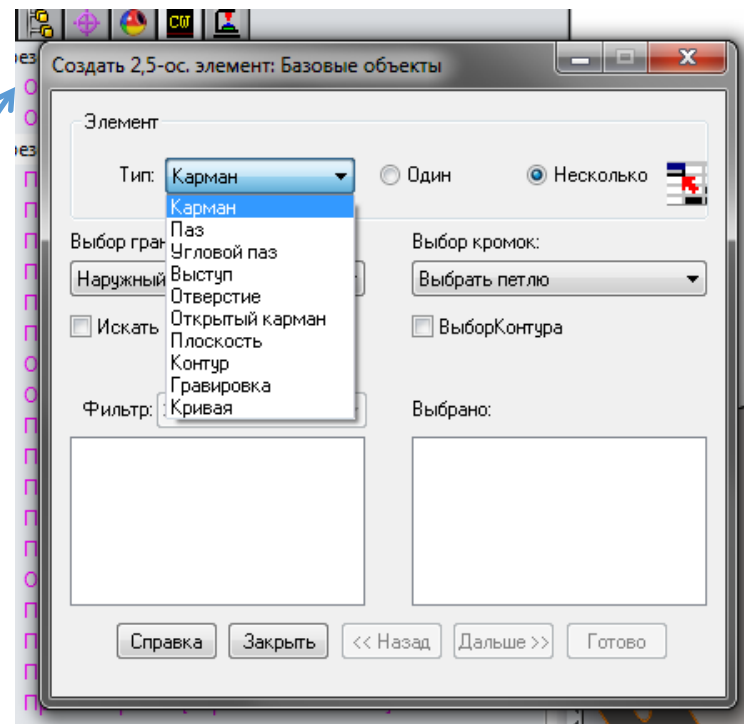
СИМУЛЯЦІЯ ОБРОБКИ



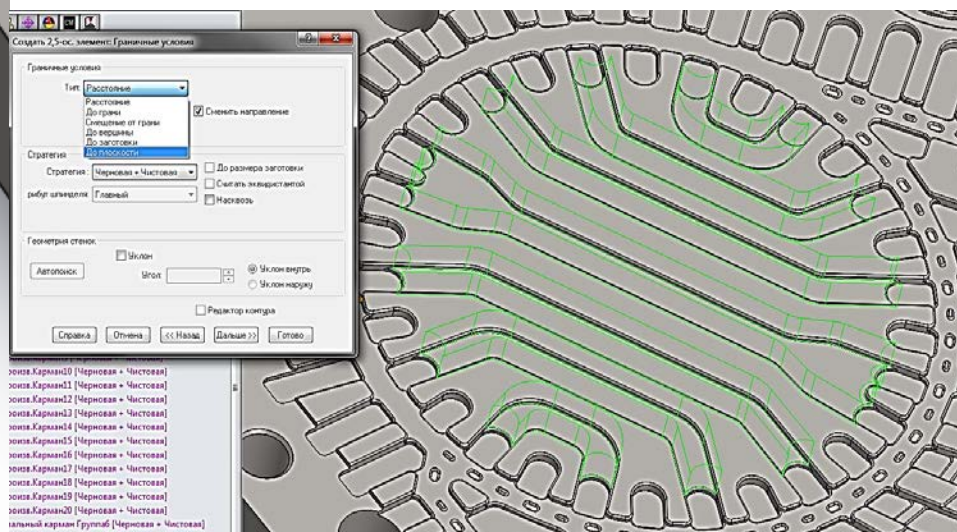
Внесення елементів вручну для установка на якому бракує елементів



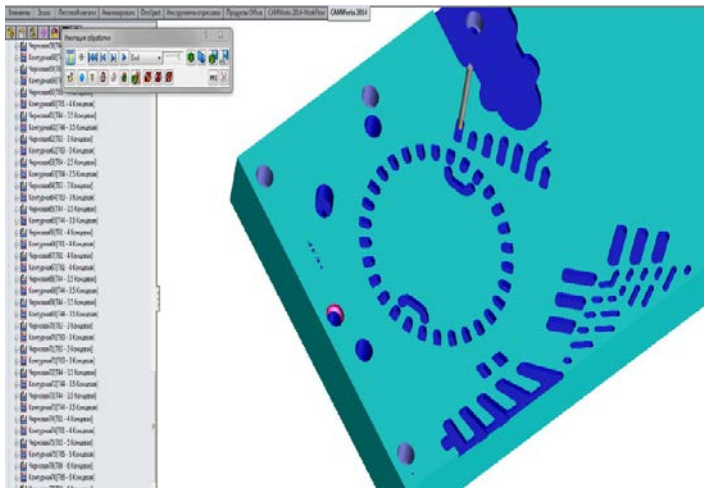
Визначення типу елемента



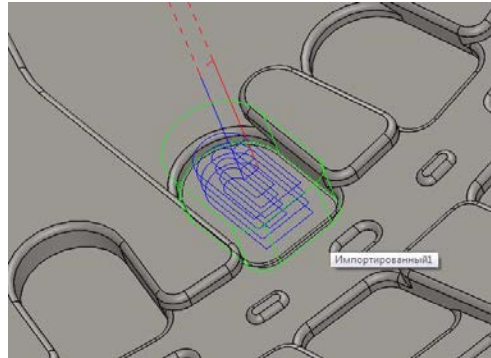
Вибір елементів, граничних умов і стратегії обробки



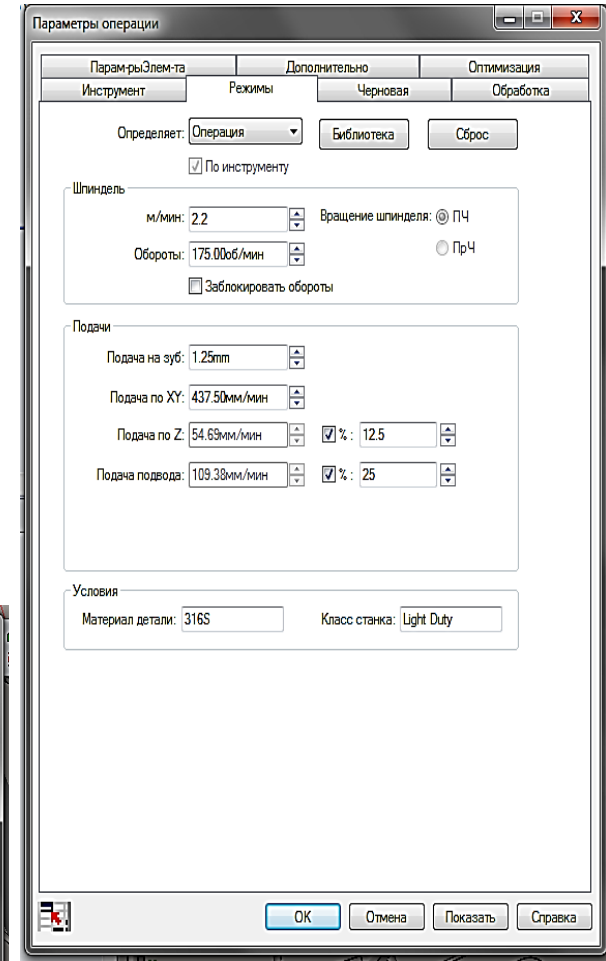
Обработка добавленных вручную элементов



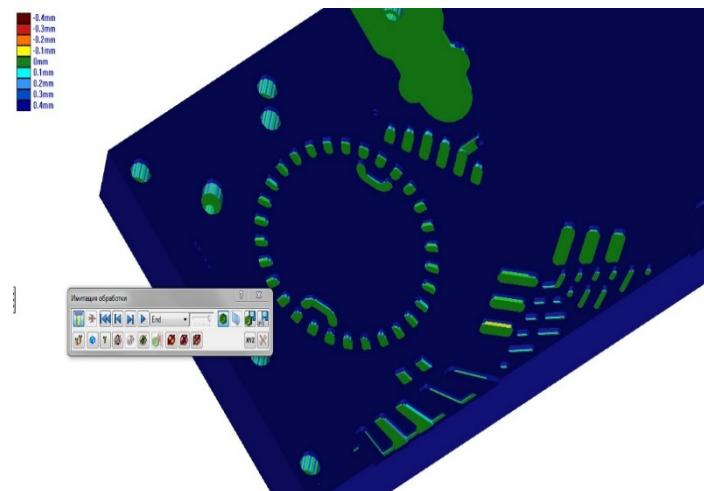
Траектория инструмента на одному з елементів



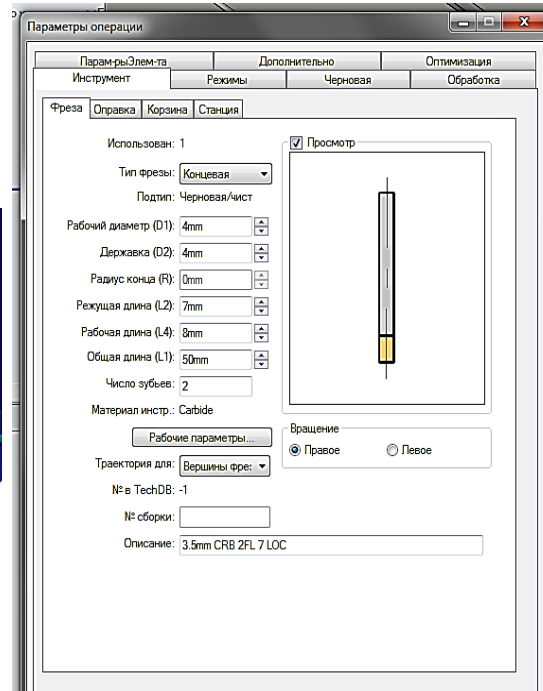
Визначення режимів для елемента



Визуальное отображение припуска оставшееся и мест где инструмент резается



Визначення параметрів інструмента для елемента

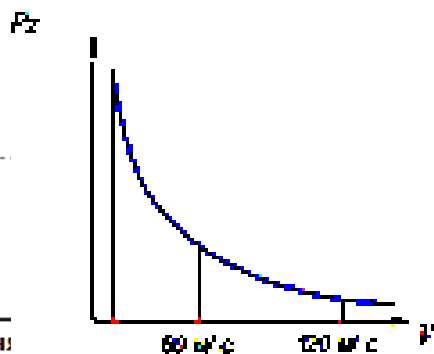
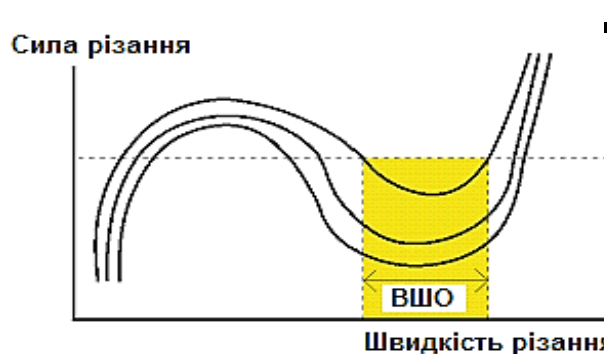


У підсумку - час на обробку канавок кінцевими фрезами 14 годин, 44 хвилини, обробка заокруглень – 101 година, 32 хвилини.

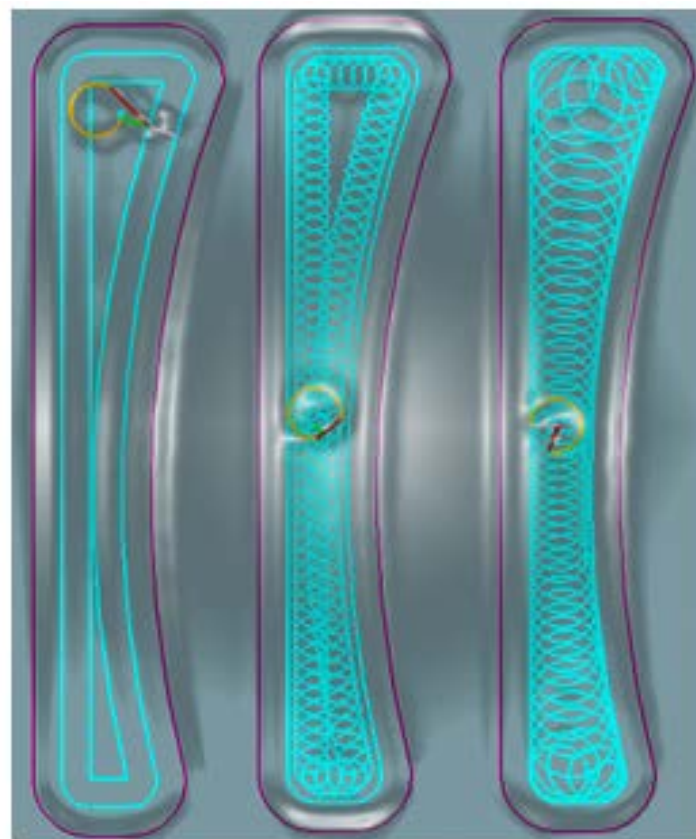
Час на підготовку керуючої програми – 5 годин.

ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОШВИДКІСНОЇ ОБРОБКИ (HSM – High Speed Milling), ЯК СПОСОБУ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

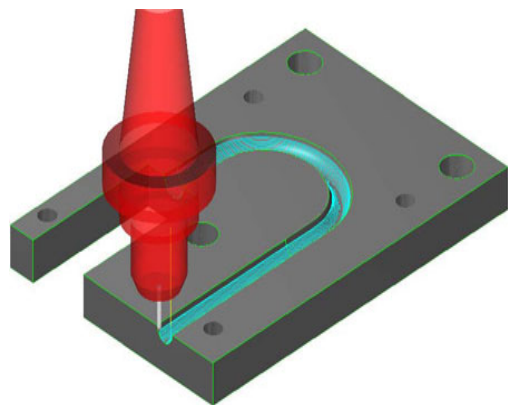
Криві Соломона. Залежність сил різання від швидкості різання



Приклад траєкторії, розробленої з урахуванням ВШО:



Стратегія обробки одним ходом фрези того ж діаметра, що й ширина паза.



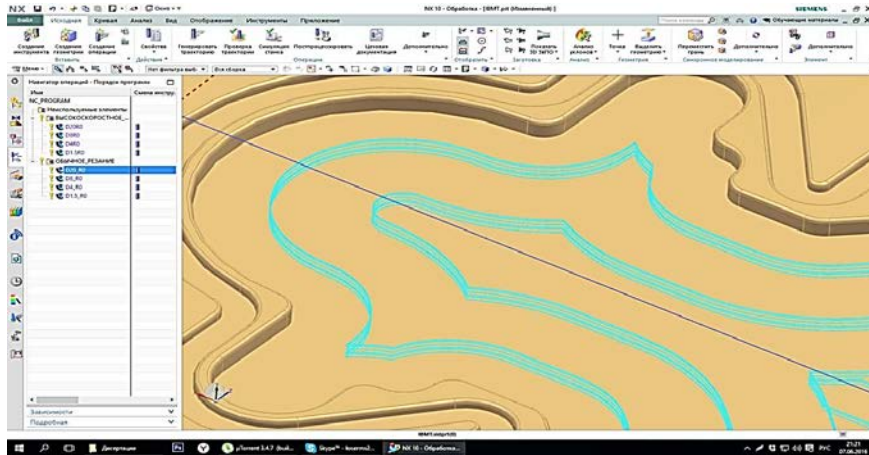
Комбінований мотор-шпиндель «дуплекс»



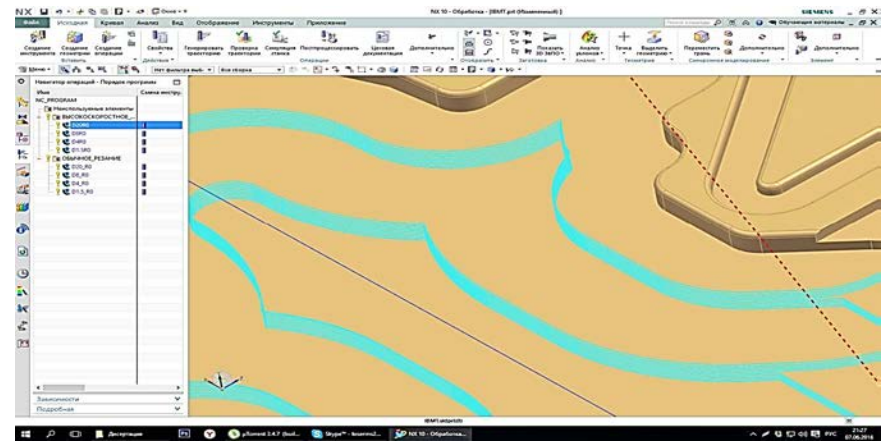
а - традиційна обробки паза;
б - трохоїдальная обробка з подальшою обкаткою профілю;
в - спеціальна трохоїдальная обробка, що дозволяє отримати паз без обкатування

ПОРІВНЯННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ

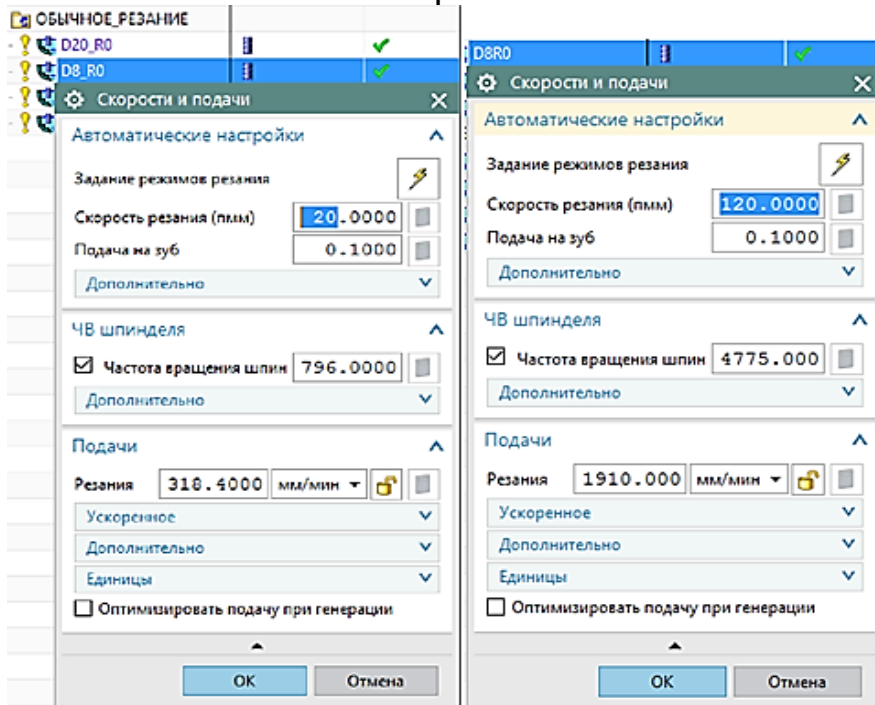
Траєкторія фрези діаметром 20 при звичайному фрезеруванні



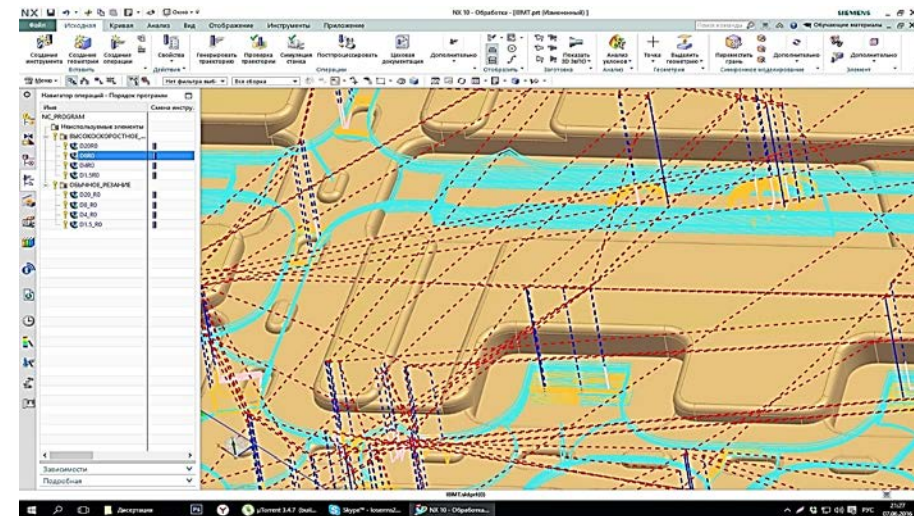
Траєкторія фрези діаметром 20 при високошвидкісному фрезеруванні



Режими різання



Траєкторія фрези діаметром 8 при високошвидкісному фрезеруванні



- збільшилося число проходів інструмента,
- скоротився машинний час в 3 рази,
- траєкторії інструмента майже не відрізняються.

Таблиця часу роботи інструмента при різних режимах

Имя	Смена инстру...	Траектория	Инструмент	Номер инстру...	Время	Геометрия	Метод
NC_PROGRAM					19:12:56		
Неиспользуемые элементы					00:00:00		
ВЫСОКОСКОРОСТНОЕ_...					04:28:34		
D20R0	✓	✓	20	0	00:41:59	MCS_MILL	METHOD
D8R0	✓	✓	MILL_8	1	02:19:27	MCS_MILL	METHOD
D4R0	✓	✓	MILL4	1	00:53:03	MCS_MILL	METHOD
D1.5R0	✓	✓	MILL1.5	0	00:33:16	MCS_MILL	METHOD
ОБЫЧНОЕ РЕЗАНИЕ					14:44:23		
D20_R0	✓	✓	20	0	02:23:01	MCS_MILL	METHOD
D8_R0	✓	✓	MILL_8	1	08:28:26	MCS_MILL	METHOD
D4_R0	✓	✓	MILL4	1	02:34:07	MCS_MILL	METHOD
D1.5_R0	✓	✓	MILL1.5	0	01:18:00	MCS_MILL	METHOD

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- Вивчення способів обробки формотворних штампів показало доцільність застосування операції фрезерування на верстатах зі ЧПК.
- Аналіз використовуваних на підприємстві засобів автоматизації підготовки керуючих програм показав їхню низьку продуктивність, що вимагає пошуку й застосування новий САМ систем.
- Пропонована система CAMWORKS і розроблений алгоритм створення КП з урахуванням конфігурації оброблюваних елементів знизили трудомісткість проектування в 8 раз.
- Розроблені рекомендації з удосконалювання процесу фрезерування струмків штампа з використанням високошвидкісних методів показують можливість подальшого підвищення продуктивності при збереженні необхідного якості.