

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 Веселкіна Валентина Олександровича

академічної групи 131М-22Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг  
машинобудівного виробництва»

на тему: «Підвищення ефективності механічної обробки деталі «Ланка  
ланцюга» за умови використання CAD/CAM систем»»

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. Узв'язку з чим такі матеріали не підлягають відкритому оприлюдненню та мають зберігатися відповідно до встановленого режиму закладом освіти.

## ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

машинобудування та матеріалознавства

В.А. Дербаба

(підпис)

(прізвище, ініціали)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 року

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

## ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню магістра

студенту Веселкіна Валентина Олександровича

академічної групи 131М-22Н-1 ММФ

спеціальності 131 Прикладна механіка

за освітньо-науковою програмою «Наскрізний інжиніринг машинобудівного виробництва»

на тему: «Підвищення ефективності механічної обробки деталі «Ланка ланцюга» за умови використання CAD/CAM систем»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від

30 квітня 2024 р. за №382-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності конструкції деталі. Додається 2D-кресленик деталі (A2) та 2D-кресленик заготовки (A2).	Лютий 2024 р
Технологічний	Автоматизована розробка технологічного процесу обробки «Ланка ланцюга». Аналіз заготівлі, підбір верстата та інструментів.	Березень 2024
Спеціальний	Створення 3D моделі в SolidWorks.	Квітень 2024
Науково-дослідницький	Алгоритм застосування принципу модульності у автоматизованому проектуванні технології обробки кінцевого колеса с круговими зубцями. Додається графічний матеріал з алгоритмічною моделлю (A1 два листа)	Травень.2024

Завдання видано \_\_\_\_\_ Дербаба.В.А.

Дата видачі 12 січня 2024 р.

Дата подання до екзаменаційної комісії 22.05.2024 р.

Прийнято до виконання \_\_\_\_\_ В.О. Веселкін

## Реферат

Пояснювальна записка: 58 с., 37 рис., 11 табл., 4 додатки, 13 джерел.

Тема: Оптимізація виробничого процесу обробки деталі "Ланка ланцюга" з розробкою програмного коду для верстата та аналізом поверхонь деталі

Ключові слова: деталь, виробнича технологія, фрезерування, ланка ланцюга, верстат з ЧПК, техпроцес, технологічність, заготівля, обробка, припуск, операція, верстат, пристрій, лиття, cae система, solidworks, PowerMill .

Об'єктом розробки у випускній роботі є оптимальні технологічні процеси механічної обробки окремої деталі - "Ланка ланцюга".

Метою випускної роботи є розробка технологічного процесу обробки деталі в САМ-системі PowerMill.

Результатом роботи є технологічний процес виготовлення деталі "Ланка ланцюга" з отриманням програмного коду для керування верстатом.

Новизна випускної роботи - вибір і обґрунтування варіанту технологічного процесу виробництва деталі з використанням сучасних САД/САМ/САІ-систем.

Практична цінність - рекомендації щодо проектування процесу обробки конкретної деталі в умовах серійного виробництва.

У випускній роботі було:

- Проведено аналіз технологічності деталі;
- Обґрунтовано вимоги до точності розмірів, форми та шорсткості поверхні;
- Обрано заготівлю;
- Здійснено вибір верстата з ЧПК та різального інструменту;
- Складено технологічну документацію;
- Змодельовано в САД-системі SolidWorks деталь та заготівлю, створено креслення;
- Створено програму обробки деталі з кодом для фрезерних операцій в САМ-системі PowerMill.
- Створено програму контролю розмірів деталі з генерацією коду в САІ-системі PowerInspect.

## Зміст

Вступ.....	3
<b>АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>5</b>
1.1 Технологічний контроль робочих креслень і технічних вимог.....	6
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі "Ланка ланцюга".....	9
<b>ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>10</b>
2.1 Установлення виробничої програми випуску деталей.....	11
2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовлі деталі «Ланка ланцюга».....	12
2.3 Вибір верстата з ЧПК.....	16
2.4 Вибір металорізального інструменту та оснащення.....	19
2.5 Розроблення маршрутної технології механічної обробки деталі «Ланка ланцюга».....	22
2.6 Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів механічної обробки.....	23
2.6.2 Розрахунок мінімальних припусків на обробку деталі «Ланка ланцюга».....	24
2.7 Детальна розробка операцій технологічного процесу механічної обробки заданих деталі "Ланка ланцюга".....	25
<b>СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>27</b>
3.1 Моделювання тривимірних деталей у SolidWorks.....	28
3.2 Створення керуючої програми у САМ системі PowerMill.....	30
<b>НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....</b>	<b>43</b>
4.1 Обладнання для базування заготовлі.....	44
4.2 Вимірювальні системи для верстатів з ЧПК.....	46
4.3 Моделювання контролю розмірів у PowerInspect.....	48
<b>ВИСНОВОК.....</b>	<b>53</b>
<b>ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ.....</b>	<b>55</b>
<b>ПРОГРАМИ.....</b>	<b>57</b>
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>59</b>
<b>ДОДАТОК Б.....</b>	<b>67</b>
<b>ДОДАТОК В.....</b>	<b>70</b>
<b>ДОДАТОК Г.....</b>	<b>72</b>

					<i>ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>					<i>Літ.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перев.</i>					2		
<i>Н.Контр.</i>					<i>Пояснювальна записка</i>		
<i>Затв..</i>							

## Вступ

При проєктуванні технологічних процесів механічної обробки, основним завданням є знаходження оптимального балансу між різними, часто суперечливими факторами. Обсяг випуску продукції повинен чітко відповідати чинному попиту на ринку, адже виробництво надлишкової кількості виробів для складського зберігання є економічно недоцільним. Тому структура загального технологічного процесу, кожної окремої операції, а також організація виробництва в цілому мають бути спроектовані таким чином, щоб забезпечити максимальну продуктивність при високому рівні гнучкості та здатності швидко пристосовуватись до мінливих ринкових потреб. Ключовими вимогами стають оптимізація виробничих потужностей, скорочення циклу виготовлення продукції та можливість оперативної зміни номенклатури й обсягів виробництва.

Враховуючи необхідність досягнення оптимального балансу між продуктивністю, гнучкістю та економічною ефективністю, при проєктуванні технологічних операцій потрібно ретельно продумати співвідношення між застосуванням універсального обладнання, напівавтоматів та верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК), які оснащені переналагоджуваним обладнанням. Вибір типу обладнання повинен ґрунтуватися на економічній складовій та забезпечуватися відповідною організацією виробничого процесу у цеху. Така організація має базуватися на прогнозуванні потреб і оперативному управлінні за допомогою обчислювальної техніки, що дозволить скоротити час на технологічну підготовку виробництва та простої верстатів під час переналагодження. Раціональне поєднання різних видів обладнання, ефективне планування та оперативне керування, дозволять досягти необхідної гнучкості та збалансованої завантаженості виробничих потужностей.

В сучасних умовах значну частку у вартості виготовлення виробів становлять витрати на матеріали та енергоресурси. Однак, зменшення обсягів механічної обробки може суттєво знизити технологічну собівартість продукції за умови використання високоякісних заготівель з високим ступенем готовності та застосування багатофункціонального обладнання з широким спектром

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		3

технологічних можливостей. Такий підхід дозволяє мінімізувати окремі виробничі операції та скоротити витрати на механічне оброблення, при цьому забезпечуючи необхідну якість кінцевих виробів та економію матеріальних і енергетичних ресурсів. Це дає змогу оптимізувати виробничі цикли, покращити показники ефективності виробництва та досягти зниження загальної собівартості продукції. Застосування сучасного універсального інструменту разом з високоякісними інструментальними матеріалами може призвести до значного покращення ефективності. Ці матеріали забезпечують велику швидкість різання і стійкість, що дозволяє скоротити машинний час на обробку і час простою верстата в налагодженні.

У цьому дипломному проєкті реалізовано підхід, який передбачає мінімізацію кількості металорізального обладнання та раціональну організаційну структуру виробництва. Це дозволяє організувати високопродуктивне та гнучке багатомоделне дрібносерійне виробництво типових деталей.

Економічно обґрунтовано застосування заготівель високого ступеня готовності, що дало змогу винести заготівельне виробництво за межі основного виробничого процесу. Компактне технологічне планування уможливило організацію багатомоделного серійного виробництва в межах обмеженої виробничої площі. Запропонований підхід забезпечує раціональне використання обладнання, оптимізацію виробничих потоків та скорочення виробничого циклу, сприяючи підвищенню продуктивності праці та ефективності виробництва в цілому.

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 ТОВ «ІНТЕРПАЙП НІКО ТЬЮБ».

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

## АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		5

### 1.1 Технологічний контроль робочих креслень і технічних вимог

У якості вихідних даних для технологічного проектування використовуються конструкторські документи у вигляді робочих креслень.

Головним документом, що описує деталь "Ланка ланцюга", є креслення, виконане на аркуші формату А1 .

Креслення містить повну інформацію про матеріал деталі, його механічні властивості, режими термічної обробки, геометричну форму деталі, її розміри та допуски на взаємне розташування поверхонь. Графічне зображення деталі та текстові специфікації подано згідно з нормами і правилами, встановленими Єдиною системою конструкторської документації (ЄСКД). Вказана інформація є основою для подальшого технологічного проектування процесу виготовлення даної деталі.

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

*1.1.1. 3D-модель деталі "Ланка ланцюга"*

Для розробки оптимального технологічного процесу необхідно ретельно проаналізувати функціональне призначення робочих поверхонь деталі та вимоги до їх якості. Важливо також врахувати властивості матеріалів, з яких виготовляється деталь, та технічні вимоги до них. Крім того, слід взяти до уваги умови подальшого складання виробу, до якого входить дана деталь, а також експлуатаційні навантаження, які вона буде зазнавати під час роботи. На основі

									Лист
									6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ				

такого всебічного аналізу можна обрати економічно обґрунтовані та технологічно необхідні методи оброблення поверхонь деталі. Врахування всіх цих факторів дозволить забезпечити раціональну послідовність технологічних операцій для оптимального виготовлення деталі необхідної якості відповідно до технічних вимог.

Деталь "Ланка ланцюга" є ключовим компонентом секції конвеєрного ланцюга, та виступає її базовою складовою частиною. Поверхні цієї деталі слугують головними конструкторськими базами при складанні вузла ланцюга, до якого входять бічні плити, наскрізний стрижень та розпірна труба. Виходячи з такої важливої ролі деталі в конструкції вузла, висувуються жорсткі технічні вимоги щодо точності її геометричних розмірів, форми поверхонь та їх відносного взаємного розташування. Дотримання цих вимог під час виготовлення деталі є критично важливим для забезпечення коректного складання секції конвеєрного ланцюга та його надійної подальшої експлуатації.

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

сиплові апарати, пічні конвеєри, шнеки, кріпильні елементи тощо. Лімічний склад даного матеріалу представлений у таблиці 1.1, а механічні властивості за підвищених температур у таблиці 1.2.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

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

Циклічний відпал протягом 3500-5000 годин. Цикл складається з таких етапів: нагрівання до 950°C протягом 8 годин, витримка при цій температурі протягом 8 годин і охолодження до кімнатної температури також протягом 8 годин. Цей режим максимально відповідає умовам роботи деталей пішого

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

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		8

*1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі "Ланка ланцюга"*

ССТПР (Служба системи технічної підготовки виробництва) на

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

конструкції деталі. Це дозволяє на основі досвіду виконавця оцінити відповідність показників якості та прийнятих умов виробництва. Для кількісної оцінки використовуються певні показники, які дозволяють охарактеризувати, наскільки задоволені вимоги до технологічності конструкції.

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

технологічність конструкції деталі "Ланка ланцюга" як високу за усіма параметрами, що сприяє ефективній організації її виробництва.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

# ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		10

## 2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталей

Виробнича програма випуску деталей встановлюється залежно від річної потреби виробів та організаційно-технічних умов складання.

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

дизайн) / (ефективний річний фонд часу), до період запуску партії та ефективний фонд часу підбираються відповідно до конкретних виробничих умов підприємства.

№ а

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

									Лист
									11
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ				

## **2.2 Вибір та економічне обґрунтування способу отримання заготовлі деталі**

### **«Ланка ланцюга»**

Обрання правильної заготовлі є дуже важливим кроком технологічного процесу виготовлення деталі. Під час цього необхідно врахувати низку факторів: функціональне призначення деталі, її конструктивні особливості, технічні вимоги до деталі згідно з кресленням, масштаб виробництва та обсяг серійного випуску, а також економічну доцільність способу її виготовлення. Вибір заготовлі передбачає визначення найбільш раціонального методу її отримання, проведення розрахунків геометричних розмірів з урахуванням припусків, які необхідно залишити на механічну обробку, а також встановлення допустимих відхилень за розмірами та формою для забезпечення необхідної точності виготовлення готової деталі.

У цьому випадку мною розглядаються варіанти заготовлі для нового технологічного процесу, які не потребують значних змін у процесі механічної обробки. Перевагу слід віддати тому виду заготовлі, який забезпечує максимально ефективно використання вихідного матеріалу та має найнижчу собівартість виготовлення з урахуванням витрат на одиницю готової продукції. Однак, остаточний вибір оптимального типу можна здійснити лише після комплексного економічного розрахунку, який враховуватиме як вартість самої заготовлі, так і загальні витрати на її подальшу механічну обробку для отримання готової деталі.

Такий всебічний розрахунок дозволить обґрунтовано обрати найбільш раціональний і економічно вигідний спосіб її виготовлення. При виборі способу отримання заготовлі для даної деталі ключовим фактором є дотримання необхідних параметрів шорсткості та геометричної точності необроблюваних поверхонь. Ці характеристики, особливо для поверхонь, які не піддаються механічній обробці, значно впливають на експлуатаційні властивості деталі.

Одним із сучасних високоточних методів виготовлення литих заготовель складної конфігурації з будь-яких сплавів є лиття по виплавлених моделях.

					<i>ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

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

мінімальними припусками на механічну обробку та скороченням відходів. Він забезпечує економію формувальних матеріалів, знижує матеріалоемність виробництва, покращує умови праці та екологічність процесу порівняно з іншими ливарними технологіями. Водночас процес виготовлення форм за цим методом є багатоопераційним, трудомістким і тривалим, потребує використання великої номенклатури матеріалів, ускладнює маніпуляційні операції та призводить до збільшених витрат металу на ливники. Найбільш ефективним

пиття за відповідними моделями в умовах серійного та масового

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.

10010 шостий ряд.

Клас точності маси призначається в межах 6-13. Приймаємо десятий клас, який для виливки номінальною масою 10-100 кг встановлює допустиме відхилення маси 4% від номінальної.

Рекомендовані та прийняті значення норм точності під час отримання

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

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Лист
					14



Серед усіх методів виготовлення заготовлі цієї деталі, лиття за виплавлюваними моделями вирізняється найвищою ефективністю. Цей метод забезпечує економне використання матеріалу, гарантує високу якість поверхні виливки, значною мірою механізований та автоматизований, що покращує умови праці.

### 2.3 Вибір верстата з ЧПК

Для реалізації мого проєкту був потрібен високоточний багатоопераційний верстат з числовим програмним керуванням та поворотним столом, здатний виконати повний цикл обробки деталі за одну операційну установку. Після ретельного аналізу ринку металообробного обладнання, моїм вибором став 5-координатний обробний центр DMG DMU 50 V

Deckel Maho — німецька компанія, відома своєю високотехнологічною продукцією, зокрема фрезерними верстатами. Вона має багату історію, що починається в кінці XIX століття з двох окремих компаній: Friedrich Deckel AG та Maho AG.

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

для обробки металу. Це злиття розширило глобальну присутність компанії та підвищило інвестиції в дослідження та розробки. У 2013 році об'єднана компанія

										Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						16

*ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ*

змінити назву на DMG Mori Seiki AG (зараз відома як DMG Mori), що відображає подальше розширення і включення японської компанії Mori Seiki в структуру.

Сьогодні DMG Mori є одним з найбільших виробників верстатів у світі, пропонуючи широкий спектр продукції, включаючи токарні верстати, фрезерні верстати, гібридні машини та автоматизовані рішення. Компанія активно інвестує в інновації, приділяючи особливу увагу цифровізації та автоматизації виробничих процесів.

Історія Deckel Maho демонструє, як об'єднання ресурсів та технологій кількох компаній може призвести до створення глобального лідера в індустрії виробництва верстатів. Сучасна DMG Mori продовжує спадщину Deckel Maho, забезпечуючи високоякісні та інноваційні рішення для обробки металу.



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

1. Назва: DMG DMU 50 V

DMG DMU 50 V відповідає жорстким вимогам до обладнання для високопродуктивного виробництва в авіа- та машинобудуванні, а наявність 5-осьової кінематики дозволяє реалізувати найскладніші стратегії обробки в єдиному технологічному циклі.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

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

Вага машини:	5600 кг
Потужність приводу шпинделя:	15 кВт
Ємність інструментального магазину:	24 шт.

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



різальною керамікою, синтетичними алмазами та КНБ (кубічним нітридом бору).

Для торцювання мені потрібна фреза з круглими пластинами , в яких головний кут у плані змінюється від 0° до 90° залежно від глибини обробки. Такі пластини характеризуються дуже міцною різальною кромкою, що дозволяє працювати з великими подачами, утворюючи при цьому відносно тонку стружку на більшій довжині різальної кромки.

Сучасна геометрія круглих пластин робить їх універсальними інструментами, забезпечуючи стабільність процесу різання, меншу споживану потужність та відповідно меншу вимогу до жорсткості обладнання.

Таблиця 2.4 Інструменти

					Сторінка в	
<p><b>Конференційну інформацію та комерційну таємницю вилучено з матеріалів на підставі експертного висновку від 18.06.2024р.</b></p>						
Фрезерування двох площин боком фрези у розмір 83.5					Фреза H490 E90AX D16-2-C15-09-B	20
					Пластини (2шт.) H490 ANKX 090408PNTR IC808	469
					Лист	
					20	
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	

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

## **2.5 Розроблення маршрутної технології механічної обробки деталі «Ланка ланцюга»**

У серійному виробництві технологічний процес характеризується розмаїттям виробів і великими обсягами випуску. Ефективність такого виробництва сильно залежить від здатності поєднати універсальність і гнучкість індивідуального виробництва з високою організацією та продуктивністю масового. Ця комбінація передбачає використання обладнання з широким спектром технологічних можливостей, високим ступенем універсальності та автоматизацією.

Матеріал, форма деталі та вимоги креслення вимагають застосування спеціального методу для виготовлення заготовлі, що має високу точність розмірів та якість поверхні. Тому при розробці виробничого процесу ми спрямовуємося на мінімізацію допусків на механічну обробку. Кількість технологічних операцій та їхня послідовність визначаються методами обробки поверхонь, які враховують необхідну точність розміру, параметри шорсткості та властивості матеріалу. Таблиця 2.5. містить перелік оброблюваних поверхонь та методів обробки, що забезпечують виконання вимог креслення.

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

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ

Лист

22

Враховуючи конфігурацію деталі, повна її обробка становить п'ять переходів. Деталь встановлюється в спеціальне пристосування за допомогою вивертки. Тому маршрут обробки деталі складатиметься з двох операцій.

## **2.6 Розрахунок припусків і міжопераційних розмірів механічної обробки**

Припуски на механічну обробку значною мірою впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску пов'язане зі збільшенням машинного часу на чорнову обробку як у разі виконання додаткових проходів, так і внаслідок зниження режиму різання в разі значної глибини врізання. При цьому підвищується витрата різального інструменту і загальні витрати на експлуатацію робочого місця. Мінімальні припуски на механічну обробку визначаємо розрахунково-аналітичним методом, рекомендованим у довіднику. При цьому загальний припуск має бути узгоджений із припуском, призначеним під час проектування заготівлі з використанням відповідного нормативно-технічного документа. У разі перевищення розрахованого припуску над нормативним, коригується розмір заготівлі.

Припуски на основну масу оброблюваних поверхонь призначаємо статистичним (табличним) методом. У цьому разі загальний припуск приймаємо таким, що дорівнює припуску, призначеному на заготівлю, а припуски на оброблення, що слідує за чорновим по таблицям, наведеними в довідковій літературі.

Розрахунок міжопераційних розмірів і граничних припусків на механічну обробку подано в табличному вигляді.

Особливістю обробки цієї деталі є виконання ХТО до проведення чистового шліфування. Викривлення деталі після термообробки має бути враховано шляхом збільшення припуску на шліфування. З іншого боку, після термічного оброблення на поверхні деталі відсутній дефектний шар, що враховується параметром  $h$ . Для врахування цих чинників у метод обробки поверхні включено відповідний перехід.

					<i>ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		23



## ***2.7 Детальна розробка операцій технологічного процесу механічної обробки заданих деталей "Ланка ланцюга"***

Основна мета детального розроблення технологічної операції полягає у створенні повної технологічної документації, що містить вичерпну інформацію про зміст операції, необхідне технологічне та метрологічне обладнання, а також трудові витрати. Послідовність операцій та їх призначення визначаються на основі технологічних маршрутів виготовлення деталей, що подані у таблицях 2.5 і 2.6. Режимы різання та вимоги до точності розмірів встановлюються з урахуванням результатів розрахунку міжопераційних допусків та розмірів, які представлені у таблицях 2.10 і 2.11.

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

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		25



## СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27

### 3.1 Моделювання тривимірних деталей у SolidWorks

Для розробки керуючої програми для верстата з ЧПК, мені спочатку знадобиться створити 3D модель деталі.

Створення 3D моделей потрібне з декількох причин. Воно забезпечує точність у відтворенні геометрії деталей, необхідну для виготовлення високоточних компонентів. Крім того, дозволяє візуалізувати кінцевий продукт та виявляти можливі проблеми з дизайном чи виробництвом перед початком обробки. За допомогою 3D моделі можна оптимізувати використання інструментів та визначити найкращі траєкторії різання. Крім того, звісно ж ці моделі потрібні для створення керуючої програми для ЧПК верстатів у спеціальних САМ системах, що зменшує час наладки та збільшує продуктивність. Після обробки деталі можна порівняти з її 3D моделлю для перевірки точності та виявлення відхилень у якості.

З численних CAD систем, я віддаю перевагу SolidWorks, завдяки зручності та функціональності.

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

SolidWorks є потужним програмним комплексом для тривимірного

									Лист
									28
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ

проєктування (САПР), який використовують інженери та проєктувальник для створення, аналізу та документування деталей, збірок та виробів. Він дозволяє працювати над проєктами будь-якої складності та призначення, що робить його незамінним інструментом у різних галузях промисловості. Розроблений компанією Dassault Systemes у 1993 році, як перша система САПР з твердотілим моделюванням для платформи Windows, роблячи проєктування доступним та інтуїтивним для інженерів. Він пропонує широкий набір функцій, таких як твердотільне моделювання, параметричне проєктування, складання, фотореалістична візуалізація, аналіз проєктів, співпраця та автоматизація завдань.

На першому етапі розроблено 3D модель деталі, точно дотримуючись всіх розмірів, вказаних на кресленні. Зберегти модель вирішино у форматі Parasolid (x\_t), адже він без проблем імпортується в САМ-систему PowerMill, яку я буду використовувати для подальшої роботи.

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

рис. 5.2 Вигляд 3D моделі деталі у програмі Solidworks

Окрім 3D моделі деталі, я також створив 3D модель заготівлі, з якої вона

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

буде виготовлятися. Це необхідно для точного моделювання процесу обробки на верстаті з ЧПК в САМ-системі.

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

### **3.2 Створення керуючої програми у САМ системі PowerMill**

PowerMill є потужною САМ (Computer-Aided Manufacturing) системою від компанії Autodesk, призначеною для розробки стратегій обробки та програмування верстатів з ЧПК. Вона має широкий спектр стратегій обробки, включаючи 2.5, 3, 4 та 5-осьове фрезерування, об'ємне фрезерування, профільну обробку, обробку імпортованих STL-моделей, а також свердління, розгортання та нарізання різьби. Система забезпечує високопродуктивні траєкторії інструментів, які оптимізовані для зменшення часу циклу, підтримують технологію постійного різального зусилля та дозволяють уникати перевантажень інструменту.

PowerMill пропонує точне моделювання процесу обробки у віртуальному середовищі, виявлення потенційних зіткнень та надлишкових операцій, а також симуляцію обробки для аналізу згину інструменту. Система здатна компенсувати деформації заготівлі під час обробки, розраховуючи деформації на основі властивостей матеріалу. Вона підтримує імпорт геометрії з різних САД-систем

									Лист
									30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

*ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ*

та дозволяє безпосередню обробку імпортованих моделей. PowerMill має численні постпроцесори для різних верстатів з ЧПК, а також можливість налаштування та створення власних постпроцесорів.

Скриншот інтерфейсу CAD-процесору PowerMill з Autodesk Inventor

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

Рис.3.4 Робочий стіл PowerMill

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

Рис.3.5 Імпорт деталі в програму

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Після цього перейдіть до вкладки "Головна" (Home) та використайте функцію "Заготівля" (Block), щоб імпортувати 3D модель заготовки

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. 5.1 - деталь - заготівля в PowerMill

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

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.

системою САМ керуючі команди у спеціальний код для конкретної системи ЧПК верстата.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

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

Тоді створюються різальний інструмент з відповідними патронами  
розмірами, та режимами різання з каталогу ISCAR.

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

Рис. 1.10 Інструменти

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

Після підготовки всіх необхідних компонентів можна приступати до

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

запрограмованою стратегією фрезерування.

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

Для обробки внутрішніх бокових поверхонь вилкоподібної частини деталі використовується стратегія "Чистова обробка по постійній Z" з застосуванням фрези діаметром 16 мм. Обробка здійснюється боковою циліндричною частиною фрези.

Для оптимізації траєкторії руху інструменту та забезпечення

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

безперервного різання залучені обмеження у вигляді допоміжних ліній. Завдяки цим обмеженням траєкторія побудована таким чином, що спочатку фреза обробляє ліву бокову поверхню вилки, а потім плавно переходить до обробки правої сторони.

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.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

Для обробки зовнішньої частини деталі створюється локальна система координат із поворотом координатної системи столу верстата таким чином, щоб зовнішня бокова поверхня деталі була розташована перпендикулярно до осі Z, тобто інструменту. Програмування починається з торцевої обробки зовнішньої вилкоподібної частини деталі. Для цього використовується стратегія "Фрезерування торців" з фрезою діаметром 25 мм. Траєкторія руху інструменту


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



Рис 3.14 Фрезерування

Після торцевої обробки виконується чистове фрезерування циліндричної зовнішньої поверхні тією ж 25 мм фрезою за стратегією "Чистова обробка растром". Зона обробки циліндричної поверхні задається криволінійними обмеженнями. Траєкторія руху фрези додатково оптимізується для ефективних підводів, врізання та відводів інструменту, а переходи налаштовуються на плавні переміщення.

									Лист
									37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ				



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

деталі. Для зняття припуску з поверхонь отворів використовується операція "Спіральне свердління" з застосуванням фрези діаметром 25 мм.

Стратегія "Спіральне свердління" полягає в тому, що фреза рухається коковою поверхнею по спіральній траєкторії, поступово заглиблюючись в матеріал заготовки й розточуючи отвір до необхідного діаметру.

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

рис. 5.10 Фрезерування

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

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

Після завершення обробки однієї сторони деталі виконуються аналогічні дії для обробки протилежної сторони. Для цього створюється нова локальна система координат, в якій інша бокова поверхня деталі розташовується перпендикулярно до осі інструменту. Далі програмується торцева обробка вилкоподібної частини з використанням фрези діаметром 25 мм і стратегії "Фрезерування торців". При цьому траєкторія руху інструменту оптимізується, а переходи налаштовуються для забезпечення плавності переміщень. Наступним кроком є чистове фрезерування циліндричної зовнішньої поверхні за допомогою стратегії "Чистова обробка растром" тією самою 25 мм фрезою. Зона обробки задається криволінійними обмеженнями, траєкторії підводів, відводів та переходів оптимізуються для плавних рухів. Після цього в системі PowerMill створюється набір отворів на стороні деталі, і виконується їх обробка операцією "Спіральне свердління" за допомогою 25 мм фрези для видалення припуску з внутрішніх циліндричних поверхонь отворів.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39

**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.**



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

## НАУКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		43

#### 4.1 Обладнання для базування заготовлі

Під час механічної обробки різанням на заготовку діють різноманітні сили, такі як сили різання, об'ємні сили, а також сили другорядного та випадкового характеру. Ці сили можуть спричинити зміщення заготовки у пристосуванні під час процесу різання.

Верстатне оснащення відіграє вирішальну роль у забезпеченні належної роботи верстата. Якість і точність виготовлення затискних пристроїв безпосередньо впливають не лише на якість обробки деталі, але й на стійкість різального інструменту.

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

мультишарові леза від OML з їхнім спеціальним кришталевим покриттям відхиляють стружку від поверхні заготовки, забезпечуючи чистоту та надійність роботи.

Застосування цих лезат значно спрощує процес надійного базування деталей з нетиповими поверхнями, дозволяючи уникнути потенційних технічних складнощів на різних етапах технологічного процесу. Це зручне та універсальне рішення від OML демонструє прагнення компанії до постійного вдосконалення своєї продукції відповідно до потреб клієнтів.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		44

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

## 4.2 Вимірювальні системи для верстатів з ЧПК

У виробництві великого значення набуває використання передових технологій для забезпечення високої якості продукції. Одним з ключових аспектів є застосування систем вимірювання та контролю. Ці системи допомагають автоматизувати процеси, мінімізувати простой обладнання та дефекти, спричинені людським фактором. Завдяки датчикам та новітнім методикам можна досягти оптимальних показників продуктивності, точності й ефективності на всіх етапах виробничого циклу. Впровадження сучасних рішень у цій сфері забезпечує системний підхід до усунення відхилень та дозволяє максимально скористатися перевагами автоматизації для вдосконалення технологічних процесів та економічної ефективності виробництва.

Використання вимірювальних приладів сприяє вдосконаленню багатьох аспектів виробничого процесу:

- Підвищується продуктивність наявного обладнання та технологій завдяки оптимізації процесів.
- Зростає рівень автоматизації, зменшується залежність від людського фактору. З'являється можливість впроваджувати автоматизоване налаштування та процедури вимірювання замість ручних операцій, що знижує витрати на оплату праці та дозволяє персоналу зосередитися на технічному обслуговуванні.
- Скорочується кількість випадків повторної обробки, відхилень та браку, пов'язаних із втратами часу, коштів і матеріалів. Підвищується відповідність продукції вимогам і стабільність результатів, що сприяє зниженню собівартості одиниці продукції та скороченню часу налагодження.
- Розширюються можливості та збільшується обсяг виконуваних робіт. На ринку зростає попит на складніші проекти, тому зростають вимоги до єдності вимірювань протягом технологічного процесу. Використання сучасних вимірювальних систем дозволяє пропонувати

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		46

клієнтам передові можливості обробки, що забезпечує залучення більш складних замовлень та відповідність вимогам щодо відстежуваності вимірювань.

Для вирішення та контролю якості в серії "Пам'ять пам'яті" було

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

Періодичність

1 00 мм

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

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		47

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

Ключові переваги PowerInspect включають автоматизацію інспекційних процесів, потужні інструменти для аналізу даних, порівняння з CAD-моделями,

В  
В  
Д  
В  
В  
Я  
П  
К

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

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48



В програмному середовищі я формую першу групу геометричних елементів для проведення перевірки розмірів. До цієї групи входять торцеві

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.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		50

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

Рис. 4.9 Вимірювання отворів

Однією з визначних переваг використання програми Autodesk PowerInspect є те, що вона надає користувачам комплексний звіт з детальними симуляціями поверхонь деталі. Цей звіт містить вичерпні дані про координати кожної поверхні, а також результати ретельної перевірки відповідності розмірів встановленим допускам

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

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ

Лист

51

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.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		52

# ВИСНОВОК

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

У кваліфікаційній роботі одним з ключових завдань було створення максимально ефективного технологічного процесу для виготовлення складної за формою деталі з економічно вигідної заготівлі та мінімальною кількістю металорізальних інструментів. Передбачалося програмування керуючої програми для обробки деталі за один установ.

В аналітичному розділі було проведено аналіз конструкційного значення деталі та вибір найбільш відповідного матеріалу.

Технологічний розділ присвячено аналізу створення заготівлі, встановленню виробничої програми для деталі, підбору верстата та інструменту для обробки.

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

значно збільшити кількість виготовлених деталей.

Таким чином, робота охоплювала всі етапи технологічного процесу: від вибору матеріалу та створення заготовки до програмування та оптимізації обробки, а також вдосконалення контролю якості, що дозволило досягти максимальної ефективності виробництва складної деталі.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

## ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		55

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

С.Г.Піньковський, В.І.Холоша, Ю.І.Кравченко – Дніпропетровськ: НІ У,  
2004.-34с

8.

Кодування технологічної інформації: Довідковий посібник/С.Г.  
Піньковський, В.Г. Олейниченко. – Д.: Національний гірничий  
університет, 2003 – 24 с

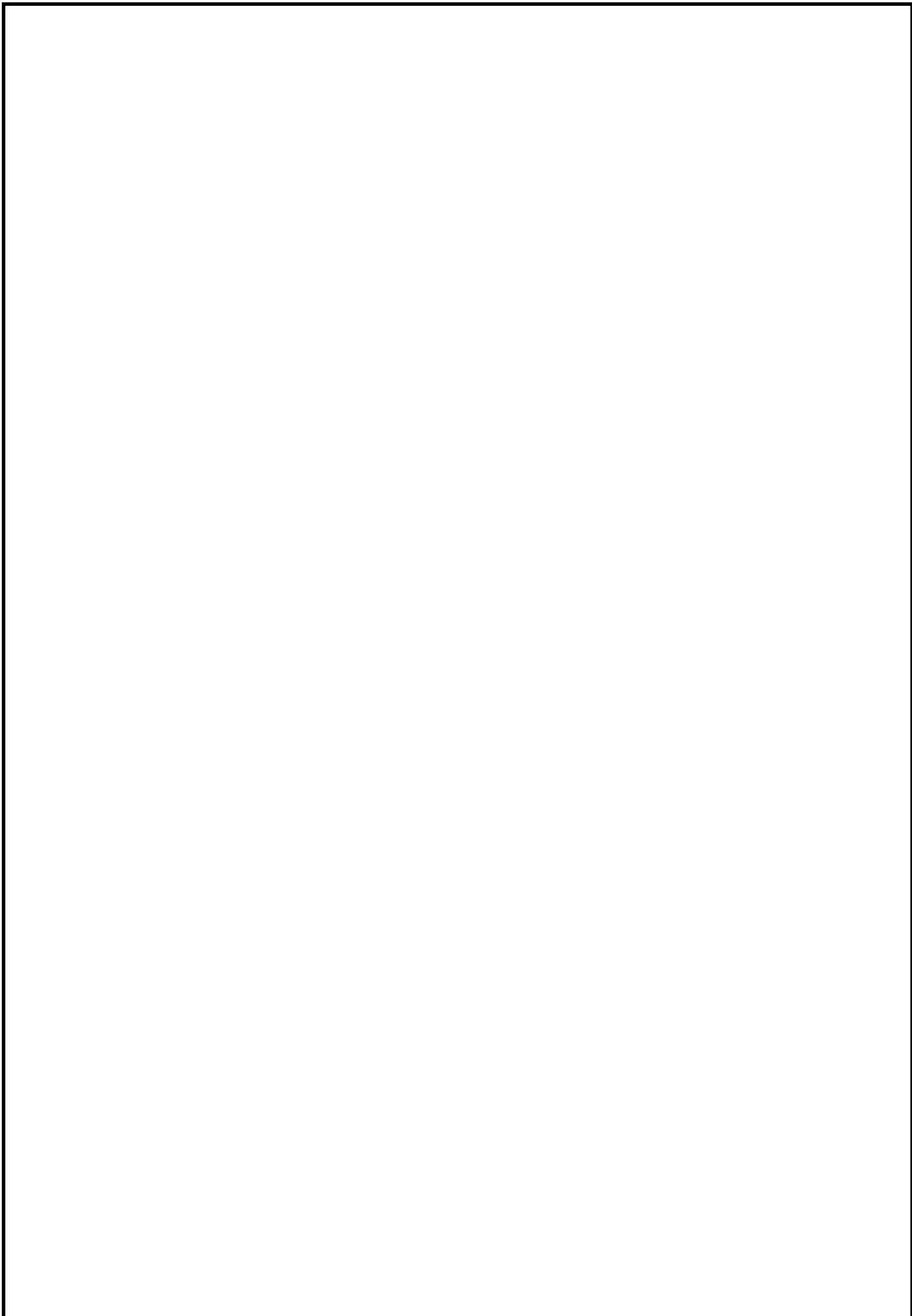
					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

# ПРОГРАМИ

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

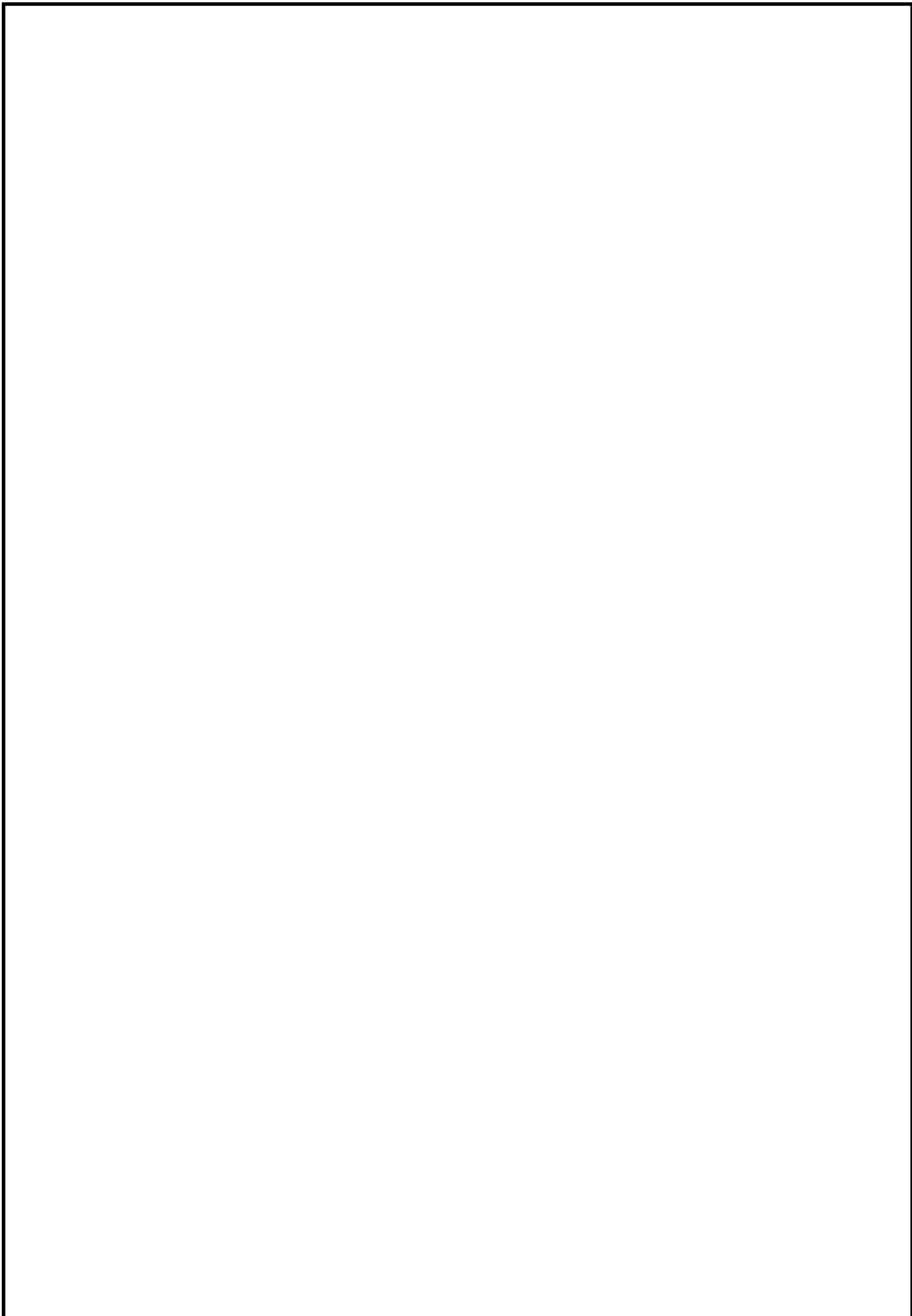
Конференційну інформацію  
та комерційну таємницю  
вилучено з матеріалів на  
підставі експертного  
висновку від 18.06.2024р.

					ТММ.131-ОППБ.24.05.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		58

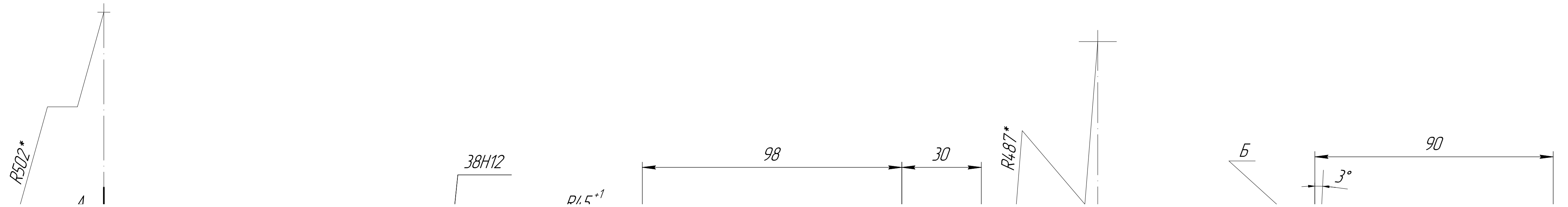


					<i>ТММ.131-ОППБ.22.06.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		59





					<i>ТММ.131-ОППБ.22.06.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		67



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

8. на поверхні вухи не випускаються

9. Трищини на виливку не допускаються

10. Інші технічні вимоги за ДСТУ 8781:2018

ТММ.131-01110.24.05				Лист	Маса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Ланка ланцюга заготовля	18,2	1:1
Разраб.	Веселкин						
Проб.	Лердаба						
Т.контр.							
Исполн.					Лист	Листов	1
Утв.					40x24x12СЛ		

Лист № 1

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

1. \*Р.
2. ТВ.
3. Н.
4. М.

31-01775.24.05

	Лист	Маса	Машина
7		18.1	1.1
	Лист	Листів	1

Формат А1

## ДОДАТОК В

					ТММ.131-ОППБ.22.06.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

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

# ДОДАТОК

					ТММ.131-ОППБ.22.06.ПЗ	Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

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

OT 1 (Система координат - СКМ (СК метричеськи))						
	X	Y	Z	Контрольна точка	Розстояние до заданої площини	Число точок
	-0.100	0.100	-100.000	xxxxx	xxxxx	xxxxx
	-0.100	0.100	0.000	xxxxx	xxxxx	xxxxx
	-0.100	0.100	-2.000	xxxxx	xxxxx	xxxxx
	-0.100	0.100	0.000	xxxxx	xxxxx	xxxxx

Циліндр 8 (Система координат - СКМ (СК метричеськи))						
Діаметр	Н. отк.	В. отк.	Нормаль	Контрольна	Опціональна	Дія
	-0.100	0.100	0.000	xxxxx	xxxxx	xxxxx

(Set Rotation angle at new origin)  
G68 X0.0 Y0.0 Z0.0 R 0.00000  
M99  
%

Результати вимірювань поверхонь