

До захисту
А. Богданов

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Кафедра Механіко-машинобудівний факультет
Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеня бакалавра

студента Первушина Дениса Павловича
(ПІБ)
академічної групи 131-20ск-1
(шифр)
спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

за освітньо-професійною програмою Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва
(офіційна назва)

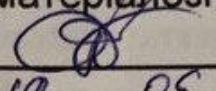
на тему Проект технології механічної обробки деталі «Ланка» на основі моделювання у комп'ютерних програмах машинобудівного виробництва

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 05.05.23 № 310с

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Богданов О.О.	78	добре	Богданов
розділів				
Аналітичний	Богданов О.О.	78	добре	Богданов
Технологічний	Богданов О.О.	78	добре	Богданов
Спеціальний	Богданов О.О.	78	добре	Богданов
Рецензент	Бас К.М.	80	добре	Бас
Нормоконтроль	Рубан В.М.	76	добре	Рубан

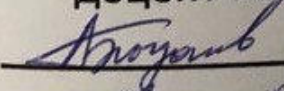
Дніпро
2023

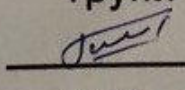
Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри технологій
машинобудування та
матеріалознавства
доцент  В.А. Дербаб
« 19 » 06 2023 р.

Проєкт технології механічної обробки деталі
«Ланка» на основі моделювання у комп'ютерних
програмах машинобудівного виробництва

ТММ.131-ОППБ.23.09.ПЗ

Керівник
доцент кафедри ТММ
 О.О. Богданов
« 19 » 06 2023 р.

Студент
групи 131-20ск-1 ММФ
 Д.П. Первушин
« 19 » 06 2023 р.

Інс. № ориг. Підп. і дата
Інс. № дубл. Взят. Інс. № Підп. і дата

ЗМІСТ

1	Аналітичний розділ.....	5
	Вступ	5
	1.1 Характеристика об'єкта виробництва	7
	1.2 Встановлення виробничої програми виробництва деталі.....	9
	1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі	11
2.	Технологічний розділ.....	12
	2.1 Визначення типу виробництва і форма його організації.....	14
	2.2 Обґрунтування форми і способу отримання заготовки	16
	2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталей	18
	2.4 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	20
	2.5 Детальна розробка технологічних операцій	22
3.	Спеціальний розділ	24
	3.1 Розробка тривимірної моделі деталі і проектування обробки деталі на верстаті з ЧПК.....	25
	Висновки.....	26
	Перелік посилань.....	27
	Додаток А	
	Технологічна документація	
	Додаток Б	
	Кресленики	
	Додаток В	
	Матеріали кваліфікаційної роботи	

ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ					
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата	
Разраб.		Первушин			Кваліфікаційна робота бакалавра
Пров.		Богданов			
Н.Контр.		Рубан			НТУ «ДП»
Утв.		Дербаба			

ВСТУП

Успішний розвиток сучасної техніки, підвищення вимог до точності обробки і якості поверхонь деталей машин і приладів, підвищення швидкостей і навантажень, застосовується за рахунок використання в техніці твердих сплавів, сплавів нітрид-титану важкооброблюваних сталей і штучних матеріалів. Ефективність металорізального обладнання на сучасному етапі розвитку машинобудівного комплексу в чималій мірі залежить від працездатності ріжучого інструмента.

Технологічні особливості ефективного застосування інструментів з СТМ обумовлені специфікою їх фізико-механічних властивостей і високою вартістю. Тому при впровадженні такого інструмента доцільно проводити техніко-економічне обґрунтування області застосування і вибору режимів різання методом оптимізації з накладенням технічних обмежень на показники процесу. Основою такого підходу є встановлення залежності основних показників процесу різання, наприклад, сил різання, температури різання, періоду стійкості інструменту і режимів обробки: глибини, подачі, швидкості, твердості оброблюваного матеріалу, геометрії інструменту.

Використання металорізального інструменту з попередньо нанесеними тонкими (1-5 мкм) зносостійкими покриттями забезпечують-кість ряд важливих переваг: підвищення продуктивності обробки різанням на 20-100%, збільшення терміну служби інструменту до 1,5-10 разів при обробці конструкційних сталей, до 4 раз - при ре-пізнанні корозійно-стійких і жароміцних сталей, в 1,5-2,5 рази - при обробці титанових і нікелевих сплавів. Крім того, досягається зниження витрат складно профільного інструменту внаслідок зменшення кількості його переточувань. Однак не завжди застосування покриттів для ріжучого інструменту економічно обґрунтовано і призводить до очікуваного ефекту. Для того щоб оцінити доцільність і ефектність їх використання, необхідне знання основних принципів примі-вати інструменту зі зносостійкими покриттями.

Якісні зміни в виготовленні ріжучого інструменту пов'язані з інтенсивним розвитком в кінці минулого століття іонно-плазмових технологій нанесення зносостійких покриттів. На світовому ринку технологій по зміцненню поверхні інструменту завжди найбільш широко були представлені два методи: метод хімічного осадження (Chemical Vapour Deposition - CVD) і метод фізичного осадження покриттів (Physical Vapour Deposition - PVD). У нашій країні більш широке промислове застосування отримали PVD-способи нанесення захисних покриттів. Справа в тому, що технології CVD мають на увазі

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

використання дорогих високочистих хімічних реагентів ($TiCl_4$, NH_3 і т.д.) і прецизійних дозаторів хімічних пре-курсорів, точний контроль продуктів хімічних реакцій в робочій камері і т.п. А нанесення PVD-покриттів за допомогою дугового або попелиціючого розряду (магнетрона) володіє більшою продуктивністю і не настільки відчутно до незначних відхилень технологічних параметрів.

Одним з найбільш ефективних шляхів підвищення працездатності ріжучого інструменту є нанесення на його робочі поверхні зносостійких покриттів. Найбільше застосування отримали зносостійке покриття, що наносяться методом конденсації речовини у вакуумі з іонним бомбардуванням (КІБ), який реалізується на установках ти-па «Булат». Відомо, що фізико-механічні та теплофізичні властивості зносостійких покриттів можуть значно відрізнятися від потенціалу властивостей інструментальної основи. Змінюючи поверхневі властивості інструментального матеріалу, зносостійке покриття оказують суттєвий вплив на характеристики процесу різання і збільшують опірність контактних майданчиків ріжучого інструменту макро- і мікро руйнувань.

Найбільше застосування в промисловості знайшли одношарові одноеlementні зносостійкі покриття, які дозволяють суттєво-но підвищити працездатність ріжучого інструменту. Однак в ряді випадків ефективність такого інструменту недостатня. Подальше вдосконалення ріжучого інструменту з покриттями може йти по шляху створення нових складів покриттів, в тому числі і багатшарових, які в більшій мірі можуть реалізувати вимоги, що пред'являються-мі до зносостійким покриттям. Однак відсутність науково-обгрунтованих принципів їх формування призводить до того, що часто одні й ті ж багатшарові покриття рекомендують використовувати для різних умов різання і навпаки в однакових умовах обрамлення рекомендуються різні багатшарові покриття складаються з нанесених шарів карбиду титану або карбонитрида титану і тонко поверхневого шару оксиду алюмінію A1203. Альтернативним варіантом служили багатшарові покриття типу TiC-TiCN-TiN. Причому поняття «багатшарові» у багатьох випадках вельми умовах а-а, оскільки методи напилення дозволяють домогтися відсутності чітко виражених міжфазних кордонів між шарами, а також між покриттям третьому і підкладкою. Багатослойні зносостійкі тверді покриття володіють підвищеною тріщино-стійкістю, поліпшеною адгезією.

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

1. Аналітичний розділ

1.1 Характеристика виробу та умови його експлуатації

Деталь «Ланка» (рис. 1) є частиною вузла «Гідророзподілювача РСД 10».

Гідророзподілювач РСД 10 призначений для місцевого (ручного) керування гідроциліндрами гірських машин і інших гідروпередвіжків. Областю застосування гідророзподільників є механізованому-рова кріплення нового технічного рівня типу КД90, КДД, КД99, ДМ і ін.

Фактором ефективного використання гідророзподільників РСД-10 є надійність, незначне зусилля на клавiші, і прийнятний-мі габарити.

Параметри РСД-10 приведні в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Параметри РСД-10

Основні параметри	РСД-10
Номінальний тиск, МПа	32±1,5
Мінімальний тиск, МПа	15
Умовний прохід, мм	8
Кількість ліній управління	6
Гідравлічний опір (при витраті 100 л / хв), МПа	3,0...4,0
Номінальна витрата, л / хв	100±5
Максимальні витрати, л / хв	120±6
Зусилля на рукоятці або клавiші ручного управління, Н	10
Кліматичне виконання	У
Категорія розміщення по ДСТУ 15150	5
Температура експлуатації, ° С	+5...+50
Габаритні розміри, мм не більше	
- довжина	160
- ширина	80
- висота	55

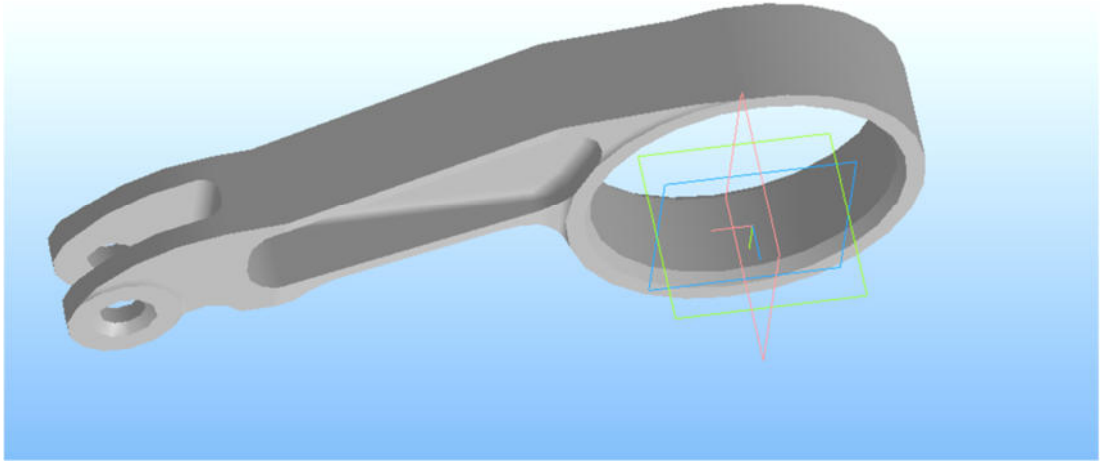


Рисунок 1 – деталь Ланка

1.2. Хімічний склад та механічні властивості матеріалу

За технологічним процесом виготовлення деталі «Ланка» матеріалом є сталь 35. Сталь 35 застосовується: для виготовлення листового прокату 4-14 мм 1-2 категорії, призначеного для холодного штампування; деталей Невисокої міцності, що зазнають невеликі напруги: осей, циліндрів, колінчастих валів, шатунів, шпинделів, зірочок, тяг, ободів, траверс, валів, бандажів, дисків та інших деталей; після гарту - для виготовлення деталей трубопровідної арматури; корпусів заглибних електродвигунів і насосів для нафтової промисловості; горячекатаних профілів для верхнього і нижнього кілець поворотного круга автопромціпів; гарячекатаного смугового профілю з ухилом для сільськогоспських машин; безшовних труб для виготовлення деталей і конструкцій в мото- вело будова; кілець суцільнокатаних різного призначення.

Хімічний склад і фізико-механічні властивості сталі 35 по ДСТУ 1050-88 наведені в таблицях 1.2 - 1.5.

Таблиця 1.2 Хімічний склад сталі 35, у відсотках

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As
0.32 – 0.4	0.17 - 0.37	0.5 -0.8	до 0,3	до 0,04	до 0,035	до 0,25	до 0,3	до 0,08

Таблиця 1.3 Температура критичних точок сталі 35, в °C

$A_{c1} = 730$, $A_{c3}(A_{cm}) = 810$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 796$, $A_{r1} = 680$, $M_n = 360$

Таблиця 1.4 Технологічні властивості сталі 35

зварюваність:	обмежено зварювана
Флокеночутливість:	не чутлива
Схильність до відпускнуї крихкості:	не схильна

Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата	<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист

Таблиця 1.5 Фізичні властивості сталі 35

T	E 10^{-5}	α 10^6	l	r	C	R 10^9
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	кг/м ³	Дж/(кг·град)	Ом·м
20	2.06			7826		
100	1.97	12	49	7804	469	251
200	1.87	12.9	49	7771	490	321
300	1.56	13.6	47	7737	511	408
400	1.68	14.2	44	7700	532	511
500		14.6	41	7662	553	629
600		15	38	7623	578	759
700		15.2	35	7583	611	922
800		12.7	29	7600	708	1112
900		13.9	28	7549	699	1156
T	E 10^{-5}	α 10^6	l	r	C	R 10^9

1.3 Аналіз технологічності конструкції деталі

На етапі проектування процесу механічної обробки, коли конструкторська документація вже затверджена і не піддається радикальним змінам, доцільно провести якісний аналіз технологічності конструкції деталі, щоб узагальнити, ґрунтуючись на досвіді виконавця, встановити ступінь відповідності показників якості прийнятим умовам виробництва.

Вимоги до основних конструкційних основ деталі (центрального отвору і опорного торця) не завищені і відповідають сервісному призначенню поверхонь.

Використовуваний матеріал забезпечує дотримання вимог до механічних властивостей поверхонь і деталі в цілому і має хороші технологічні характеристики, як при отриманні заготовки, так і при різанні.

Конструкція деталі дозволяє використовувати в якості технологічних основ правильні геометричні поверхні достатньої довжини, включаючи основну конструкцію (отвір діаметром 12 мм, зовнішня циліндрична поверхня діаметром 94 мм). Крім того, він дозволяє обробляти основну конструкцію орського підстави (наскрізний отвір діаметром 80H11) і передбачає циліндричні пази (шириною 2,5 і 3 мм) для виходу ріжучого інструменту.

Єдиним нетехнологічним елементом конструкції можна вважати неможливість обробки бічних поверхонь торцевих виступів на проході, що особливо важливо при шліфуванні. Однак це пов'язано з функціональним призначенням деталі і не може бути змінено. Крім того, механічна обробка можлива, але тільки з менш ефективними умовами різання і більш складними регулюваннями.

В цілому технологічність конструкції «ланкової» деталі після якісного аналізу можна оцінити як хорошу за основними показниками.

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

2. Технологічний розділ

2.1 Прогресивний ріжучий інструмент для обробки деталі «Ланка» на операціях

При обробці деталі «Ланка» на фрезерної, свердлильної, токарної з ЧПУ, програмно-комбінованої операції використовується наступний основний ріжучий інструмент:

1. Фрезерна операція з ЧПУ (010)
Фреза Ø63 R220.29-0063-10.4A, оправлення - BT50SEMC22-100, пластина - RPHT2006MOT-ME12, сплав F40M
2. Свердлильна операція з ЧПУ (015)
Свердло Ø3,3 VAPDMSUSD0330
3. Фрезерна з ЧПУ операція (020)
Фреза Ø40 AQXR404SA32S, пластина - QOGT2062R-G1, сплав VP15TF
4. Фрезерна з ЧПУ операція (030)
Фреза Ø18 ELC4JCD1800, сплав TF 15
5. Фрезерна з ЧПУ операція (040)
Фреза Ø20 AQXR204SA20L, пластина - QOMT1035R-M2, сплав VP30RT
6. Фрезерна з ЧПУ операція (040)
Фреза Ø20 R3 EC-B6200-76C20-104, сплав IC 903
7. Фрезерна з ЧПУ операція (050)
Фреза Ø12 R2 - SZE4120SG

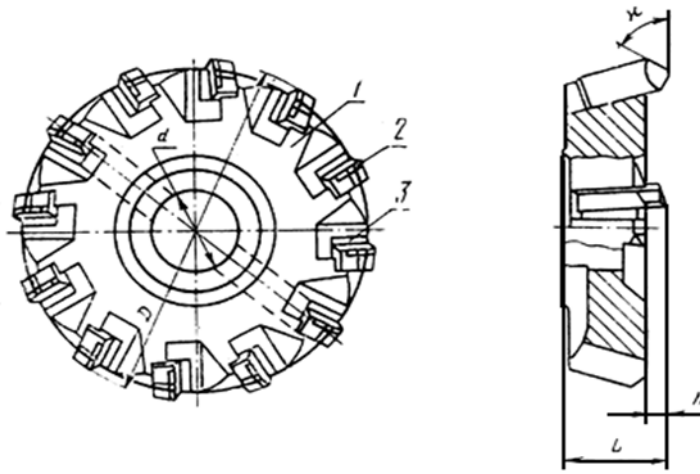
Розглянемо більш детально операції фрезерування і свердління. На першій операції відбувається фрезерування поверхонь за все «Звеноа», 2214-0007-600-IT5K10 фрезою Ø200 мм ДСТУ 24359-80. Фреза торцева насадні зі вставними ножами, оснащеними пластинами з твердого сплаву. Фрезерування проводиться на верстаті 6P12 (рис. 3.1).

На операціях свердління використовуються свердла 2300-2643, Ø12,2 ДСТУ 10902-77; 2300-2594, Ø7,1 ДСТУ 10902-77; 2300-6576, свердло Ø5,1 ДСТУ 10902-77; 2300-0139, свердло Ø3,0 мм P9K5 ДСТУ 10902-77.

При обробці деталі інструментом без покриття, відбувається швидкий знос інструменту і погіршується якість оброблюваної по-поверхні. Що б підвищити довДСТУроковість роботи інструменту, і тим самим поліпшити якість обробки поверхні має місце впровадити новий прецизійний інструмент на основі покриттів нітриду титану. Як зазначалося в розділі 2, при використанні інструменту з покриттям нітриду титану працездатність інструменту збільшується 3,2-5,5 раз. Хоча цінова політика на інструмент з покриттям трохи

					ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

вище, ніж без, але за рахунок якості обробки вони перевершують в роботі в сучасному машинобудуванні.



а)



б)

Рисунок 3.1 – Фреза торцова Ø 200 ДСТУ 24359-80 а) ескиз; б) модель

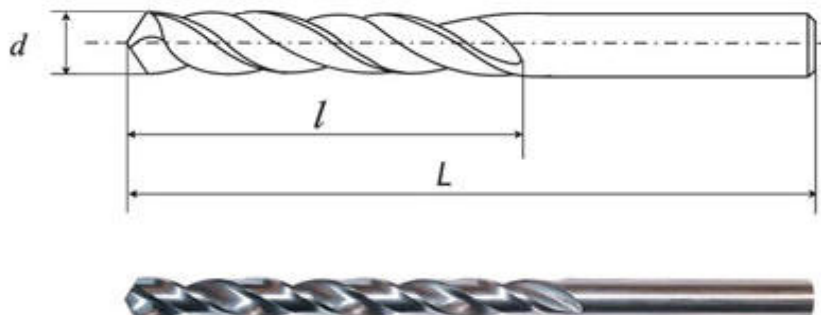


Рисунок 3.2 – Ескиз сверла спірального с циліндричним хвостовиком ДСТУ 10902-77

					ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

2.2 Застосування сучасного інструменту фірми SANDVIK Coromant

Компанія Sandvik Coromant - один з декількох світових лідерів у виробництві та постачанні високопродуктивного металорізального інструменту. По всьому світу в компанії Sandvik Coromant працюють понад 8000 осіб, з них 1800 на найбільшому заводі з виробництва твердо-сплавних пластин і корпусів інструменту в м Гімо (Швеція). Компанія постачає широкий асортимент інструменту для точіння, фрезерування, свердління, обробки різьби, а також сучасні системи модульної швидкозмінною оснастки. Асортимент продукції, що випускається компанією Sandvik перевищує 25000 найменувань.

Sandvik Coromant - це не тільки кращий інструмент - це, в першу чергу, високоефективні технологічні рішення, що дозволяють замовника компанії домогтися відмінних результатів обробки.

Фреза CoroMill 345

Для фрезерування всієї Ланки вибираємо фрезу CoroMill 345 Ø 214 з головним кутом в плані 45 °.

- Фреза призначена для загального призначення при фрезеруванні
- Передбачається менше вібрацій на великому вильоті
- Підвищується продуктивність за рахунок більш тонкої стружки



Рисунок 3.3 – Фреза Coro Mill 345

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

CoroMill 345 - це нова торцева фреза з кутом в плані 45 °, спосібна забезпечити найвищу економічну ефективність торцевого фрезерування. Цей передовий інструмент був спроектований для високо-продуктивного фрезерування з малими і середніми значеннями глибин різання. Робочою матеріалами для нової фрези є всі групи матеріалів від ISO-P до ISO-S. Торцева фреза CoroMill 345 відрізняється плавним процесом обробки і низьким рівнем шуму. Вона оснащується восьмигранними ріжучими пластинами унікальної конструкції, що дозволяють добитися високої економічності і продуктивності обробки. Зростаюче останнім часом використання безлюдних технологій у виробництві вимагає інструменту підвищеної надійності і передбачуваності в роботі. Нова фреза CoroMill 345 в повній мірі відповідає цим вимогам сучасного виробництва - вона забезпечує безперебійну роботу з мінімальним часом незапланованих застоїв обладнання.

переваги:

- Двостороння пластина забезпечує економічність і продуктивність обробки. При цьому досягається висока якість обробленої поверхні
- Унікальний дизайн базового гнізда і опорної пластини
- Захист пластини від пошкодження стружкою - при роботі з великою глибиною різання сусідня ріжуча кромка на пластині залишився неушкодженим-мій.

Нові фрези комплектуються пластинами зі сплавів GC1030 і GC4230 легкого та середнього геометрій.

Сплав GC1030.

Сплав з PVD покриттям нітрид-титану, що представляє перший вибір для обробки в нестабільних умовах різання. А саме, обробка довго-кромок фрезами, проблема пакування стружки, обробка високих уступів, фрезерування з великим вильотом та точіння фрезеруванням. Виступає в якості гарного рішення для операцій, що потребують підвищеної міцності сплаву. Пластини з шліфованими ріжучими крайками з цього сплаву є першим вибором для фрезерування в'язких матеріалів, таких як низьковуглецеві сталі.

Сплав GC4230.

Широкоуніверсальний твердий сплав з покриттям нітрид-титану з хорошим балансом надійності і продуктивності. Рекомендується для легкого і важкого фрезерування (з використанням MOR і без) нелегованих і низьколегованих сталей. Перший вибір для операцій торцевого фрезерування і оптимізований варіант для високопродуктивної обробки уступів.

Дана фреза є більш оптимальною за якістю і виробляйності, в порівнянні з фрезою без покриття.

Свердло CoroDrill 880

Свердло зі змінними пластинами, що складається з міцного сплаву, в якому закріплюються центральні і периферійні ріжучі пластини з унікальною

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата					

ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ

конструкцією Step Technology™ (ступінчаста технологія), що забезпечує чудовий баланс сил різання. CoroDrill® 880 гарантує високу ефективність при обробці всіх груп матеріалів.

переваги:

- До 100% підвищення продуктивності
- Висока точність отвору і гарна якість поверхні

Для обробки деталі «Ланка» на свердлильній операції, використовуємо Свердел CoroDrill 880 Ø 12,2; Свердло CoroDrill Delta-C R840 Ø 5,1; Свердло CoroDrill Delta-C R840 Ø 7,1; Свердло CoroDrill Delta-C R840 Ø 1,9.

Технічні особливості:

• Міцна конструкція ріжучої пластини для підвищеної надійності обробки в нестабільних умовах

- Надійна альтернатива для обробки отворів діаметром менше 24 мм (0,945 ")
- Ідеальне рішення для використання як не що обертається
- Пластини з двома ріжучими крайками
- Універсальна геометрія для всіх груп оброблюваних матеріалів
- Зміцнений наклепом корпус свердла для підвищення втомної міцності
- Широкий діапазон радіальної регулювання
- Можливості зворотного розточування і обробки фасок



Рисунок 3.4 – Свердло CoroDrill® 880

Область застосування

- Від низьких до середніх подач
- Нестабільні умови, що вимагають міцних ріжучих пластин з жорстким закріпленням

• У якості не що обертається

Сплави для центральної пластини GC1044:

										Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата						

ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ

Дрібнозерниста основа забезпечує оптимальне поєднання міцності і зносостійкості. Покриття PVD TiAlN товщиною 3 мкм забезпечує високу міцність ріжучої кромки і стійкість до утворення нароста.

Сплави для периферійної пластини GC4044, GC4014.

Для периферійної пластини вибір сплавів більш широкий, по-скільки швидкість різання і умови варіюються в більшому діапазоні. Сплав GC4044 - найміцніший, а сплав GC4014 - самий зносостійкий.

Дрібнозерниста основа володіє чудовою міцністю. Сплав має PVD покриття TiAlN чорного кольору товщиною 3 мкм, забезпечуючий зносостійкість і стійкість до утворення наросту.

Таким чином за рахунок впровадження прецизійного свердла ми отримуємо надійність і довговічність, проста і надійна заміна пластини, висока стійкість інструменту і висока хвилинна подача, чудову якість отвори, оптимізована евакуація стружки, зниження вар-мости виготовлення отвори.

2.3 Вибір методів обробки поверхонь (МОП) деталі

Маршрут обробки деталі «Ланка»

Поверхня деталі	Квалітет	Шорсткість R_a , мкм	Переходи механічної обробки
$\varnothing 166 f 7 \begin{pmatrix} -0.043 \\ -0.083 \end{pmatrix}$	7	0,8	чорнове точіння напівчистове точіння чистове точіння шліфування
$R33 \begin{pmatrix} +0.8 \\ -0.3 \end{pmatrix}$	15	3,2	Однократне фрезерування
$R28 \begin{pmatrix} +0.8 \\ -0.3 \end{pmatrix}$	16	3,2	Однократне фрезерування
$R13 \begin{pmatrix} +0.8 \\ -0.2 \end{pmatrix}$		3,2	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування
$\varnothing 6 H9 \begin{pmatrix} +0.03 \\ 0 \end{pmatrix}$	9	1,6	Чернове точіння Чистове точіння Тонке точіння
$\varnothing 128 \begin{pmatrix} +0.25 \\ 0 \end{pmatrix}$		3,2	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування
$\varnothing 137 F9 \begin{pmatrix} +0.143 \\ +0.043 \end{pmatrix}$	9	1,6	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування
$\varnothing 152 H9 \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0 \end{pmatrix}$	9	1,6	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

Поверхня деталі	Квалітет	Шорсткість R_a , мкм	Переходи механічної обробки
$\varnothing 147 \pm 1$		3,2	Однократне фрезерування
$\varnothing 132 H7(0^{+0.04})$	7	0,8	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування
$\varnothing 145 H7(0^{+0.04})$	7	0,8	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування
6 _{-0.1}		1,6	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування
7 $\pm 0,5$		1,6	Однократне фрезерування
28 $\pm 0,5$		3,2	Однократне фрезерування
3 ⁺¹		3,2	
8 H9(0 ^{+0.036})	9	1,6	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування
14,5 h11(0 ^{-0.11})	11	1,6	Однократне фрезерування
15 ^{+0.5}		3,2	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування
12 h11(0 ^{-0.11})	11	3,2	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування
15 $\pm 0,5$		3,2	Однократне фрезерування
30 $\pm 0,3$		3,2	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування
150 _{-0.2}		1,6	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування
35 H7(0 ^{+0.062})	7	0,8	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування
70 $\pm 0,5$		3,2	Однократне фрезерування
127 $\pm 0,2$		1,6	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування
68 $\pm 0,5$		1,6	Однократне фрезерування

Поверхня деталі	Квалітет	Шорсткість R_a , мкм	Переходи механічної обробки
$13 \pm 0,5$		3,2	Однократне фрезерування
$120 H9(\begin{smallmatrix} +0.087 \\ 0 \end{smallmatrix})$	9	0,8	Чорнове фрезерування Чистове фрезерування Тонке фрезерування

Вся механічна обробка виконується на верстаті OKUMA MU400VA (рис.)



Рис. Верстат OKUMA MU400VA

2.4 Проектування спеціального верстатного пристосування

Спеціальне верстатне пристосування проектується для операції фрезерування поверхні $118 \pm 0,5$ застосовуючи гідравлічні перенастрайваемі лещата зі спеціальними губками.

3.5.1 Розрахунок точності верстатного пристосування

Точність верстатного пристосування знаходиться за умовою $\epsilon < [\epsilon]$

де $[\epsilon]$ - допустима величина похибки пристосування, мкм;

ϵ - дійсна величина похибки при обробці,

Допустима величина похибки залежить від прийнятої схеми базивання, величини допуску на розмір і похибок механічної обробки

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

$$[\varepsilon_{\sigma}] = T - K_y \cdot \omega$$

$$[\varepsilon_{\sigma}] = 340, \text{ мкм}$$

где IT=500- допуск на виконуваний розмір;

$K_y = 0,8$ - коефіцієнт посилення точності обробки;

ω - середньо економічна точність при розточування, рівна 200 мкм.

Дійсна похибка пристосування

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_{\sigma}^2 + \varepsilon_{\zeta}^2 + \varepsilon_{\pi}^2}$$

де, ε_{σ} - похибка базування (мкм);

ε_{ζ} - похибка закріплення, мкм;

ε_{π} - похибка положення, мкм

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,5IT_D + IT_d + \Delta_{\text{гар}}$$

де $IT_D = 500$ мкм- допуск деталі,

$IT_d = 25$ мкм- допуск на пристосування,

$\Delta_{\text{гар}} = 0,02$ - гарантований зазор між деталю и оправкой.

$\varepsilon_{\sigma} = 295$ мкм

$\varepsilon_{\zeta} = 0$, т.к. лінія дії сили закріплення перпендикулярна напряму разме-ра, який виконується;

$\varepsilon_{\pi} = 0$, т.к. похибка зносу настановних елементів пристосування дорівнює нулю.

3.5.2 Розрахунок сил затиску

Сила затиску для оправлення визначається за формулою

$$P_z = \frac{[KR_2 + 0,5R_1(f_1 - f_2)]}{f_1 + f_2}$$

$$K = K_0 K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6$$

$K = 3,24$

$K_0 = 1,5$ - гарантований коефіцієнт запасу,

$K_1 = 1,2$ - коефіцієнт, який характеризує стан базових по-поверхонь за-готовки,

$K_2 = 1,8$ - коефіцієнт, який характеризує затуплення ріжучого інструме-нту

$K_3 = 1$ - коефіцієнт, який характеризує ударний характер про-процесу різання,

$K_4 = 1$ коефіцієнт, який характеризує сталість сили зажиму,

$K_5 = 1$ коефіцієнт, який характеризує зручність використання затискно-го механізму, в разі використання мускульної сили,

$K_6 = 1$ коефіцієнт, який нерухомість схеми базування під час затиску заготовки в пристосуванні

$f_1 = 0,16$ - сила тертя в зоні контакту заготовки з опорами,

					ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата			

$f_2 = 0,16$ - сила тертя в зоні контакту заготовки з затискним механізмом,

R_1, R_2 - складові сили різання,

$P_3 = 37,16$ кН

3.5.3 Розрахунок параметрів гідроциліндра

Діаметр поршня гідроциліндра двосторонньої дії для закріплення заготовки

$$d_n = 4 * P_3 = 95,48 \text{ мм,}$$

де,

$P_3 = 22312$ Н, зусилля затиску;

$p = 6,3$ МПа, робочий тиск;

$\eta = 0,93$, коефіцієнт корисної дії гідроциліндра.

На підставі розрахункових даних, в якості приводу лещат, прийнятим стандартом є гідроциліндр двосторонньої дії $\varnothing 100$ мм, ДСТУ 19899-74.

3.5.4 Технічна характеристика гідроциліндра

Діаметр поршня - 100 мм;

Діаметр штока - 40;

Хід поршня не більше - 80 мм.

Реалізована сила на штоку гідроциліндра при робочому тиску 6,3 МПа:

штовхальна - 76,9 кН;

тянуча - 61,3 кН

3.5.5 Розрахунок пристосування на міцність

Розрахунок пристосування на міцність проводиться по найбільш слабкому ланці при передачі зусилля затиску від гідроциліндра на деталь. Найбільш слабкою ланкою є болти кріплення, що працюють на раз-рив. Міцність болта перевіряємо за умовою

$$G_p = \frac{4 * P}{\pi * d^2} \leq [G_p];$$

де,

$P = 8,5$ кН, сила діюча на опору;

$d_1 = 8,2$ мм, внутрішній діаметр різьби.

Розрахунок:

$$G_p = \frac{4 * 8500}{3,14 * 8,2^2} = 162,2 \text{ МПа.}$$

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

3. Спеціальний розділ

3.1 Побудова 3D моделі деталі з використанням Autodesk PowerSHAPE. Розрахунок автоматизованої механічної обробки деталі в САМ-системі PowerMILL

Тривимірна модель деталі «Ланка» (рис.3.2) побудована в САД-системі Autodesk PowerSHAPE згідно робочого креслення підприємства (рис. 5.1).

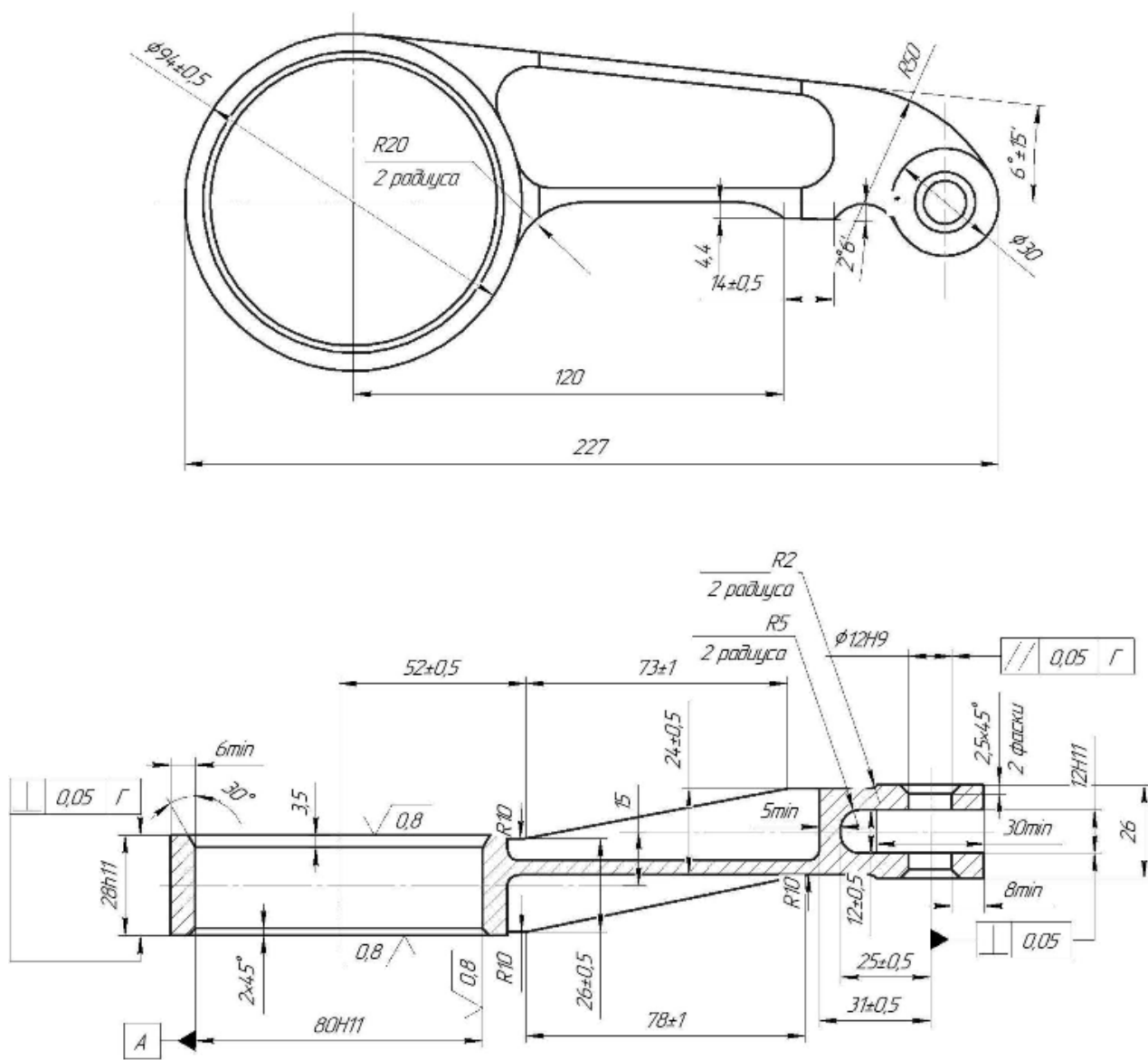


Рисунок 5.1 – Робоче креслення деталі «Ланка»

										Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата	ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ					

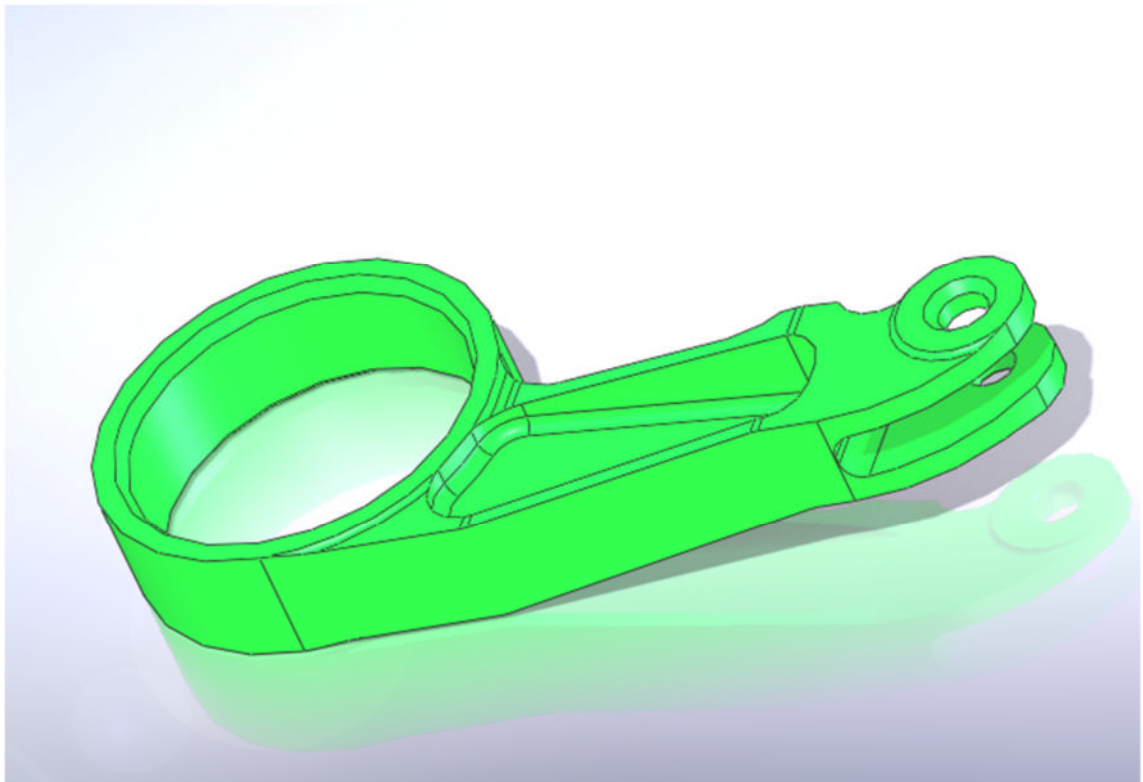


Рисунок 5.2 – Об'ємна модель деталі «Ланка»

У САМ-системі Autodesk PowerMILL була спроектована механічна обробки деталі «Ланка».

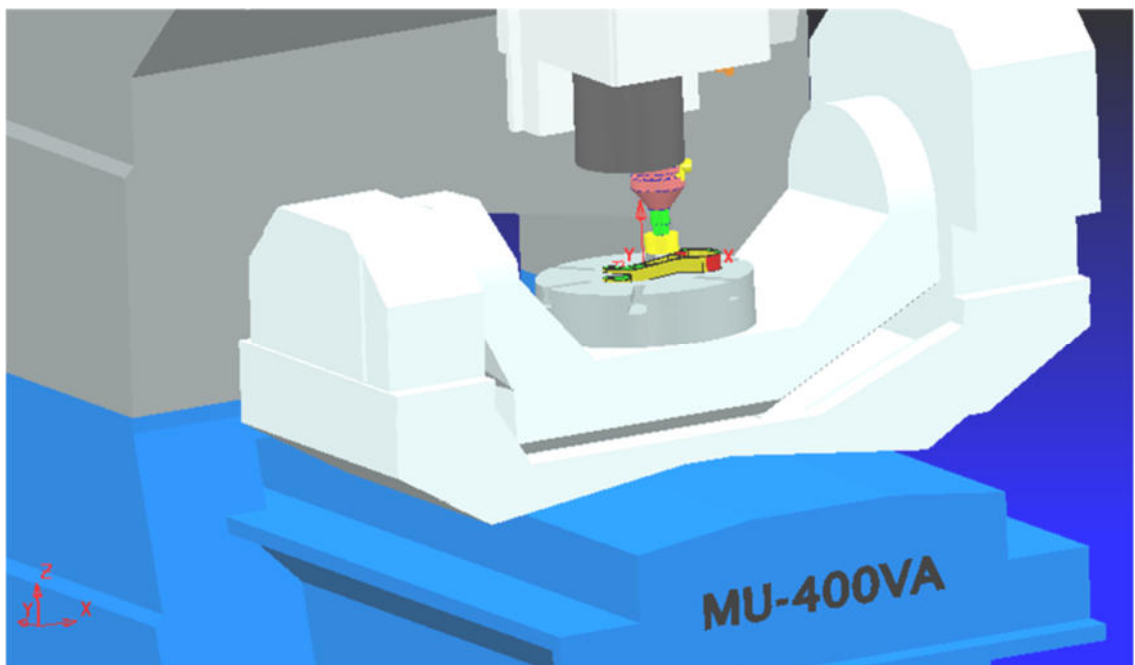


Рисунок 5.3 – Загальний вигляд деталі «Ланка» на верстаті з ЧПК
OKUMA MU400VA

Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата

TMM.131-ОППБ.23.09ПЗ

Лист

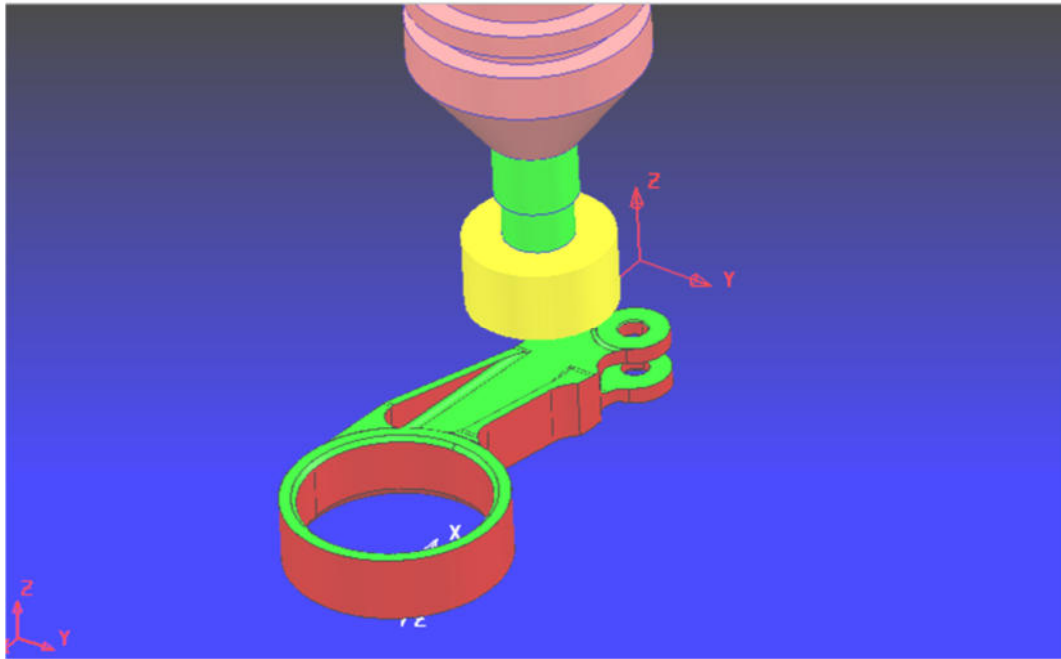


Рисунок 5.6 – Фрезерування торцевою фрезою поверхні - 2,
в розмір $34 \pm 0,5$;

Інструмент:

Фреза $D=63$ R220.29-0063-10.4A; пластина - RPHT2006MOT-ME12,
сплав – F40M; Оправка – BT50SEMC22-100

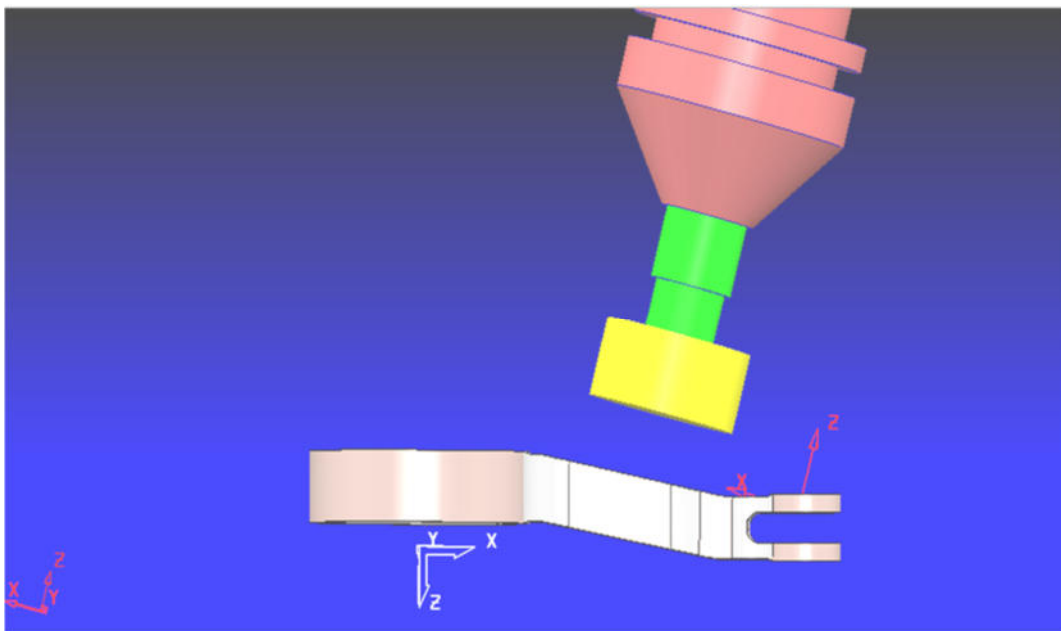


Рисунок 5.7 – Фрезерування торцевою фрезою поверхні - 3,
в розмір $34 \pm 0,5$;

Інструмент:

Фреза $D=63$ R220.29-0063-10.4A; пластина - RPHT2006MOT-ME12,
сплав – F40M; Оправка – BT50SEMC22-100.

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

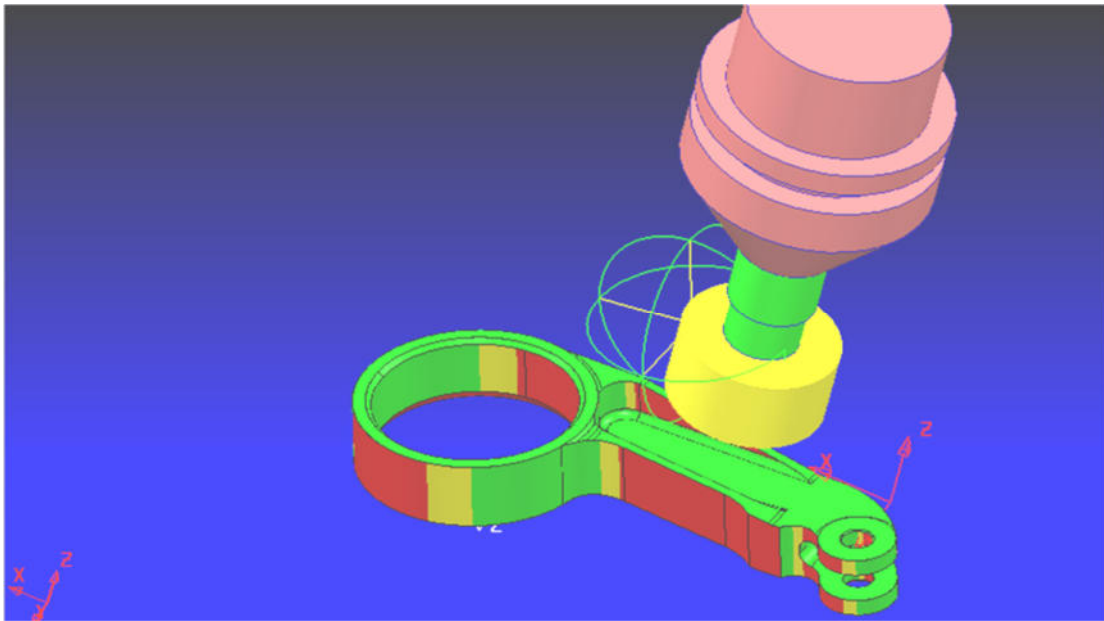


Рисунок 5.8 – Доопрацювання стінок фрезою по бічних гранях

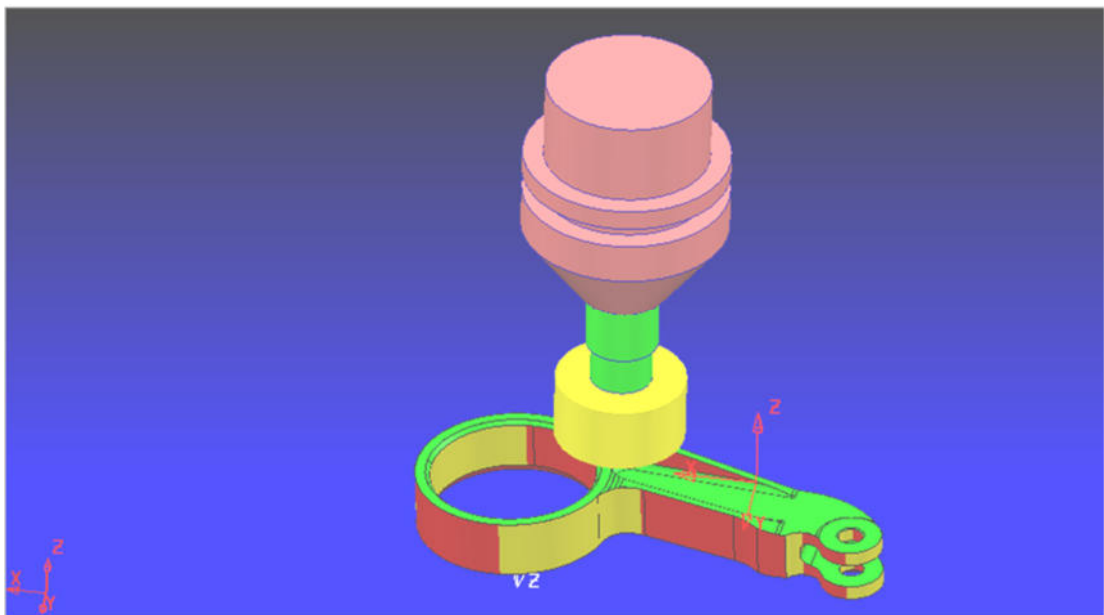


Рисунок 5.9 Фрезерування торцевою фрезою поверхні - 4,
в розмір $34 \pm 0,5$;

Інструмент:

Фреза D=63 R220.29-0063-10.4A; пластина – RPHT2006MOT-ME12,
сплав – F40M;

Оправка – BT50SEMC22-100

					ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

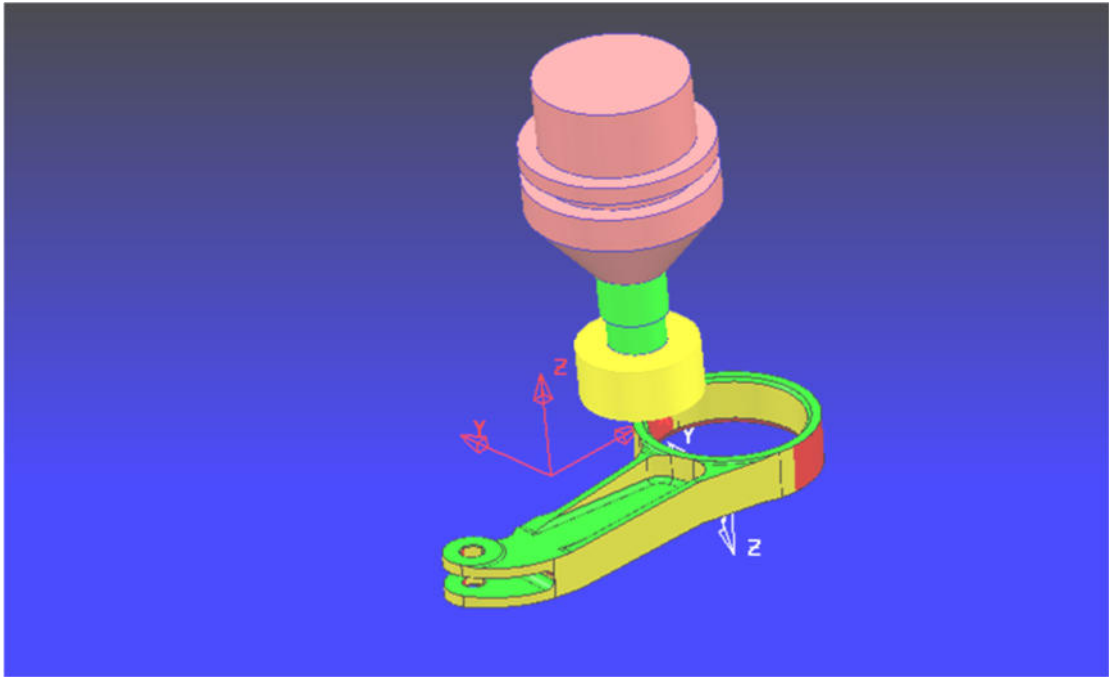


Рисунок 5.10 – Фрезерування торцевою фрезою поверхні - 5,
в розмір $34 \pm 0,5$;

Інструмент:

Фреза $D=63$ R220.29-0063-10.4A; пластина - RPHT2006MOT-ME12,
сплав – F40M;

Оправка – BT50SEMC22-100.

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

ВИСНОВКИ

Після викладу розділів кваліфікаційної роботи зробимо висновки про виконану роботу в наступному:

- в аналітичному розділі проведено аналіз креслень конструкцій деталі ланка метою визначення якісної оцінки технологічності конструкцій та визначення коефіцієнта уніфікації деталей, що представляє собою кількісну оцінку технологічності конструкції деталі;

- в технологічному розділі визначається тип виробництва і форма організації технологічного процесу виробництва деталі ланка, вибирається і економічно обґрунтовується спосіб отримання заготовки, розробляється маршрут обробки деталі, визначаються режими різання. У розробленому маршруті обробки деталей досягли вищої точності і зниження основного технологічного часу за рахунок раціональної послідовності обробки деталі ланка;

- в спеціальному розділі створена твердотільна модель ланка в програмі PowerShape та виконана обробка поверхонь деталі за допомогою програми PowerMill, розраховано код керуючої програми для верстата з ЧПК OKUMA.

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1) Довідник користувача ЄКТС [Електронний ресурс].
<https://kpi.ua/files/ECTS.pdf> (дата звернення: 04.11.2017).
- 3) ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання.
- 4) ДСТУ 8302:2015. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.
- 5) ДСТУ 2.106-96. (Межгосударственный стандарт) Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
- 6) ДСТУ ДСТУ 3.1105-2011. Єдина система технологічної документації. Форми та правила оформлення документів загального призначення (ДСТУ 3.1105-2011, IDT).
- 7) ДСТУ ДСТУ 2.104-2006 Єдина система конструкторської документації. Основні написи (ДСТУ 2.104-2006, IDT).
- 8) ДСТУ ДСТУ 3.1103:2014 Єдина система технологічної документації. Основні написи. Загальні положення (ДСТУ 3.1103-2011, IDT).
- 9) ДСТУ ДСТУ 3.1102:2014 Єдина система технологічної документації. Стадії розробки та види документів. Загальні положення (ДСТУ 3.1102-2011, IDT).
- 10) ДСТУ 3.1404-86. (Межгосударственный стандарт) Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
- 11) Освітньо-професійна програма вищої освіти для бакалавра спеціальності 131 Прикладна механіка / В.В. Проців, С.Т. Пацера, В.В. Зіль; Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д. : НТУ «ДП», 2019. – 22 с.

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

12) Закон України «Про вищу освіту» [Електронний ресурс].

<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1556-18>

13. Сучасні екологічні безпечні технології виробництва: монографія /Ф.В. Новіков, В.А. Жовтобрюх, Г.В. Новіков, - Д.: Ліра, 2017.-372 с.

14. Проектування і автоматизоване програмування сучасних технологій для верстатів з ЧПУ: монографія / В.А Жовтобрюх, Ф.В. Новіков.- Днепр: Ліра ,2019-480с.

15. Технології виробництва: проблеми і рішення: монографія Ф.В. Новіков, В.А. Жовтобрюх, С.А. Дітіненко та ін. – Д.: 2019. – 536 с.

16. Оптимальні рішення в металообробці: монографія Ф.В. Новіков, В.А. Жовтобрюх, Г.В. Новіков, -Д.: Ліра 2017. – 476 с.

17. Каталог [електронний ресурс] hoffmann-group каталог інструменту
URL:<https://www.hoffmann-group.com/RU/ru/horu/service/downloads/blaetterkatalog>

					<i>ТММ.131-ОППБ.23.09ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Поспись	Дата		

Поз.	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	Примітки
			<u>Документація</u>		
A4		TMM.131-ОППБ.23.09 ПЗ	Пояснювальна записка	29	
A4		2070743.01140.00012	Комплект техдокументації	14	
			<u>Графічні матеріали</u>		
A4		TMM.131-ОППБ.23.09.01	Деталь Ланка	1	РК
A4		TMM.131-ОППБ.23.09.02	Деталь Ланка заготовля	1	РК
A1		TMM.131-ОППБ.23.09.03	Пристосування	1	СК
		TMM.131-ОППБ.23.09.04	Автоматизація	1	-

ня
ого
ми
ня
і з
б
му
ок.
П.
на

TMM.131-ОППБ.23.09ПЗ

Из	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
Розраб.		Первушин		
Керівн.		Богданов		
Н.конт		Рубан		
Замв.		Дербаба		

Матеріали
кваліфікаційної роботи

Лит	Лист	Листов

НТУ «ДП» ММФ
131-20ск-1

Відгук
на кваліфікаційну роботу бакалавра
студента групи 131-20ск-1 Первушина Дениса Павловича
на тему: Проект технології механічної обробки деталі «Ланка»
на основі моделювання у комп'ютерних програмах машинобудівного
виробництва

Метою кваліфікаційної роботи студента Первушина Дениса Павловича є розробка технології обробки деталі «Ланка».

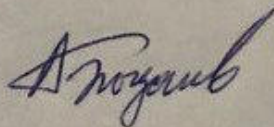
Аналітичний розділ роботи пов'язаний з аналізом деталі на технологічність. В технологічному розділі розроблено технологічний маршрут обробки деталі, розроблені технологічні операції з механічної обробки з використанням сучасних верстатів з ЧПК, виконано кресленики заготівлі, деталі.

В спеціальному розділі роботи розроблено маршрут обробки деталі на верстаті з ЧПК з використанням спеціальних CAD, CAM-програм. Приведено код створеної керуючої програми для обробки деталі на верстаті.

За час виконання кваліфікаційної роботи студент Первушин Д.П. показав достатні теоретичні знання та практичні навички, уміння вирішувати сучасні науково-технічні задачі із застосуванням засобів обчислювальної техніки.

Вважаю, що за обсягом, змістом, формою кваліфікаційна робота студента Первушина Д.П. відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт бакалаврів за спеціальністю 131 Прикладна механіка. Робота може бути допущена до захисту з рекомендованою оцінкою «добре», а її автор заслуговує присудження йому ступеня бакалавра за вказаною вище спеціальністю.

Керівник
кваліфікаційної роботи
доцент, к.т.н.



О.О. Богданов

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра
студента гр. 131-20ск-1

Первушина Дениса Павловича
НТУ «Дніпровська політехніка»

на тему:

«Проект технології механічної обробки деталі «Ланка» на основі моделювання у комп'ютерних програмах машинобудівного виробництва»

Кваліфікаційна робота Дениса виконана в темі сучасного автоматизованого виробництва. В кваліфікаційній роботі висвітлені проблеми оптимального процесу технології механічної обробки деталі «Ланка».

Д.П. Первушин достатньо повно змоделивав предмет, об'єкт розроблення випускної роботи як раціональний технологічний процес виготовлення деталі з застосуванням CAD-CAM систем.

Роботі можна висловити декілька зауважень. Авторіві варто було б приділити більше уваги до чіткішого формулювання термінів в спеціальному розділі, ескізам та альтернативним варіантам сучасних верстатів з ЧПК.

Виявлені зауваження знижують вагу здійснених автором розробок. Кваліфікаційна робота варта оцінки «добре» (80 балів), а Первушин Д.П. заслуговує здобуття кваліфікації бакалавра зі спеціальності 131 Прикладна механіка за ОППБ «Комп'ютерні технології машинобудівного виробництва».

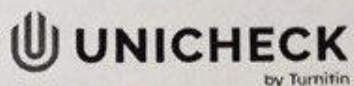
Рецензент
завідувач кафедри
автомобілів та автомобільного господарства,
к.т.н., доцент

10 липня 2023р.

К.М. Бас

Результат перевірки унікальності тексту

Випускної кваліфікаційної роботи бакалавра Первушина Д.П.



Ім'я користувача:
Олександр Богданов

Дата перевірки:
28.06.2023 10:39:25 EEST

Дата звіту:
28.06.2023 10:40:37 EEST

ID перевірки:
1015718948

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

ID користувача:
100010623

Назва документа: 09 Кв робота Первушин ДП 131-20ск-1

Кількість сторінок: 34 Кількість слів: 5043 Кількість символів: 36757 Розмір файлу: 1.96 MB ID файлу: 1015362754

14.4%

Схожість

Найбільша схожість: 3.39% з Інтернет-джерелом (<http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789-110090/1/171-011-2013.pdf>)

13.0% Джерела з Інтернету 163

Сторінка 10

2.46% Джерела з Бібліотеки 32

Сторінка 17

Виконавець
кваліфікаційної роботи

Д.П. Первушин

Керівник
кваліфікаційної роботи

О.О. Богданов

Перевірив текст

О.О. Богданов

Завідувач кафедри

В.А. Дербаба