

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Механіко-машинобудівний факультет
Кафедра технологій машинобудування та матеріалознавства

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Феоктістов Едуард Юрійович

академічної групи 131М-22Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг
машинобудівного виробництва»

на тему: «Дослідження технології механічного оброблення деталі «Вал
трансмисії вітряка» та раціональний вибір різальних пластин методами
нечіткої логіки»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від
30 квітня 2024 р. за №382-с

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	

Встановлено, що матеріали даної кваліфікаційної роботи містять чутливу інформацію щодо реальних об'єктів критичної інфраструктури України, національної безпеки і оборони України, зокрема відомості про їх місце розташування, службове призначення, конструкторську і технологічну документацію, описи конструкторських матеріалів та їх властивості, іншу додаткову літературу та посилання. У зв'язку з чим такі матеріали не підлягають відкритому оприлюдненню та мають зберігатися відповідно до встановленого режиму закладом освіти.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

машинобудування та матеріалознавства

В.А. Дербаб

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«__» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

студенту ~~Феокистов~~ Едуард Юрійович

академічної групи 131М-22Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва» на тему: «Дослідження технології механічного оброблення деталі «Валтрансмисії вітряка» та раціональний вибір різальних пластин методами нечіткої логіки»
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 30 квітня 2024 р. за №382-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз конструктивної і технологічної характеристик	

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Реферат

Пояснювальна записка: 66 с, 31 рис, 19 табл., 6 додатків, 7 джерел.

Тема: «Дослідження технології механічного оброблення деталі «Вал трансмісії вітряка» та раціональний вибір різальних пластин методами нечіткої логіки».

Ключові слова: деталь, технологія, верстат з ЧПК, САМ-система, програмний код, пластина.

Об'єкт розроблення у кваліфікаційній роботі – технологія механічної обробки деталі «Вал трансмісії вітряка» та її моделювання за допомогою САМ-системи.

Метою кваліфікаційної роботи є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал трансмісії вітряка» в умовах одиночного або малосерійного виробництва, раціональний вибір різальних пластин для чорнової токарної методами нечіткої логіки

Результат роботи – технологічна документація, керуюча програма для верстату з ЧПК.

Перевагою розробленої технології є мінімізація кількості технологічних операцій та числа верстатів у поєднанні з високим рівнем автоматизації процесу.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз технологічності деталі, вимог до точності розмірів, форми, взаємного розташування і шорсткості її поверхонь. Спроектована заготовка, розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір металорізального верстату та сучасного різального інструменту. За допомогою САМ-системи розроблено програмний код для верстату з ЧПК. Розглянуто фактори, які впливають на режими різання та основні критерії при токарній обробці. Було порівняно вибірку різальних пластин для чорнового точіння, а потім обрано найкращу пластину з досліджених.

Робота пов'язана з науковим напрямом кафедри технологій машинобудування та матеріалознавства та виконана відповідно договору про співпрацю та договором про нерозголошення конфіденційної інформації та комерційної таємниці з ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. К.М.Янгеля».

Зміст

Вступ.....	6
1. Аналітичний розділ	7
2. Технологічний розділ.....	11
2.1 Визначення типу виробництва і форми його організації.....	11
2.2 Вибір і обґрунтування способу отримання заготовлі деталі	12
2.3 Вибір методів обробки деталі	13
2.4 Маршрут обробки деталі.....	16
2.5 Вибір технологічного обладнання.....	19
2.6 Визначення режимів різання.....	23
3. Спеціальний розділ.....	27
3.1 Програмна реалізація обробки деталі в FeatureCAM.....	27
3.2 Алгоритм обробки деталі.....	32
4. Науково-дослідницький розділ.....	39
4.1 Постановка задач та вибір раціональних параметрів.....	39
4.2 Основні фактори впливу на параметри різання.....	41
4.3 Вибір різального інструменту.....	42
4.4 Алгоритм роботи у <i>Fuzzy logic</i> та критерії оцінки пластин.....	45
4.5 Результат оцінки пластин та вибір найкращої.....	54
Загальні висновки.....	56

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

Вступ

Машинобудування в сучасному світі відіграє важливу роль у розвитку технологій, економіки та соціуму загалом.

Швидке зростання машинобудування є найважливішою галуззю промисловості, визначає темпи переоснащення народного господарства новою технікою і викликає необхідність подальшого вдосконалення технології машинобудування.

Головним завданням сучасного машинобудівного виробництва – забезпечення випуску високоякісної конкурентоспроможної техніки. Якість та його складова, точність одержуваних деталей при заданих параметрах продуктивності та економічності.

Мета дипломної роботи: правильно застосовувати теоретичні знання, отримані в процесі навчання та показати практичне знання, отримане на машинобудівному виробництві.

Виконуючи роботу перед нами з'являються завдання: розширення, поглиблення і закріплення теоретичних знань, застосування їх для проектування технологічних процесів виготовлення деталей. Удосконалення і закріплення отриманих інженерних здібностей.

У даній роботі розробляється технологічний процес виготовлення деталі «Вал трансмісії вітряка».

Мета даної роботи: визначення характеристик деталі, вибір обладнання, на якому буде проводитися обробка, підбір необхідних інструментів, вибір способу виготовлення заготовлі деталі, тип заготовлі та процес обробки деталі.

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				6
ЗМН	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

Деталь «Вал трансмісії вітряка» (рис. 1.1) входить до складу вітроенергетичної установки з горизонтальною віссю обертання вітроколеса (рис. 1.2)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 1.1 - Тривимірна модель деталі «Вал трансмісії вітряка»



Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				7
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

валів, зубчастих коліс, осей, корпусів і лопаток компресорних машин, штовхачів і важелів, відповідальних зварних конструкцій, які працюють при різноманітних навантаженнях, і кріпильних деталей, які працюють при низьких

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

В

Границя

Тимчасовий опір

Відносне

Відносне

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

3.

3

дотриманням всіх вимог ДСТУ, показати всі необхідні дані однозначного розуміння форми деталі види і перетину, а також всі необхідні дані по виконанню деталі. При проектуванні витримані відповідні стандарти. Дана деталь являє собою тіло обертання. Всі поверхні легко доступні в процесі

	Вик.	Феокистов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				8
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

обробки. На кресленику проставлені розміри з допусками і відхиленнями, параметри шорсткості відповідають точності розмірів.

Проведено аналіз технологічності конструкції деталі. Аналіз технологічності конструкції деталі проводиться за якісними та комплексними показниками відповідно до державних стандартів.

Аналіз технологічності полягає у вивченні можливостей зменшення трудомісткості виготовлення деталі та обробки високопродуктивними методами, не впливаючи на її службове призначення та точність виготовлення.

Якісну оцінку технологічності конструкції охарактеризовано наступними показниками: добре (допустимо), погано (неприпустимо). Кожен показник оцінено знаком "+" або "-". Результат якісного аналізу технологічності конструкції деталі наведено в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 - Показники якісної оцінки технологічності конструкції деталі

Показник технологічності	Оцінка технологічності	
	Оцінка +	Оцінка -
1. Можливість використання		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

5. ПІДПИСАНО ОПТИМАЛЬНОЮ ТОЧНОСТЮ 1

т

Вик.	Феоктістов				ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
Пере	Пацера					9
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

шорсткості поверхні деталі.		
6. Відсутність ступиць та їх	+	

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

ЕСТД.		
-------	--	--

Вимоги технологічності деталі більшості елементів виконані, отже конструкцію деталі «Вал трансмісії вітряка» можна назвати технологічною.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

2),
ти
ні

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				10
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Визначення типу виробництва і форми його організації.

В сучасних умовах одиничне або малосерійне виробництво є актуальним для машинобудівного підприємства, адже замовник сплачує найчастіше одиничні екземпляри машини чи устаткування. Застосування обладнання з числовим програмним керуванням (ЧПК) нівелює різницю між одиничним і серійним виробництвом.

Відхилення розмірів, форми та взаємного розташування поверхонь негативно позначаються на експлуатаційних характеристиках деталі, тому рішення, які будуть прийняті у технологічному розділі, прямим чином впливають на якість та конкурентоздатність продукції.

В якості заготівлі для механічної обробки деталі застосовано штамповану поковку, що виготовляються на пресах гарячим об'ємним штампуванням. У цьому випадку форма заготівлі значною мірою наближена до форми готової деталі. Конфігурація заготівлі наведено рис. 2.1.

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				11
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.2. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовлі деталі.

Припуск на механічну обробку включає основний припуск, що враховує відхилення форми штампування деталі. Величини припусків призначаються на одну сторону номінального розміру.

Визначення припусків на механічну обробку проводиться виходячи з номінального розміру, що визначає положення поверхні, її параметра шорсткості і вихідного індексу. Одержані припуски наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Припуски на механічну обробку

Призначення припуску	Номінальний розмір, мм	Параметр шорсткості поверхні Ra , мкм	Основний припуск на сторону, мм
----------------------	------------------------	---	---------------------------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

$$d1 = 24 + 2V1 = 24 + 4 = 28 \text{ мм.};$$

$$d2 = 38 + 2V2 = 38 + 4 = 42 \text{ мм.};$$

$$d3 = 40 + 2V3 = 40 + 4 = 44 \text{ мм.};$$

$$d4 = 42 + 2V4 = 42 + 4 = 26 \text{ мм.};$$

$$d5 = 45 + 2V5 = 45 + 4 = 49 \text{ мм.};$$

$$d6 = 46 + 2V1 = 46 + 3 = 49 \text{ мм.};$$

Вик.	Феохтістов				ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
Пере	Пацера					12
Змн	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

системи. Значення коефіцієнта ваговій точності підходить для штампованої заготовки.

2.3. Вибір методів обробки поверхонь (МОП), розробка маршруту обробки деталі (МОД).

Для складання раціонального технологічного маршруту аналізуємо технічні вимоги до кожної оброблюваної поверхні деталей.

Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначається методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітету розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності матеріалу. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які можуть забезпечити виконання вимог креслення, наведені в таблиці 2.2.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				13
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 2.2 - Методи обробки поверхонь деталі

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Шорсткість, мкм	Метод обробки поверхні
-----------------------------	----------	-----------------	---------------------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

точіння.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Вик.	Феохтістов				ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
Пере	Пацера					14
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

			2.Чистове точіння.
--	--	--	-----------------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Шпонковий паз 156.		фрезування.
-----------------------	--	-------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

123			2. ЧИСТОВЕ точіння.
Зовнішній Ø32; 179	9	Ra 1,25	1.Чорнове точіння. 2.Чистове

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				15
ЗМН	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

			точіння.
Вид поверхні,	Квалітет	Шорсткість, мкм	Метод обробки

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

135;	-	Ra 12,5	фрезкування. 2 Штук
------	---	---------	------------------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

000	(штампування)	Стримання заготви	
010	Програмна (токарна)	Підрізати торець в розмір 24 мм. Точити фаску 1,5x45°. Точити поверхню Ø 28 до Ø 24 на довжину 34	У патроні

Вик.	Феоктістов				ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
Пере	Пацера					16
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

мм. Точити фаску
2x45°. Точити
поверхню Ø 42 до
Ø 38 на довжину 82

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Точити фаску 0,5x45°
Точити поверхню
Ø 57 до Ø 53 на
довжину 5 мм.
Перевстановити

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феохтістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				17
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Фрезерувати
шпонковий паз
довжиною 56 мм, R5.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Програмна

вилоду різця на
довжину 5,1 мм.

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

ВІДПОВІДНІСТЬ
кресленню.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				18
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2.5 Вибір технологічного обладнання

Вибір верстата для реалізації операції виконують за такими критеріями:

- тип виробництва;
- технологічні можливості щодо реалізації включених до операції методів обробки (склад технологічних переходів);
- габарити робочої зони;
- кількість розміщуваних інструментів;
- потужність двигунів;
- ціна верстата.

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				19
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таб

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

Кувальне зус:

Хід повзуна, мм	230
Установче переміщення, мм	50
Число ходів повзуна, мм	60
Робоча кількість ходів повзуна, мм	15

	Вик.	Феоктістов		
	Пере	Пацера		
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ

Арк.

20

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

| Логічний механізм вишкодження |

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

ке

викопувати дві операції. Верстат імітація процесу 200-тв (рис. 2.5).

Технічні характеристики верстата показані в таблиці 2.5.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				21
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Рис. 2.3 - Верстат Mazak Integrex 200-IV

Таблиця 2.5 - Технічні характеристики токарного-фрезерного верстата з

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

Величина робочого переміщення по осі Z (мм)	1045
Y - вісь (мм)	160
Вісь B, °	225
Оберти шпинделя (об/хв)	5000

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				22
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

2.6. Визначення режимів різання.

Визначення режимів різання полягає у виборі за заданих умов обробки найвигіднішого поєднання глибини різання, подачі та швидкості різання, що забезпечує найменшу трудомісткість і собівартість виконання операції при найповнішому використанні різальних властивостей інструменту експлуатаційних можливостей верстата.

Найвідповідальніший етап проектування, що визначає продуктивність

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

ого
гури

Іана
галі,

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				23
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Лінійні розміри			
Розмір	d	t	d ₁
08	12,7	4,76	5,16

Обираємо державку MWLNR 2525-M08 (табл. 2.7).

Таблиця 2.7 -Зображення та лінійні розміри державки

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				24
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

a	L	n_{\min}	λ	I
9,525	19	0,92	0,8	1

В табл. 2.9 наведено геометричні параметри вибраної державки ERH 16-16 для пластини ER 16-1,5 ISO.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

ЛТ

000014871111.

	Вик.	Феокистов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				25
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

AMS

Таблиця 2.11. Промислові параметри покриття

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				26
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Програмна реалізація обробки деталі в FeatureCAM.

Autodesk FeatureCAM – САМ-система, що володіє виключно високим ступенем автоматизації розробки керуючих програм для верстатів з ЧПУ, заснована на розпізнаванні типових конструктивно-технологічних оброблюваних елементів і застосування редагованої бази знань, що містить номенклатуру матеріалів, інструменту та рекомендованих методів обробки. FeatureCAM поєднує простоту використання та можливість програмування широкого спектру верстатів із ЧПК. Використовується в багатьох галузях промисловості [6].

Можливості FeatureCAM:

- Підтримка САД-форматів і редагування моделей
- Розпізнавання типових елементів
- Вбудована база знань
- Фрезерна обробка
- Токарська обробка
- Токарно-фрезерна обробка
- Електроерозійна обробка
- Симуляція обробки

Підтримка САД-форматів і редагування моделей

Autodesk FeatureCAM не залежить застосовуваної САД-системи і забезпечує:

- Прямий імпорт даних з таких систем проектування, як: Autodesk Inventor, SolidWorks, Solid Edge, Creo, Catia, Autodesk PowerSHAPE, NX, RHINO і ін .;

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				27
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- Імпорт твердих тіл, поверхонь і / або каркасної геометрії в форматах: STEP, Parasolid, IGES, STL і ін.

Також, Autodesk FeatureCAM містить функціонал, необхідний для створення оброблюваних деталей, лещат і пристосувань, а також для відновлення, доопрацювання та редагування імпортованих CAD-моделей. Інтерактивні інструменти аналізу моделей визначають проблемні зони, які викликають складності при подальшій обробці, а функції доопрацювання моделей дозволяють внести в геометрію необхідні зміни, без залучення сторонніх CAD-систем.

Розпізнавання типових елементів

Високий ступінь автоматизації розробки керуючих програм в Autodesk FeatureCAM досягається за рахунок функції автоматичного розпізнавання типових конструктивно-технологічних елементів в CAD-моделях. що істотно скорочує час підготовки виробництва. У Autodesk FeatureCAM є ручне, інтерактивне і повністю автоматичне розпізнавання елементів. Система визначає всі елементи 2D, 3D-фрезерної, токарної, токарно-фрезерної і електроерозійної обробки, включаючи складні складові елементи, наприклад ступінчасті отвори під водяні системи, фітинги та ін.

Вбудована база знань

CAM-система Autodesk FeatureCAM містить вбудовану базу даних ріжучих інструментів і режимів різання. Номенклатура бази даних інструменту містить тисячі найменувань і дозволяє редагувати або додавати власний інструмент, а табличні режими різання і подачі можуть бути легко відредаговані (рис 3.1).

	Вик.	Феоктістов			<i>TMM.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				28
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис 3.1 – База інструментів

В процесі роботи Autodesk FeatureCAM на основі бази знань автоматично:

- вибирає ріжучий інструмент з заданого набору або вбудованої бази даних інструменту;
- призначає параметри чорнової і чистової обробки;
- розбиває припуск на проходи і розраховує режими різання в залежності від характеристик матеріалу;
- контролює відсутність врзів і зіткнень інструменту з деталлю;
- генерує керуючу програму.

Користувач може встановлювати і змінювати параметри на будь-якому етапі програмування обробки, крім цього, можливо налаштувати Autodesk FeatureCAM так, щоб в подальшому внесені зміни застосовувалися автоматично.

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				29
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Фрезерна обробка

Autodesk FeatureCAM підтримує програмування 2.5-, 3-, 4- і 5-осьових фрезерних верстатів різних конфігурацій. У програмі реалізований широкий спектр різних стратегій фрезерування, призначених як для традиційної, так і для високошвидкісної обробки, в тому числі, трохіодальна траєкторія і траєкторія Race Line Machining а також спеціалізований тип «каплевидних» переміщень для підчищення кутів .. Швидкість подачі може бути оптимізована виходячи з заданого навантаження на інструмент. Оригінальні стратегії чорновий і чистовий доопрацювання, поряд з безліччю інших автоматичних стратегій обробки, дозволяють досягти максимально можливої якості оброблених поверхонь, мінімізуючи тим самим обсяг ручного доведення виробу.

Токарська обробка

Autodesk FeatureCAM забезпечує швидке і легке програмування всіх видів токарної обробки. Він підтримує обточування, розточування, підрізування торця, відрізу, точіння зовнішніх і внутрішніх канавок, а також обробку простих і спеціальних видів отворів. Підтримується широкий діапазон циклів з постійною подачею для чорнового і чистового точіння профільованих поверхонь і канавок, нарізання зовнішньої різьби різцем, свердління і нарізування внутрішньої різьби мітчиком.

Токарно-фрезерна обробка

Autodesk FeatureCAM дозволяє розробляти керуючі програми для обробки деталей за одну установку на токарно-фрезерних обробних центрах і токарних верстатах, оснащених приводним інструментом і / або С-і Y-осями. Також підтримуються верстати с полярної інтерполяцією.

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				30
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Autodesk FeatureCAM включає модуль Multi-Turret Turning, призначений для програмування верстатів з кількома револьверними головками. Підтримує до чотирьох токарних револьверних головок, які працюють з головним шпинделем і протишпинделем, а також фрезерування і точіння з В-віссю.

Електроерозійна обробка

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

чує
ної
ри
же
AM
чні
ня,

Щоб бути впевненим у тому, що розроблені керуючі програми розраховані раціонально і під час обробки на верстаті не відбудеться ніяких зіткнень і врізів, в FeatureCAM вбудовані засоби симуляції обробки. Програма забезпечує повну тривимірну симуляцію обробки з урахуванням кінематичної схеми верстата і кріплення пристосування. 3D-моделі верстата, і кріпильного пристосування можуть бути імпортовані в готовому вигляді або побудовані засобами твердотілого моделювання FeatureCAM. 3D-симуляція може виконуватися у вигляді послідовної анімації в режимі реального часу, або відразу розраховується і візуалізується кінцевий результат обробки (рис 3.2). Користувач може порівняти оброблену деталь з еталонною CAD-моделлю. Також можна перевірити роботу готової керуючої програми на верстатах різної архітектури, щоб вибрати оптимальний тип обладнання.

	Вик.	Феокистов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				31
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.2 – Візуалізація обробки

3.2 Алгоритм обробки деталі «Вал трансмісії вітряка» у програмі FeatureCAM.

1.Завантаження моделей деталі та заготівлі у програму FeatureCAM та базування їх на системі координат (рис. 3.3).

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				32
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.4 – Функція точіння торцю

3. Створюємо криву для точіння шийок валу (рис. 3.5)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				33
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Рис. 3.5 – Створення кривої

4. Обираємо точіння по кривій (рис. 3.6)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

5. Фрезеруємо шпонковий паз (рис. 3.7)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.7 – Функція фрезерування пазу

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				34
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6. Нарізування різьблення (рис. 3.8)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.8 – Функція нарізування різьблення та розміри

7. Створення установу №2 (рис. 3.9)

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.9 – Функція створення установу №2

	Вик.	Феохтістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				35
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

8. Точіння торцю
9. Створюємо криву для точіння шийок валу
10. Обираємо точіння по кривій
11. Фрезеруємо шпонковий паз
12. Нарізування різьблення

Далі ми запускаємо 3D візуалізацію обробки нашої деталі «Вал трансмісії вітряка», для перевірки операцій на заріз та зіткнення утримувача з заготівлею. Фрагменти візуалізації обробки наведені на рис. 3.10–3.12

Після повної обробки отримуємо не тільки візуальне відображення результату, але і машинний код для верстата (рис 3.13).

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

	Вик.	Феохтістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				36
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 3.12 – Фрезерування пазу

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				37
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

(FEATURECAM MILL/TURN)
(MORI SEIKI TURNING CENTER)

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

G1 X1.8189

Рис. 3.13 – Частина коду УП

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				38
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Дослідження процесу вибору раціональних різальних пластин методами
нечіткої логіки

4.1 Постановка задач та вибір раціональних параметрів

Режими різання - це сукупність параметрів, що визначають умови виконання процесу різання. До них належать:

- Швидкість різання (V): Швидкість переміщення ріжучої кромки інструменту відносно заготовки. Вимірюється в метрах за хвилину (м/хв) або в оборотах за хвилину (об/хв).
- Подача (S): Швидкість переміщення інструменту перпендикулярно до осі обертання заготовки. Вимірюється в міліметрах за хвилину (мм/хв) або за один хід (мм/хід).
- Глибина різання (t): Товщина шару матеріалу, що знімається з заготовки за один прохід інструменту. Вимірюється в міліметрах (мм).

Вибір раціональних режимів різання залежить від багатьох факторів, таких як:

- Тип обробки: Точіння, фрезерування, свердління, шліфування тощо.
- Матеріал заготовки: Твердість, міцність, в'язкість, теплопровідність та інші властивості матеріалу заготовки.
- Геометрія ріжучого інструменту: Тип, розміри, матеріал та геометрія ріжучого інструменту.
- Жорсткість верстата: Жорсткість верстата впливає на точність обробки та стійкість ріжучого інструменту.
- Бажана якість обробки: Якість обробки поверхні залежить від режиму різання та інших параметрів.

	Вик.	Феокистов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				39
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

- **Продуктивність:** Продуктивність процесу різання залежить від режиму різання та інших параметрів.

Існує декілька методів вибору режимів різання:

- **Дослідно-статистичний метод:** Цей метод ґрунтується на дослідях та статистичних даних про різання різних матеріалів.
- **Аналітичний метод:** Цей метод ґрунтується на аналітичних залежностях між параметрами різання та продуктивністю процесу.
- **Експериментальний метод:** Цей метод ґрунтується на проведенні експериментів на верстаті.

Для вибору раціональних режимів різання рекомендується використовувати довідкові дані про різання різних матеріалів, а також використовувати комп'ютерні програми для моделювання процесу різання.

Режими різання значно впливають на процес обробки.

- **Швидкість різання:** Збільшення швидкості різання призводить до збільшення продуктивності, але може призвести до зниження якості обробки, збільшення зносу інструменту та вібрацій.
- **Подача:** Збільшення подачі призводить до збільшення товщини шару, що знімається, і відповідно, до збільшення продуктивності. Проте, це також може призвести до зниження якості обробки та збільшення зносу інструменту.
- **Глибина різання:** Збільшення глибини різання призводить до збільшення продуктивності, але може призвести до зниження якості обробки, збільшення зносу інструменту та вібрацій.

Вибір режимів різання є складним завданням, яке потребує глибоких знань в області технології машинобудування. Правильний вибір режимів

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				40
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

різання дозволяє отримати якісні деталі при мінімальних витратах часу та матеріалів.

Методи обчислення режимів різання уніфіковані та систематизовані у три основні групи: для токарних робіт, для свердління та для фрезерування (рис. 4.1).

**Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.**

Рис. 4.1 – Три основні групи обчислення режимів різання

4.2 Основні фактори впливу на параметри різання

При дослідженні раціональних умов різання було взято чорнові токарні операції. На режими різання впливають такі фактори:

1. Параметри поверхні.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				41
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

2. Параметричні характеристики обладнання.
3. Спосіб кріплення заготовки.
4. Властивості матеріалу деталі.
5. Особливості різця (розміри державки, кутів; радіус при вершині; розмір, тип і матеріал ріжучої кромки).

Основні критерії при токарній обробці:

1. Відповідність різця та обточуваного елемента.
2. Оптимізація між собою режимів різання..
3. Мінімальна ресурсозатратність.

Отже, процес механічного оброблення металів характеризується достатньою кількістю параметрів процесу та факторів. У зв'язку з цим проблема оптимізації процесу не є остаточно вирішеною.

Новітнім методом оптимізації складних систем є метод з використання

ст
рф
пр

у
і

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				42
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Назва пластини	Зображення	Характеристики

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Різання швидкість

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

ШВИДКІСТЬ РІЗАННЯ

Вик.	Феокистов				ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
Пере	Пацера					43
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

		– 130-370 (м/хв) Різальних країв - 2
--	--	---

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

		Швидкість різання – 130-370 (м/хв)
--	--	---------------------------------------

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				44
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

		Швидкість різання – 130-370 (м/хв) Різальних країв - 3
--	--	--

ПЛ

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

		Подача – 0,2-0,5 (мм/об) Швидкість різання – 130-370 (м/хв) Різальних країв - 3
--	--	---

4.4 Алгоритм роботи у *Fuzzy logic* та критерії оцінки різальних пластин

Алгоритм роботи у *Fuzzy logic*:

1. Визначення вхідних даних.
2. Визначення нечітких інтервалів.
3. Розрахунок ступеня належності.
4. Визначення нечітких правил.
5. Виконання нечітких правил.

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				45
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

6. Агрегація результатів.
7. Дефазифікація вихідного параметра.

4.4.1 Визначення вхідних даних

Обираємо п'ять критеріїв, тобто вхідні дані, для побудови системи оцінювання з використанням *Fuzzy logic*:

- призначення пластини
- глибина різання
- стабільність стружколому
- кількість різальних крайок
- CVD покриття

Призначення пластини – обробка яких операцій буде оптимальною для різальної пластини.

Глибина різання - товщина шару матеріалу, що знімається з заготовки за один прохід інструменту. Вимірюється в міліметрах (мм).

Стабільність стружколому при обробці сталі - це властивість процесу обробки, яка визначається можливістю утримання рівномірного та контрольованого утворення стружки під час зняття матеріалу під час різання або фрезерування сталі.

Кількість різальних крайок – це характеристика інструмента, яка визначає кількість граней або кромки інструменту, призначених для зняття матеріалу під час обробки.

CVD покриття, або покриття, нанесене методом хімічного осадження з парової фази (CVD - Chemical Vapor Deposition) - це тонкий шар матеріалу, який штучно створюється на поверхні іншого матеріалу.

4.4.2 Визначення нечітких інтервалів

Вхідні дані та нечіткі інтервали наведені у табл. 4.2

	Вик.	Феоктістов			<i>ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ</i>	Арк.
	Пере	Пацера				46
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Табл. 4.2 – Вхідні дані та нечіткі правила

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Membership function plots

181

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

					ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Вик.	Феоктістов				47
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Рис. 4.2 Ступінь належності нечітких інтервалів призначення пластини

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 4.3 Ступінь належності нечітких інтервалів глибини різання

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 4.4 Ступінь належності нечітких інтервалів стабільності стружколомому

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				48
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

4.4.4 Визначення нечітких правил

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				49
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Для оцінки пластини вводимо правила завдяки яким буде рахуватися оцінка. Вхідні дані по різному впливають на пластину та мають різну важливість при оцінюванні, тому для кожного критерію вводимо свій відсоток

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

отримання оцінки. Основні нечіткі правила показані на рис. 4.7-4.9.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 4.7 – Правило для отримання високо балу

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				50
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 4.8 – Правило для отримання середнього балу

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				51
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4.4.5 Виконання нечітких правил, агрегація результатів та дефазифікація вхідного параметру

Виконання нечітких правил, агрегація результатів та дефазифікація вхідного параметру виконуються у одному вікні програми *MATLAB* (рис. 4.10).

Поверхні залежності одного параметру від інших показані на рис. 4.11-4.13.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

дефазифікація вхідного параметру

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 4.11 – Поверхня відгуку призначення пластини, CVD покриття та оцінки

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				52
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Рис. 4.12 – Поверхня відгуку глибини різання, CVD покриття та оцінки

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

пластини та оцінки

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				53
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

4.5 Результат оцінки пластин та вибір найкращої

Результат оцінки пластин наведені у табл. 4.4.

Табл. 4.4 - Результат оцінки пластин

Назва пластини	Дані для оцінки	Оцінка
	Використання пластини -	

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феокистов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				54
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Серією для використання наведеної інформації є графічний матеріал до науково-дослідницького розділу надано у додатку.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				55
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Загальні висновки

Розроблено проєкт технологічного процесу механічної обробки деталі «Вал трансмісії вітряка» в умовах одиничного або малосерійного виробництва.

Проведеним якісним та кількісним аналізом встановлено, що конструкція деталі "Вал трансмісії вітряка" є технологічною. Високі вимоги до точності поверхонь, зокрема до трьох шийок деталі, які повинні бути оброблені за 6 квалітетом з шорсткістю Ra 1,25 - обумовили відповідні принципові проєктні рішення.

Для досягнення високої точності обробки деталі в проєкті технології застосовано сучасний токарно-фрезерний верстат з ЧПК моделі Mazak Integrex 200-IV та високоякісні різальні інструменти із каталогу фірми Korloy.

В спеціальному розділі розроблено алгоритм моделювання переходів об

Конференційну інформацію
та комерційну таємницю
вилучено з матеріалів на
підставі експертного
висновку від 18.06.2024р.

	Вик.	Феоктістов			ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ	Арк.
	Пере	Пацера				56
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Літературні джерела

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

5.Т окарно-фрезерний верстат з ЧПК Mazak Integrex 200-IV [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://vitcompany.com.ua/stanki/tokarnye-stanki/tokarnye-stanki-s-y-osyu/tokarno-frezernyy-standok-c-osyu-y-i-chpu-mazak-integrex-200-iv-s-id16461.html>.

Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.

Вик.	Феокистов			
Пере	Пацера			
Змн	.Арк.	№ докум.	Підпис	Дат

ТММ.131-ОНПМ.24.19.ПЗ

Арк.

57

