

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ Олег ЛЕВЧЕНКО
(підпис)

“ ” _____ 2026 р.

Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»
спеціальності 131 Прикладна механіка

на тему: Маніпулятор встановлення ручки у форму видуву пляшки 18,9 літрів

Виконала: студентка 4 курсу, групи МА-21

_____ Мовчан Майя Сергіївна _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник Беліков Костянтин Олександрович к.т.н., доцент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці Беліков Костянтин Олександрович к.т.н., доцент _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проєкті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2026 рік

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Навчально-науковий механіко-машинобудівний інститут
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 131 Прикладна механіка

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) Олег ЛЕВЧЕНКО

“ _____ ” _____ 2026 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студентці

Мовчан Майї Сергіївні

1. Тема проєкту Маніпулятор встановлення ручки у форму видуву пляшки 18,9 літрів

Керівник проєкту Беліков Костянтин Олександрович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 01 ” червня 2026 року № 2019-с

2. Термін подання студентом проєкту _____

3. Вихідні дані до проєкту : тиск 8 бар, максимальна висота 1080 мм, максимальна ширина – 970 мм, цикл змикання видувної форми 7 секунд, висота нижньої точки встановлення ручки 887,942 мм.

4.Зміст пояснювальної записки : Вступ. Загальний аналіз. Проєктування маніпулятора. Технологічний процес механічної обробки деталі. Охорона праці. Висновки. Список літератури. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу :

1. Маніпулятор – 1л. ф. А2

2. Механізм руки маніпулятора – 1л. ф. А2

3. Механізм подачі ручок – 1л. ф. А2

4. Каркас в зборі – 1л. ф. А3

5. Рама верхня – 1л. ф. А2

6. Рама нижня – 1л. ф. А2

7. Рама середня – 1л. ф. А2

8. Накладка ліва – 1л. ф. А4

9. Накладка права – 1л. ф. А4

10. Призма – 1л. ф. А4

11. Куток – 1л. ф. А4

12. Схема пневматична принципова – 1л. ф. А2

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	доц. Беліков К.О		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проєкту	Термін виконання етапів проєкту	Примітка
1	Пошук і вивчення обраної теми дипломного проєкту	01.05.2026	
2	Аналіз існуючих систем	07.05.2026	
3	Проектування маніпулятора	15.05.2026	
4	Технологічний процес механічної обробки деталі	25.05.2026	
5	Охорона праці	30.05.2026	
6	Оформлення креслень	02.06.2026	
7	Оформлення пояснювальної записки	06.06.2026	
8	Захист дипломного проєкту	16.06.2026	

Студент

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

АНОТАЦІЯ

Пояснювальна записка до даного проєкту налічує: 118 сторінок, 165 рисунків, 9 таблиць, 12 джерел.

В цій дипломній роботі проведена розробка пневматичного маніпулятора, що виконує дію вставлення ручки у видувну форму машини для видуву ПЕТ-тари для отримання пляшки об'ємом 30 літрів з інтегрованою ручкою. Розроблена конструкція передбачає прив'язку механізму до видувної машини - її механічне приєднання до рами, зберігаючи при цьому компактність. Керування системою управління маніпулятора здійснюється з програмованого логічного контролера автомату. Очікується, що пристрій який розробляється автоматизує та спростить процес виробництва тари на видувній автоматичній машині.

Маніпулятор розроблений на базі пневматичних компонентів компанії Festo та SMC, які було підібрано. Також розроблена система керування на компонентах компанії B&R, сумісних з уже існуючими компонентами програмного керування.

В першому розділі приведенні основні положення технологічного процесу пневматичного формування тари, а також розглянуто та проаналізовано існуючі комерційні приклади подібних розробок маніпуляторів.

В другому розділі розглянуті та описані основні вузли маніпулятора та його основні конструктивні рішення.

Третій розділ присвячений технології машинобудування. Було розроблено виконавчу програму для оброблення деталі, яка була спроектована для збірки маніпулятора.

Четвертий розділ розглядає охорону праці під час виконання дипломного проєкту. Було проаналізовано чинники що можуть нашкодити здоров'ю.

Ключові слова : маніпулятор, автомат для пневматичного формування ПЕТ-тари, автоматизація видуву ПЕТ-тари, ПЕТ-тара об'ємом 5 галонів.

ANOTATION

An explanatory note for this project contains: 118 pages, 165 figures, 9 tables, 12 sources.

In this thesis, a pneumatic manipulator has been developed that performs the action of inserting a handle into the blow mold of a PET container blowing machine to obtain a 30-liter bottle with an integrated handle. The developed design involves tying the mechanism to the blow molding machine - its mechanical connection to the frame, while maintaining compactness. The control system of the manipulator is controlled from the programmable logic controller of the machine. It is expected that the device being developed will automate and simplify the process of container production on an automatic blow molding machine.

The manipulator is designed on the basis of pneumatic components from Festo and SMC, which were selected. A simple control system has also been developed on components from B&R, compatible with existing software control components.

The first section presents the main provisions of the technological process of pneumatic container molding, and also considers and analyzes existing commercial examples of similar manipulator developments.

The second section discusses and describes the main components of the manipulator and its main design solutions.

The third section is devoted to the technology of mechanical engineering. An executive program was developed for machining a part that was designed for assembling the manipulator.

The fourth section considers the problem of occupational safety during the implementation of the diploma project. Factors that can harm health were analyzed.

Keywords: manipulator, automatic machine for pneumatic molding of PET containers, automation of PET container blowing, PET container with a volume of 5 gallons.

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: Маніпулятор встановлення ручки у форму видуву пляшки 18,9 літрів

Київ – 2026 рік

Зміст

ВСТУП.....	9
Розділ 1. Загальний аналіз	11
1.1 Технологічний процес формування пляшки з ПЕТу.....	11
1.2 Реалізовані проєкти.....	12
1.2.1 Видувна машина SIDE 5001e.....	12
1.2.2 Видувна машина SIAP I EA1WM-U.....	16
Постановка задачі на дипломний проєкт.....	19
Розділ 2. Проєктування маніпулятора.....	20
2.1 Розробка механічної частини механізму	20
2.2 Розробка пневматичної схеми.....	22
2.3 Розрахунок виконавчих пристроїв	25
2.3.1 Розрахунок моментів інерції для прорахунку поворотного циліндру....	25
2.3.2 Розрахунок циліндрів.....	29
2.4 Підбір обладнання пневматики	35
2.5 Розробка електричної та програмної частини проєкту	47
Висновки до розділу 2.	56
Розділ 3. Технологічний процес механічної обробки деталі	57
3.1 Вибір і проєктування вихідної заготовки	57
3.2 Розробка маршрутного технологічного процесу	59
3.3 Вибір різального інструменту. Розрахунок режимів різання	106
3.4 Оснащення операцій	106
3.5 Написання управляючих програм	108
Висновок до розділу 3.....	111
Розділ 4. Охорона праці	112
4.1 Освітлення робочого місця	112

					МА21.30.000 ПЗ						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив	Мовчан				Маніпулятор встановлення ручки у форму видуву пляшки 18,9 літрів			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірив	Бєліков									7	118
Н.контр											
Затв.	Левченко О.в										
					НТУУ «КПІ ім. Ізгоря Сікорського». НН ММІ, Каф. ПГМ МА-21						

4.2 Мікроклімат робочої зони	113
4.3 Пожежна безпека робочого місця	114
Висновки до розділу 4	115
Висновки до дипломного проєкту	116
Використані літературні джерела.....	117

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Важко уявити сучасне життя без пластику. Хоча його споживання увесь світ намагається скоротити, індустрія розливу напоїв досі вимагає широкого застосування пластикових пляшок через їх економічну доцільність. Серед усіх можливих форматів пляшок, пляшки об'ємом 5 галонів (18,9 л) користуються чималим попитом. У якості матеріалу для виготовлення таких пляшок дуже добре зарекомендував себе полікарбонат. Його основна перевага – міцність матеріалу, а отже ударостійкість, але якщо пляшці не потрібен великий ресурс, то ця перевага стає тягарем через збільшену вагу пляшки. Виходячи з цих міркувань, як альтернатива полікарбонату, на ринок прийшли бутлі, виготовлені з поліетилентерефталату (далі-ПЕТ). Окрім зменшеної ваги порівняно з полікарбонатом, пляшки з ПЕТу отримали й інші привілеї – вони безпечніші, дешевші та простіші в переробці ніж полікарбонатні, а тому набирають популярності.

Технологічний процес виготовлення пляшок з цих двох розглянутих матеріалів суттєво відрізняється. Пляшка з полікарбонату формується з маси розігрітого матеріалу, що подається з екструдеру у видувну форму, в яку нагнітається повітря під тиском і матеріал роздувається по формі, повторюючи її контури. Полікарбонатна пляшка при видуванні може заповнити форму складної конфігурації, наприклад з ручкою, яка в результаті становить монолітну конструкцію з пляшкою. ПЕТ-пляшка отримується із заготовки, що має циліндричну форму, схожу на пробірку - преформи, яка піддається нагріванню, розтягуванню та видуву. Через це форма ПЕТ-пляшки може бути утворена тільки одним замкненим контуром.

Для зручності користування та транспортування виробники пляшок великого об'єму оснащують їх ручками. Якщо для отримання пляшки з полікарбонату з ручкою достатньо виготовити видувну форму, яка буде включати геометрію ручки, і пляшка по ній сформується, ПЕТ-пляшка монолітну ручку мати не може через обмеження, пов'язані з формою заготовки. Саме тому для отримання ПЕТ-пляшки з ручкою виникає

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідність її встановлення окремою деталлю у форму для видування безпосередньо перед початком циклу пневматичного формування.

Вставлення ручки можна проводити за участю людини, як це реалізовано при використанні напівавтоматичного обладнання. Процес включає ручне встановлення ручки оператором у видувну форму і його подальшу команду на початок циклу формування. З метою автоматизації даного процесу, в цьому проєкті буде розроблено маніпулятор для вставлення ручки у видувну форму перед кожним циклом автоматичного формування пляшки.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 1. Загальний аналіз

1.1 Технологічний процес формування пляшки з ПЕТу

Щоб краще розуміти процес який автоматизуємо, детально розглянемо технологію отримання ПЕТ-пляшки на автоматичній машині для пневматичного формування пляшки. Після проходження печі, розігріта преформа до температури пластичності (близько 100°C для ПЕТ) [1] переміщається у видувну форму, після чого половинки форми змикаються і підіймається донна частина форми. Через отвір у формі під горловину, всередину опускається шток що розтягує преформу по висоті форми з одночасною подачею стисненого повітря 2-10 бар. Останнім етапом відбувається видування преформи по заданому об'єму видувної форми шляхом подачі через сопло видувної головки повітря високого тиску до 40 бар.

Якщо конфігурація пляшки передбачає наявність ручки, у момент коли половинки форми розімкнулись, механізм подачі ручки має встановити її у відповідну порожнину. Конструкція форми зі спеціальним місцем під установку ручки зображена нижче. Тоді при видуванні преформи, що поміщена у таку форму, пляшка набуває її геометрію, видуваючись навколо ручки, огортаючи її – утворюючи міцний зв'язок з ручкою.



Рис. 1.1 Видувна форма для ПЕТ-пляшки зі вставною ручкою виробника SIDE.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проілюструємо процес видувного формування пляшки рисунком нижче.

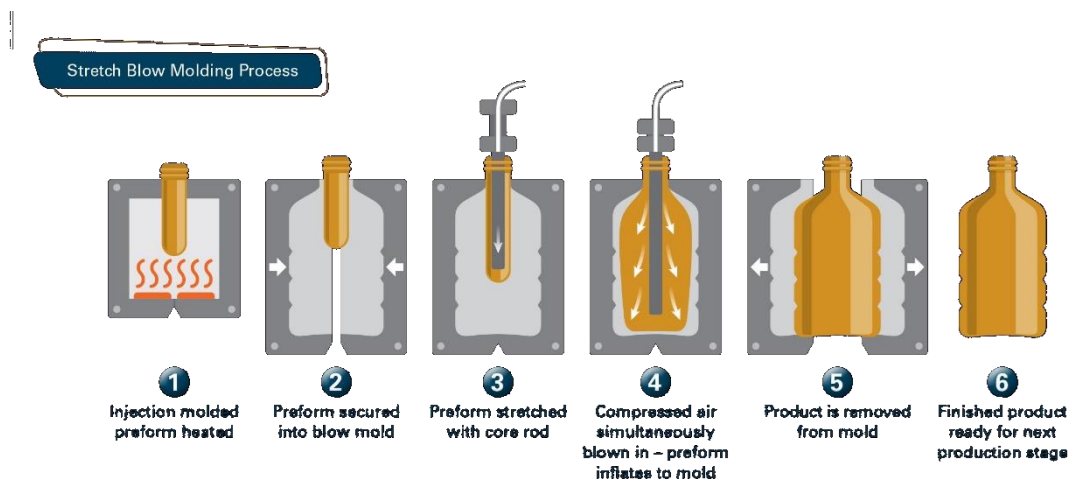


Рис. 1.2 Ілюстрація до процесу видувного формування ПЕТ-пляшки. Етап 1 – нагрівання преформи в печі, 2- змикання половинок форми, 3 - розтягування преформи штоком, 4 - подача тиску на видування, 5 - розмикання половинок форми і вилучення готової пляшки.

1.2 Реалізовані проєкти

Розглянемо подібний агрегат на прикладі реалізації іншими виробниками видувного обладнання.

1.2.1 Видувна машина SIDE 5001e

Компанія SIDE пропонує видувну машину моделі 5001e для формування великих пляшок з інтегрованим в неї маніпулятором [2]. Машину оснастили бункером в який завантажуються ручки, з якого по системі конвеєрів ручки потрапляють в машину до місця захвату маніпулятором з наступним перенесенням у форму. Розглянувши та проаналізувавши доступну інформацію, було змодельовано спрощений вигляд конфігурації основних виконавчих пристроїв маніпулятора для ручок, що зображено на рисунку 1.3. Лінійним сервоприводом з ремінем (2) здійснюється переміщення всього механізму маніпулятора по горизонтальній вісі. Наступний пневматичний циліндр (1) виконує функцію опускання механізму (5) для можливості захоплення ручки (6) з конвеєра. Циліндр-слайдер (7) піднімає ручки над

конвеєром для подальшого їх захоплення. Для переміщення механізму (5) в сторону видувної форми слугує пневматичний циліндр (4). Механізм (5) у складі поворотного циліндру та кронштейну на якому закріплений пневматичний захват, виконує поворот на 90 градусів для перенесення захвату з ручкою в місце її встановлення у форму (8).

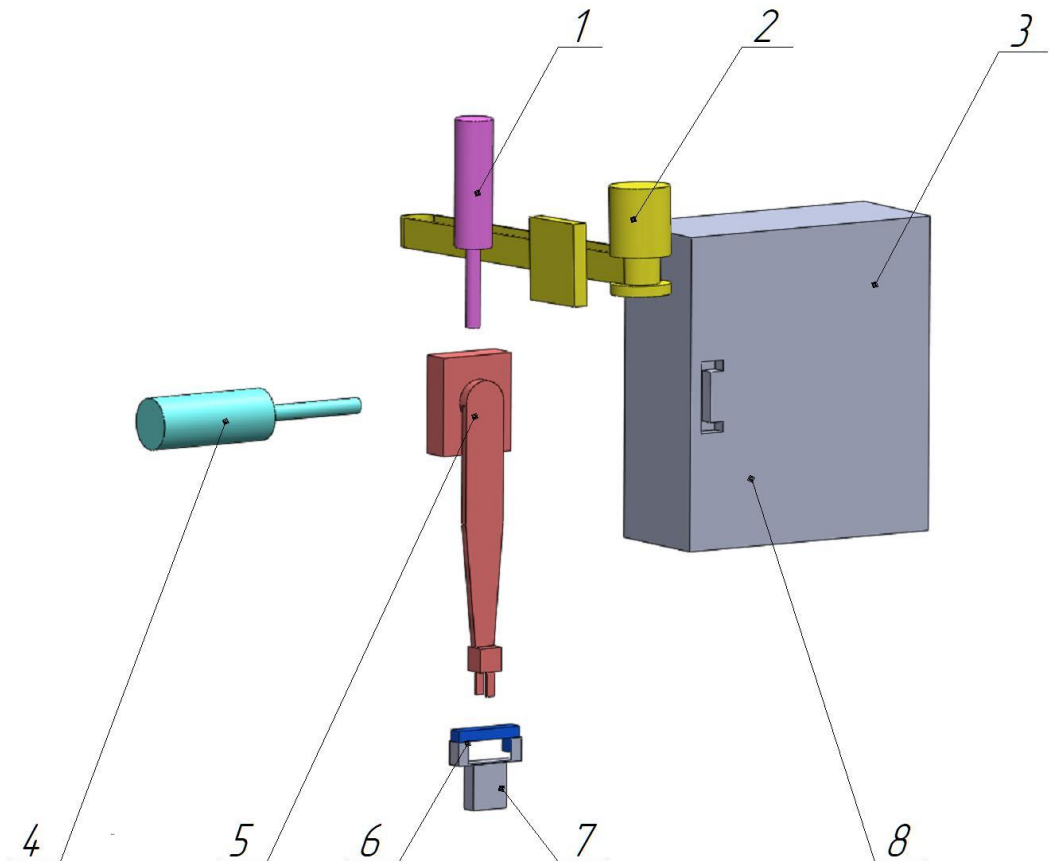


Рис 1.3 Спрощений вигляд конфігурації основних виконавчих пристроїв маніпулятора

На рисунку 1.4 та 1.5. зображено реальну конструкцію даної машини у момент початку перенесення ручки. Можна побачити конвеєр з ручками, маніпулятор і видувну форму у зімкнутому стані. Позиції позначають : 1 – конвеєр з ручками, 2 – маніпулятор, 3 – видувна форма.

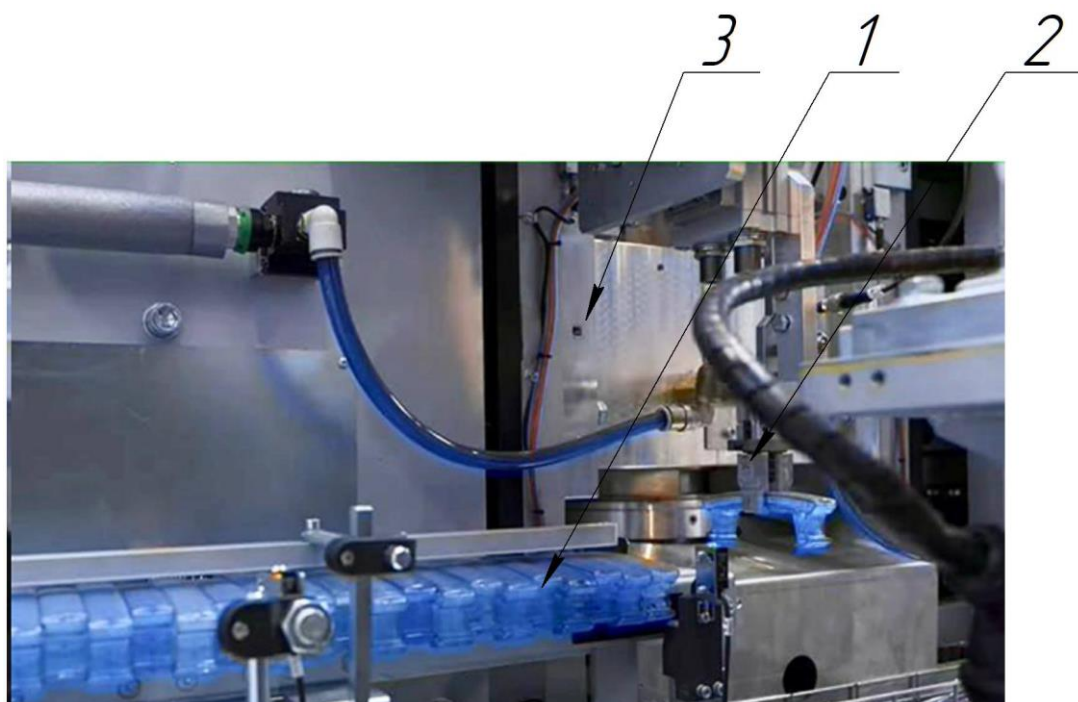


Рис 1.4 Маніпулятор для встановлення ручки у форму компанії SIDE.

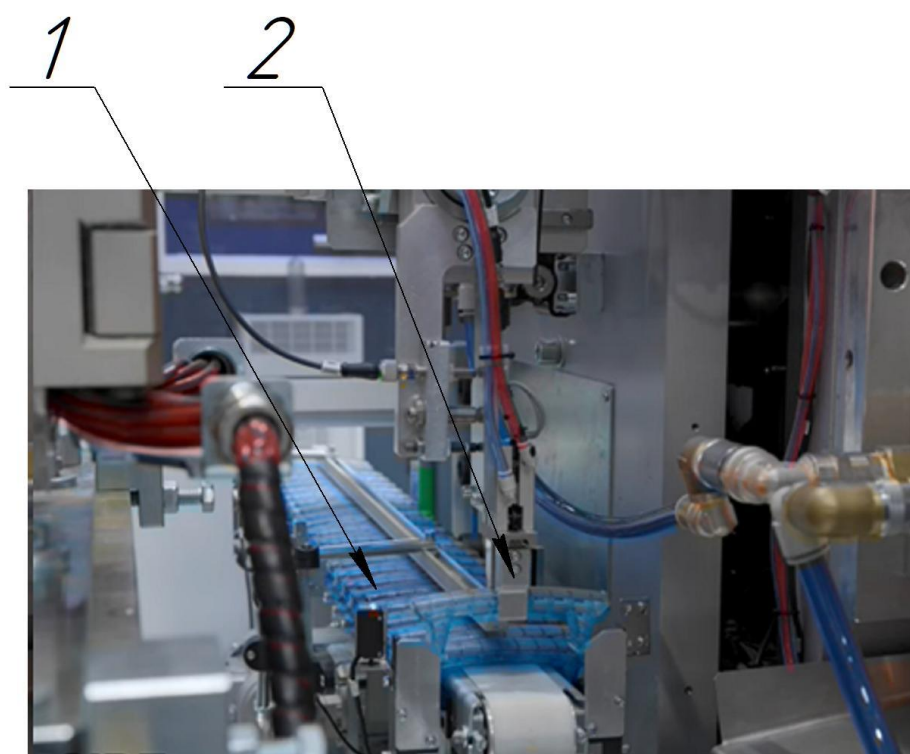


Рис 1.5 Маніпулятор для встановлення ручки у форму компанії SIDE зі сторони конвеєра з ручками.

На рис. 1.6 частково видно виконавчі пристрої. Позиції позначені відповідно до спрощеного вигляду 3D збірки на рисунку 1.3 (1 -

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

вертикальний циліндр, 2 - лінійний сервопривод з ремінем, 4 – горизонтальний пневматичний циліндр, 5 - поворотний циліндр та кронштейн на якому закріплений пневматичний захват).

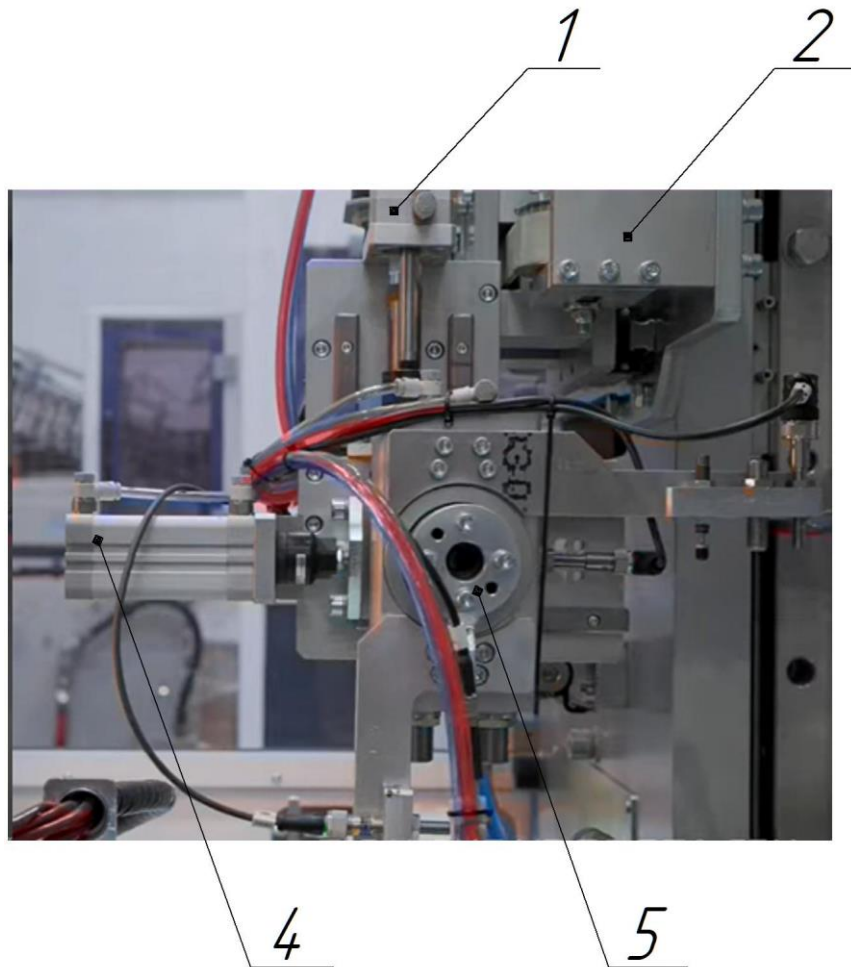


Рис 1.6 Часткове зображення виконавчих пристроїв маніпулятора для встановлення ручки у форму компанії SIDE

Висновки : маніпулятор машини SIDE 5001е реалізований комбінацією пневматичних та електричних приводів, в складі яких пневматичні циліндри, поворотний циліндр, пневмосхват, слайдер та лінійний сервопривод, загалом 6 приводів. Механізм не має рами як такої, виконавчі пристрої закріплені на машині або один на одного. Конвеєр орієнтований паралельно лінії змикання половинок форми. Мотор конвеєру рухає стрічку по команді датчику або він запрограмований по часу, можливо використовується кроковий двигун. Загалом по даному механізму було виконано моделювання збірки основних

виконавчих пристроїв для повного розуміння конфігурації механізму та призначення пристроїв.

1.2.2 Видувна машина SIAPI EA1WM-U

Розглянемо ще один приклад розробки подібного маніпулятора на прикладі компанії SIAPI. До місця захвату маніпулятора підводиться конвеєр з комірками, в кожній з яких знаходиться ручка. Маніпулятор рухається в трьох вісях, перша – хід безштокового циліндра для забезпечення транспортування механічної руки, друга – зміщення вздовж лінії змикання половинок форми по горизонтальній вісі для занесення ручки у форму, третє – опускання руки по вертикальній вісі, а також здійснення механічною рукою коливальних рухів. Маніпулятор реалізовано з механічною рукою з нерухомим суглобом, зігнутим під кутом. Рука встановлена на плиті що переміщується по лінійним направляючим, транспортуючи конструкцію до робочих точок.

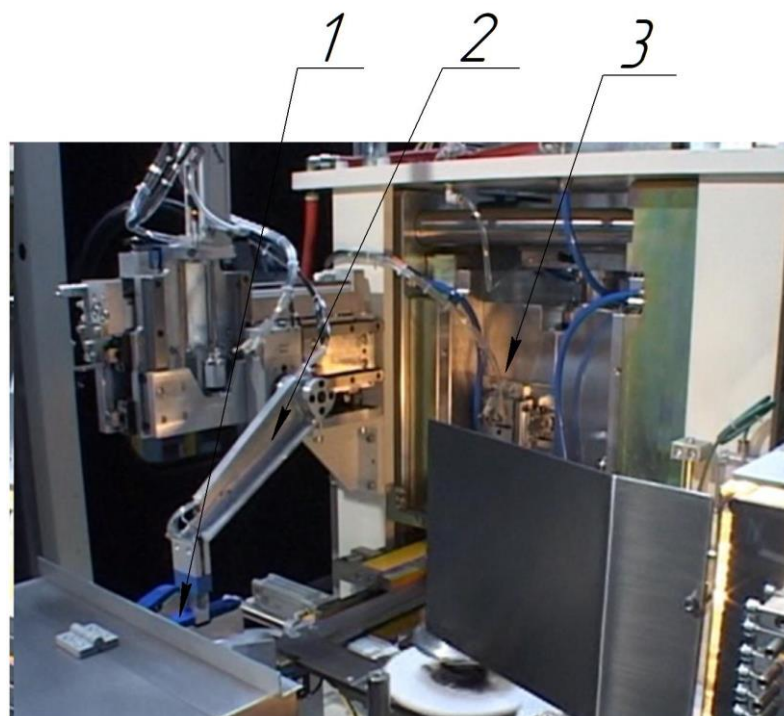


Рис 1.7. Розробка компанії SIAPI. Зображено момент захоплення маніпулятором ручки. Під позиціями слід розуміти 1 – конвеєр з ручками, 2 – маніпулятор, 3 – видувна форма.

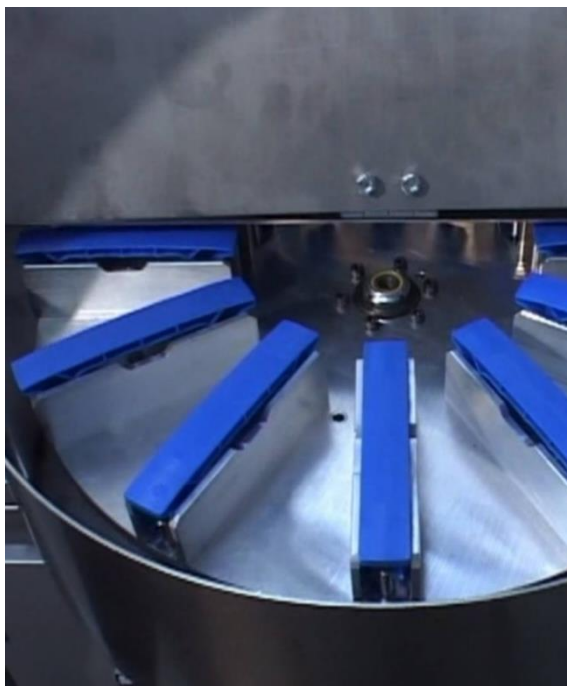


Рис 1.8 Конвеєр з ручками SIAP.

Висновки : маніпулятор даної машини реалізовано повністю на пневматичних компонентах. Система налічує 5 виконавчих пристроїв : вертикальний пневматичний циліндр, безштоковий циліндр, пневмозахват, поворотний циліндр та циліндр на горизонтальне зміщення у площині змикання половинок форми. Конвеєр являє собою диск з комірками, що обертається навколо своєї вісі кроковим електродвигуном. Вся рухома конструкція закріплена на плиті каретки безштокового циліндру, який стоїть на упорі що закріплений до рами машини.

Відомо також про ще одну розробку компанії Sipa, на яку на жаль не вдалося знайти достатньо інформації. Оригінал тексту в журналі про технології виробів з пластику зі статті про нові розробки SIPA [3]: «In another optional system that facilitates production of bottles with integral handles – five-gallon returnable ‘water cooler’ bottles for example – a pick-and-place robot inserts the handle inside the mold, ensuring that the handle always stays in place.». Переклад «В іншій додатковій системі, яка спрощує виробництво пляшок з інтегрованими ручками – наприклад, багаторазових пляшок для кулерів

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

об'ємом п'ять галонів – робот вставляє ручку всередину форми, забезпечуючи її постійну подачу.»

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Постановка задачі на дипломний проєкт

Для виконання поставленої задачі, потрібно виконати такі пункти :

1. Проаналізувати вже існуючі системи та визначити які вимоги до проєктування подібних пристроїв.
2. Оцінити кількість та тип виконавчих пристроїв та які для них дії передбачені.
3. Розробити систему управління ВП.
4. Розробити компакту раму зі зручним розміщенням ВП.
5. Порахувати зусилля які мають розвивати ВП.
6. Підібрати основне та супутнє обладнання що відповідає обчисленим зусиллям та навантаженням.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 2. Проектування маніпулятора

2.1 Розробка механічної частини механізму

В цій частині дипломного проекту буде проводитись проектування маніпулятора. Розробка має бути точно розраховано під встановлення кінцевої збірки всередину видувної автоматичної машини та під'єднана до її системи керування. Систему управління прийнято рішення розробити на базі пневматики з електричним управлінням пневматичними розподільниками. Оскільки маніпулятор має працювати в тандемі з видувною машиною і підносити ручки безпосередньо у порожнину половинки видувної форми перед її змиканням, найбільш раціональним рішенням є проектування маніпулятора як складовий вузол видувного автомату. Отже в маніпуляторі буде передбачено його приєднання до машини а також з неї буде взято тиск на управління виконавчими пристроями маніпулятора. Положення приводів маніпулятора буде відслідковуватись герконовими датчиками, стан яких буде передаватись через додаткові модулі в контролер видувного автомату.

Розглянемо складові вузли механізму 1-4.

1. Каркас маніпулятора.
2. Система подачі ручок, що включає конвеєр, механізм відсічки та захват подачі.
3. Пневмоострів керування.
4. Механізм руки маніпулятора зі схватом.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

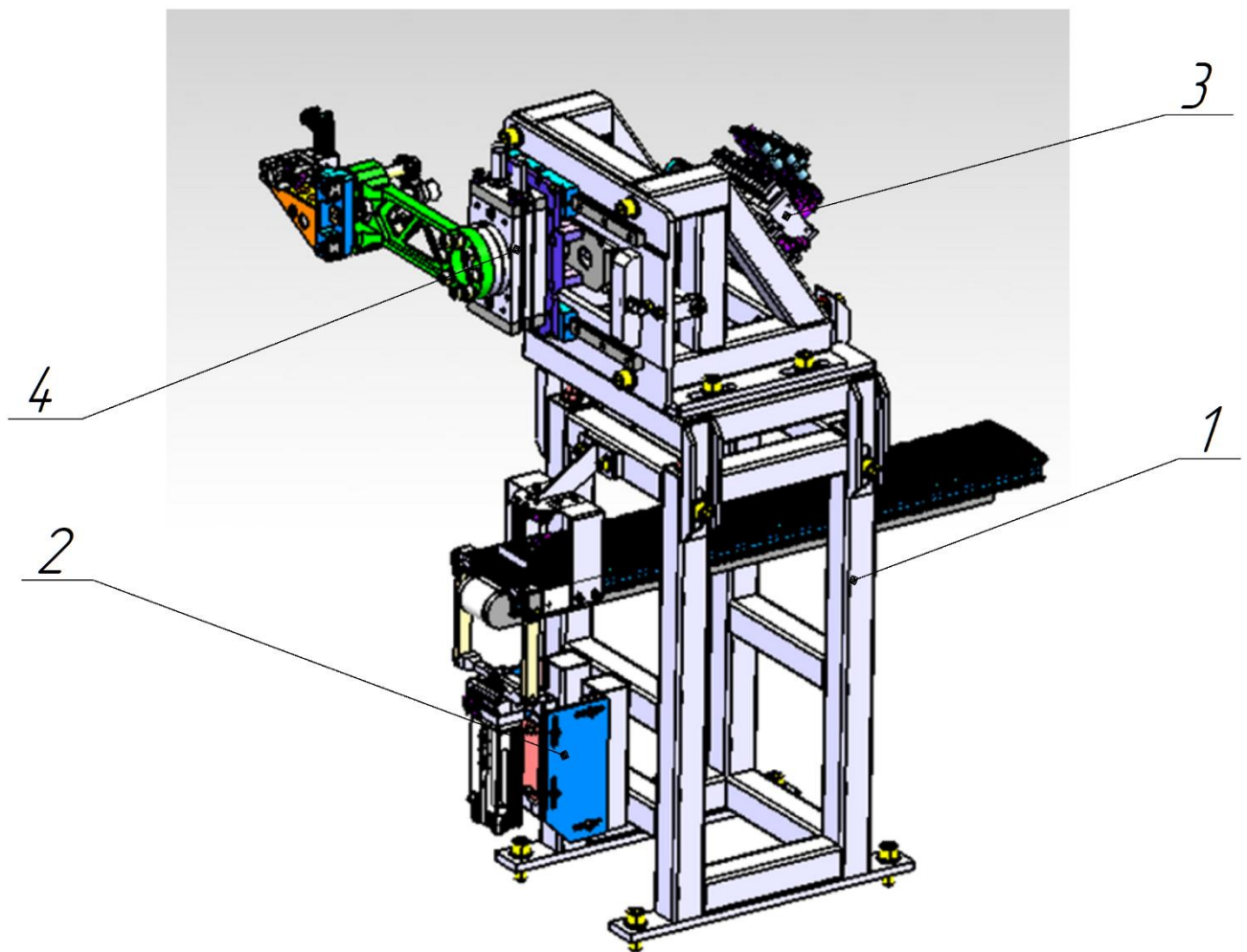


Рис 2.1 Загальний вигляд конструкції маніпулятора.

Більш детально розглянемо кожен вузол :

1) Каркас

Конструктивно складається з трьох рам : верхньої, середньої та нижньої, які поєднуються механічно між собою з допомогою швелерів. Усі рами побудовані на трубах квадратного перерізу 50x50 з товщиною стінки 2 мм. На нижній рамі присутнє приєднання до рами машини бовтами.

2) Система подачі ручок

Система включає в себе під'єднаний стрічковий конвеєр, який транспортує ручки, циліндр-слайдер, що припіднімає ручки над конвеєром для подальшого перехвату захватом руки маніпулятора, паралельний схват що встановлений на слайдері і утримує ручку при підніманні до захоплення рукою маніпулятора, а також закріплений на циліндрі упор, що утримує

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

передостанню ручку на стрічці від падіння після того як перша вже була піднята над конвеєром.

3) Пневмоострів керування

Пневмоострів закріплений на верхній рамі каркасу за допомогою кронштейну і складається з перехідної плити на якій встановлюються 7 пневморозподільників керування системою маніпулятора.

4) Механізм руки маніпулятора

Основою даного вузла є неповноповоротний пневматичний циліндр, що переміщується до точки установки ручки за допомогою кареток, які здійснюють поступальний рух по направляючим. Каретки в рух приводить лінійний пневматичний циліндр, на якому закріплена плита з рухомою конструкцією неповноповоротного циліндру. Щоб запобігти ударам, на кінцях ходу плити з циліндром встановлені амортизатори. До поворотного циліндру приєднаний ричаг, на якому через кронштейн закріплений пневматичний захват ручки.

2.2 Розробка пневматичної схеми

У цій частині буде проведена розробка пневматичної схеми маніпулятора для визначення структури та принципу роботи механізму. Схема налічує сім виконавчих пристроїв, серед яких :

1. Пневмоциліндр заносу в матрицю (Ц1).
2. Пневмомотор повороту руки (Ц2).
3. Пневмоциліндр встановлення в матрицю (Ц3).
4. Пневмоциліндр захвату маніпулятора (Ц4).
5. Пневмоциліндр відсікання ручки (Ц5).
6. Пневмоциліндр захвату ручки (Ц6).
7. Пневмоциліндр подачі ручки (Ц7).

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Названі виконавчі пристрої керуються за допомогою секційного блока керування у складі семи розподільників 5/2 (P1...P7) , керованих соленоїдами. Розподільники встановлені на комплектну плиту з глушниками (Г1,Г2).

Швидкість прямого та зворотнього ходу регулюється дроселями зі зворотніми клапанами (ДР1-ДР14).

Повітря під тиском 10 бар від системи управління машиною понижується за допомогою редукційного клапан (КР1) до 8 бар.

Тиск на захватах Ц4 та Ц6 контролюється реле тиску РТ1, РТ2.

Очищене та підготовлене повітря підводиться від системи керування машини, понижуючись за допомогою редукційного клапана з 10 до 8 бар. Тиск подається до монтажної плити пневмоострова, з якої живить розподільники. Розподільники керуються електричними катушками, сигнал на які поступає через додаткові модулі входів/виходів від контролера видувної машини згідно програмі. Швидкість прямого і зворотнього ходу виконавчих пристроїв системи маніпулятора корегується регульованими дроселями зі зворотніми клапанами.

Цикл роботи і порядок спрацювання вп виглядає так :

1. Спрацьовує розподільник Р5, що приводить в рух циліндр Ц5, який при опусканні встановленою на ньому пластиною утримує передостанню ручку від падіння.
2. Перемикається розподільник Р6, що змушує паралельний захват Ц6 хапати і утримувати ручку.
3. Спрацьовує розподільник Р7, після чого циліндр Ц7 на якому встановлений захват А6 піднімається з захопленою ручкою нагору.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. В роботу вступає вузол руки маніпулятора. Подається команда на перемикання розподільника Р3, після чого циліндр Ц3 висувається для піднесення захвату до ручки.
5. Спрацьовує розподільник Р4, що подає тиск на змикання схвату маніпулятора Ц4.
6. Перемикається в початкове положення розподільник Р6 і паралельний схват Ц6 розкривається.
7. Подається команда на повернення розподільника Р7 в початкову позицію. Слайдер Ц7 опускається.
8. Перемикається розподільник Р5, циліндр Ц5 повертається в початкове положення нагору.
9. По перемиканню розподільника Р3, циліндр Ц3 повертається в початкове положення.
10. Спрацьовує розподільник Р2, мотор Ц2 повертається на кут 90 градусів ближче до видувної форми.
11. Подається команда на перемикання розподільника Ц1, що приводить в дію циліндр А1 який рухає плиту зі встановленою на ній рукою маніпулятора.
12. Відбувається перемикання розподільника Р3, тоді циліндр Ц3 висуває захват з рукою у точно визначене місце куди ручка має потрапити.
13. Розподільником Р4 розмикається захват маніпулятора Ц4 що відпускає ручку, яка опиняється у видувній формі машини.
14. Скидається тиск з розподільника Р3, циліндр Ц3 повертається у вихідне положення.
15. Перемикається у початкове положення розподільник Р1, змушуючи циліндр Ц1 штовхати плиту з рукою у вихідне положення.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

16. Перемиканням розподільника P2, поворотний циліндр Ц2 повертається у вихідне положення що біля конвеєра.

Розписаний цикл можна зафіксувати у вигляді короткого запису :

Ц5-Ц6-Ц7-Ц3-Ц4-НЦ6-НЦ7-НЦ5-НЦ3-Ц2-Ц1-Ц3-НЦ4-НЦ3-НЦ1-НЦ2.

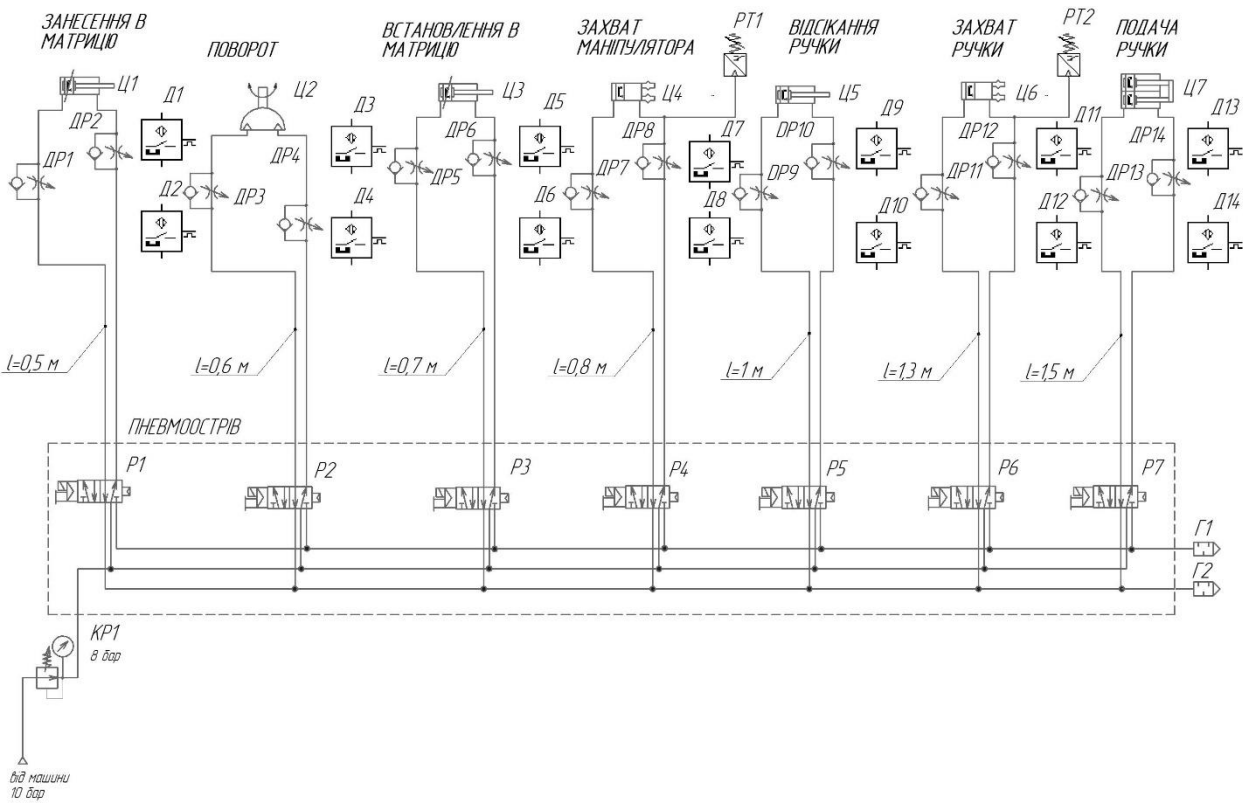


Рис 2.2 Схема маніпулятора пневматична принципова

2.3 Розрахунок виконавчих пристроїв

2.3.1 Розрахунок моментів інерції для прорахунку поворотного циліндру

Для коректного підбору поворотного циліндру Ц2 розрахуємо необхідні параметри.

Складемо розрахункову схему на якій позначимо необхідні розміри (позначені в мм).

Вхідні дані занесені в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 Вхідні дані для розрахунку поворотного циліндру.

Всі розміри відомі	
Необхідний кут обертання	90 градусів
Необхідний час обертання	1 секунда
Загальна рухома маса	2,015 кг

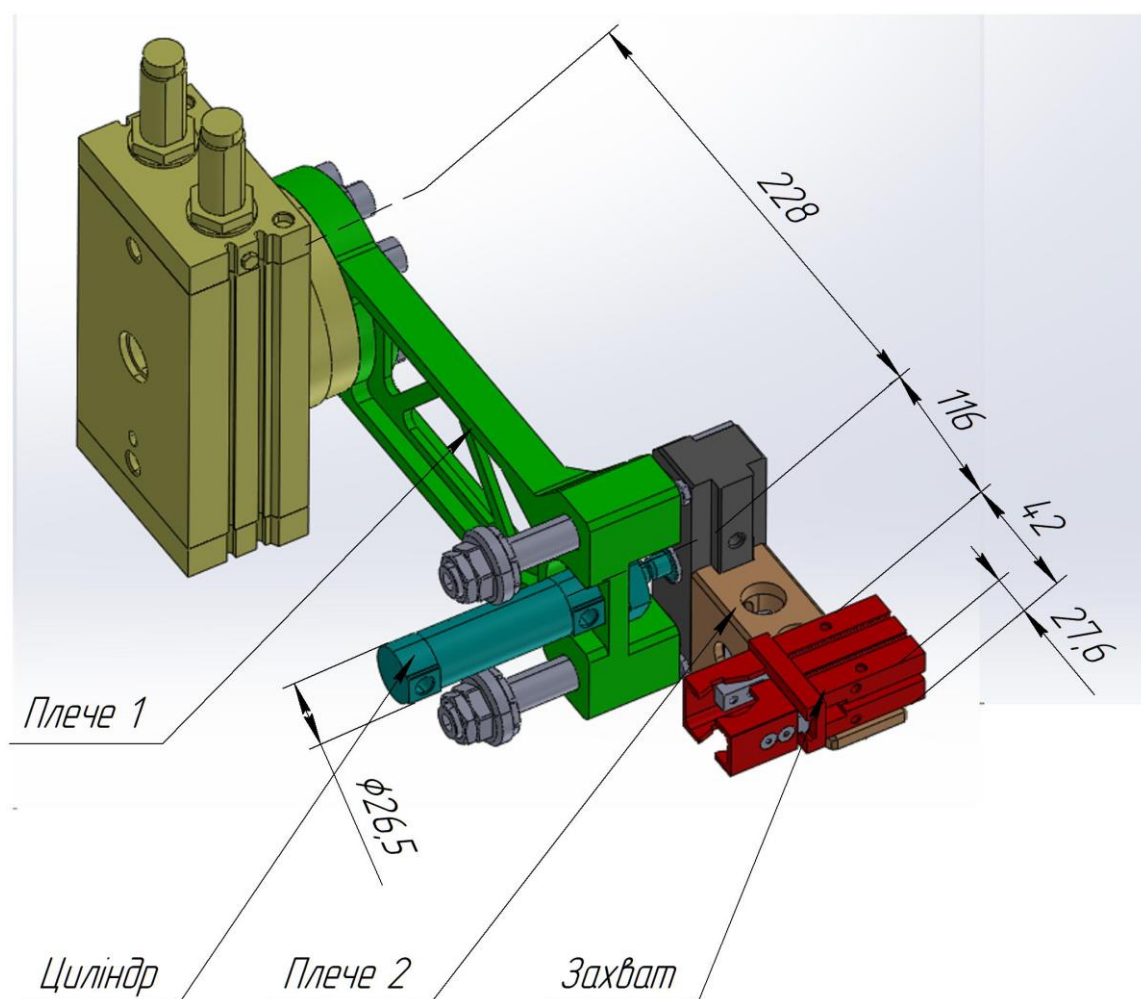


Рис 2.3 Розрахункова схема поворотного вузла маніпулятора для визначення складеного моменту інерції

Необхідно визначити момент інерції :

Момент інерції у нашому випадку розраховується як сума моментів інерції окремих складових конструкції що обертається

$$I = \sum I_i$$

Розрахуємо момент інерції плеча 1 за формулою :

$$I_1 = m_1 \cdot \frac{L_1^2}{3} = 0,74 \cdot \frac{0,228^2}{3} = 0,0128 \text{ кг} \cdot \text{м}^2,$$

де m_1 - маса ланки (кг), L_1 - відстань від центру обертання до краю ланки (м)

Розрахуємо момент інерції циліндра :

$$I_2 = m_2 \cdot \frac{r^2}{2} + m_2 \cdot L_1^2 = 0,5 \cdot \frac{0,013^2}{2} + 0,5 \cdot 0,228^2 = 0,026 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де m_2 - маса циліндра з врахуванням додаткових елементів та аксесуарів (фітинги, кріплення під датчик, інше) (кг), L_1 - відстань від центру обертання до вісі циліндра (м)

Розрахуємо момент інерції додаткової ланки:

$$I_3 = m_3 \cdot \frac{a^2 + b^2}{12} + m_3 \cdot L_1^2 = 0,375 \cdot \frac{0,120^2 + 0,04^2}{12} + 0,375 \cdot 0,228^2 = 0,02 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де m_3 - маса деталі «перемичка» (кг), a - висота деталі (м), b - ширина деталі (м), L_1 - відстань від центру обертання до центру мас деталі (м)

Розрахуємо момент інерції плеча 2:

$$I_4 = m_4 \cdot \frac{L_2^2}{3} + m_4 \cdot L_2^2 = 0,171 \cdot \frac{0,344^2}{3} + 0,171 \cdot 0,344^2 = 0,027 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де m_4 - маса деталі (кг), L_2 - відстань від центру обертання до краю плеча 2 (м)

Розрахуємо момент інерції захвату:

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_5 = m_5 \cdot \frac{a^2 + b^2}{12} + m_5 \cdot L_2^2 = 0,229 \cdot \frac{0,028^2 + 0,042^2}{12} + 0,229 \cdot 0,344^2$$

$$= 0,027 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

де m_5 - маса захвату (кг), a - висота захвату (м), b - ширина захвату (м),
 L_2 - відстань від центру обертання до центру мас захвату (м)

Тоді сумарний момент інерції всієї рухомої частини складає :

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 = 0,0128 + 0,026 + 0,02 + 0,027 + 0,027$$

$$= 0,1128 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Для підбору поворотного циліндру необхідно також знати необхідний крутний момент який має видавати циліндр.

Скористаємося формулою розрахунку крутного моменту :

$$M = T_a \cdot 10$$

де T_a —інерційна складова крутного моменту, Н*м, що розраховується за формулою :

$$T_a = I \cdot \frac{2\theta}{t^2} = 0,1128 \cdot \frac{2 \cdot \left(\frac{\pi}{2}\right)}{1^2} = 0,354 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

де I —сумарний момент інерції конструкції що обертається (кг · м²), θ - кут обертання (рад), t - час обертання (с).

Тоді необхідний крутний момент :

$$M = T_a \cdot 10 = 3,54 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

У методичках для підбору поворотного циліндру від SMC [7] вирішувальним є параметр максимально допустимої кінетичної енергії, яка розраховується за формулою :

$$E = 0,5 \cdot I \cdot \omega^2, \text{ Дж},$$

де I – сумарний момент інерції конструкції що обертається ($\text{кг} \cdot \text{м}^2$), ω – кутова швидкість (рад/с).

Необхідно знайти кутову швидкість:

$$\omega = \frac{2 \cdot \theta}{t} = \frac{2 \cdot \left(\frac{\pi}{2}\right)}{1} = 3,141 \frac{\text{рад}}{\text{с}},$$

де θ – кут обертання (рад), t – час обертання (с).

Підставляємо значення:

$$E = 0,5 \cdot I \cdot \omega^2 = 0,5 \cdot 0,1128 \cdot 3,171^2 = 0,567 \text{ Дж}$$

За отриманим значенням кінетичної енергії по каталогу можна підібрати неповноповоротний циліндр.

2.3.2 Розрахунок циліндрів

Циліндр Ц1 :

Табл 2.2. Параметри циліндра Ц1.

Тиск в системі	0,8 МПа
Робочий хід	0,03 м
Навантаження	9 Н
Час руху поршня	0,2 с

Для визначення діаметру поршня скористаємося формулою:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{P_T \pm m \cdot g}{P_M \cdot X_P \cdot (1 \pm k_T)}}$$

Де P_T – технологічне навантаження на каретці, Н; P_M – робочий тиск в системі, МПа; X_P – табличний коефіцієнт який залежить від рівня тиску P_M таблиця 2.2;

k_T – табличний коефіцієнт, який залежить від технологічного навантаження P_T таблиця 2.3

Таблиця 2.3. Значення табличного коефіцієнту X_P в залежності від тиску в системі. [6]

P_M , МПа	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7 та більше
X_P	0,25...0,6	0,3...0,65	0,35...0,7	0,4...0,75	0,45...0,8

Таблиця 2.4. Значення коефіцієнту k_T в залежності від технологічного навантаження P_T . [6]

P_T , кН	До 0,6	0,6...6	6...25	25...60
k_T	0,5...0,2	0,2...0,12	0,12...0,08	0,08...0,05

Тоді для першого циліндра Ц1 отримуємо :

$$D1 = 1,13 \sqrt{\frac{9}{0,8 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \cdot (1 - 0,5)}} = 0,0069 \text{ м}$$

З ряду стандартних діаметрів поршня найближчим до розрахункового є діаметр 8 мм, але з огляду на кращу швидкодію обираємо наступний – 10 мм.

Тоді діаметр штока знаходиться за формулою :

$$d1 = (0,25 \dots 0,32) \cdot D1 = 0,3 \cdot 0,01 = 0,003 \text{ м}$$

Отримане значення заокруглюємо до стандартного, отримуємо 4 мм.

Знайдемо умовний прохід на лініях – нагнітальній і зливній за формулою:

$$d_y = D_1 \sqrt{\frac{S}{w \cdot t}}$$

де D_1 - діаметр поршня першого циліндру (м) , S – довжина підвідної трубки (м) , $w=17$ м/с – середня швидкість потоку повітря в лінії підводу, t – очікуваний час наповнення.

Після підстановки значень отримуємо:

$$d_y = D_1 \cdot \sqrt{\frac{S}{w \cdot t}} = 0,01 \cdot \sqrt{\frac{0,7}{17 \cdot 0,15}} = 0,005 \text{ м}$$

Приймаємо отвір 5 мм.

Розрахуємо швидкість переміщення циліндру Ц1 за наступною формулою:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{0,03}{0,2} = 0,015 \text{ м/с}$$

де S - довжина ходу циліндра (м), t - час руху штоку (с).

Також необхідно знати витрату повітря при русі циліндра Ц1, вона розраховується таким чином :

$$Q = \frac{\pi \cdot V \cdot (D1^2 - d1^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,015 \cdot (0,01^2 - 0,004^2)}{4} = 0,000001 \text{ м}^3/\text{с}$$

де V - швидкість переміщення циліндра 1 (м/с), $D1$ - діаметр поршня циліндра (м), $d1$ - діаметр штока циліндра (м).

Тоді зусилля яке розвиває циліндр знаходиться за формулою:

$$P_T = \frac{P_M \cdot \pi \cdot (D1^2 - d1^2)}{4} = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot (0,01^2 - 0,004^2)}{4} = 52.752 \text{ Н}$$

Розрахуємо циліндр Ц3 :

Табл 2.5. Параметри циліндра Ц3.

Тиск в системі	0,8 МПа
----------------	---------

Робочий хід	0,125 м
Навантаження	93 Н
Час руху поршня	0,5 с

Розрахунок проводимо аналогічно до циліндра Ц1 :

Діаметр поршня циліндра Ц3:

$$D3 = 1,13 \sqrt{\frac{93}{0,8 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \cdot (1 - 0,45)}} = 0,021 \text{ м}$$

З ряду стандартних діаметрів поршня найближчим до розрахункового є діаметр 25 мм, але з огляду на кращу швидкодію обираємо наступний – 32 мм.

Тоді діаметр штока знаходиться за формулою :

$$d3 = (0,25 \dots 0,32) \cdot D3 = 0,3 \cdot 0,032 = 0,0096 \text{ м}$$

Отримане значення заокруглюємо до стандартного, отримуємо 10 мм.

Знайдемо умовний прохід на лініях – нагнітальній і зливній за формулою:

$$d_y = 0,032 \cdot \sqrt{\frac{0,5}{17 \cdot 0,25}} = 0,01 \text{ м}$$

Приймаємо отвір 10 мм.

Розрахуємо швидкість переміщення циліндру Ц3 за наступною формулою:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{0,125}{0,5} = 0,25 \text{ м/с}$$

Для розрахунку витрати повітря при русі циліндра Ц3, скористаємося формулою:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,25 \cdot (0,021^2 - 0,0096^2)}{4} = 0,000068 \text{ м}^3/\text{с}$$

Зусилля що розвиває циліндр знаходиться за формулою:

$$P_T = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot (0,021^2 - 0,0096^2)}{4} = 219,07 \text{ Н}$$

Розрахуємо циліндр Ц7 :

Табл 2.6. Параметри циліндра Ц7.

Тиск в системі	0,8 МПа
Робочий хід	0,08 м
Навантаження	5 Н
Час руху поршня	0,1 с

Розрахунок проводимо аналогічно до циліндра Ц7 :

Діаметр поршня циліндра Ц3:

$$D7 = 1,13 \sqrt{\frac{5 + (0,5 \cdot 9,81)}{0,8 \cdot 10^6 \cdot 0,6 \cdot (1 - 0,4)}} = 0,0066 \text{ м}$$

З ряду стандартних діаметрів поршня найближчим до розрахункового є діаметр 7 мм, але оскільки даний тип циліндру має два штоки – обираємо 2 штоки по 6 мм.

Тоді діаметр штока знаходиться за формулою :

$$d3 = (0,25 \dots 0,32) \cdot D3 = 0,3 \cdot 0,032 = 0,0096 \text{ м}$$

Отримане значення заокруглюємо до стандартного, отримуємо 10 мм.

Знайдемо умовний прохід на лініях – нагнітальній і зливній за формулою:

$$d_y = 0,032 \cdot \sqrt{\frac{0,5}{17 \cdot 0,25}} = 0,01 \text{ м}$$

Приймаємо отвір 10 мм.

Розрахуємо швидкість переміщення циліндру ЦЗ за наступною формулою:

$$V = \frac{S}{t} = \frac{0,125}{0,5} = 0,25 \text{ м/с}$$

Для розрахунку витрати повітря при русі циліндра ЦЗ, скористаємося формулою:

$$Q = \frac{3,14 \cdot 0,25 \cdot (0,021^2 - 0,0096^2)}{4} = 0,000068 \text{ м}^3/\text{с}$$

Зусилля що розвиває циліндр знаходиться за формулою:

$$P_T = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 3,14 \cdot (0,021^2 - 0,0096^2)}{4} = 219,07 \text{ Н}$$

Для коректного підбору захвату ручки у момент її знаходження на конвеєрі, розглянемо схему утримання ручки захватом. Мінімальне розкриття, що необхідне для вивільнення ручки із захвату для її подальшого захоплення захватом маніпулятора складає 4,76 мм.

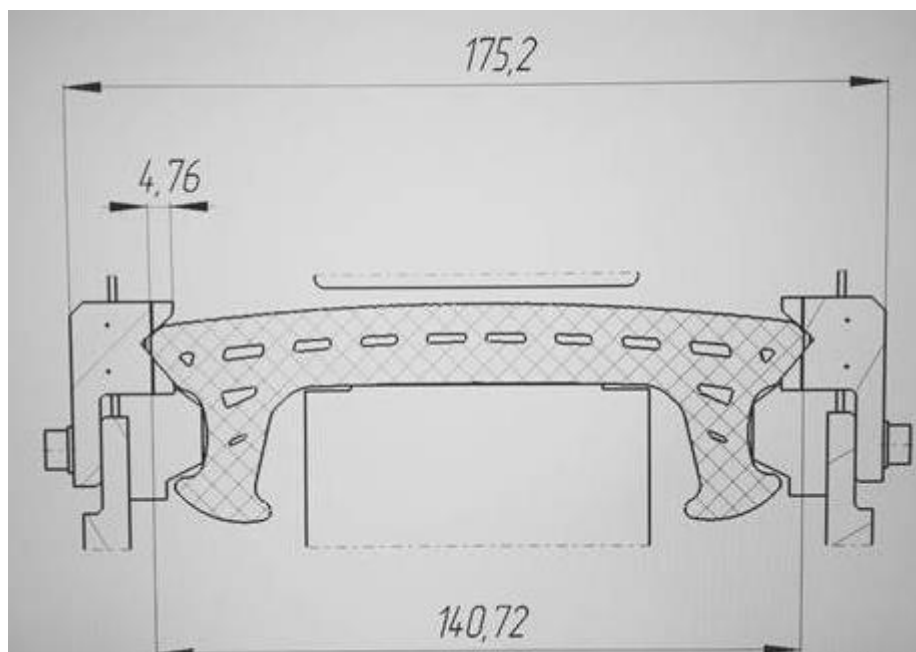


Рис 2.4 Схема утримання ручки захватом

2.4 Підбір обладнання пневматики

Для забезпечення необхідних рухів для захоплення ручки що доїхала до краю конвеєра, потрібно обрати пару – пристрій що буде розмикати прикріплені до нього захвати та пристрій що підіймає встановлену на ньому таку конструкцію.

В якості підйомного механізму маси 0,5 кг, обираємо міні-супорт з двостороннім демпфуванням що регулюється самостійно DGST-10-80-Y12A з довжиною ходу 80 мм. Теоретична сила при 0,6 МПа 242 N. Пневматичне приєднання – M5.



Рис 2.5 Міні-супорт SLT-10-80-A-CC-B.

Щоб виконувати дію захоплення ручки, обираємо паралельний схват HGPL-6-20-A-B. Він зміщує стійки захоплювача на достатню відстань щоб захопити і відпустити ручку завдяки ходу губок що становить 20 мм, сила захвату на одну губку – 79 Ньютон. Для приєднання схвату до міні-супорту обираємо комплект перехідників DHAA-G-G3-16-B6-14 що підходить для такого типу з'єднання.

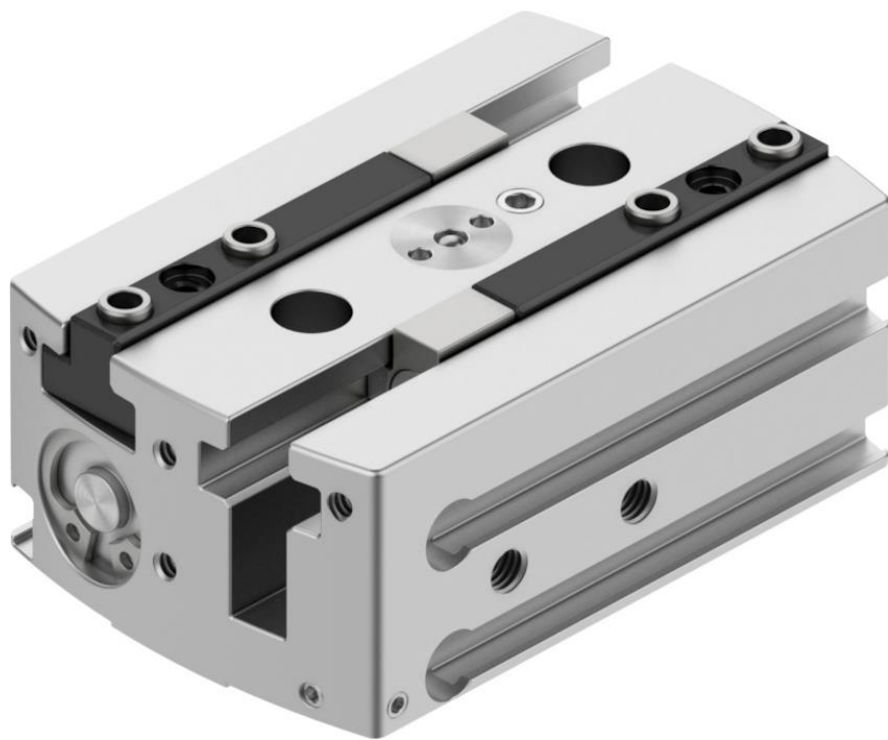


Рис 2.6 Паралельний схват HGPL-14-20-A-B.

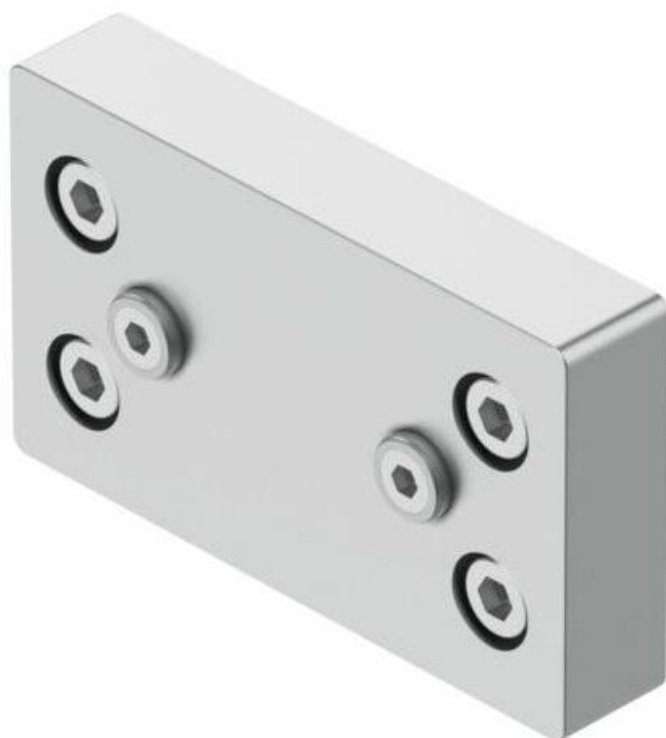


Рис 2.7 Перехідник приєднувальний.

Для виконання дії утримання передостанньої ручки від падіння з конвеєра що обертається, підбираємо циліндр двосторонньої дії ADNGF-16-

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

15-P-A. Завдяки наявності кінцевої плити, до циліндра можливо прикріпити деталь куток в яку ручка упреться коли циліндр опуститься. Циліндр також обмежений від провертання штока завдяки наявності центруючого стрижня. Хід штока 15 мм, теоретична сила при 0,6 МПа (6 bar, 87 psi) 121 N, з демпфуванням в обидві сторони.



Рис 2.8 Циліндр ADNGF-16-15-P-A.

Щоб забезпечити переміщення маси руки маніпулятора попередньо оціненої в 9,3 кг, обираємо циліндр двосторонньої дії DSBC-40-125-PPVA-N3. Хід штока складає 125 мм, діаметр поршня 32 мм, має регульоване демпфування в обидві сторони. Теоретична сила при 0,6 МПа на висування 483 Ньютони.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис 2.9 Циліндр DSBC-32-125-PPVA-N3

У якості неповноповоротного мотору для забезпечення необхідних дій та навантажень, підберемо MSQB70R виробника SMC. Його допустима кінетична енергія складає 1,1 Дж. Кут повороту 190 градусів, точне позиціонування, наявні вбудовані амортизатори. Крутний момент 6.79 Н*м.

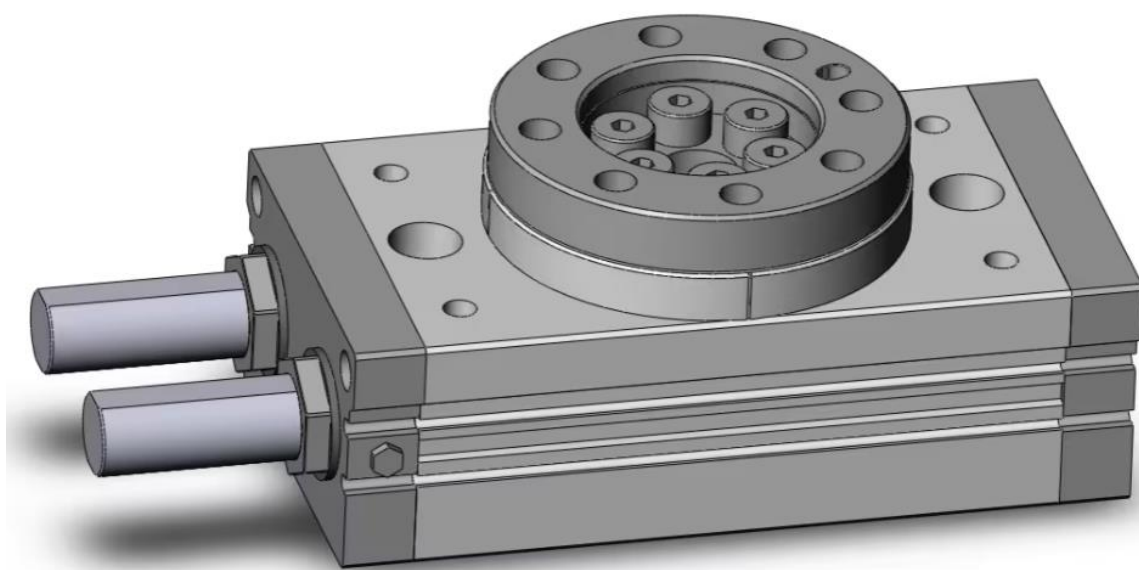


Рис 2.10 Поворотний мотор MSQB70R

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Виконання функції піднесення схвату до місця встановлення ручки в форму зі штовханням розрахункової маси 0,9 кг буде здійснювати підібраний циліндр двосторонньої дії DSNU-10-30-P-A. Циліндр розрахований на хід 30 мм та має регульоване демпфування в обидві сторони, а його теоретична сила при 0,6 МПа при висуванні складає 47,1 ньютон. Має різьбу на штоці М4. Пневматичне приєднання ліній – М5.



Рис 2.11 Циліндр DSNU-10-30-P-A

Зрештою останню дію циклу – хапання та відпускання ручки по вже виставленій позиції маніпулятора візьме на себе підібраний схват MHZ2-20D виробника SMC. Він здатен розвивати силу хапання 42 ньютони, при чому компактний та легкий. Також виріб допускає встановлення накладок на губки для кращої адаптації під форму виробу який буде захоплено, що становить реальну необхідність для захоплення ручки. Отже також додатково було спроектовано накладки на робочі губки, що буде закріплено на них гвинтами.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис 2.12 Схват MHZ2-20D

Для керування розподільниками оберемо секційний блок керування VTUG-18-SR8-SLT-G38L-DTR-G14S-7P у складі семи бістабільних розподільників для керування двосторонніми виконавчими пристроями 5/2 з електромагнітним керуванням та пілотами. Його зручно встановлювати та обслуговувати, оскільки все знаходиться в одному місці.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

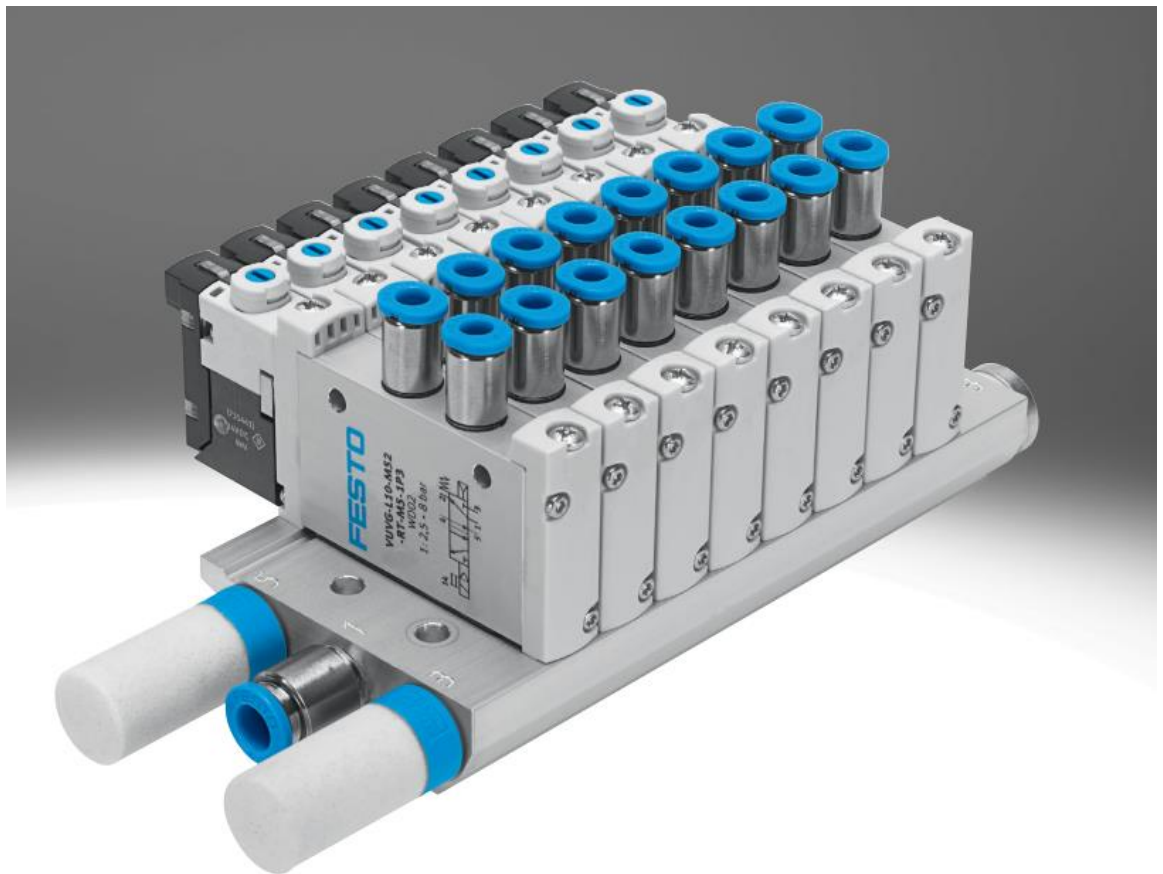


Рис 2.13 Секційний блок керування VTUG-18-SR8-SLT-G38L-DTR-G14S-7P

Повітря що надходить від машини під тиском 10 бар необхідно понизити до 8 бар. Для цього обираємо регулятор тиску виробника Camozzi N1204-R00 що працює в діапазоні тиску 0,5-10 бар. На регулятор тиску підберемо і встановимо торцевий манометр для відслідковування тиску в системі, виробник Camozzi модель M043-P12. Робочий тиск манометра 0-12 бар, регулюється ручкою, сумісний з регулятором тиску – легкий у встановленні.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42



Рис 2.14 Регулятор тиску N1204-R00 Camozzi.



Рис 2.15 Манометр M043-P12 Camozzi.

Для налаштування швидкості ходу виконавчих механізмів, на лінії підведення до виконавчих пристроїв необхідно встановити дроселі,

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підберемо підходящі за характеристиками та приєднанням дроселі зі зворотним клапаном.

Перша група дроселів буде встановлена на виконавчих пристроях з більшою витратою, що здійснюють більше переміщення – циліндр А1 та поворотний мотор А2. Для них обрані дроселі AS2052F-08 виробника SMC. Працює такий дросель в діапазоні тисків від 1 до 10 бар, мають приєднання пневматичної трубки діаметром 8 мм.



Рис 2.16 Дросель зі зворотнім клапаном AS2052F-08 SMC.

Друга група дроселів встановлюється на лініях виконавчих пристроях з меншою витратою – циліндри та захвати А3...А7. Для них найбільше підходять дроселі AS2002F-06 виробника SMC. Діапазон тисків 1-10 бар, приєднання пневматичної трубки діаметром 6 мм.



Рис 2.17 Дросель зі зворотнім клапаном AS2002F-06 SMC.

Оскільки при виході відпрацьованого повітря з розподільників утворюється шум повітря при скиданні в атмосферу, на плиту секційного блока керування потрібно встановити глушники. Обираємо за принципом сумісності з плитою блоку та параметрам тиску глушники U-3/8 виробника Festo.



Рис 2.18 Глушник U-3/8 Festo.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю кінцевого положення пневматичних захватів встановлюються реле тиску. Було підібрано пневмоелектричне реле тиску моделі PEV-1/4-B-M12 від компанії Festo, що працює в діапазонах тиску 1-12 бар, має приєднання G1/8.



Рис. 2.19 Реле тиску PEV-1/4-B-M12, Festo.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.5 Розробка електричної та програмної частини проєкту

Як уже було визначено, маніпулятор є складовою частиною видувного автомату і має працювати з ним в тандемі, отже система управління маніпулятору буде працювати на контролері машини. Щоб забезпечити передачу управляючих сигналів від програмованого контролера машини до виконавчих механізмів маніпулятора, в системі управління передбачені додаткові компоненти. Початкове та кінцеве положення виконавчих пристроїв буде контролюватися герконовими датчиками, стан цих датчиків необхідно передавати на модулі дискретних входів, так само катушки розподільників підключаються до модулів. Компоненти програмної частини циклу роботи автомату виробництва B&R, отже і додаткові модулі обрані від цього виробника - X20DIF371 та X20DO9321.

Програма роботи маніпулятора написана для промислового комп'ютера 5PPC2200 виробництва компанії Bernecker&Rainer, який встановлено у шафі видувного автомату, для якого розробляється маніпулятор вставляння ручки. Програму управління розроблено в середовищі розробки B&R Automation Studio 4.7. Для підвищення швидкодії роботи маніпулятора використано два залежні цикли роботи.

Для прискорення роботи маніпулятора, програму з його управління розділено на два окремі цикли роботи, перший з яких залежить від роботи другого циклу, а другий приймає участь у роботі циклу видуву пляшки. Після ввімкнення оператором автоматичного режиму роботи розпочинається перший цикл роботи маніпулятора. Вмикається відсікач ручки, який утримує ручки на конвеєрі для можливості проведення операцій з першою на конвеєрі ручкою. Вмикається захват ручки, що фіксує її в горизонтальному положенні і вмикається механізм подачі ручки, який підіймає захват з ручкою на визначену відстань. При цьому механізм повороту знаходиться біля конвеєру з ручками. Вмикається механізм установки ручки в видувну форму, після спрацювання якого вмикається захват маніпулятора. Коли ручка зафіксована в

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захваті маніпулятора, вимикається захват ручки, подача ручки, відсікач і механізм установки в видувну форму. Виконання першого циклу переходить до першого кроку, другий цикл починається з першого кроку. В другому циклі на першому кроці маніпулятор очікує розмикання видувної форми. Якщо це перший цикл роботи видувної машини, то видувна форма знаходиться в розкритому стані і маніпулятор виконує встановлення в неї ручки як описано далі по тексту.

Перший цикл роботи видувної частини автомату видуву, з якою взаємодіє маніпулятор, починається з занесення розігрітої заготовки (преформи) в зону змикання видувної форми. Попередньо в розкриту форму маніпулятором вже виконано операцію по встановленню ручки. Наступним кроком видувна форма змикається, до горловини преформи опускається видувна голівка, опускається розтягувальний шток. Коли розтягувальний шток торкається дна преформи, відкривається клапан попереднього видуву і в преформу подається повітря під тиском 4-10 бар. Коли розтягувальний шток майже доходить до дна видувної форми, вмикається клапан основного видуву і всередину преформи подається повітря (тиск 20-30 бар). Після цього розтяжний шток повертається у вихідне положення. Через певний проміжок часу (1-7 секунд) вимикається клапан основного видуву, вмикається клапан вихлопу, який через пневматичний глушник з'єднує порожнину сформованої пляшки з атмосферою. Коли тиск всередині пляшки знизиться приблизно до двох бар, вимикається клапан вихлопу, видувна голівка піднімається і розкривається видувна форма. Після розкриття видувної форми, виконується занесення наступної розігрітої преформи з одночасним винесенням сформованої пляшки на конвеєр для подальшого її транспортування. Цей період часу використовується для вставляння ручки в видувну форму. Маніпулятор з ручкою знаходиться біля розкритої видувної форми і виконує послідовні дії з повороту механізму, занесення ручки в видувну форму, встановлення ручки і відкривання захвату. Після цього маніпулятор по чергово виконує операції в зворотному порядку: вимикається механізм встановлення ручки, занесення і

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повороту механізму. Таким чином виконано другий цикл роботи маніпулятора (згідно робочої програми). Після отримання сигналу від маніпулятора про завершення вставляння ручки і його залишення зони роботи видувної форми, виконується змикання видувної форми і продовжується циклічна робота автомату з видування пляшки.

Код програми наведений нижче:

PROGRAM _INIT

(*Ініціалізація змінних*)

```
M_ZANOS_V_MATR:=FALSE;  
M_USTANOVKA_V_MATR:=FALSE;  
M_ZAHVAT_MANIP:=FALSE;  
M_OTSEK_RUCH:=FALSE;  
M_ZAHVAT_RUCH:=FALSE;  
M_PODACHA_RUCH:=FALSE;  
END_PROGRAM
```

PROGRAM _CYCLIC

(*Установка механізмів у вихідне положення*)

```
IF Auto_mode=TRUE  
THEN  
M_ZANOS_V_MATR:=FALSE;  
M_USTANOVKA_V_MATR:=FALSE;  
M_ZAHVAT_MANIP:=FALSE;  
M_OTSEK_RUCH:=FALSE;  
M_ZAHVAT_RUCH:=FALSE;  
M_PODACHA_RUCH:=FALSE;  
IF S_UST_V_MATR_OFF=TRUE AND S_ZANOS_V_MATR_OFF=TRUE  
AND S_PODACHA_RUCH_OFF=TRUE  
THEN
```

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

M_POVOROT:=FALSE;

END_IF;

END_IF;

(*Перевірка вихідного положення механізмів*)

IF S_ZANOS_V_MATR_OFF=TRUE AND S_POVOROT_OFF=TRUE AND
S_UST_V_MATR_OFF=TRUE AND S_ZAHVAT_MANIP_OFF=TRUE AND
S_OTSEKATEL_OFF=TRUE AND S_ZAHVAT_RUCH_OFF=TRUE AND
S_PODACHA_RUCH_OFF=TRUE

THEN

gotovnist_manipulatora:=TRUE; (*ознака готовності маніпулятора до роботи*)

END_IF;

(*Циклічна робота маніпулятора (Цикл 1)*)

IF Auto_mode=TRUE AND gotovnist_manipulatora=TRUE

THEN

CASE cycle1_step OF

1: (*Ввімкнення відсікача ручки*)

M_OTSEK_RUCH:=TRUE;

2: (*Ввімкнення захвату ручки якщо завершено ввімкнення відсікача ручки*)

IF S_OTSEKATEL_ON=TRUE

THEN

M_ZAHVAT_RUCH:=TRUE;

cycle1_step:=3;

END_IF;

3: (*Ввімкнення механізму подачі ручки якщо завершено ввімкнення
механізму захвату ручки - спрацювало реле тиску і геркон захвату не
спрацював*)

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```

IF S_ZAHVAT_RUCH_ON=FALSE AND S_PRESS_RELAY_1=TRUE AND
S_POVOROT_OFF=TRUE
THEN
M_PODACHA_RUCH:=TRUE;
cycle1_step:=4;
END_IF;

```

4: (*Ввімкнення механізму установки ручки в видувну форму якщо завершено ввімкнення механізму подачі ручки*)

```

IF S_PODACHA_RUCH_ON=TRUE
THEN
M_USTANOVKA_V_MATR:=TRUE;
cycle1_step:=5;
END_IF;

```

5: (*Ввімкнення механізму захвату маніпулятора якщо завершено ввімкнення механізму установки ручки в видувну форму*)

```

IF S_UST_V_MATR_ON=TRUE
THEN
M_ZAHVAT_MANIP:=TRUE;
cycle1_step:=6;
END_IF;

```

6: (*Вимкнення механізму захвату ручки якщо завершено ввімкнення механізму захвату маніпулятора*)

```

IF S_ZAHVAT_MANIP_ON=TRUE
THEN
M_ZAHVAT_RUCH:=FALSE;
cycle1_step:=7;
END_IF;

```

7: (*Вимкнення механізму подачі ручки якщо завершено вимкнення механізму захвату ручки - спрацювало реле тиску і на спрацював геркон захвату*)

```
IF S_ZAHVAT_RUCH_OFF=TRUE AND S_PRESS_RELAY_2=TRUE  
THEN  
M_PODACHA_RUCH:=FALSE;  
cycle1_step:=8;  
END_IF;
```

8: (*Вимкнення механізмів відсікача ручки і установки в видувну форму якщо завершено вимикання механізму подачі ручки*)

```
IF S_PODACHA_RUCH_OFF=TRUE  
THEN  
M_OTSEK_RUCH:=FALSE;  
M_USTANOVKA_V_MATR:=FALSE;  
cycle1_step:=9;  
END_IF;
```

9: (*Перехід до першого кроку в циклі 1 і 2 після завершення вимикання механізму установки ручки в видувну форму*)

```
IF S_UST_V_MATR_OFF=TRUE  
THEN  
cycle1_step:=1;  
cycle2_step:=1;  
END_IF;  
END_CASE;
```

(*Циклічна робота маніпулятора (Цикл 2)*)

CASE cycle2_step OF

0: (*Пустий крок. Очікування початку нового циклу*)

1: (*Ввімнення механізму повороту якщо видувна форма розкрита і є дозвіл

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

на вставляння ручки в неї*)

```
IF Podacha_Ruchki=TRUE AND S_SMYKB_OFF=TRUE AND  
S_SMYKA_OFF=TRUE  
THEN  
M_POVOROT:=TRUE;  
cycle2_step:=2;  
END_IF;
```

2: (*Ввімкнення механізму занесення в видувну форму якщо завершено
ввімкнення механізму повороту*)

```
IF S_POVOROT_ON=TRUE  
THEN  
M_ZANOS_V_MATR:=TRUE;  
cycle2_step:=3;  
END_IF;
```

3: (*Ввімкнення механізму установлєння в видувну форму якщо завершено
ввімкнення механізму занесення в видувну форму*)

```
IF S_ZANOS_V_MATR_ON=TRUE  
THEN  
M_USTANOVKA_V_MATR:=TRUE;  
cycle2_step:=4;  
END_IF;
```

4: (*Вимкнення захвату маніпулятора якщо завершено ввімкнення механізму
установлення в видувну форму*)

```
IF S_UST_V_MATR_ON=TRUE  
THEN  
M_ZAHVAT_MANIP:=FALSE;  
cycle2_step:=5;
```

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

END_IF;

5: (*Вимкнення механізму установлення в видувну форму якщо завершено вимкнення захвату маніпулятора*)

IF S_ZAHVAT_MANIP_OFF=TRUE

THEN

M_USTANOVKA_V_MATR:=FALSE;

cycle2_step:=6;

END_IF;

6: (*Вимкнення механізму занесення в видувну форму якщо завершено вимкнення механізму установлення в видувну форму*)

IF S_UST_V_MATR_OFF=TRUE

THEN

M_ZANOS_V_MATR:=FALSE;

cycle2_step:=7;

END_IF;

7: (*Вимкнення механізму повороту якщо завершено вимкнення механізму занесення в видувну форму*)

IF S_ZANOS_V_MATR_OFF=TRUE

THEN

M_POVOROT:=FALSE;

END_IF;

IF S_POVOROT_OFF=TRUE

THEN

cycle2_step:=0; (*Перехід в нульовий крок для очікування початку нового циклу*)

END_IF;

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

```
END_CASE;  
END_IF;  
END_PROGRAM
```

Висновки до розділу 2.

У другому розділі було спроектовано механічну частину маніпулятора, раму та складові вузли збірки. Була розроблена принципова пневматична схема та код програми. Крім того, було проведені розрахунки зусиль та інших необхідних параметрів виконавчих пристроїв для їх підбору. На основі приведених розрахунків, було підібрано основне та супутнє пневматичне обладнання.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 3. Технологічний процес механічної обробки деталі

3.1 Вибір і проєктування вихідної заготовки

Деталь рука, матеріал деталі алюміній EN AW 5083 (рисунок 3.1).

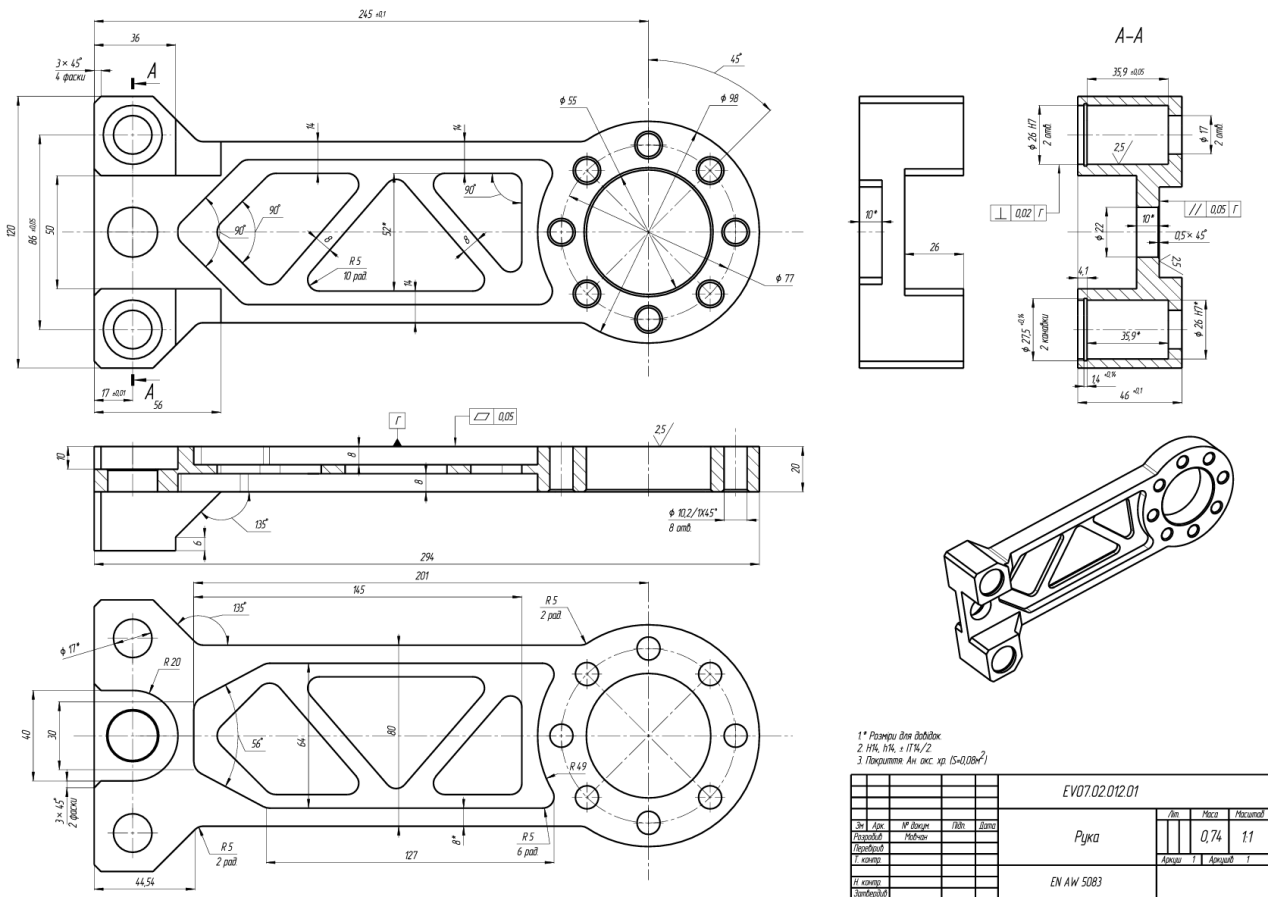


Рисунок 3.1 – Креслення деталі

Для виготовлення заготовки, можемо обрати прокат або литво.

Прокат

- Структура металу однорідна, але менш волокниста, гірша міцність;
- Посередня надійність в критичних умовах;
- Гладка поверхня після прокату;
- Добре обробляється різанням;
- Масове виробництво
- Низька вартість заготовки

(після прокату не потребує
додаткової обробки, універсальне
обладнання)

Литво у кокілі

- Зерниста структура металу, ризик мікропористості;
- Заготовка наближена до фінальної деталі, мінімальний припуск;
- Грубіша поверхня, потрібне додаткове обробки;
- Менші обсяги(раціонально для дрібносерійного виробництва)
- Вища вартість (витрати сировини, енергії на ударне або пресове обладнання, працює повільніше)

Доцільно вибрати прокат тому що купувати листи та швидко відправляти на обробку. В таблиці 5.1 наведено параметри заготовки.

Таблиця 3.1 – Припуски на оброблювані поверхні руки

Номінальний розмір деталі, мм	Тип поверхні	Значення припуску, мм	Розмір на кресленику заготовки, мм
46	Висота	4 _{-0,3}	50 _{-0,3}
120	Ширина	4 _{-0,5}	124 _{-0,5}
294	Довжина	4 _{-0,5}	298 _{-0,5}

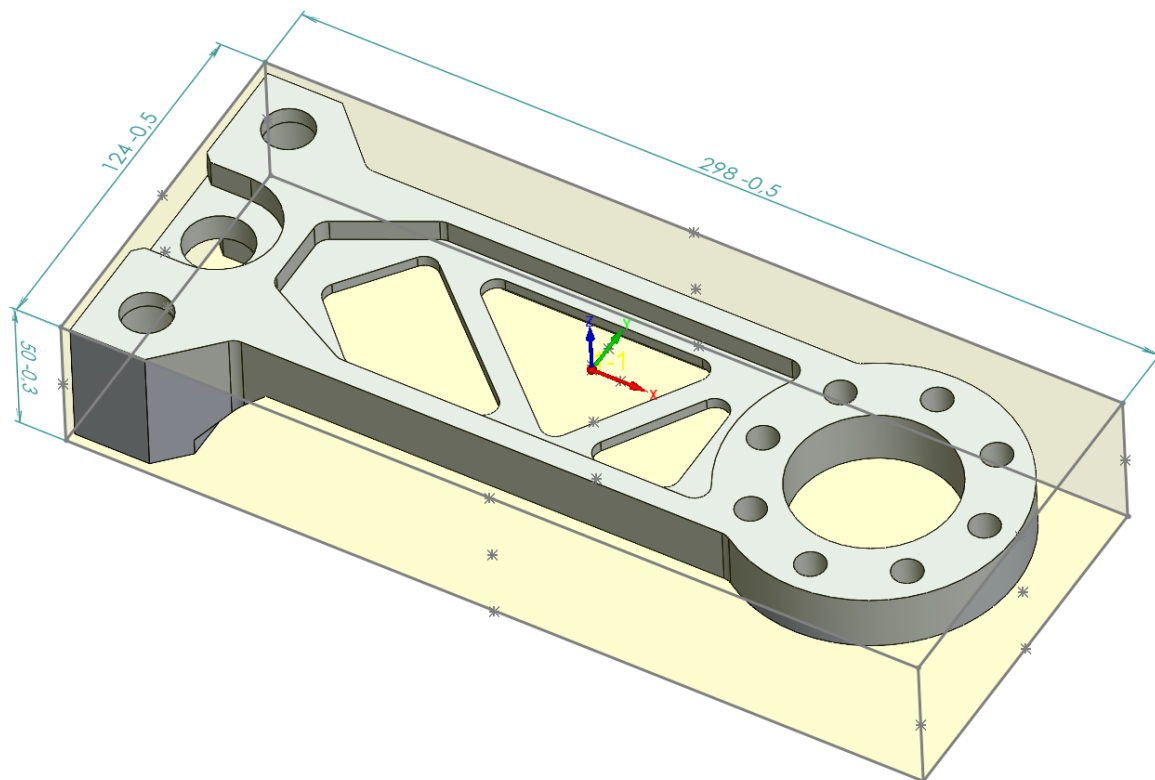
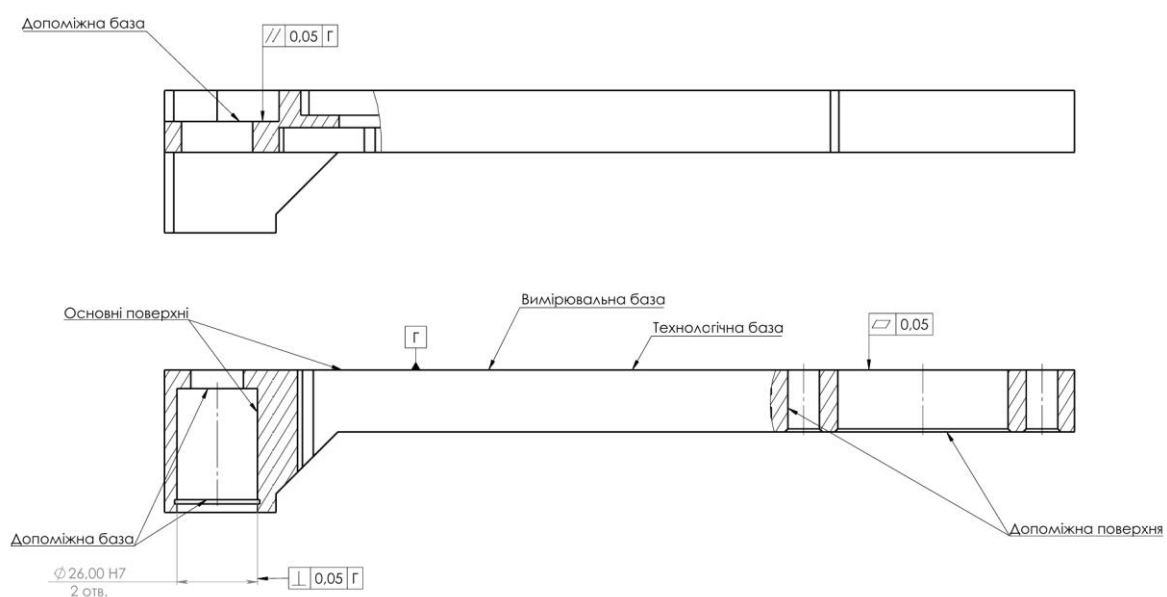


Рисунок 3.2 – Вихідна заготовка

3.2 Розробка маршрутного технологічного процесу

Конструкція деталі є простою прямокутною із пазами та отворами. Для розробки маршруту обробки позначимо основі поверхні виходячи із призначення деталі (рисунок 5.3). Всі непозначені поверхні вважати вільними.



					МА21.30.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			59

Рисунок 3.3 – Основні поверхні деталі

На рисунку 3.5-3.48 наведено маршрутні карти обробки деталі.

Операція 005 – 4282 Стрічково - відрізна

Верстат MAST BS 712N-PRO

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ЩЦ-I-300-0.1 ГОСТ 166-89.

Різальний інструмент: Пила Крок 8/12 ТРІ

Розміри які необхідно витримати 50_{-0,3} мм, 124_{-0,5} мм, 298_{-0,5} мм.

Операція 010 – 4234 Програмна фрезерна з ЧПК

Верстат HAAS VF-2SS

Пристосування: Лещата HAAS HSCV-5-05

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ЩЦ-I-300-0.1 ГОСТ 166-89.

Розміри які необхідно витримати:

Установ 1 (час обробки 38 хв 19 сек)

Нуль на деталі без урахування припуску 2 мм, затиснути в лещатах

Отвори:

Ø17H14 Ra 6.3, Ø10.2 H14 Ra 6.3;

Шорсткість розміру 46⁺¹ Ra 2.5;

8+-IT14; 80h14; 50H14; 120h14; 245 +-0.1;

Установ 2 (час обробки 2 год 18 хв 09 сек)

50_{-0,3} мм, 124_{-0,5} мм, 298_{-0,5} мм.

Різальні інструмент для установу 1:

T1 Кінцева фреза Ø 8 мм чорнова 1K354-0800XD 1730;

T3 Свердло Ø 10.2 мм, 462.1-1020-031F0-XM X2BM;

T4 Свердло Ø 17 мм, 462.1-1700-051A0-XM X2BM;

T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та пластина RCHT 10T3 M0-KL H13A;

T6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чистова 1K354-0800-XD 1730;

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

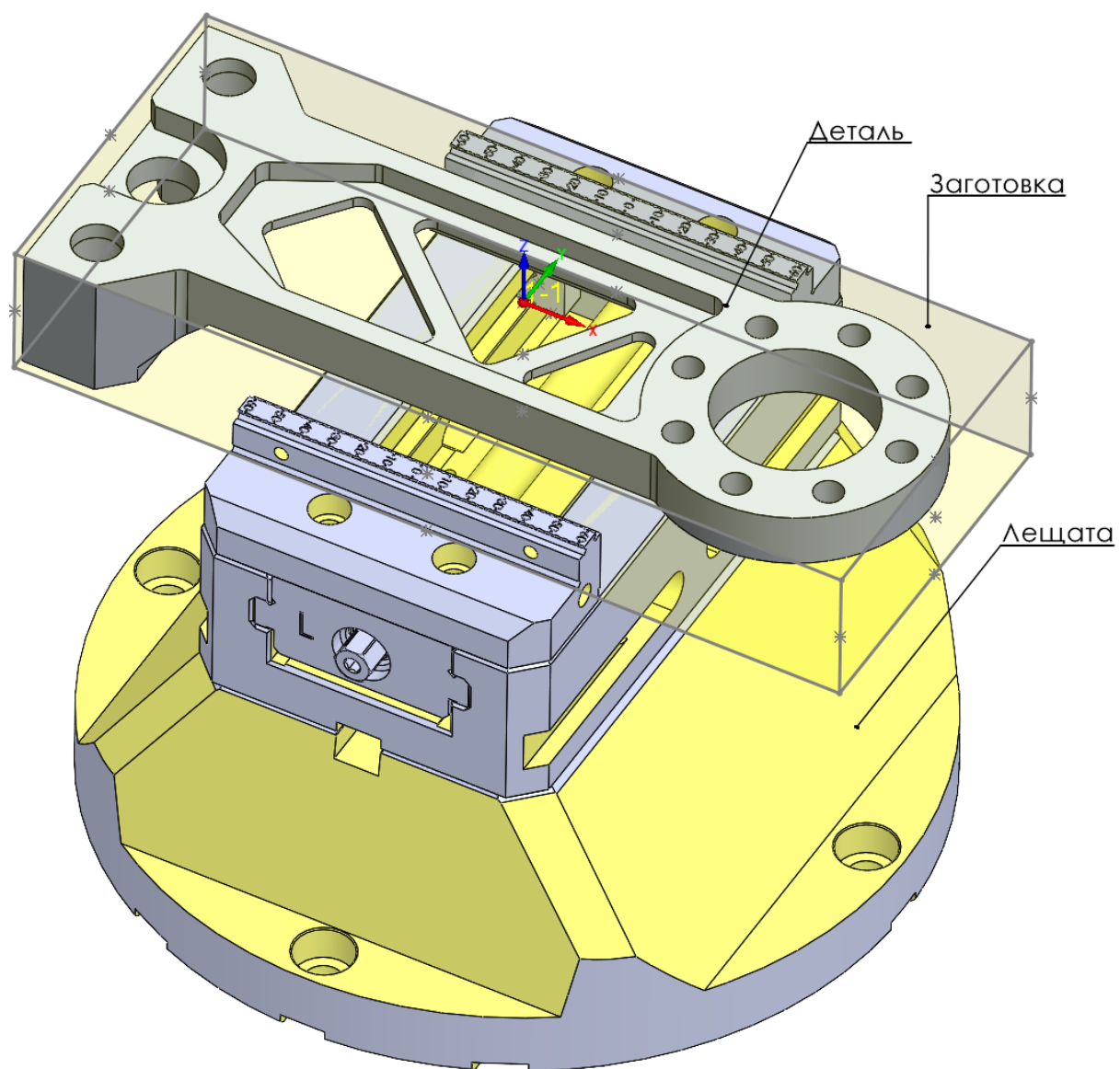


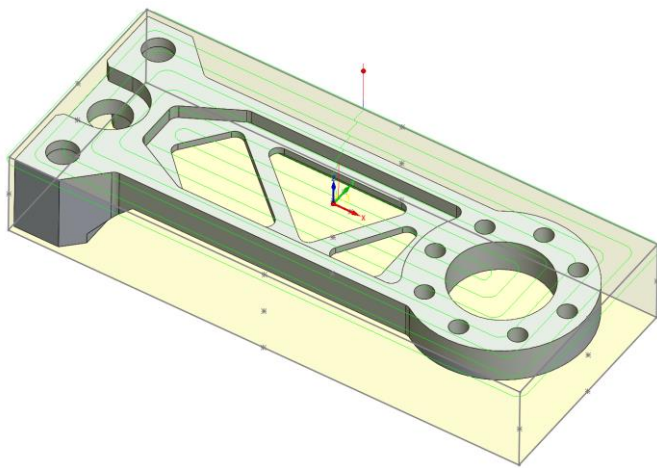
Рисунок 3.4 – Положення заготовки на першому установі

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

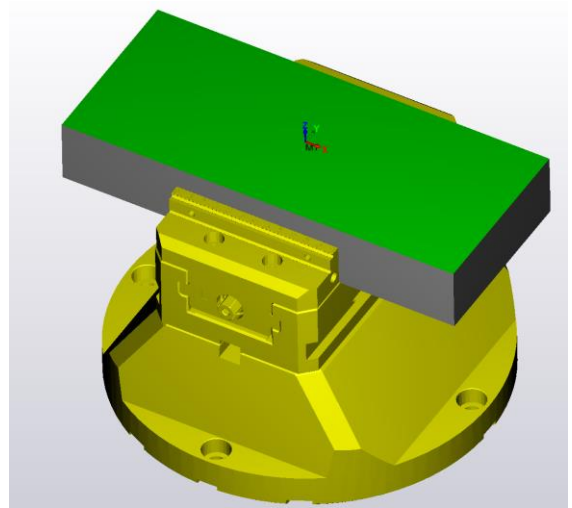
МА21.30.000 ПЗ

Арк.

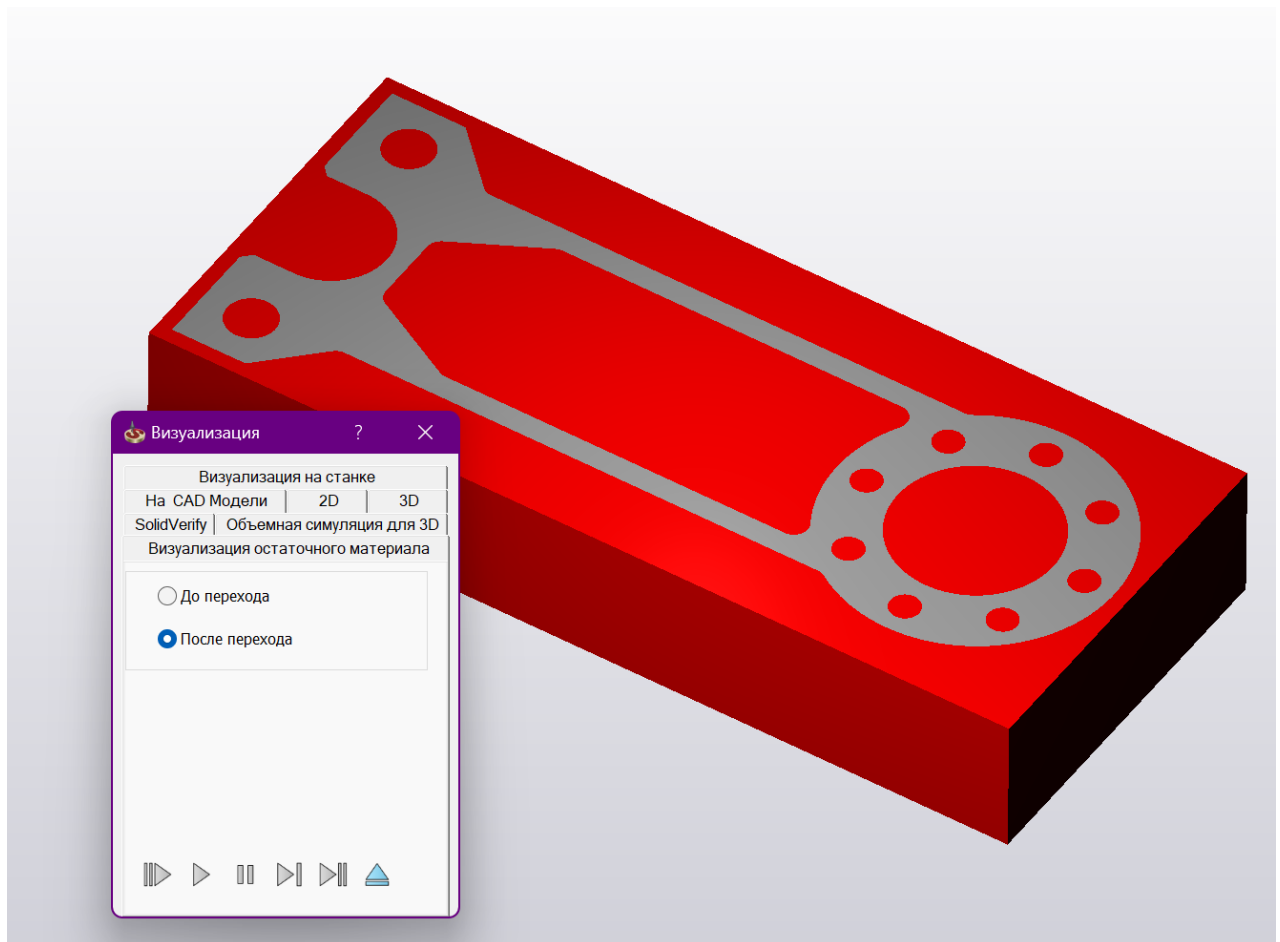
61



а



б



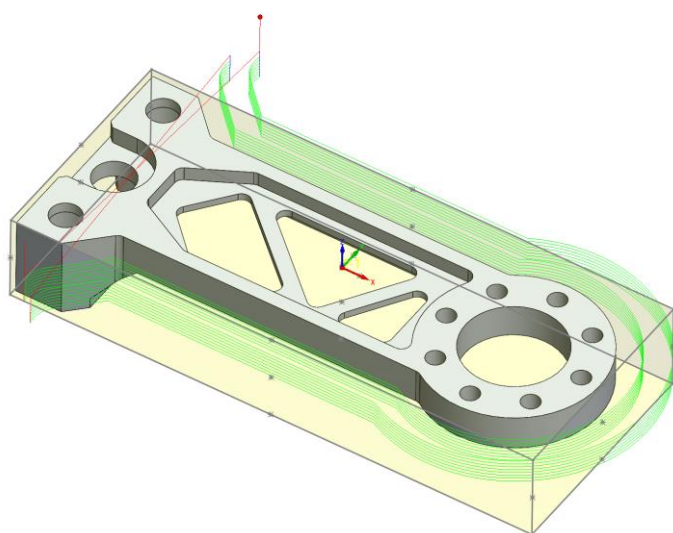
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір 3д моделі)

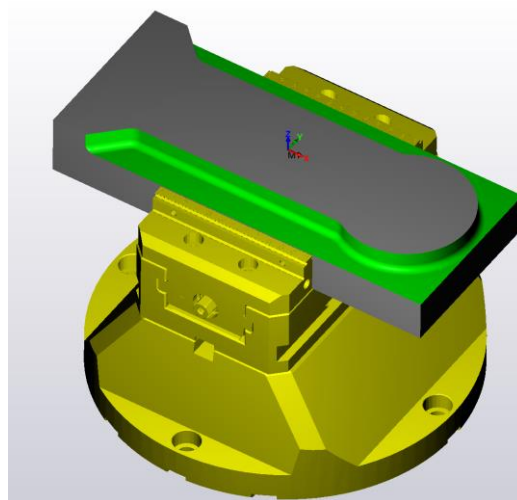
інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та пластина RCMT 10T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.5 – Перехід 1 фрезерування площини

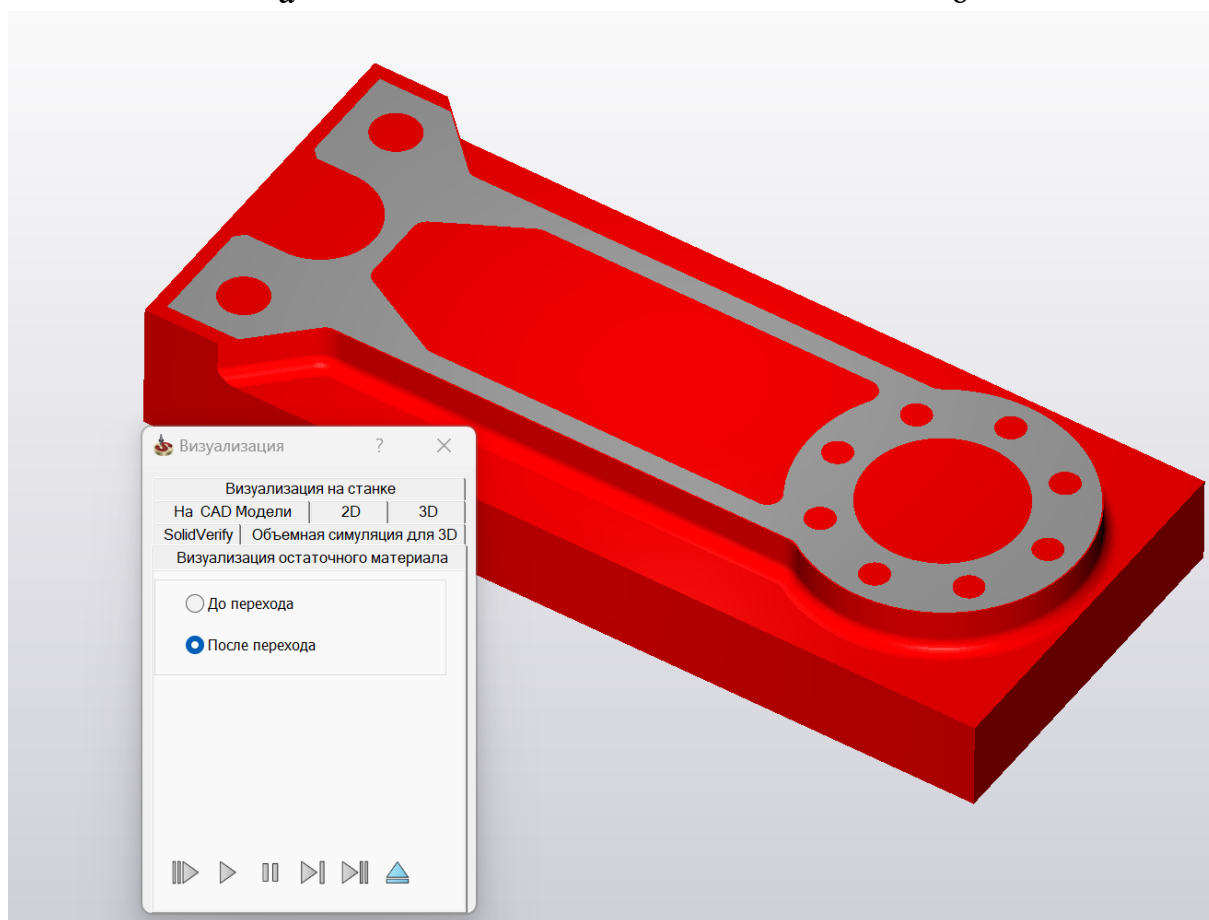
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62



а



б



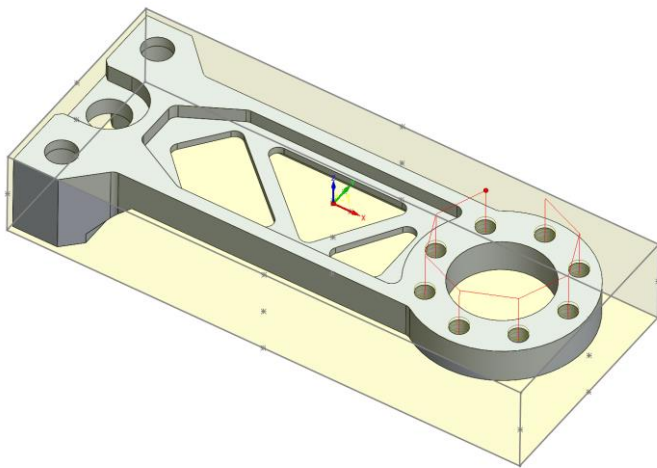
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір 3д моделі)

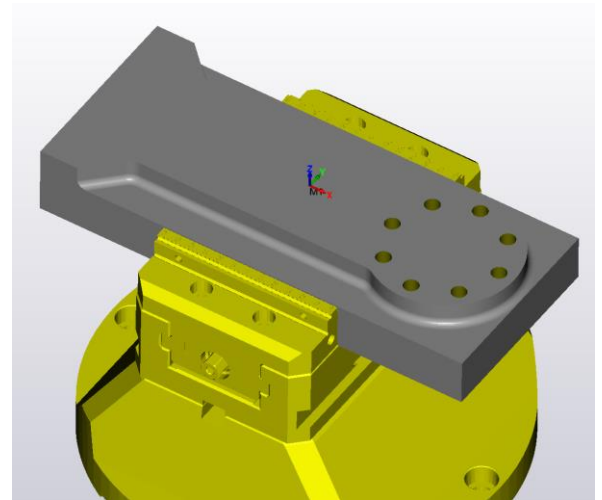
інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та пластина RCHT 10T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.6 – Перехід 2 фрезерування зовнішнього контуру деталі

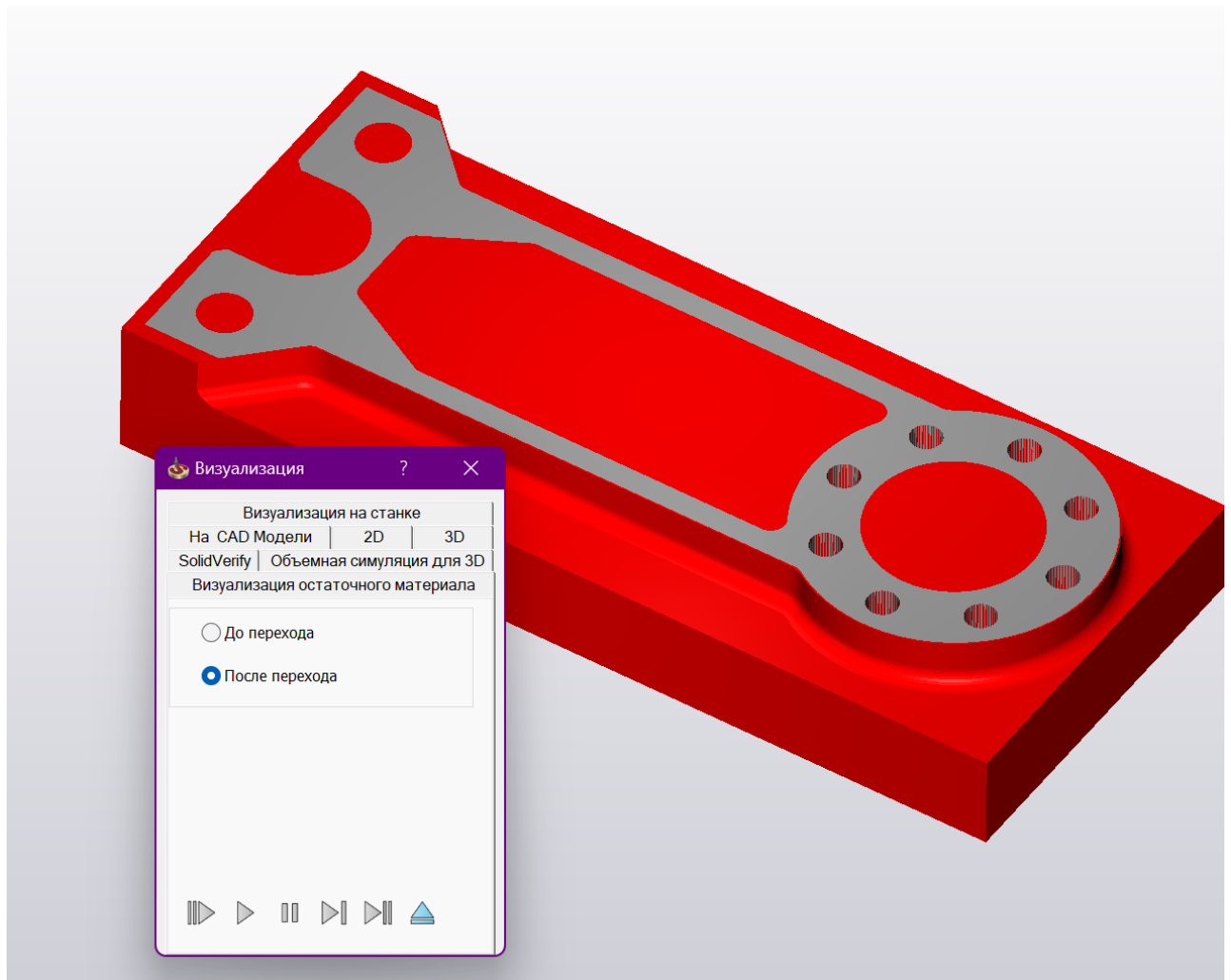
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63



а



б



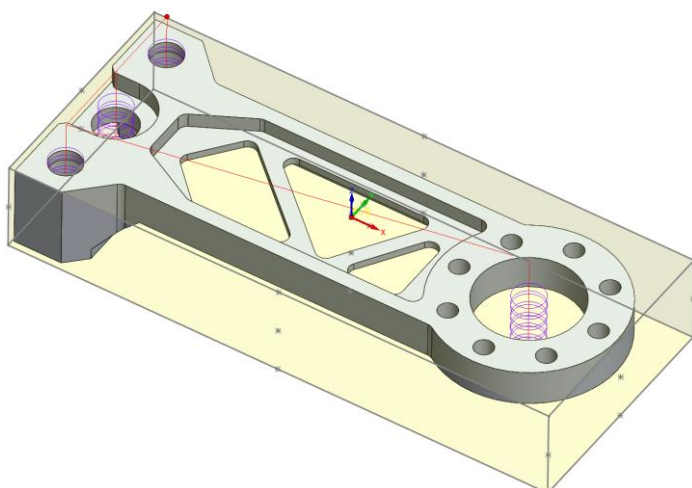
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

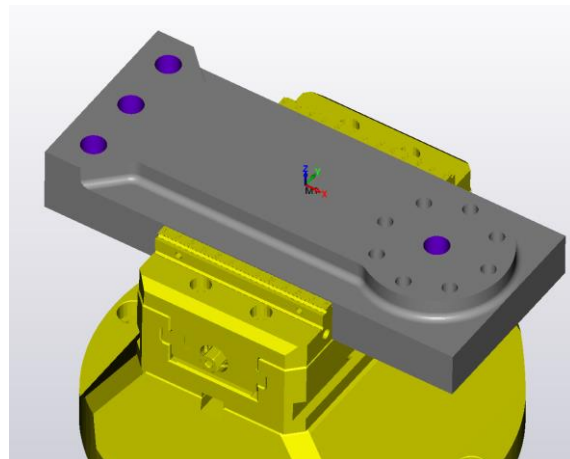
інструмент: ТЗ Свердло Ø 10.2 мм, 462.1-1020-031F0-XM X2BM

Рисунок 3.7 – Перехід 3 свердління отворів Ø 10.2

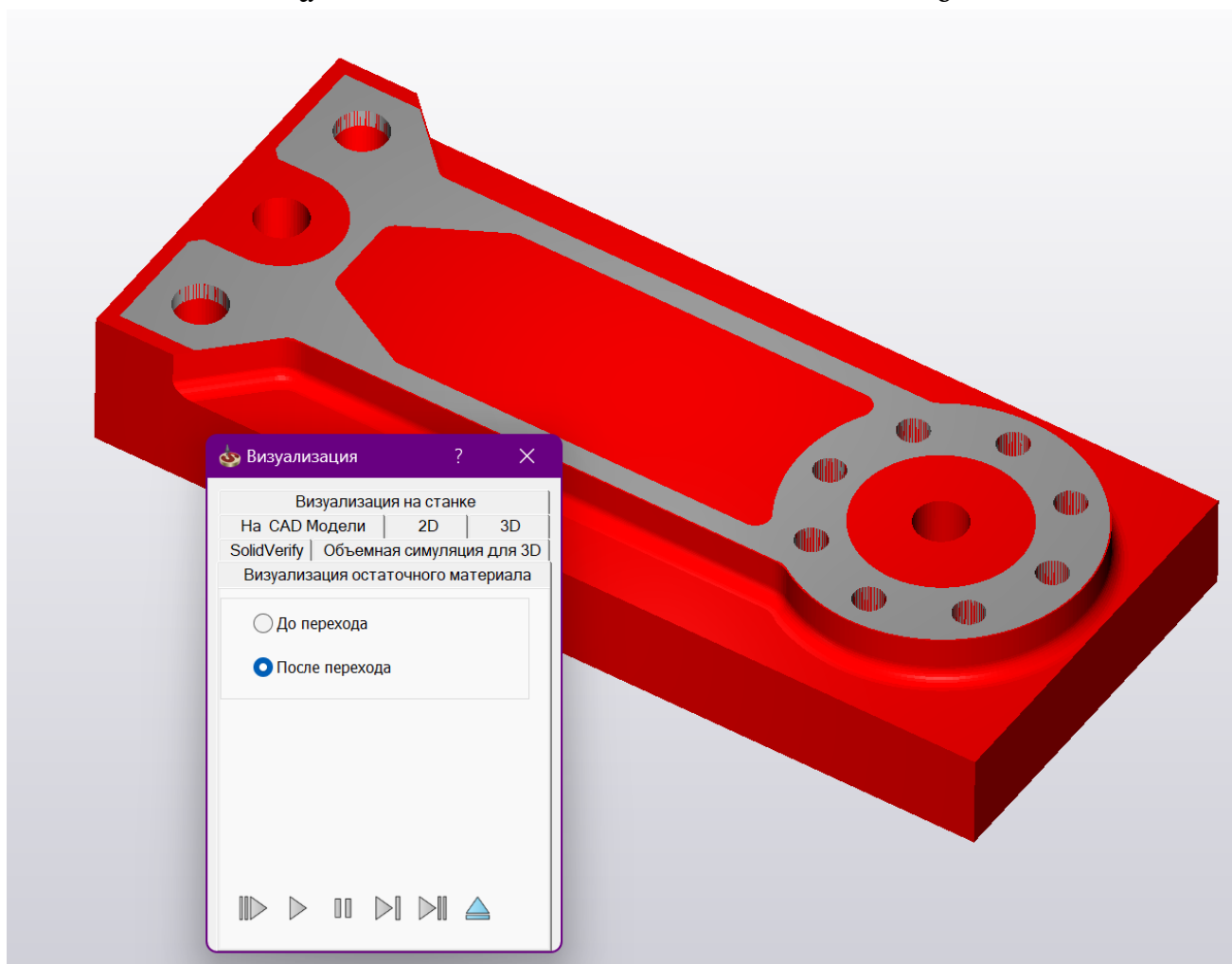
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64



а



б

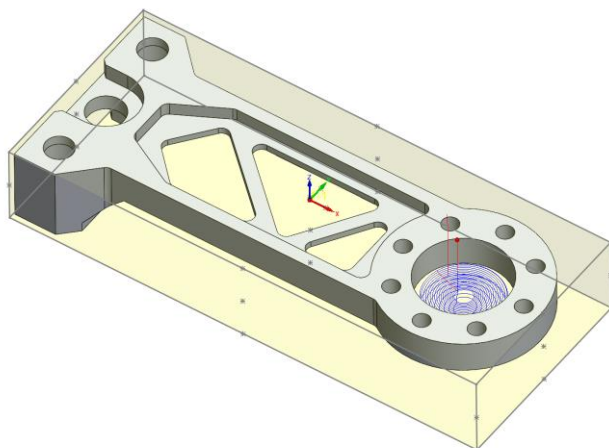


в

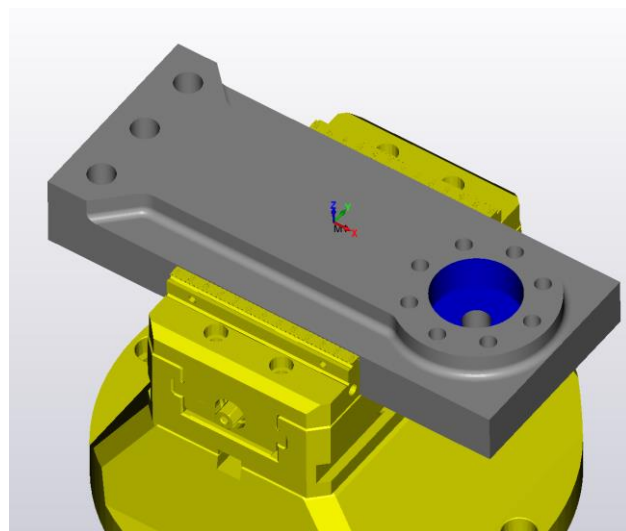
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т4 Свердло Ø 17 мм, 462.1-1700-051A0-XM X2BM

Рисунок 3.8 – Перехід 4 свердління отворів Ø 17

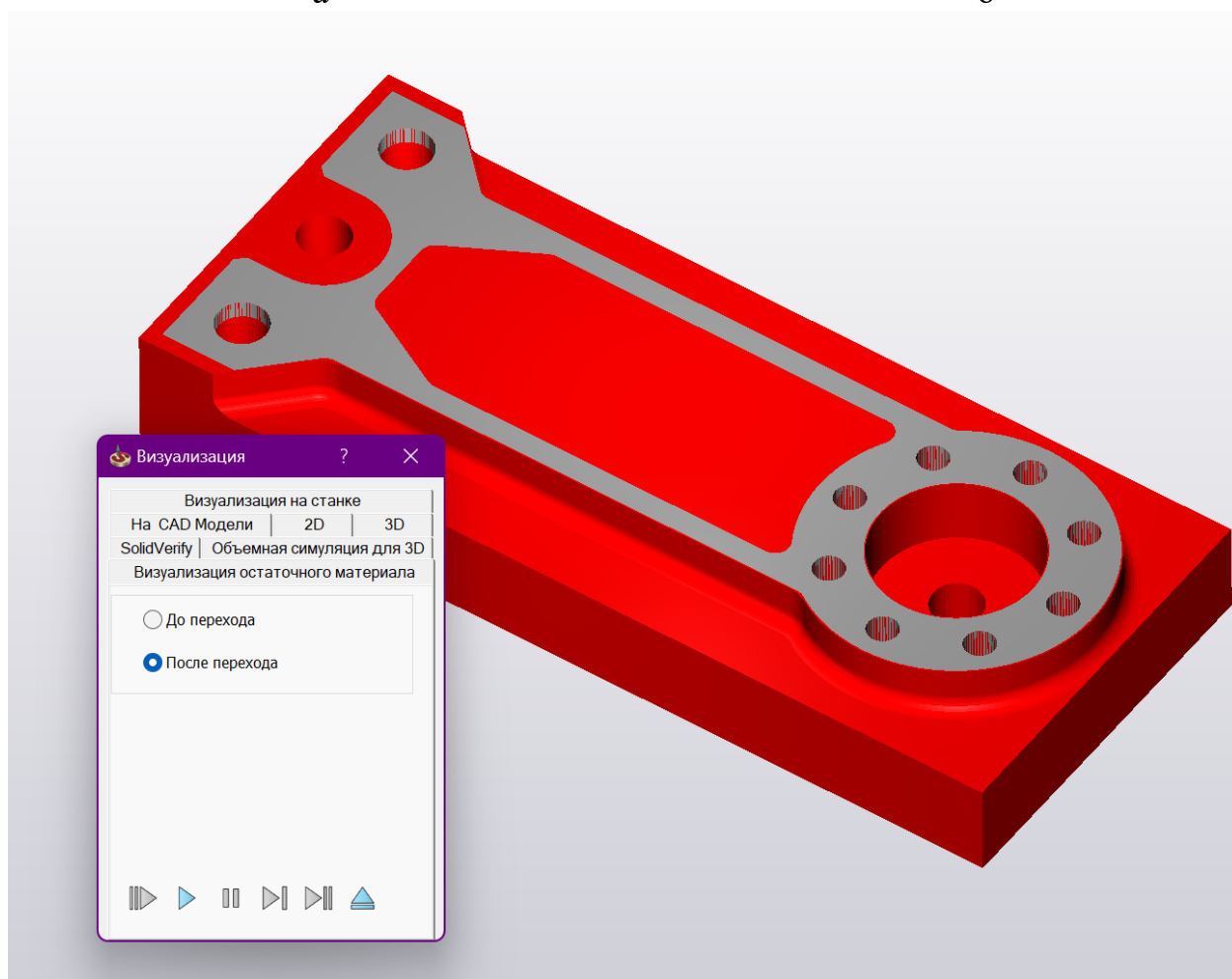
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65



а



б

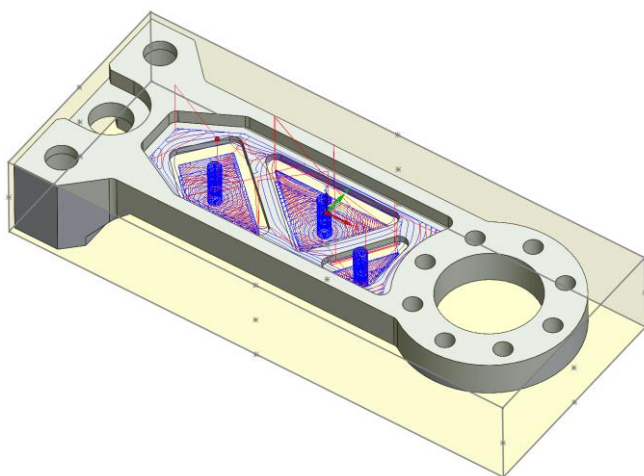


в

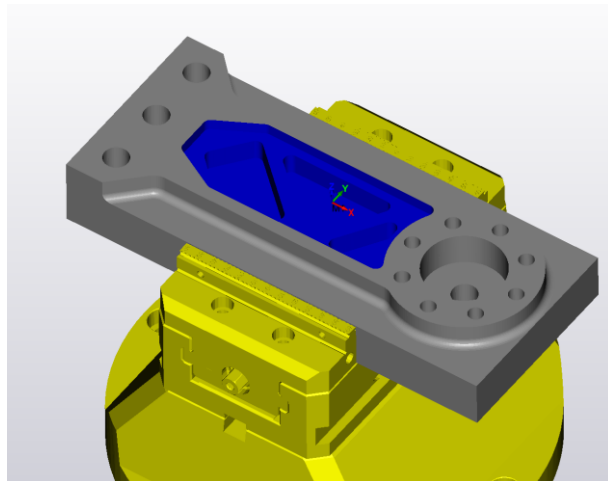
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.9 – Перехід 5 фрезерування отвору

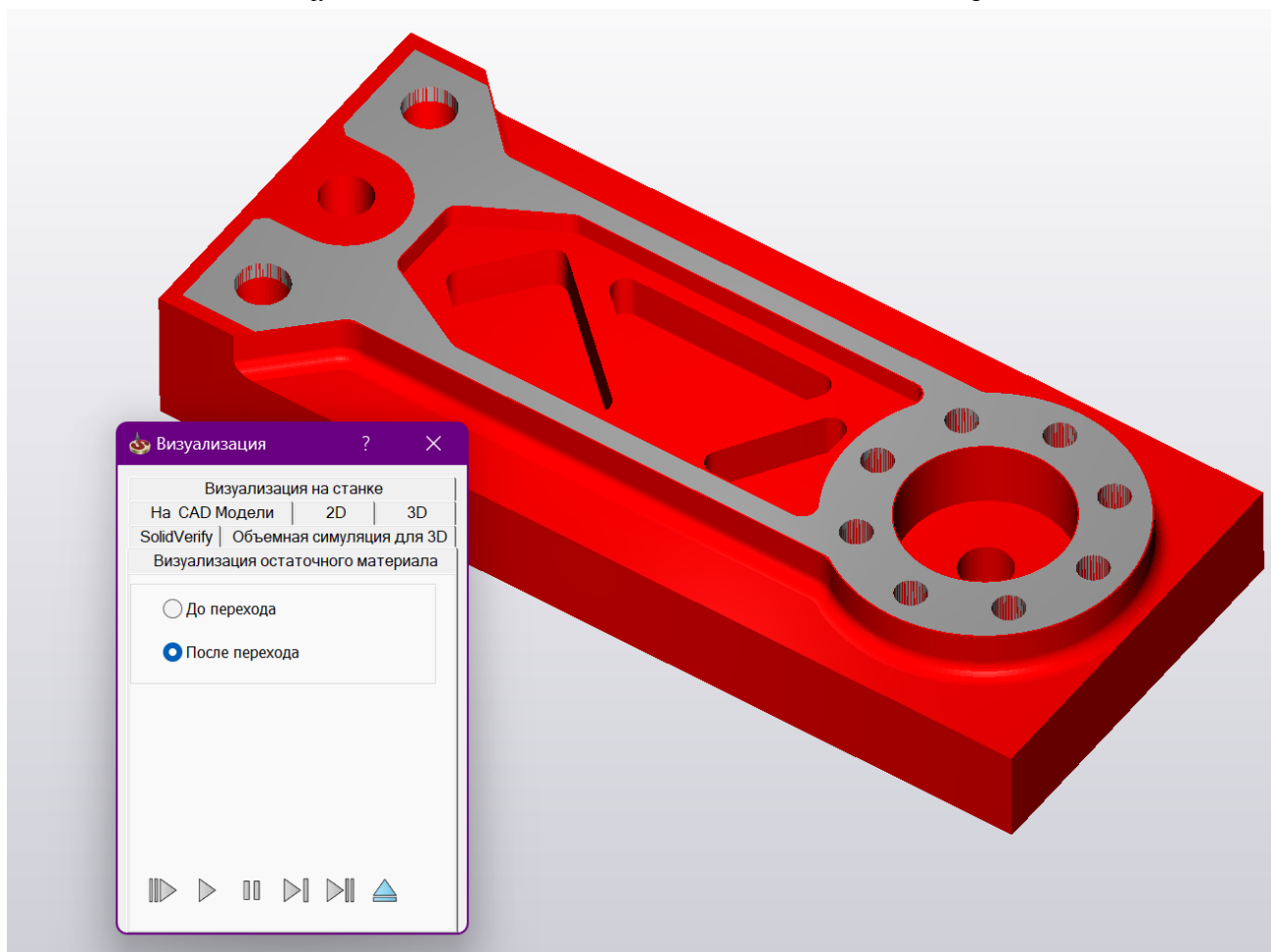
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66



а



б

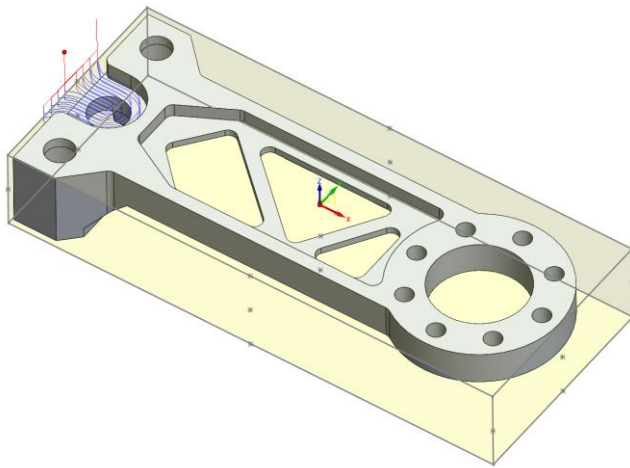


в

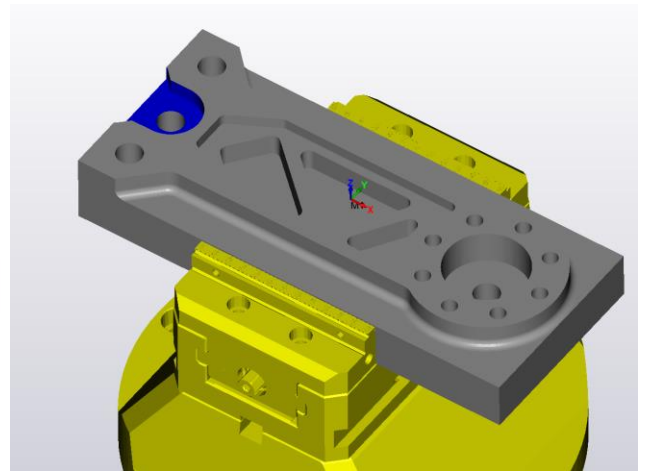
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.10 – Перехід б фрезерування карману

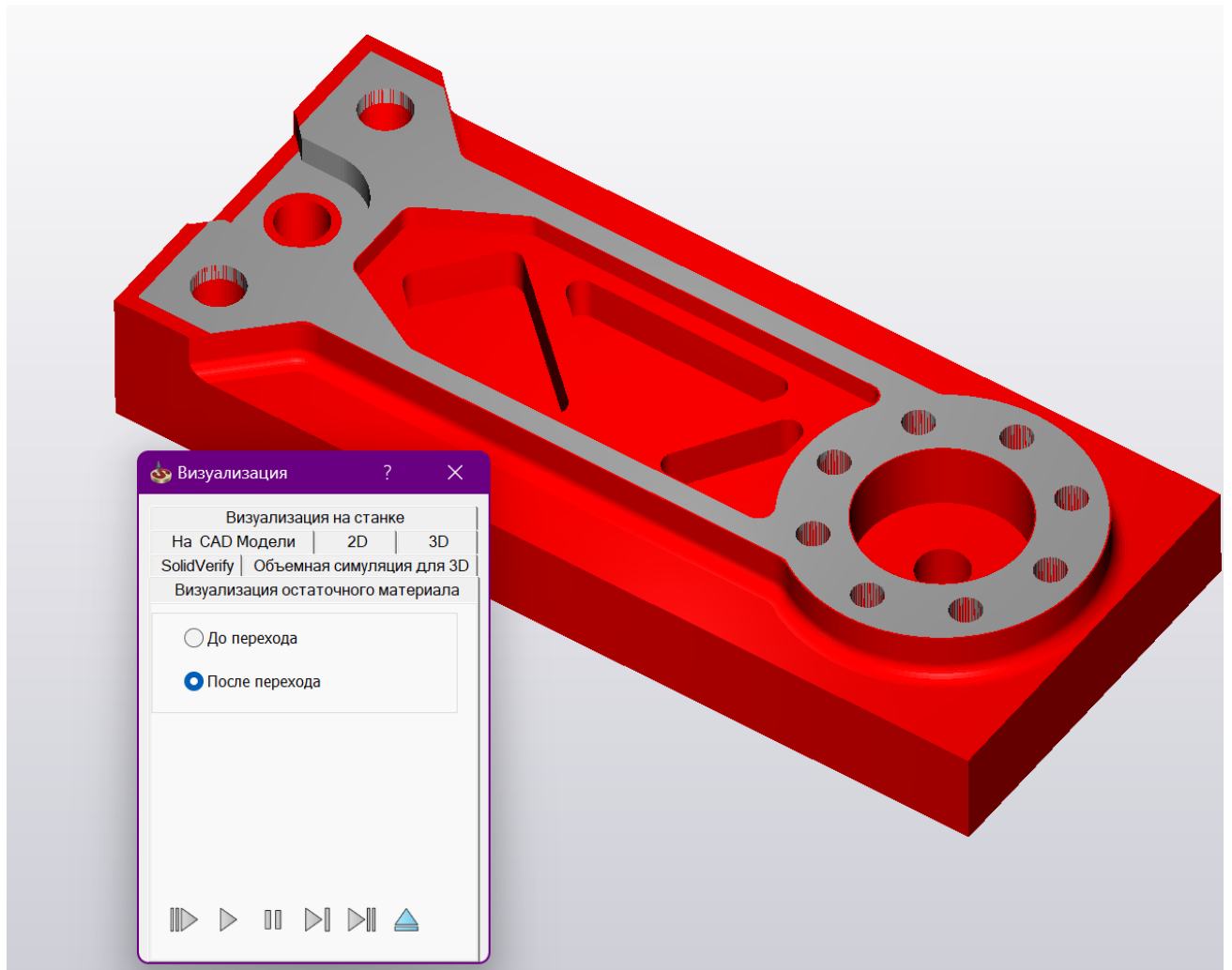
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67



а



б

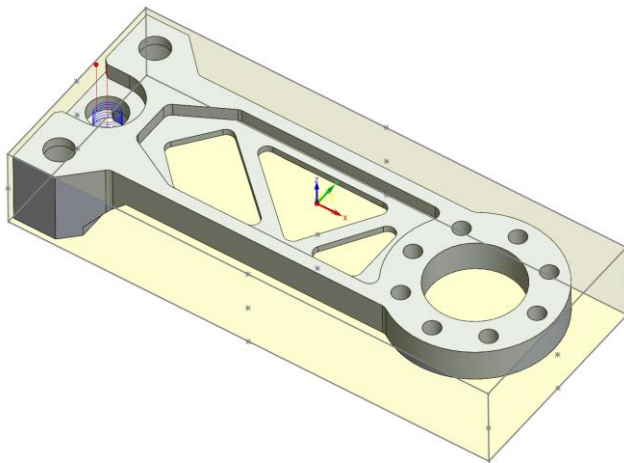


в

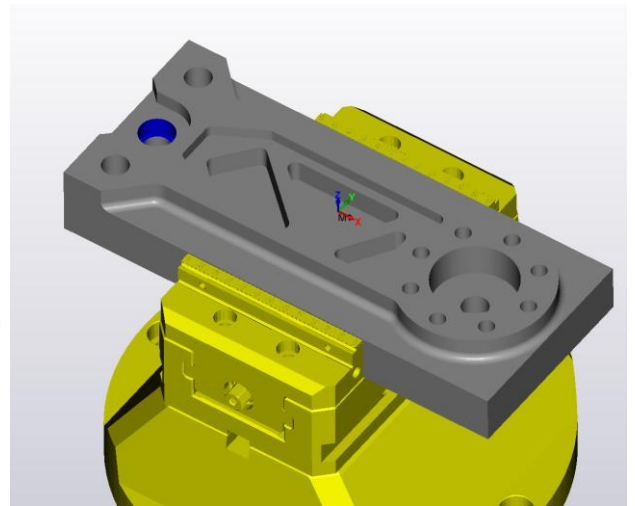
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.11 – Перехід 7 фрезерування пазу

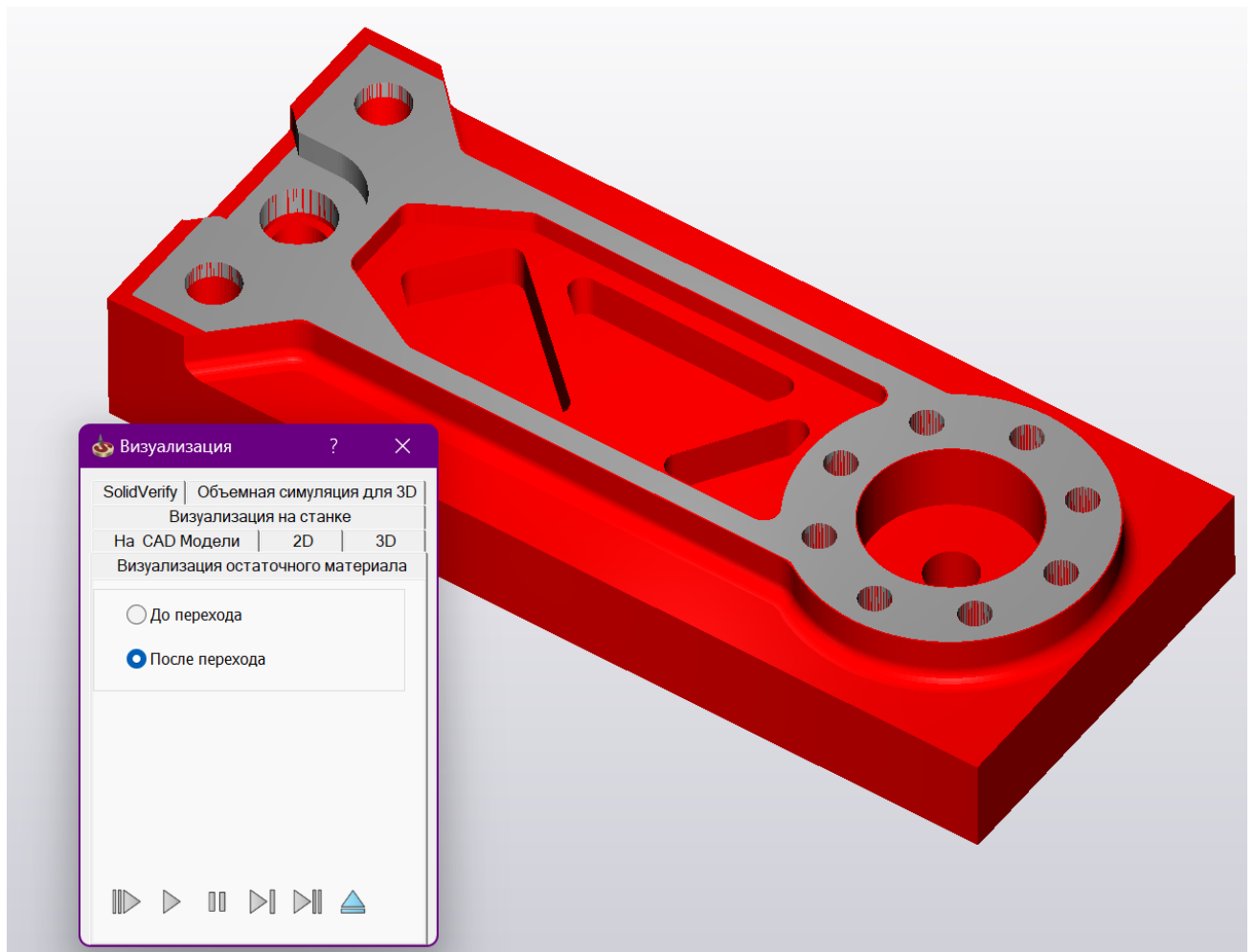
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68



а



б



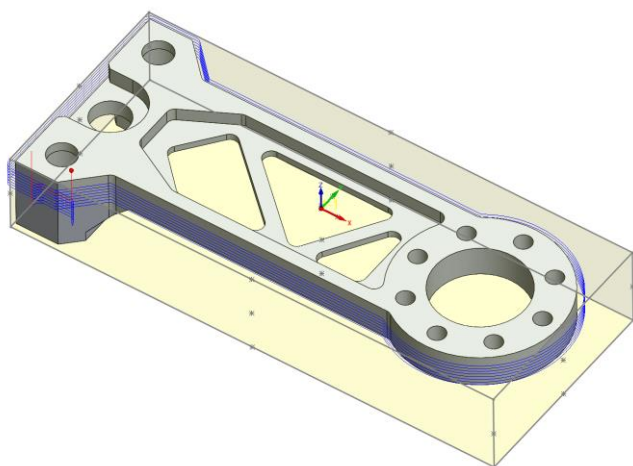
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

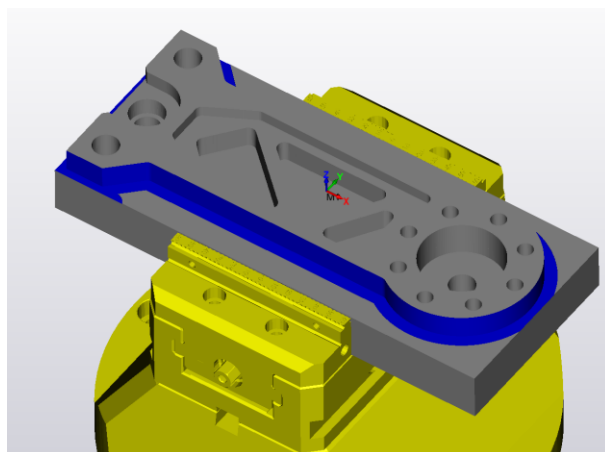
інструмент: T1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.12 – Перехід 8 фрезерування отвору

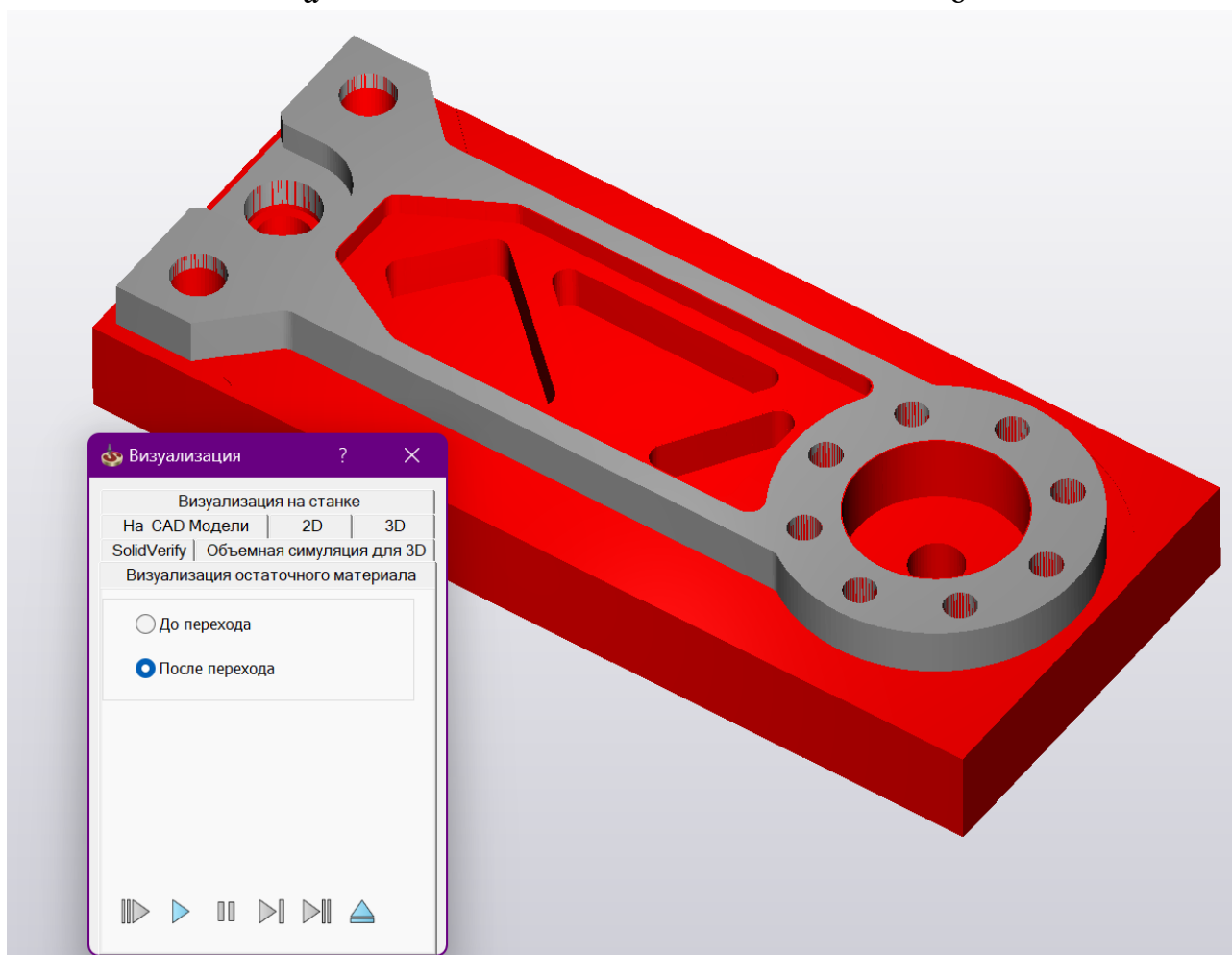
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69



а



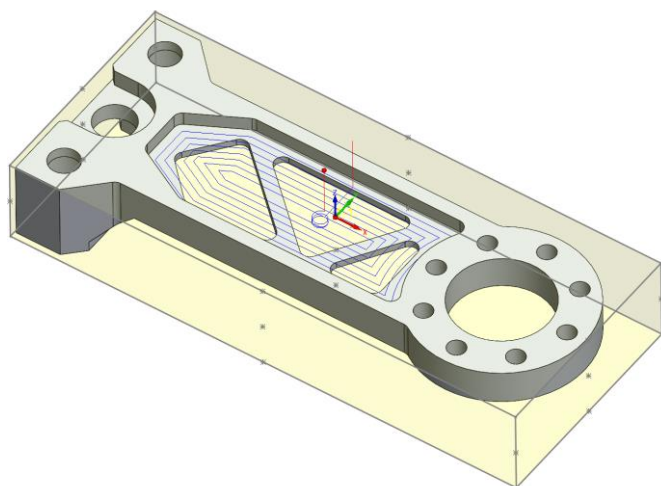
б



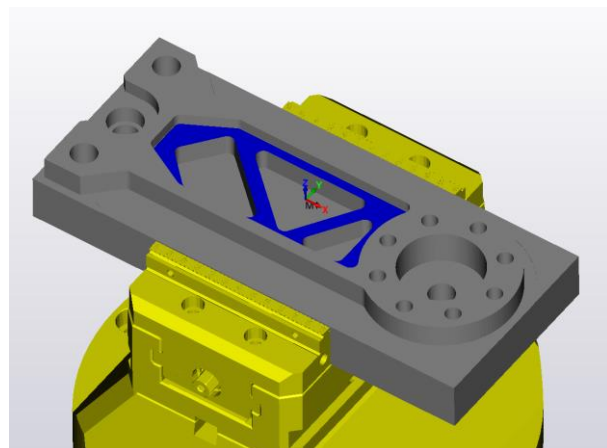
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730
Рисунок 3.13 – Перехід 9 фрезерування зовнішнього контуру деталі

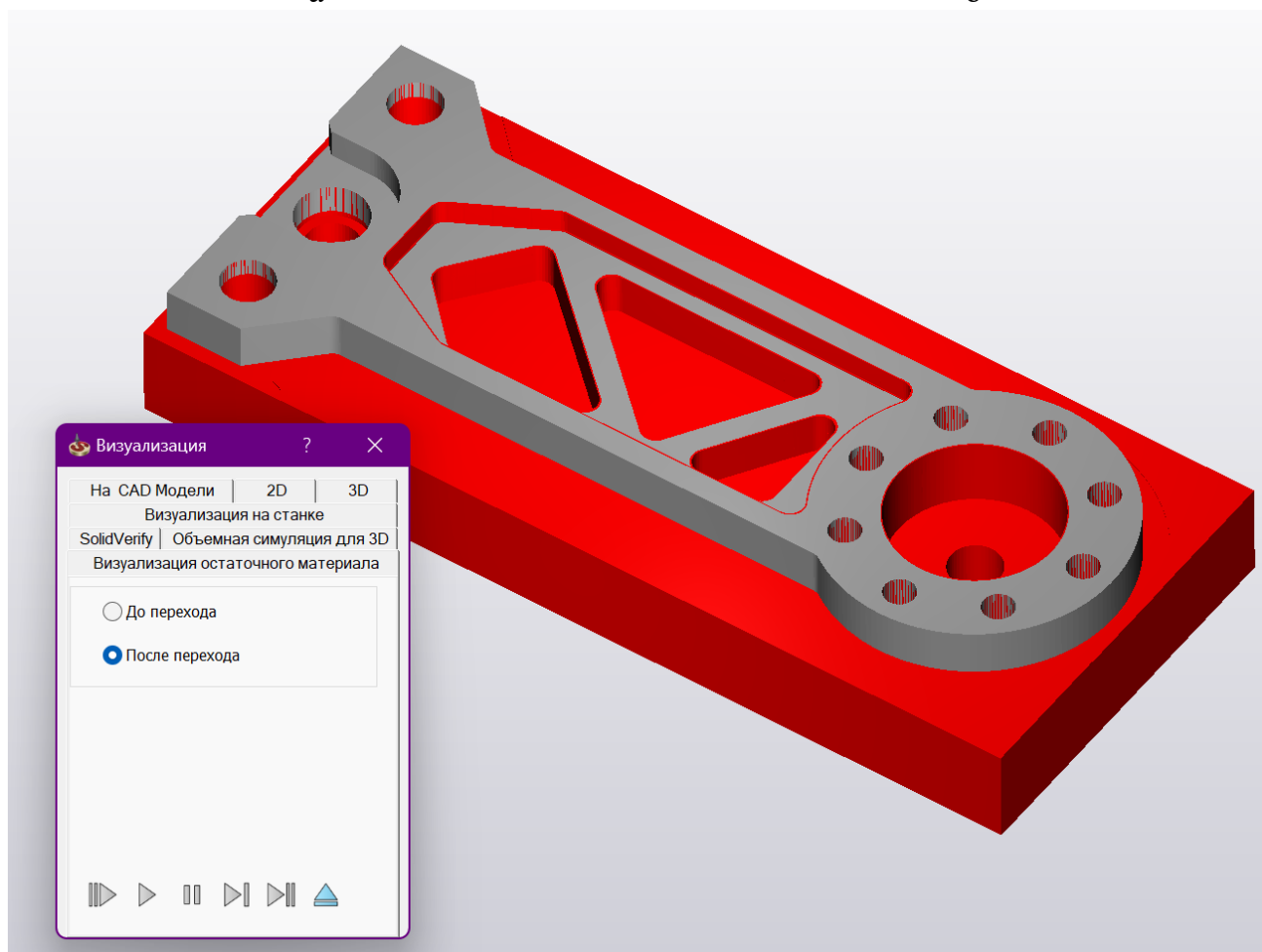
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70



а



б



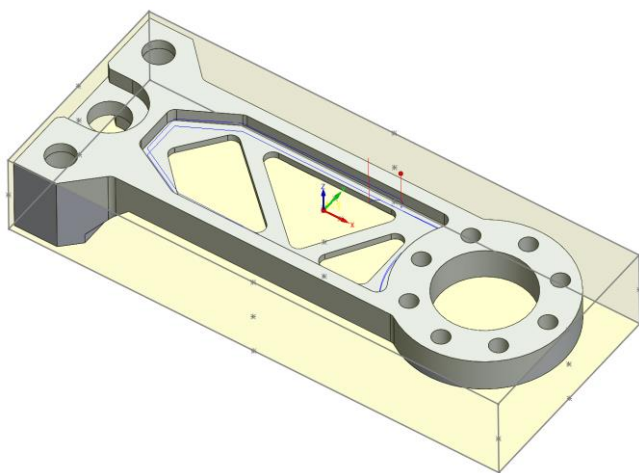
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

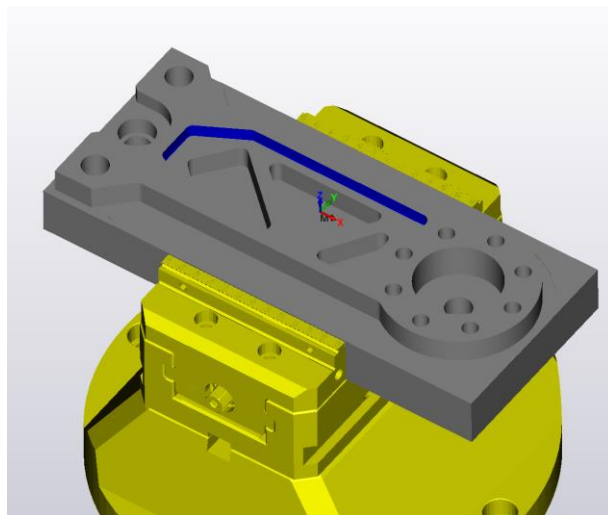
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.14 – Перехід 10 чистове фрезерування пазу

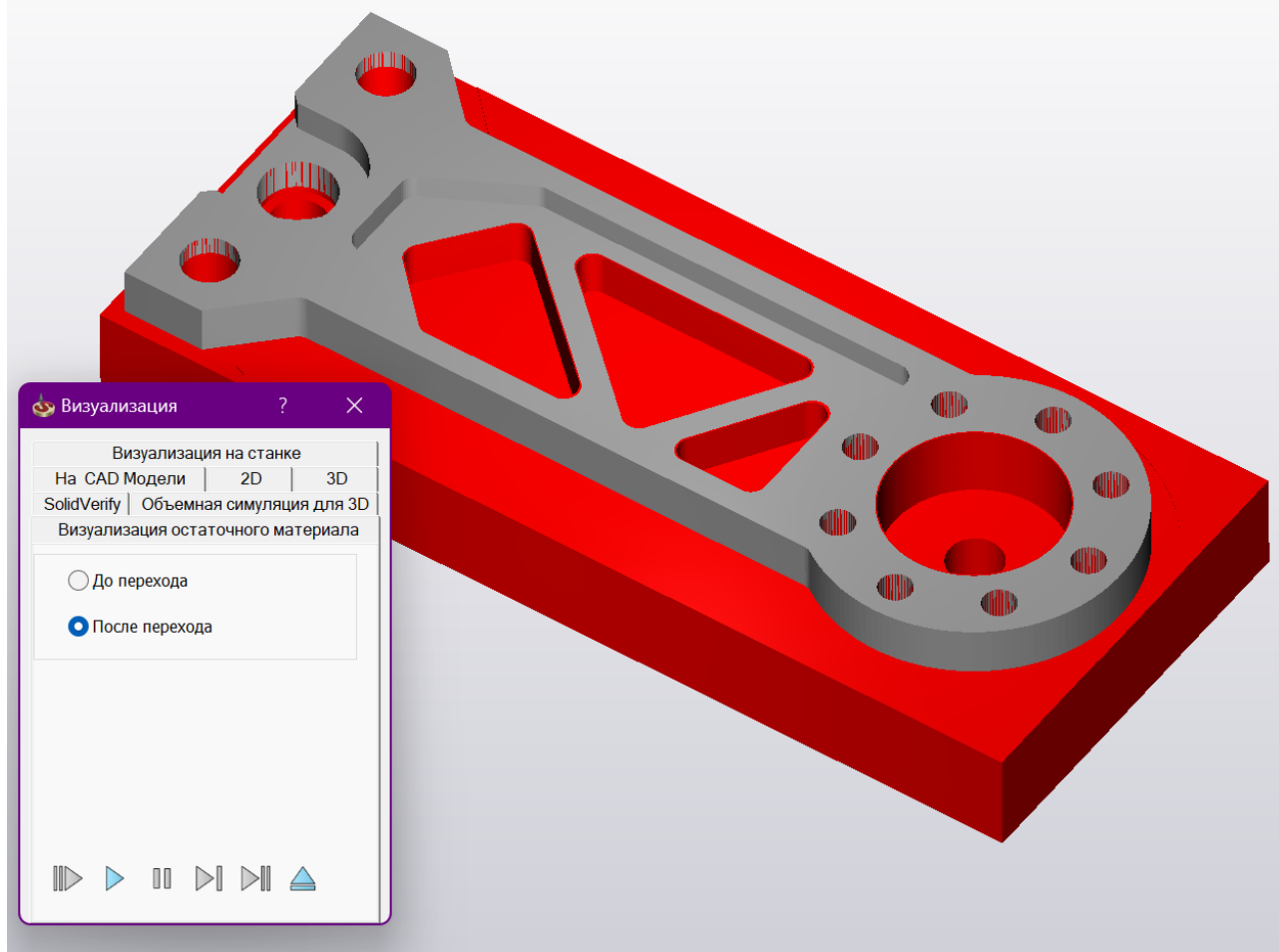
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71



а



б



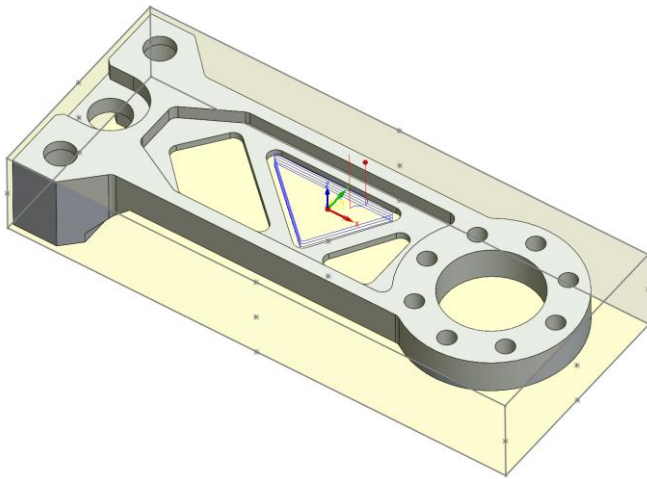
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

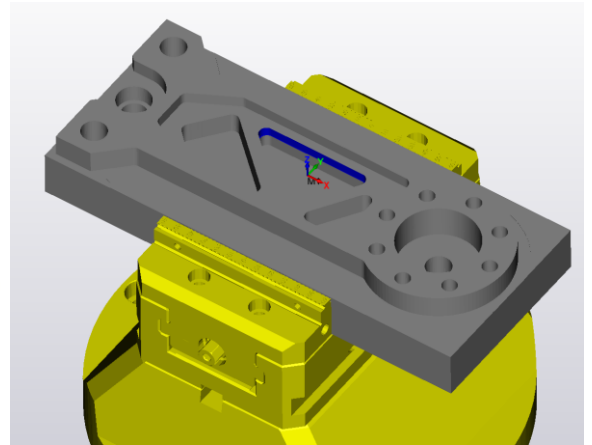
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.15– Перехід 11 чистове фрезерування пазу

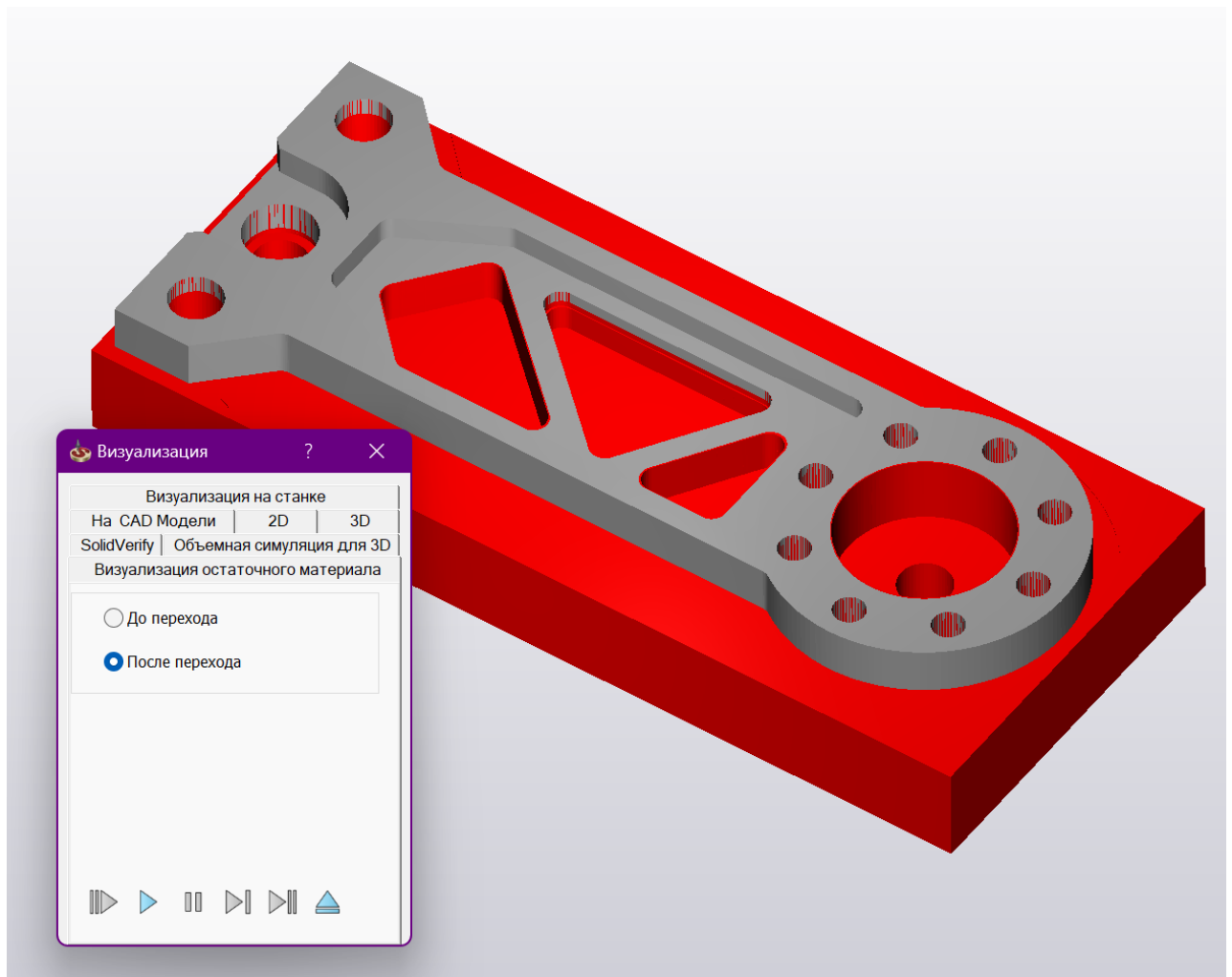
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72



а



б

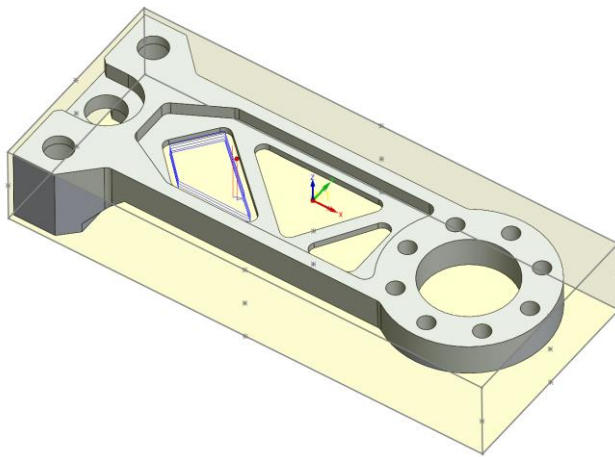


в

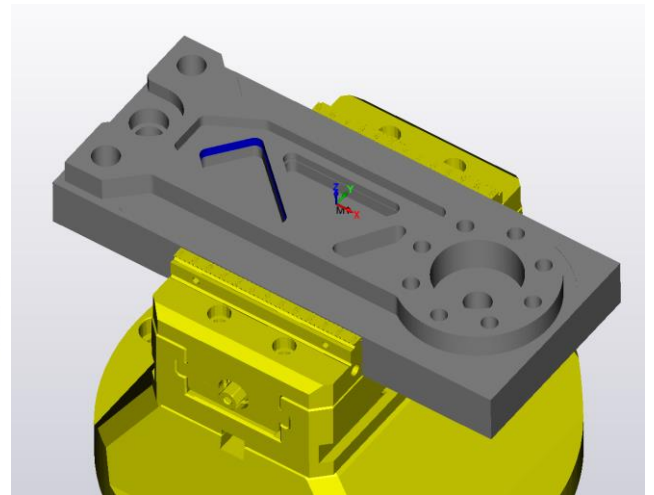
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.16 – Перехід 12 чистове фрезерування вікна

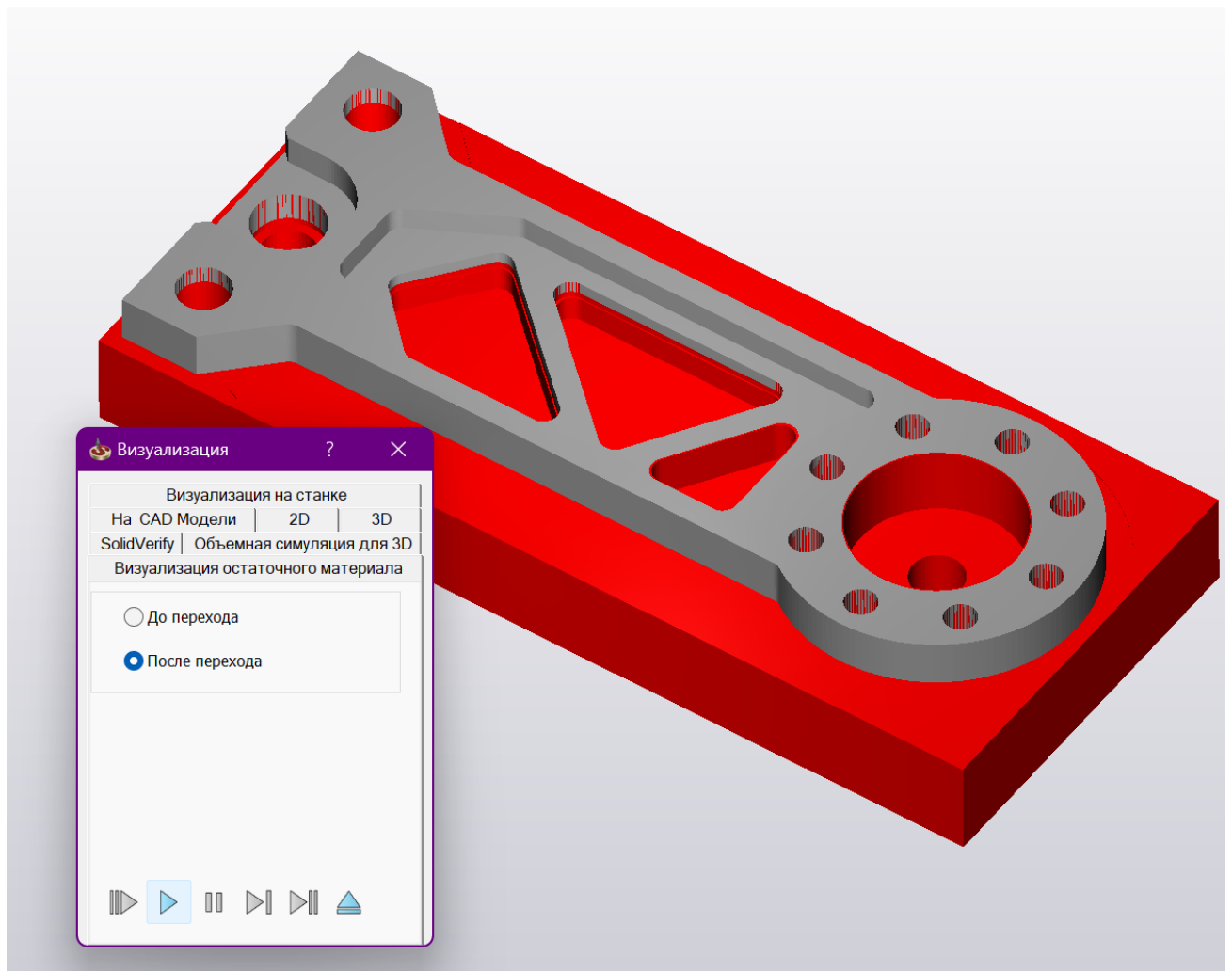
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б



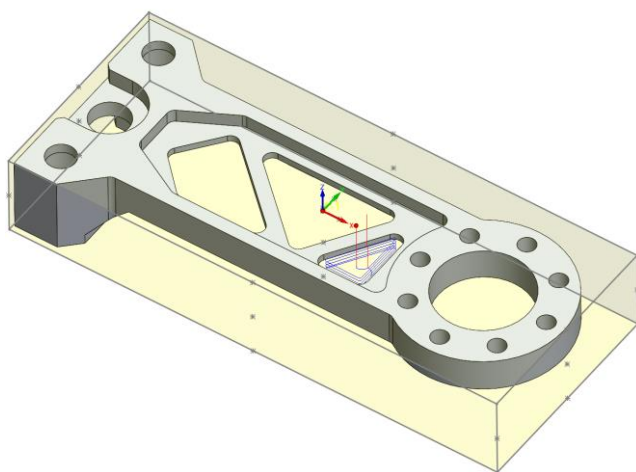
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

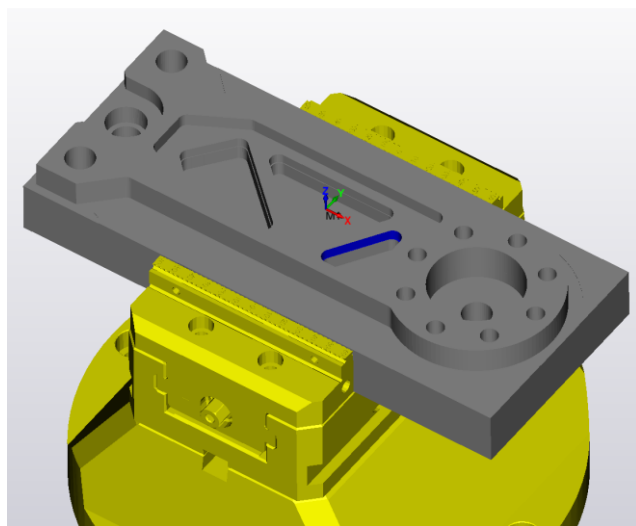
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.17 – Перехід 13 чистове фрезерування вікна

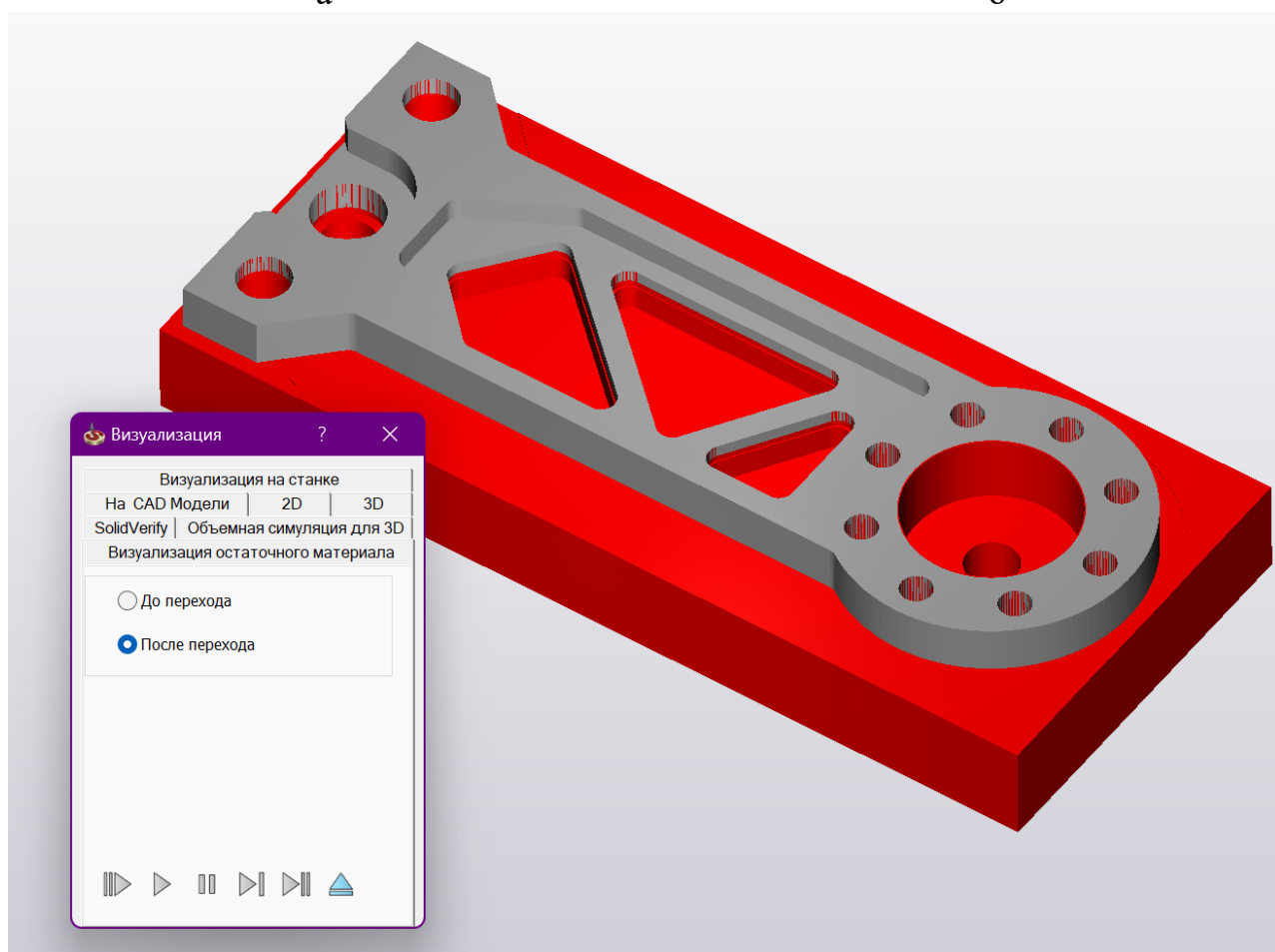
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74



а



б

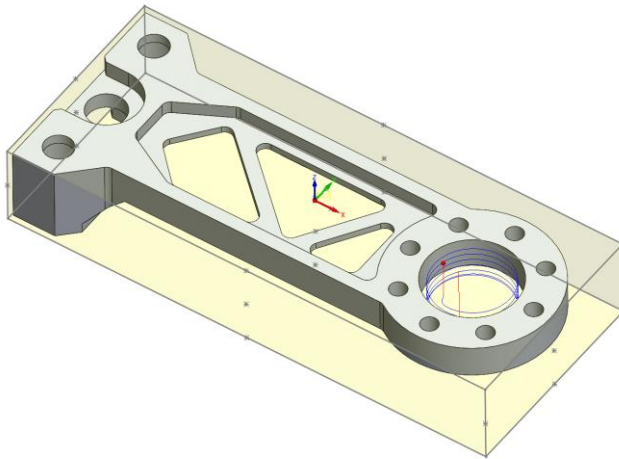


в

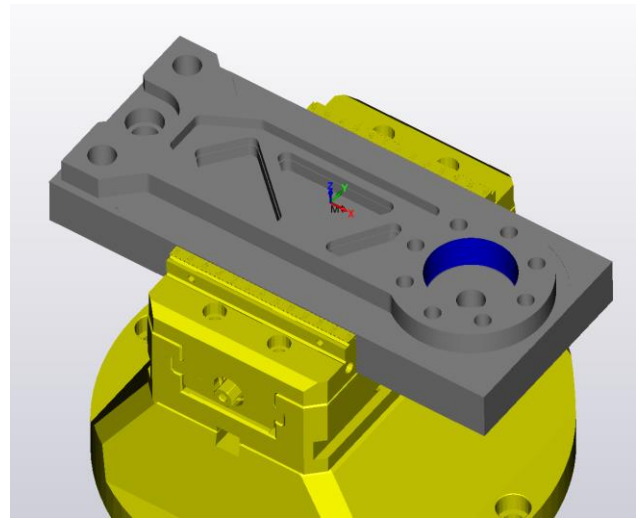
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.18 – Перехід 14 чистове фрезерування вікна

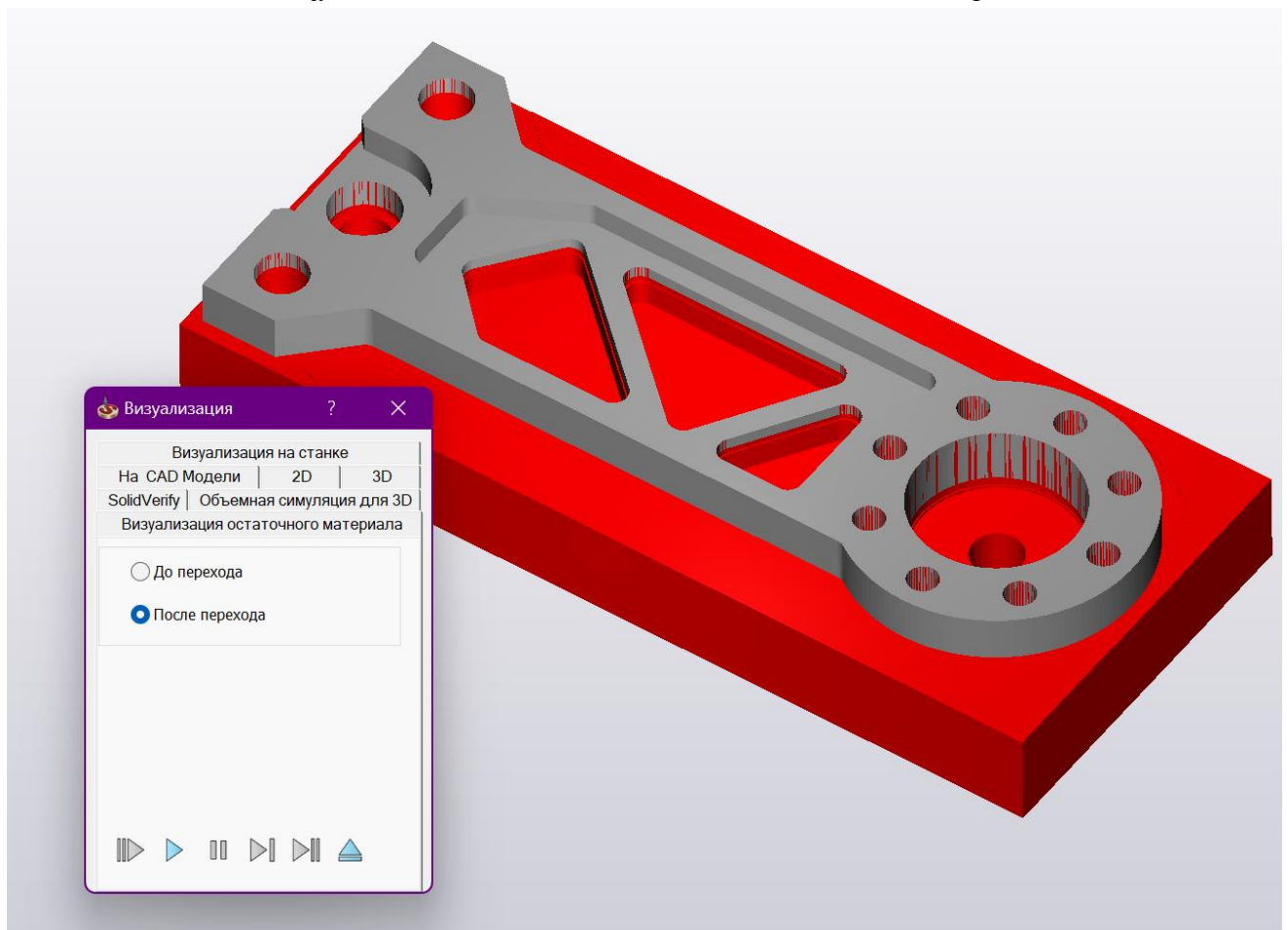
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75



а



б

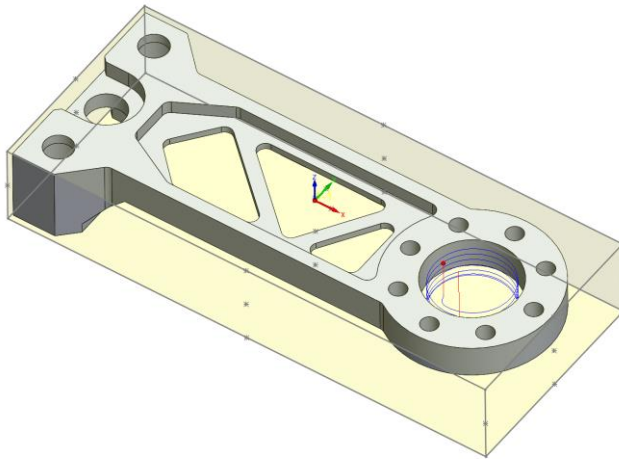


в

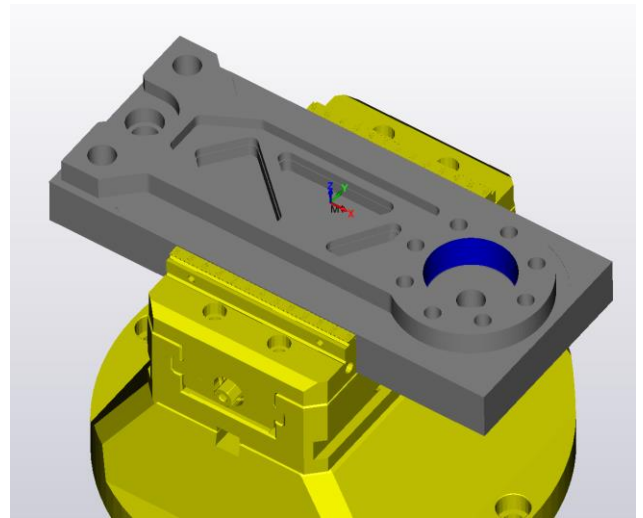
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.19 – Перехід 15 чистове фрезерування вікна

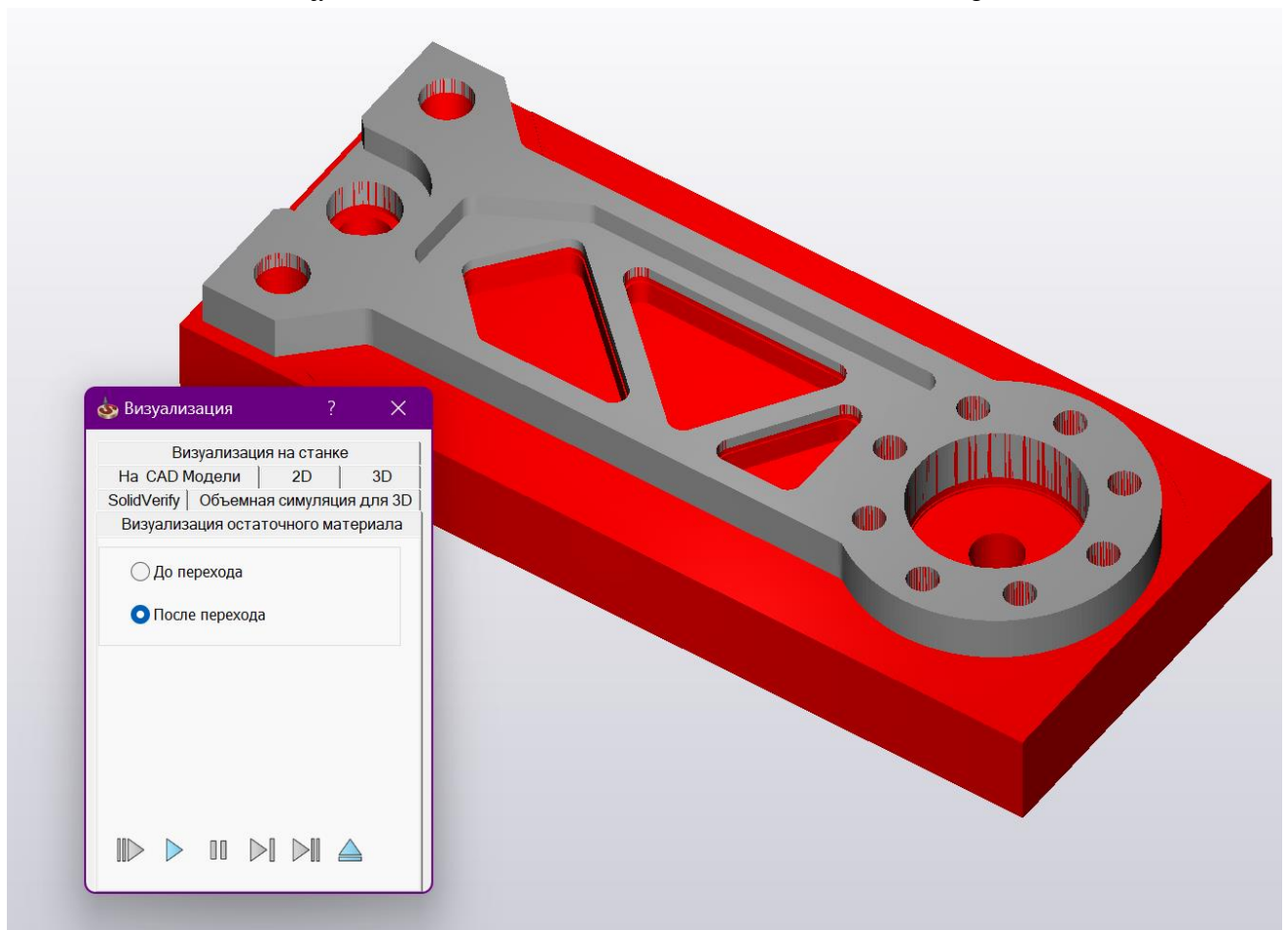
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76



а



б



в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.20 – Перехід 15 чистове фрезерування вікна

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

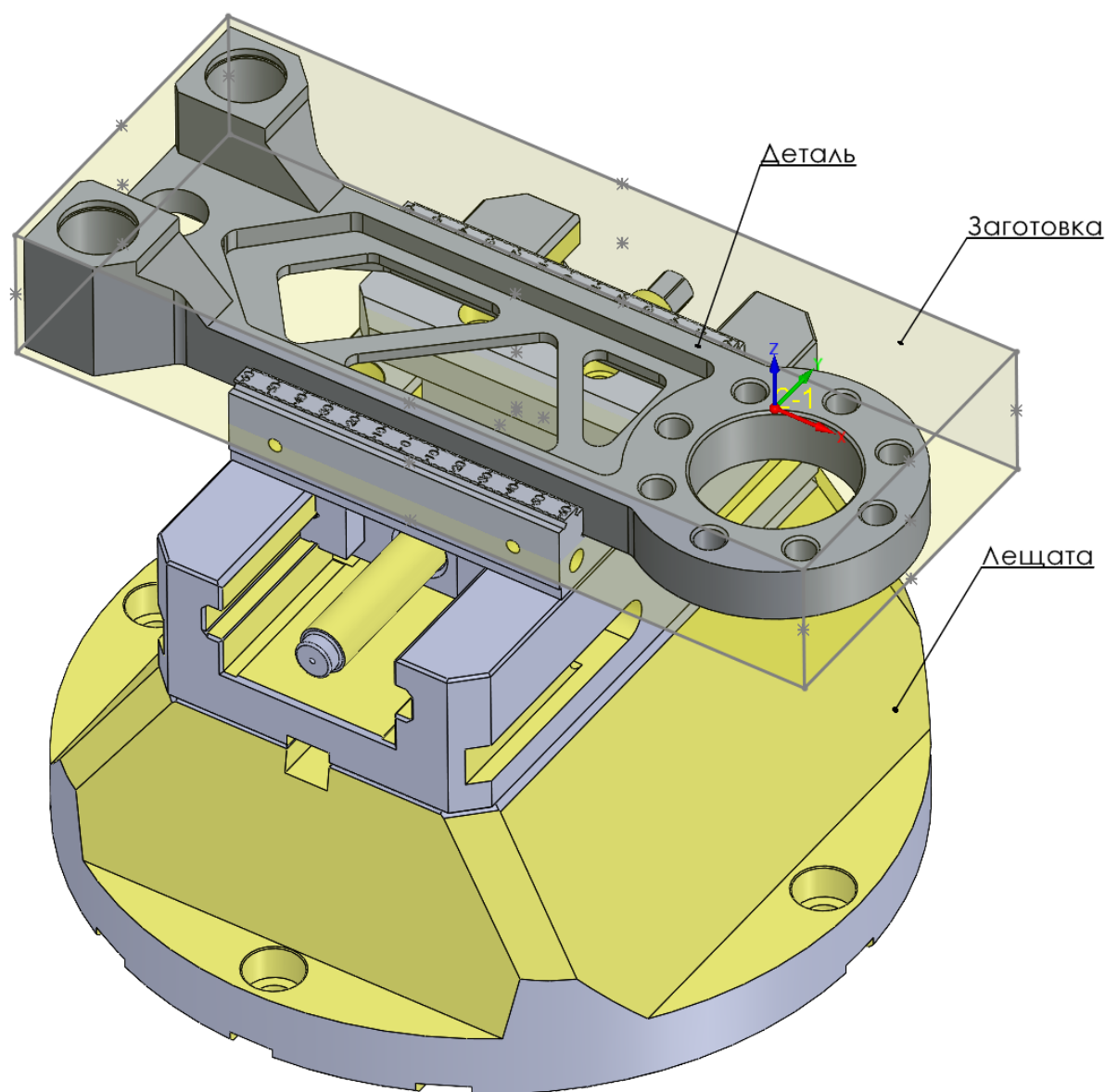


Рисунок 3.21 – Положення заготовки на другому установі

Різальні інструмент для установу 2:

T1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730;

T2 Фаскова фреза Ø 10 мм, 1C050-0150-045-XA 1620;

T3 Свердло Ø 10.2 мм, 462.1-1020-031F0-XM X2BM;

T4 Свердло Ø 17 мм, 462.1-1020-031F0-XM X2BM;

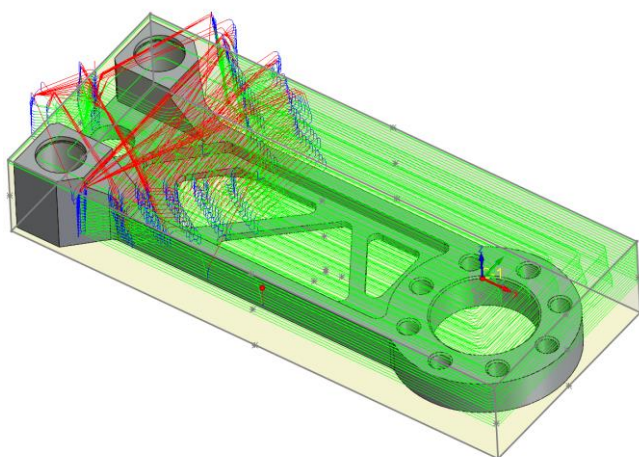
T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та пластина RCMT 10 T3 M0-KL H13A;

T6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чистова 1K354-0800-XD 1730;

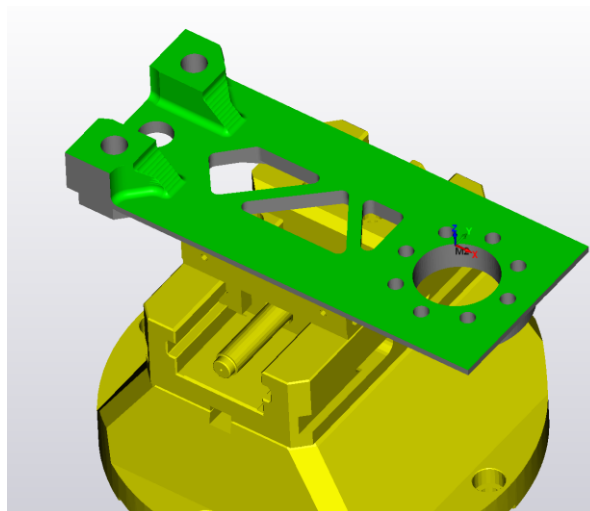
T7 Т-подібна фреза Ø 17,7 мм, 327R09-18 11000-GM 1025;

T8 Кінцева фреза з радіусом 0,5 мм, 1K223-0800-050-NH H10F;

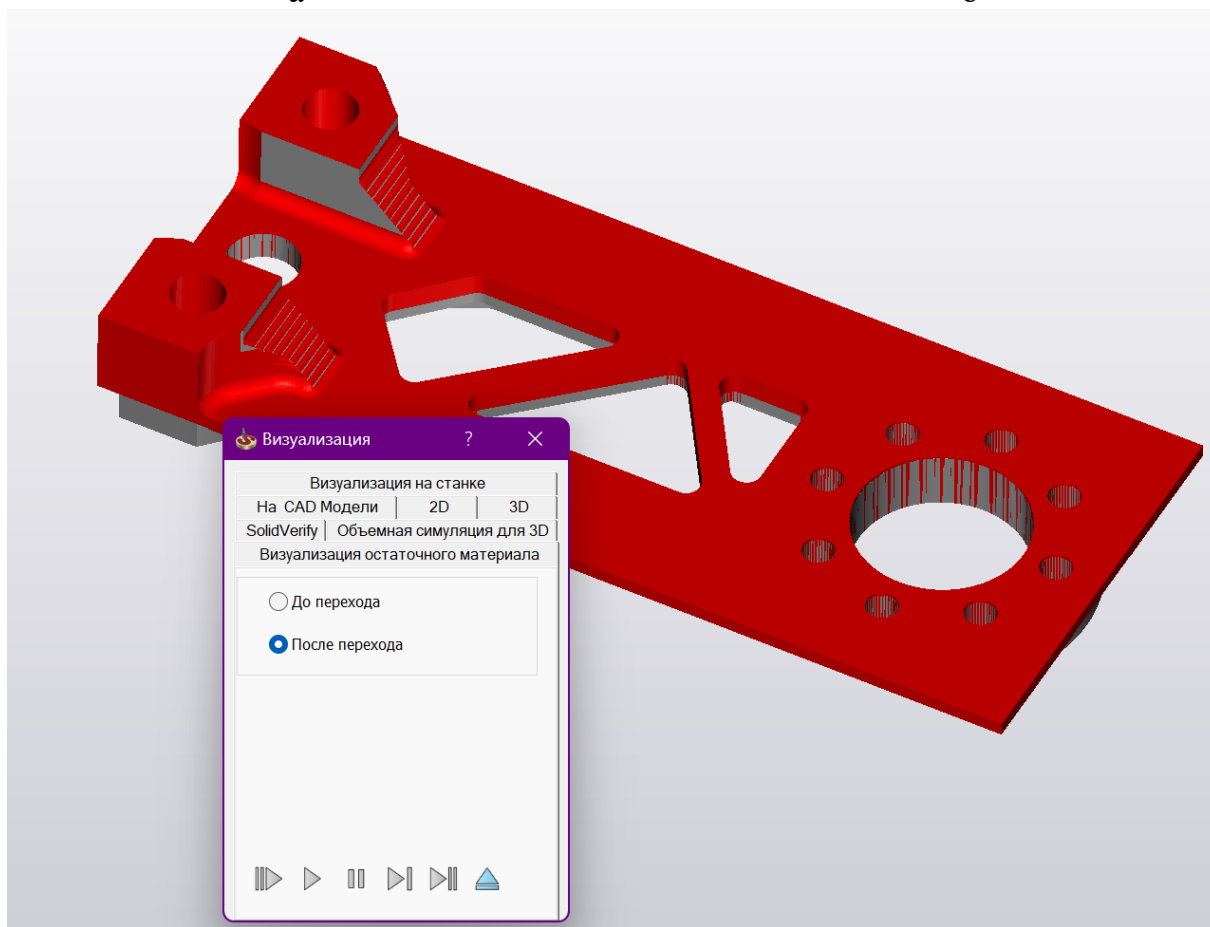
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78



а



б



в

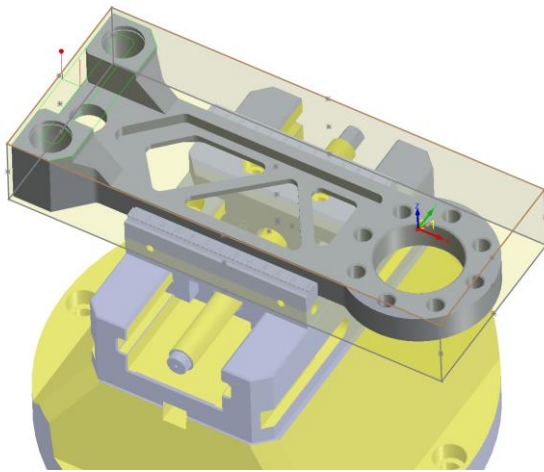
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та

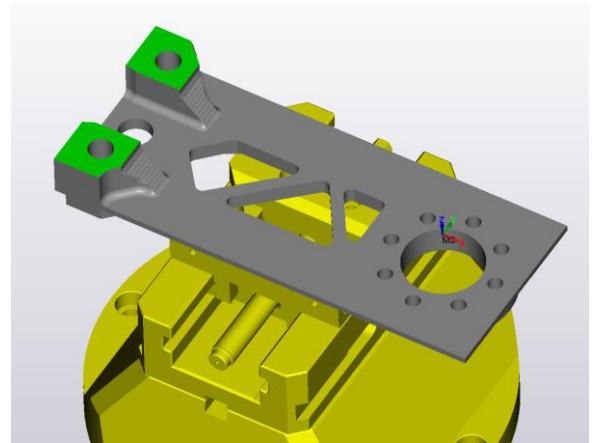
пластина RCNT 10 T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.22 – Перехід 16 фрезерування

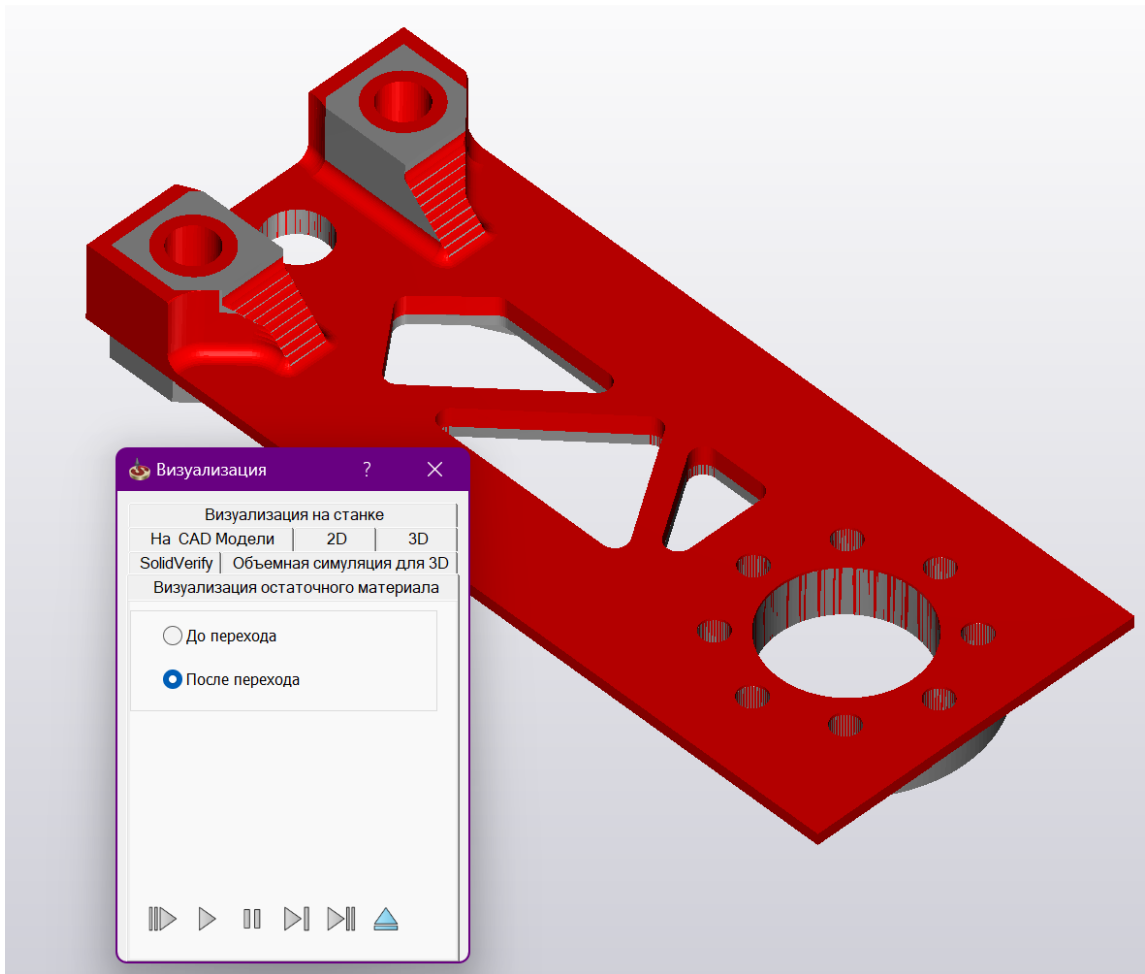
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б



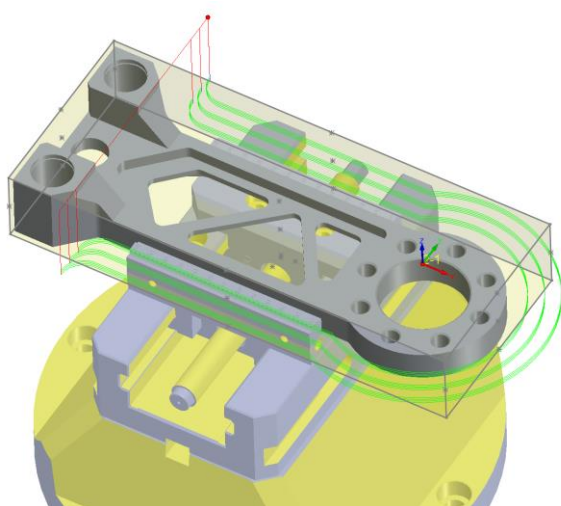
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та

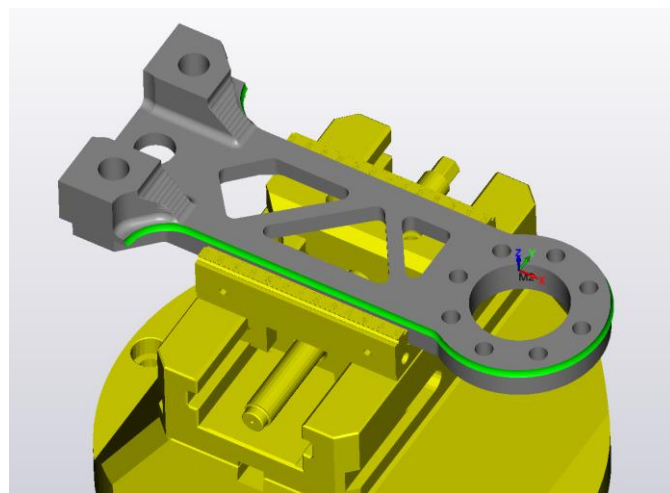
пластина RCHT 10 T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.23 – Перехід 17 фрезерування

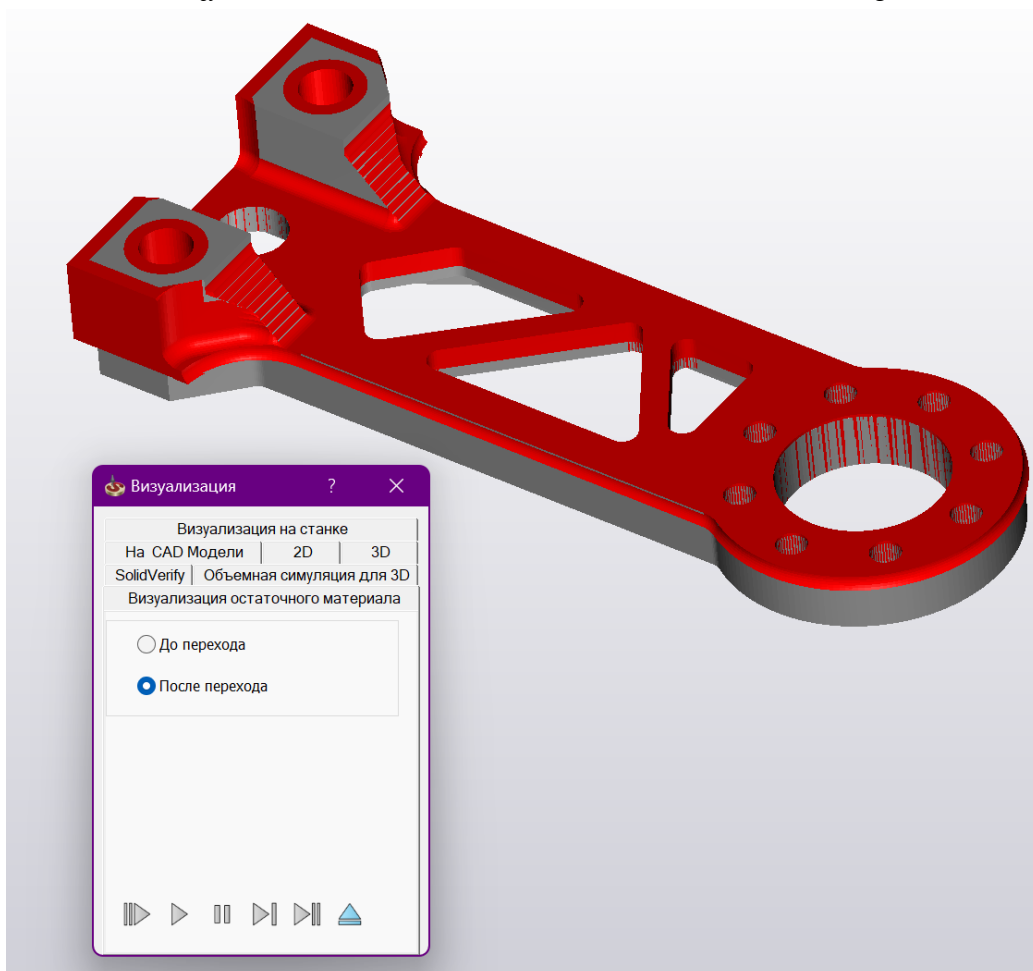
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б



в

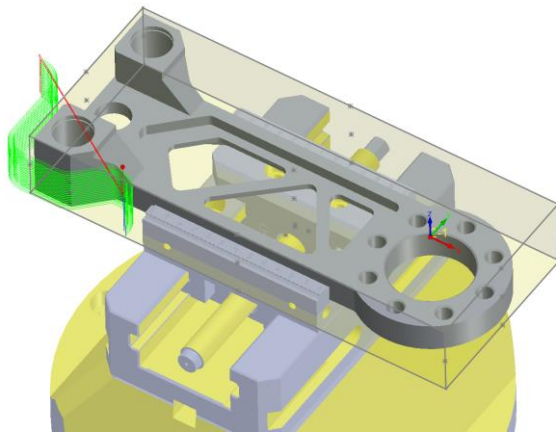
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та

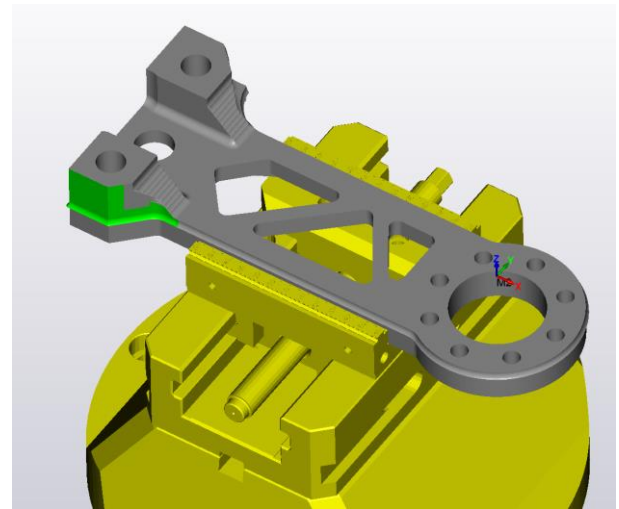
пластина RCHT 10 T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.24 – Перехід 17 фрезерування

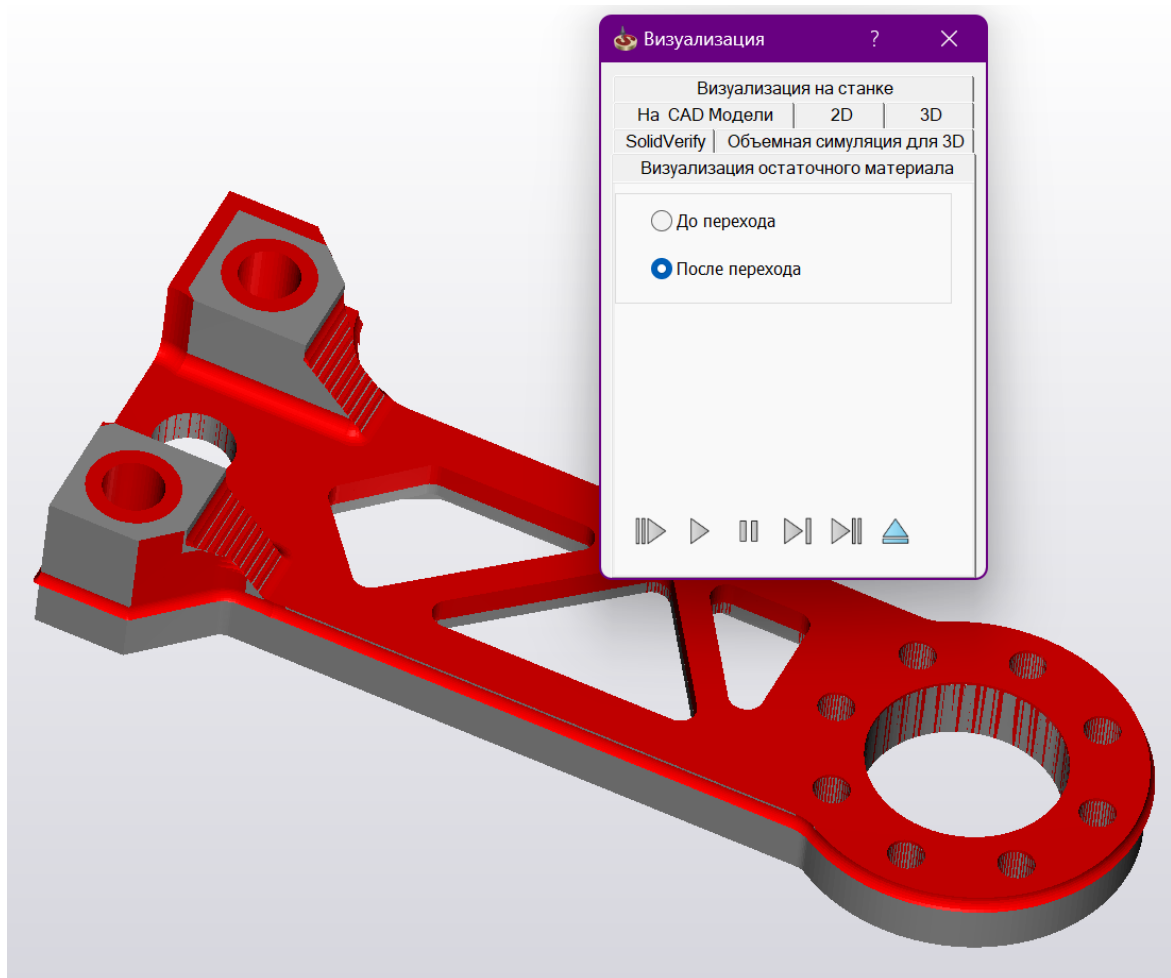
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б



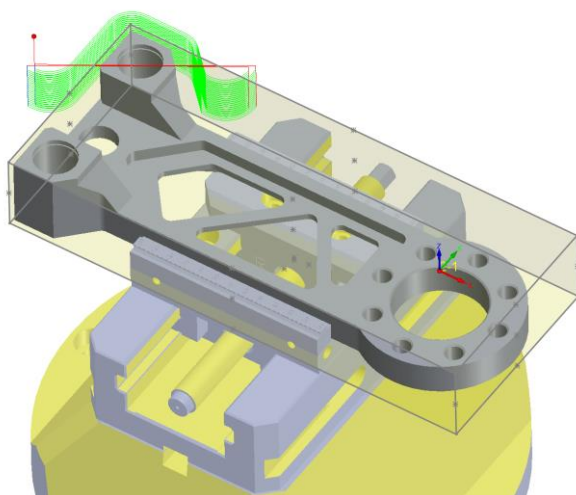
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та

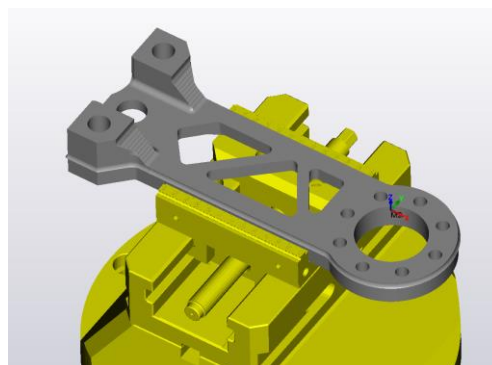
пластина RCHT 10 T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.25 – Перехід 18 фрезерування уступу

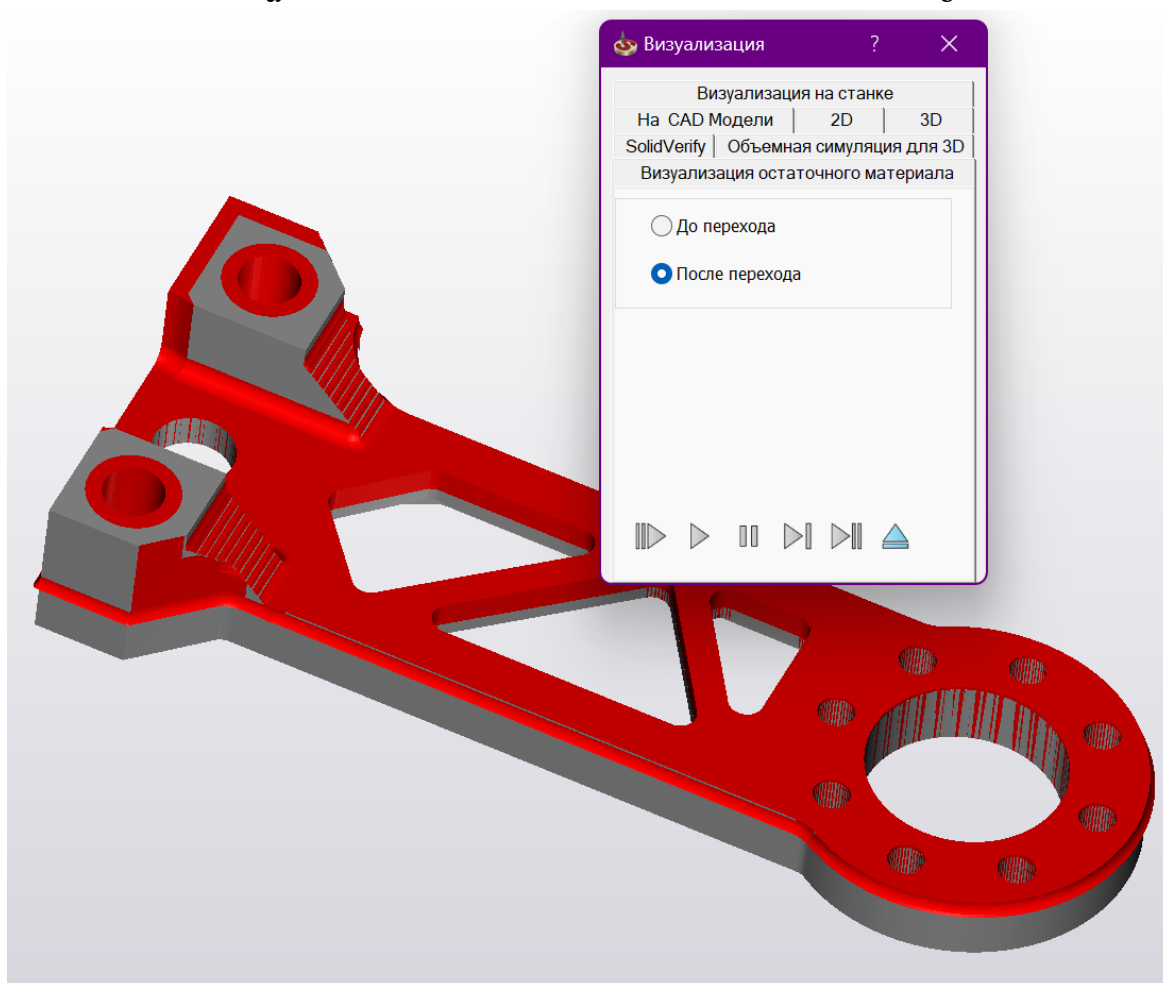
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82



а



б



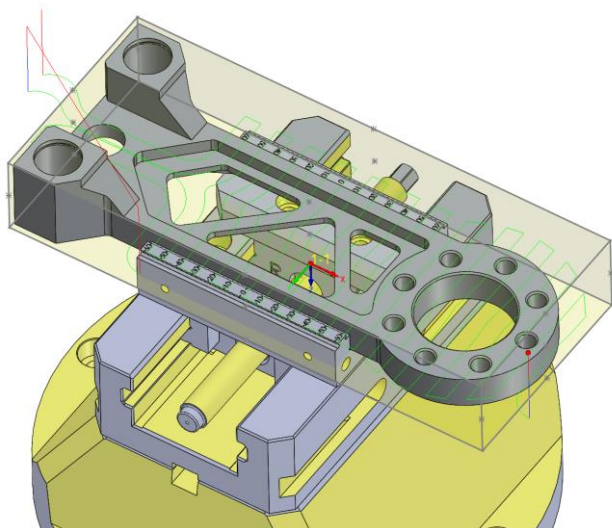
в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та

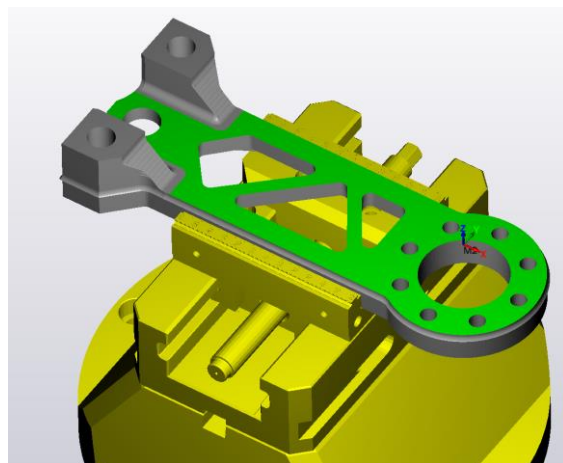
пластина RCHT 10 T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.26 – Перехід 18 фрезерування уступу

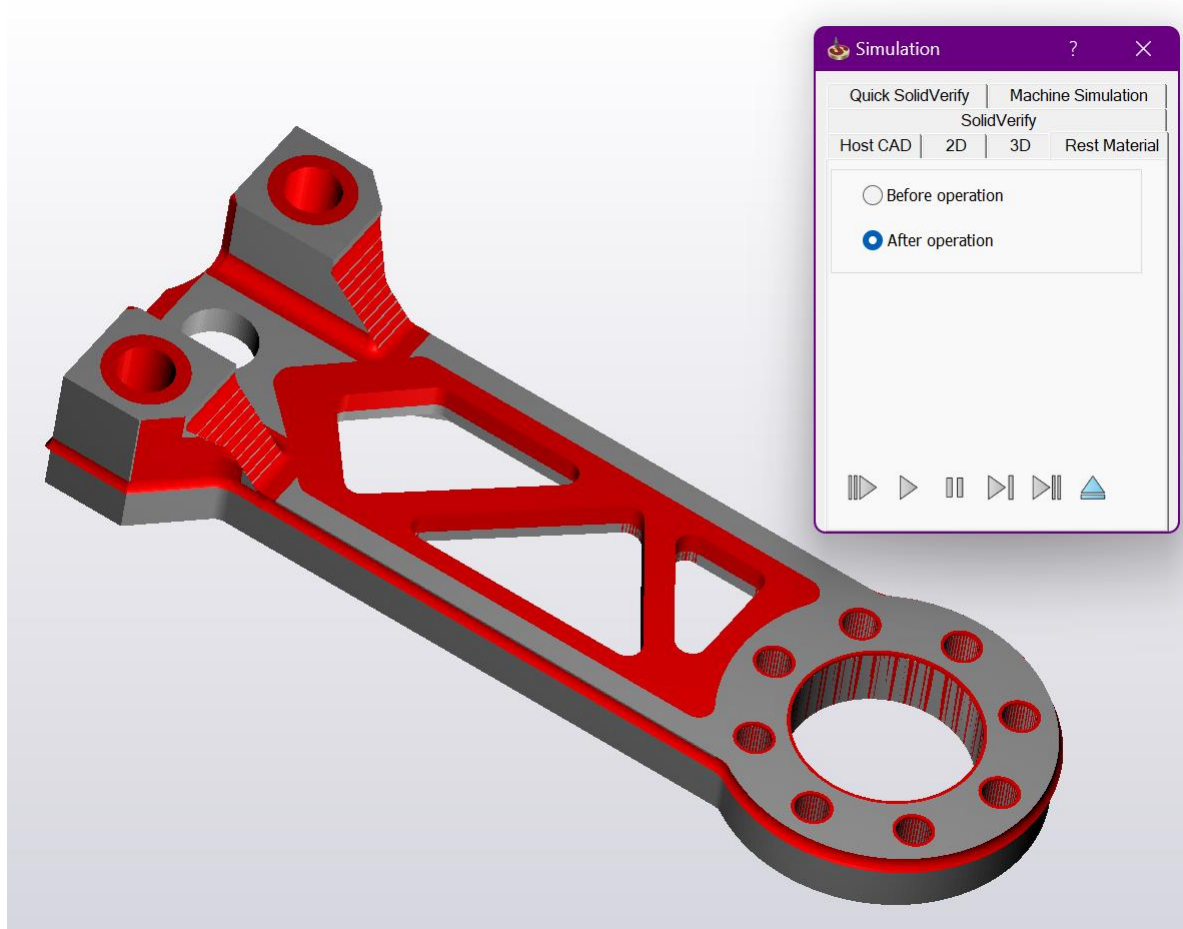
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83



а



б



в

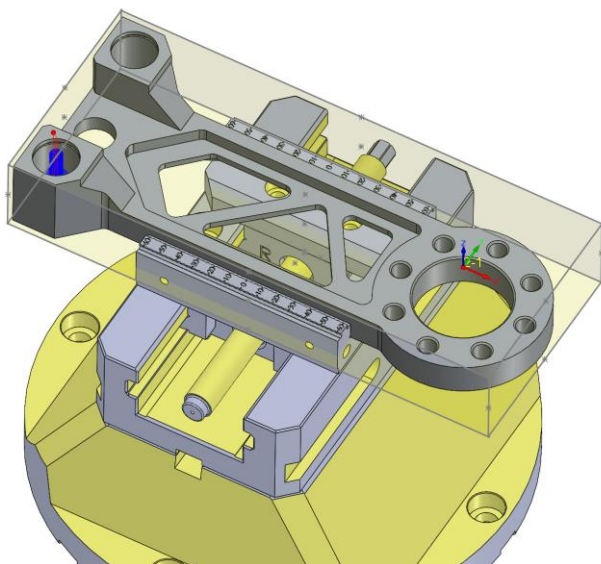
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)

інструмент: T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та

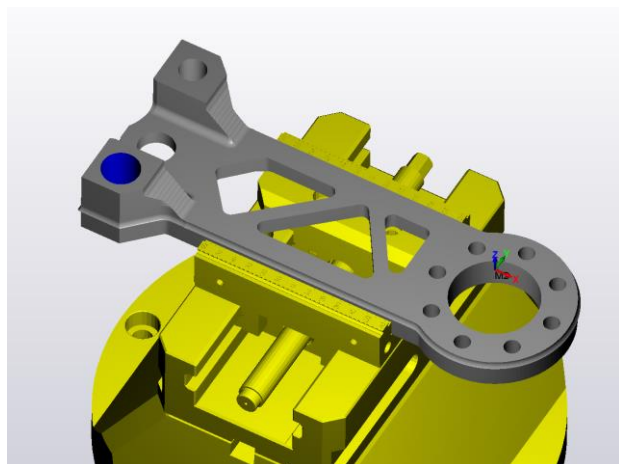
пластина RCMT 10 T3 M0-KL H13A

Рисунок 3.27 – Перехід 19 контурна отбробка

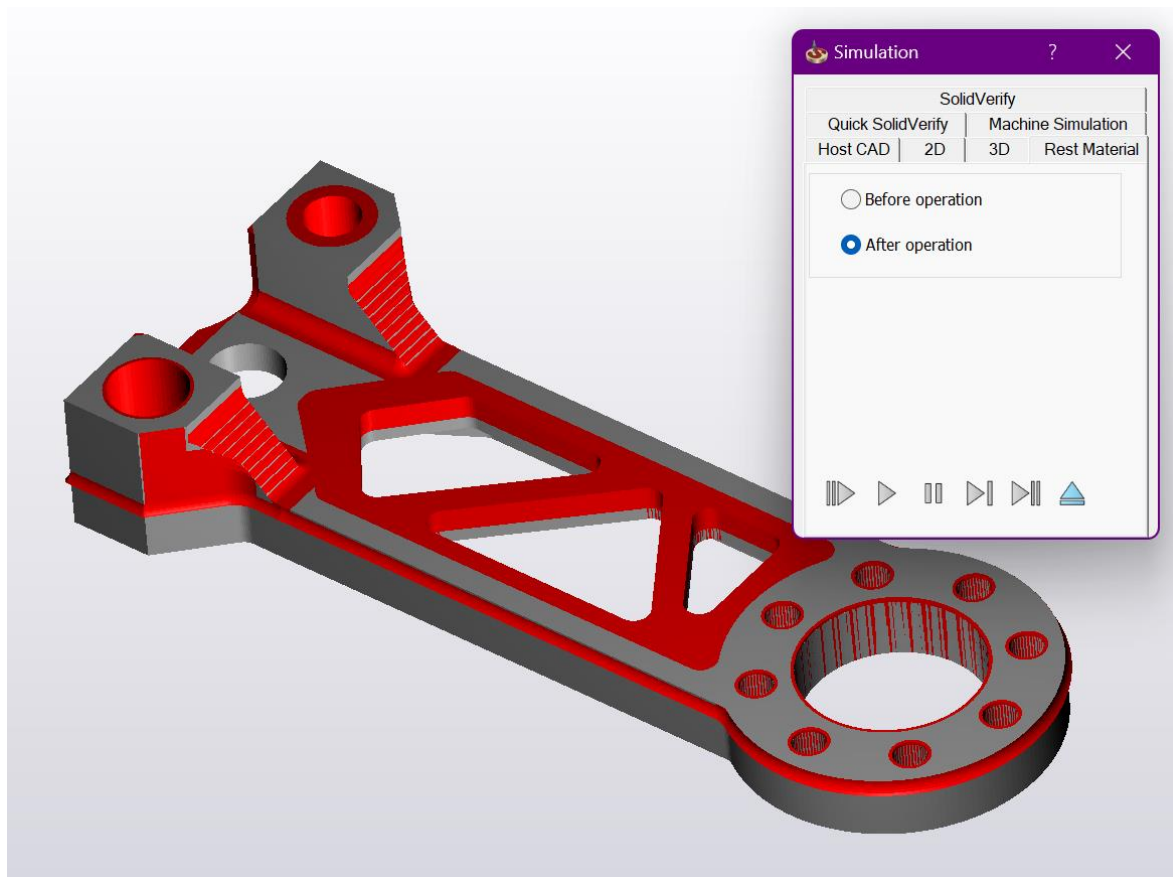
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84



а



б

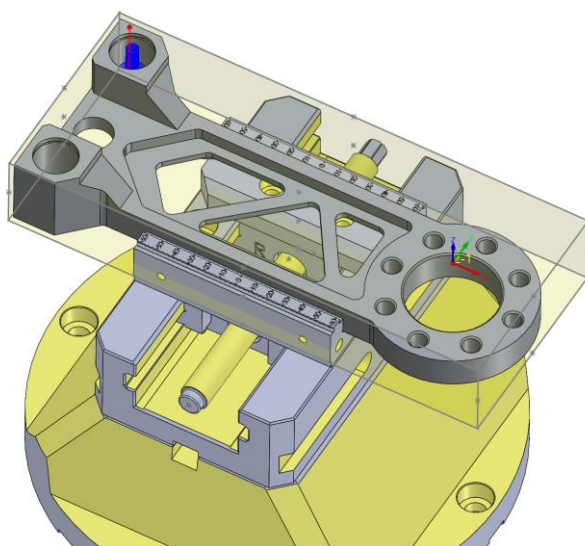


в

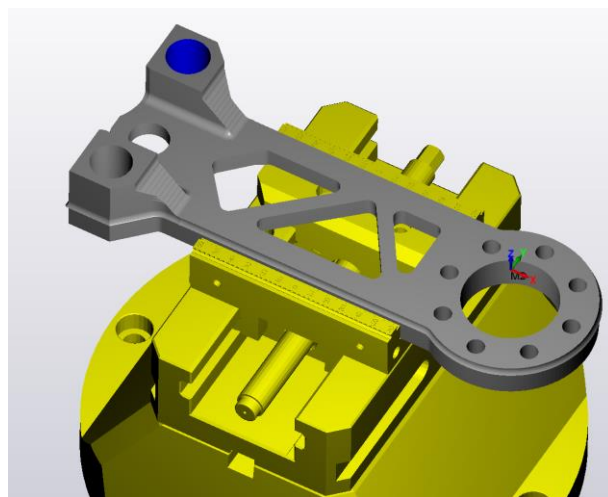
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.28 – Перехід 20 фрезерування отвору

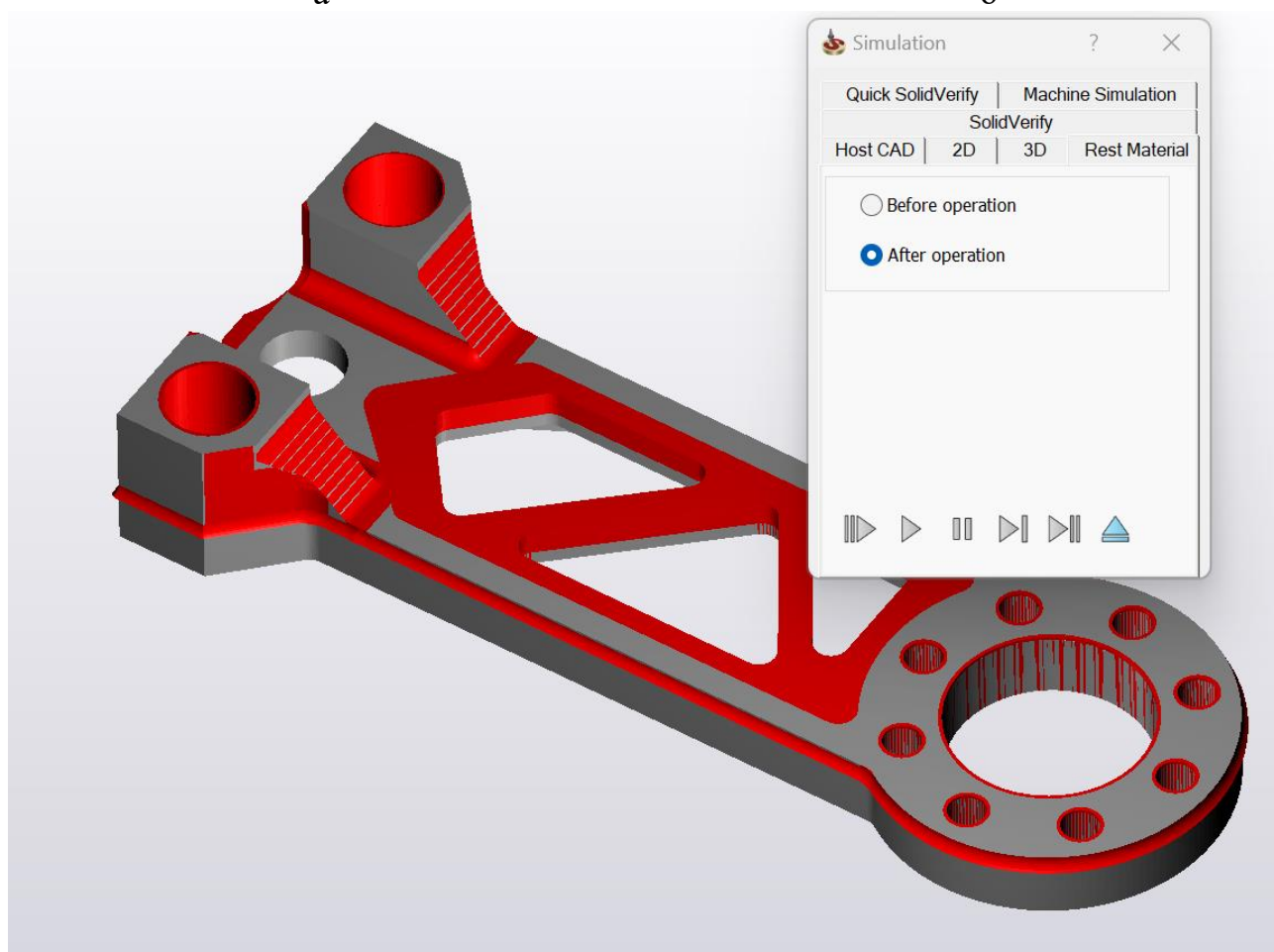
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85



а



б

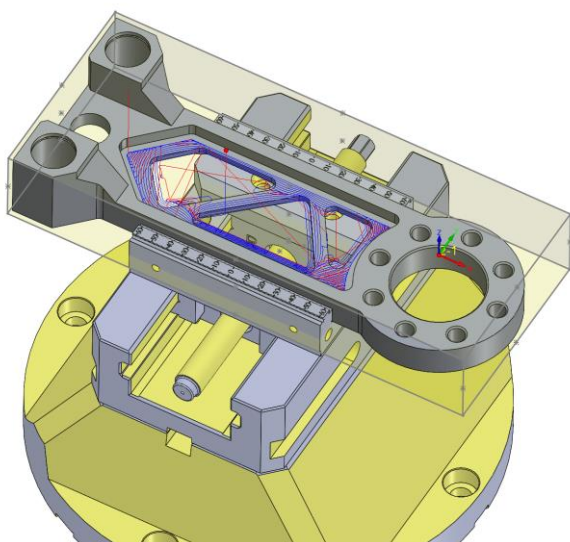


в

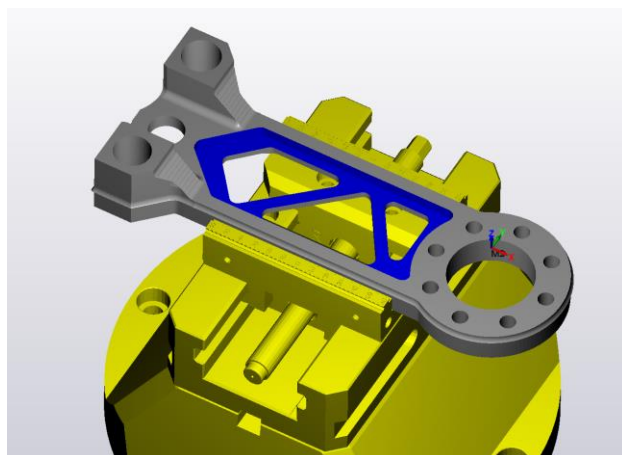
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1К354-0800-XD 1730

Рисунок 3.29 – Перехід 21 фрезерування отвору

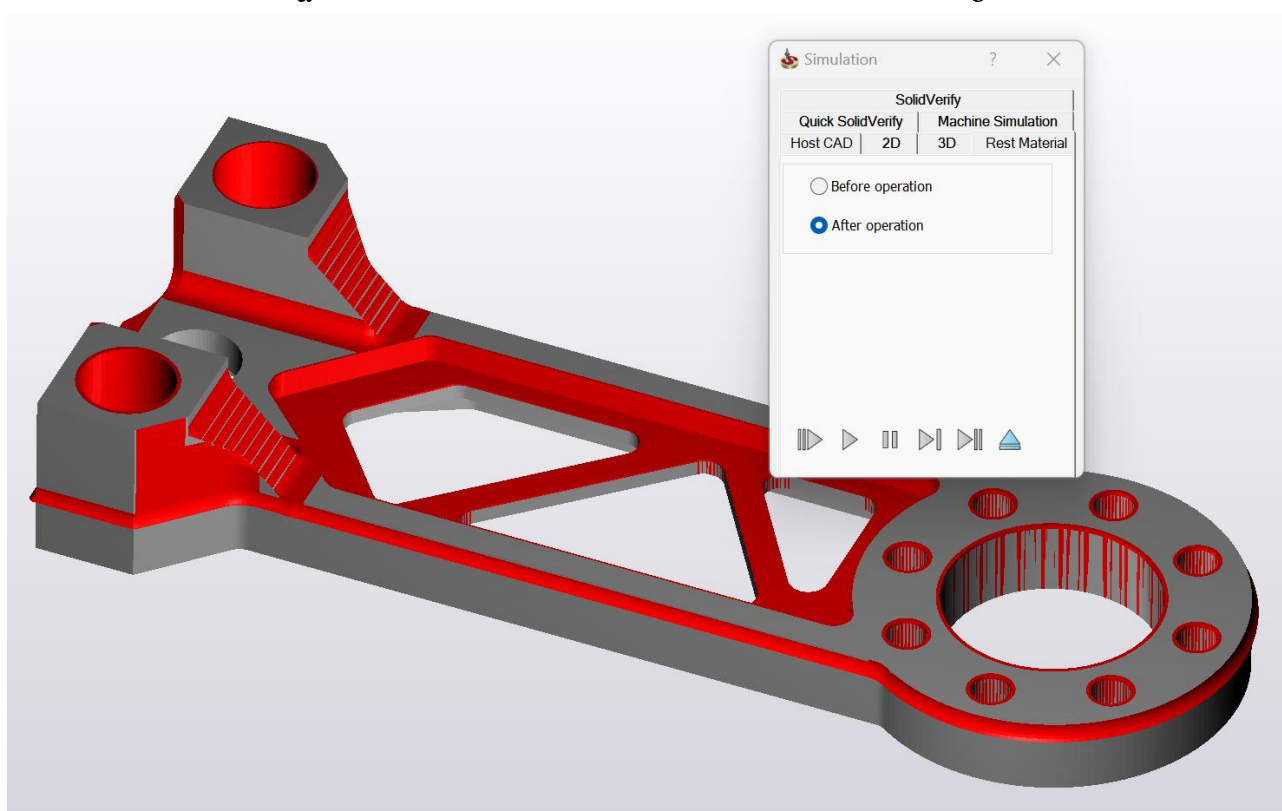
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		86



а



б



в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

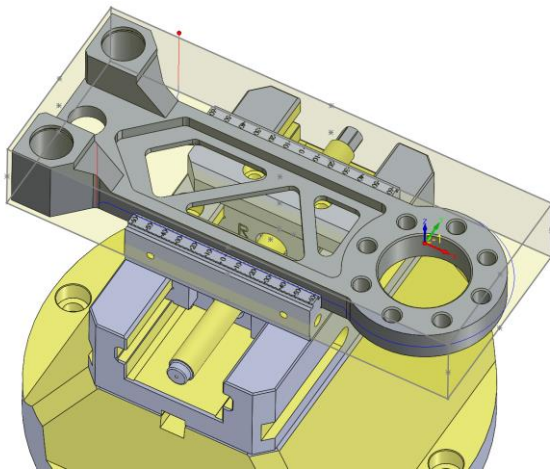
Рисунок 3.30 – Перехід 22 фрезерування отвору

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

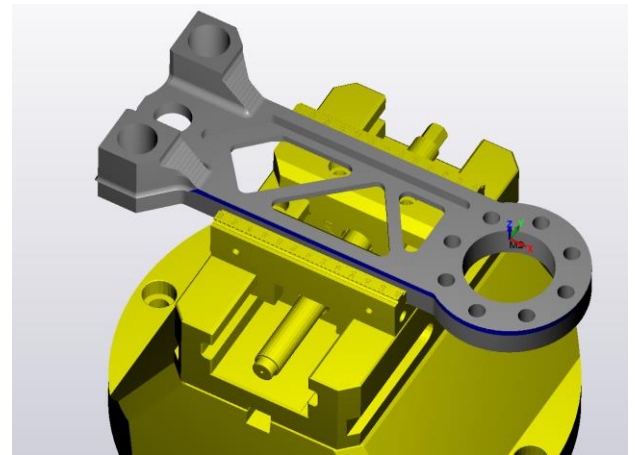
MA21.30.000 ПЗ

Арк.

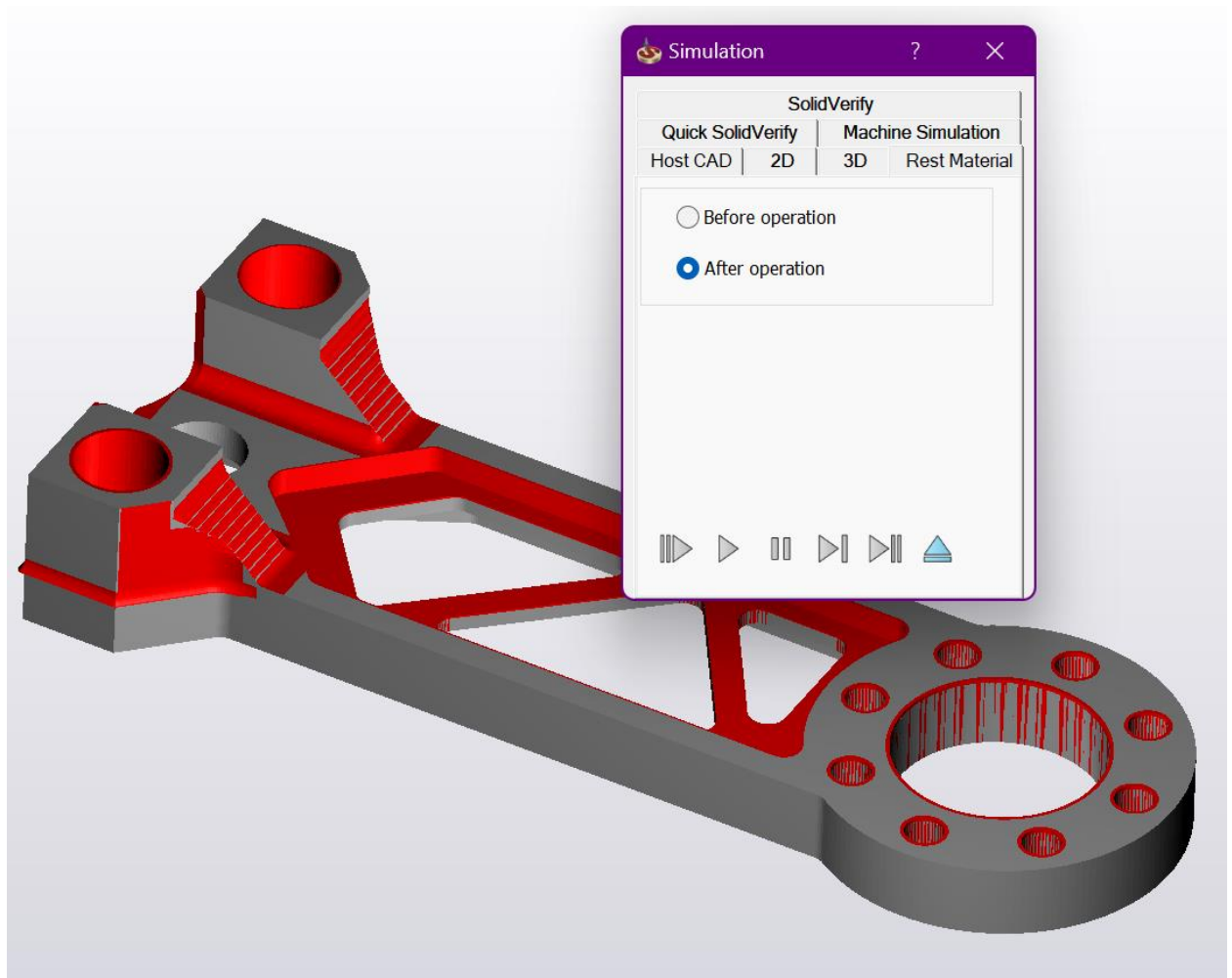
87



а



б

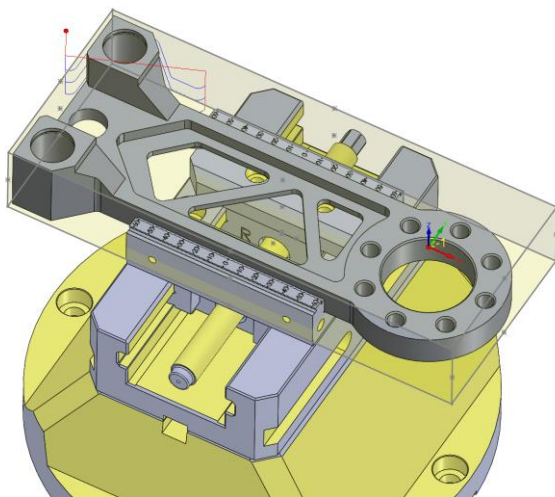


в

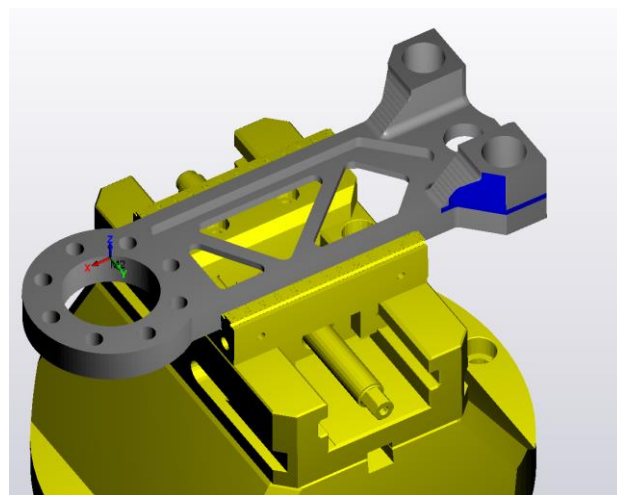
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.31 – Перехід 23 фрезерування зовнішнього контуру

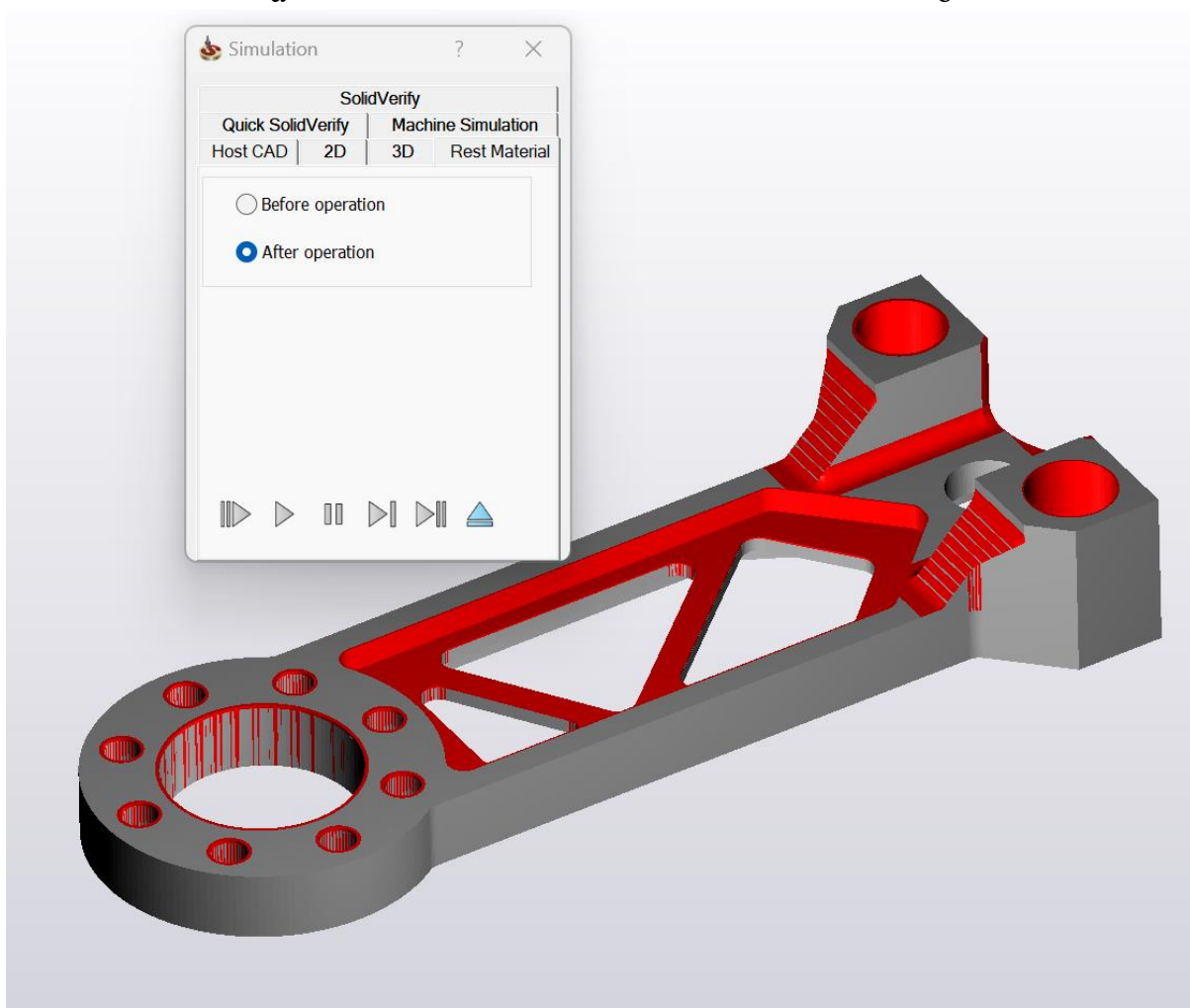
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88



а



б

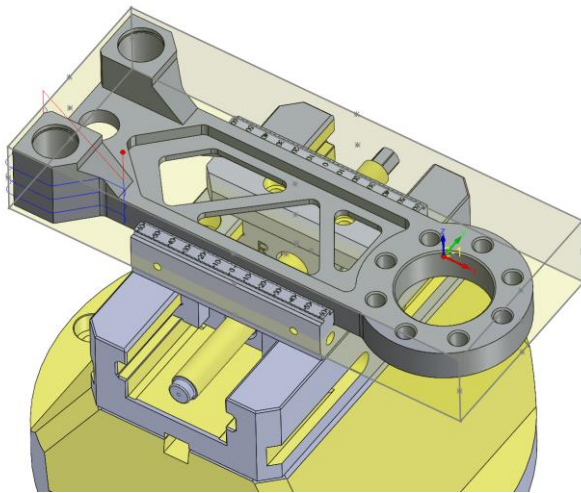


в

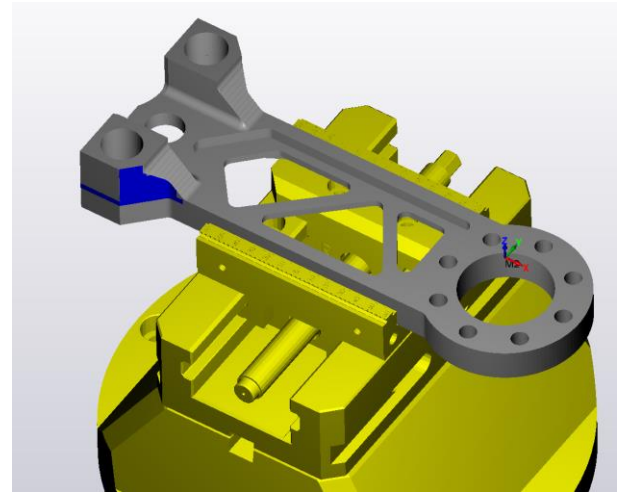
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.32 – Перехід 24 фрезерування зовнішнього контуру

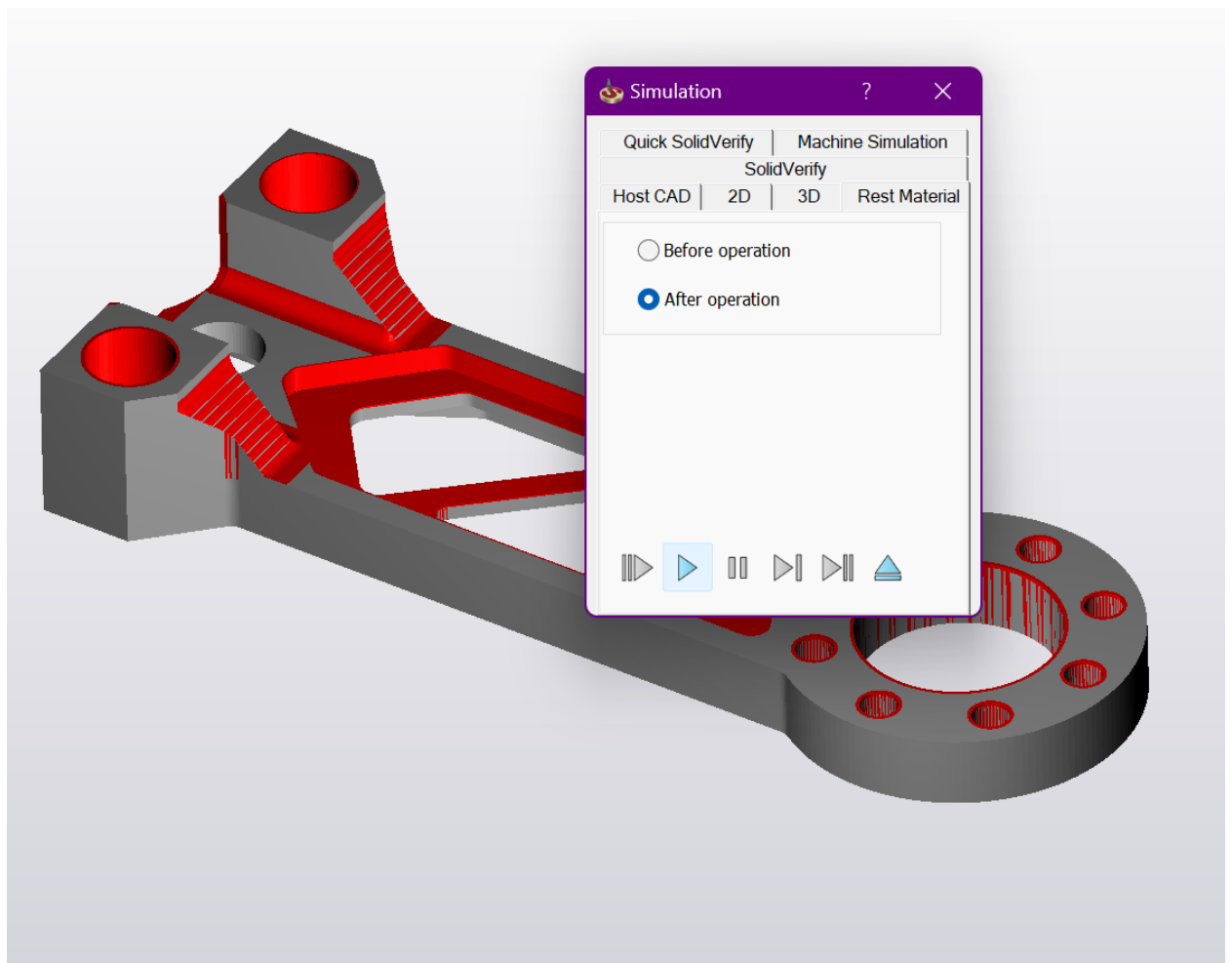
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89



а



б

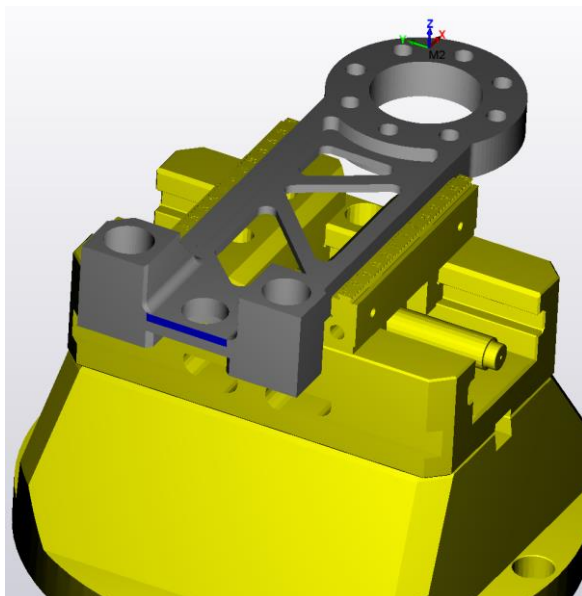


в

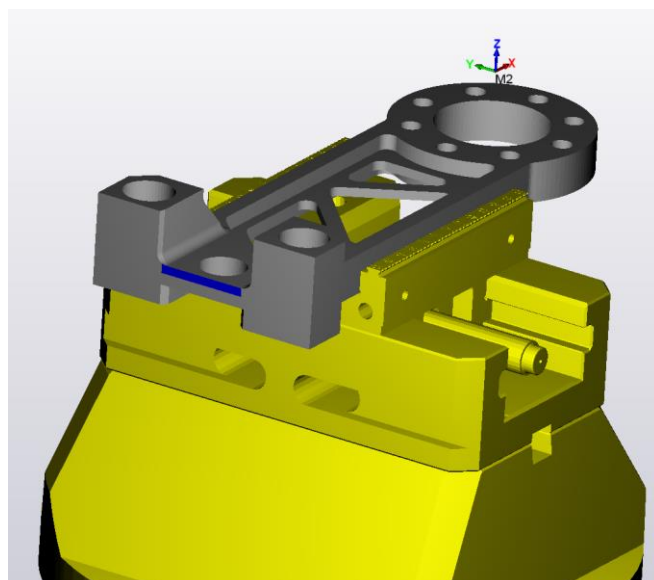
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.33 – Перехід 25 фрезерування зовнішнього контуру

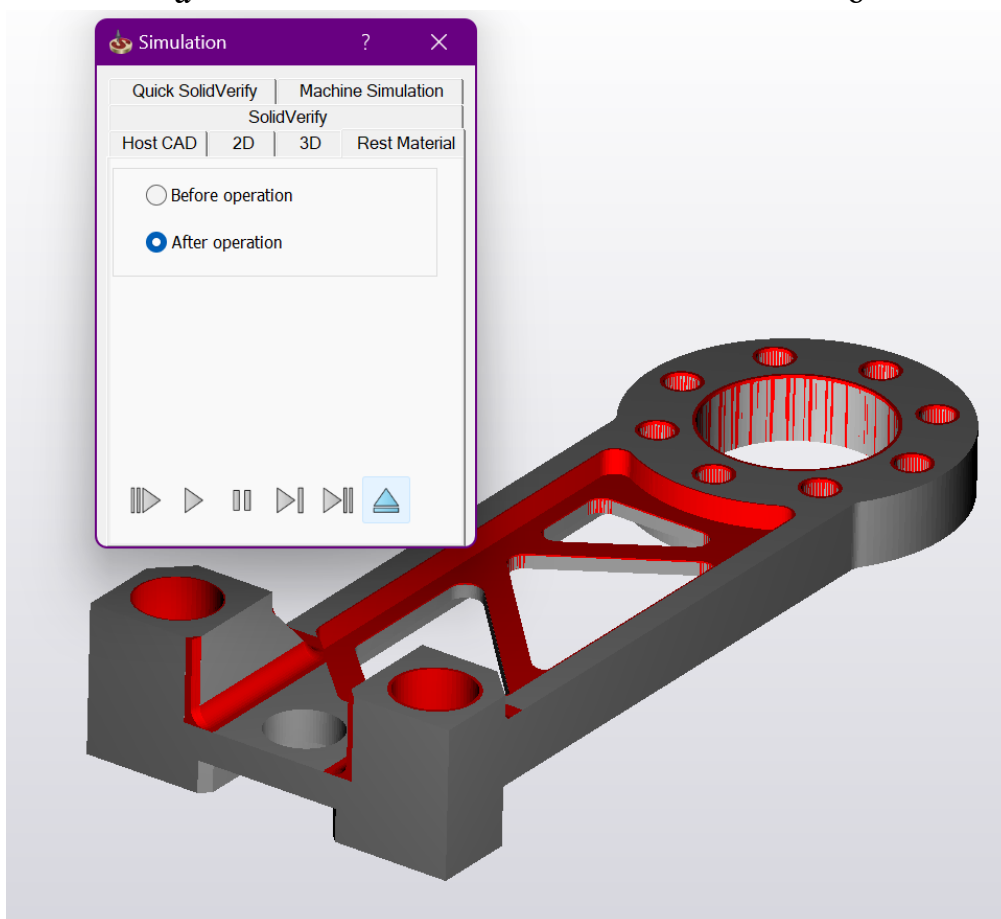
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						90
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а



б

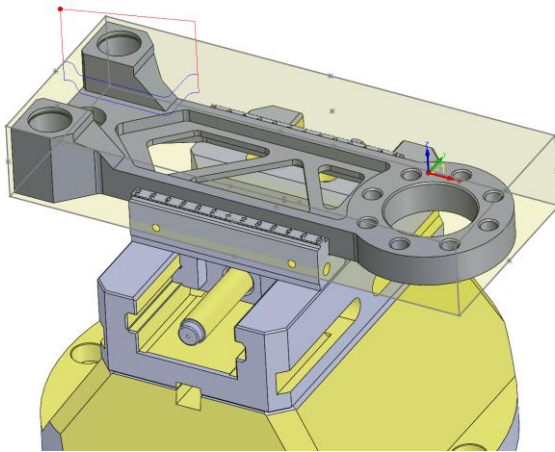


в

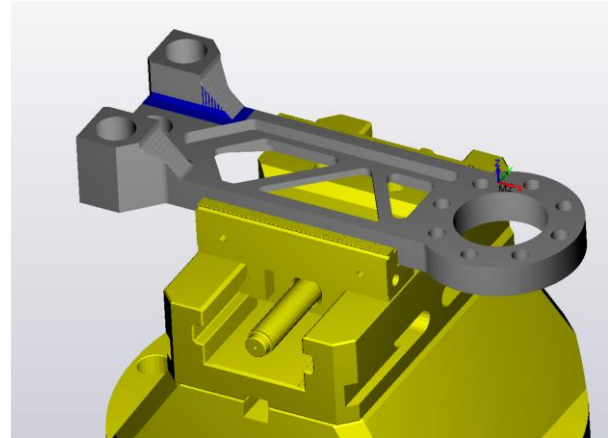
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.34 – Перехід 26 фрезерування зовнішнього контуру

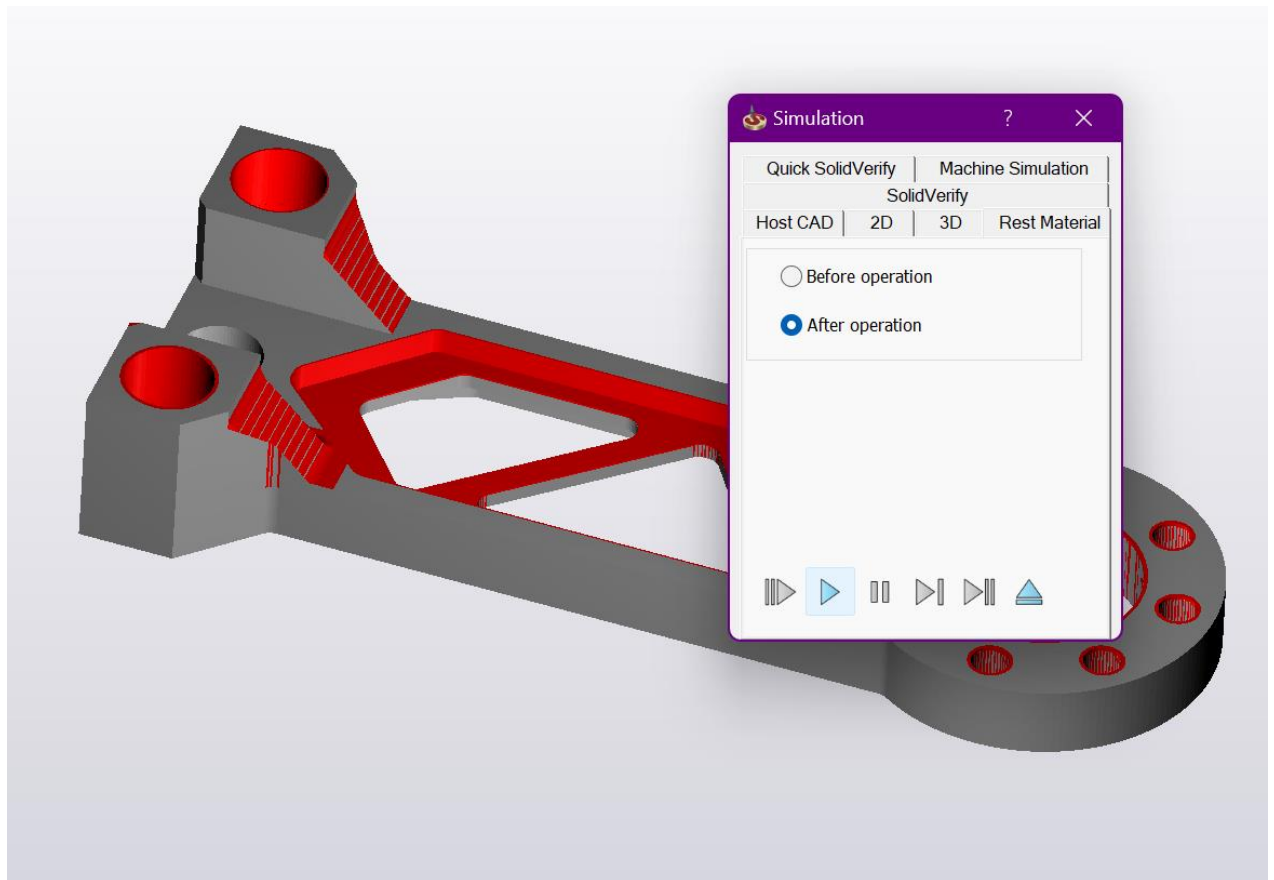
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91



а



б

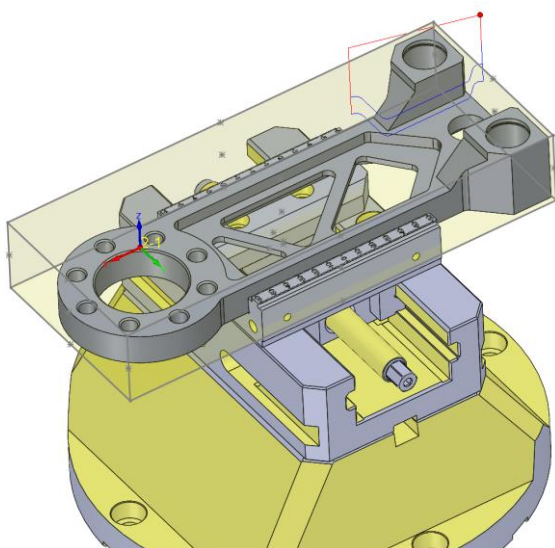


в

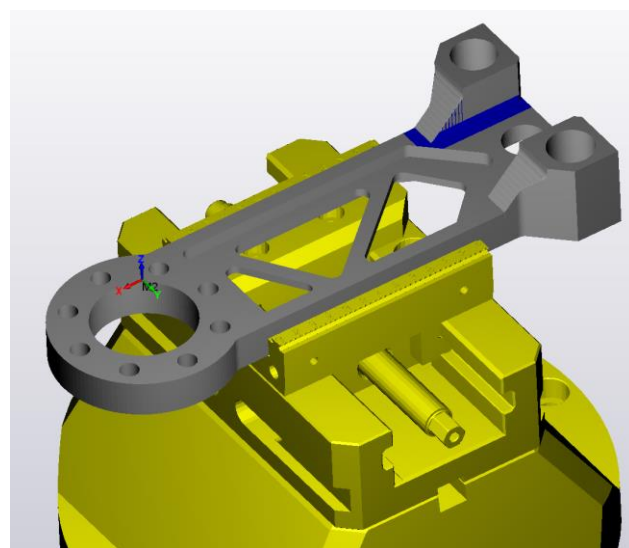
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.35 – Перехід 27 фрезерування контуру

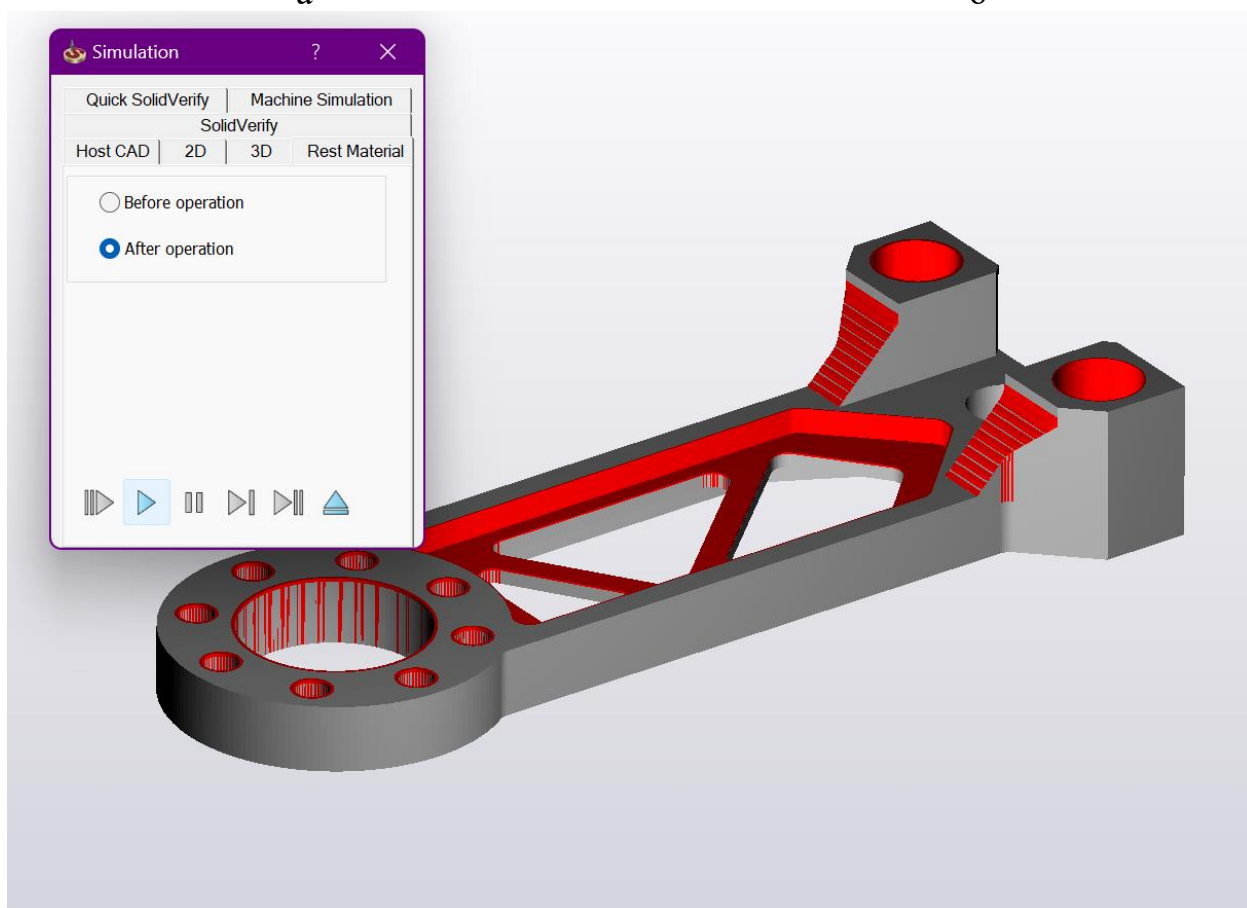
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92



а



б

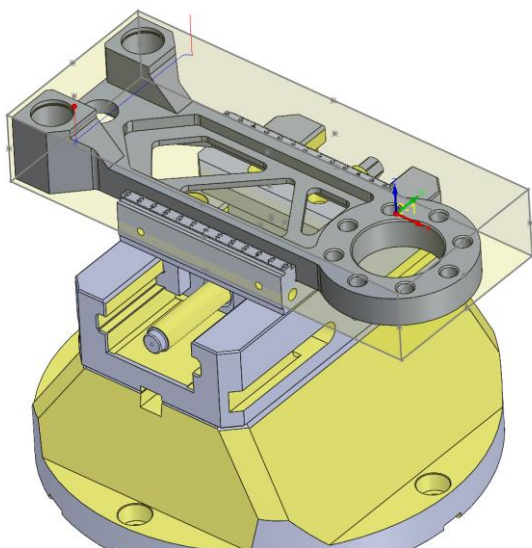


в

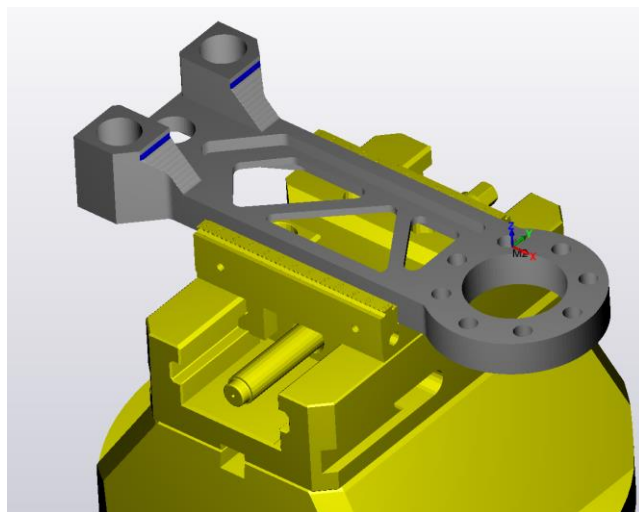
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1К354-0800-XD 1730

Рисунок 3.36 – Перехід 28 фрезерування контуру

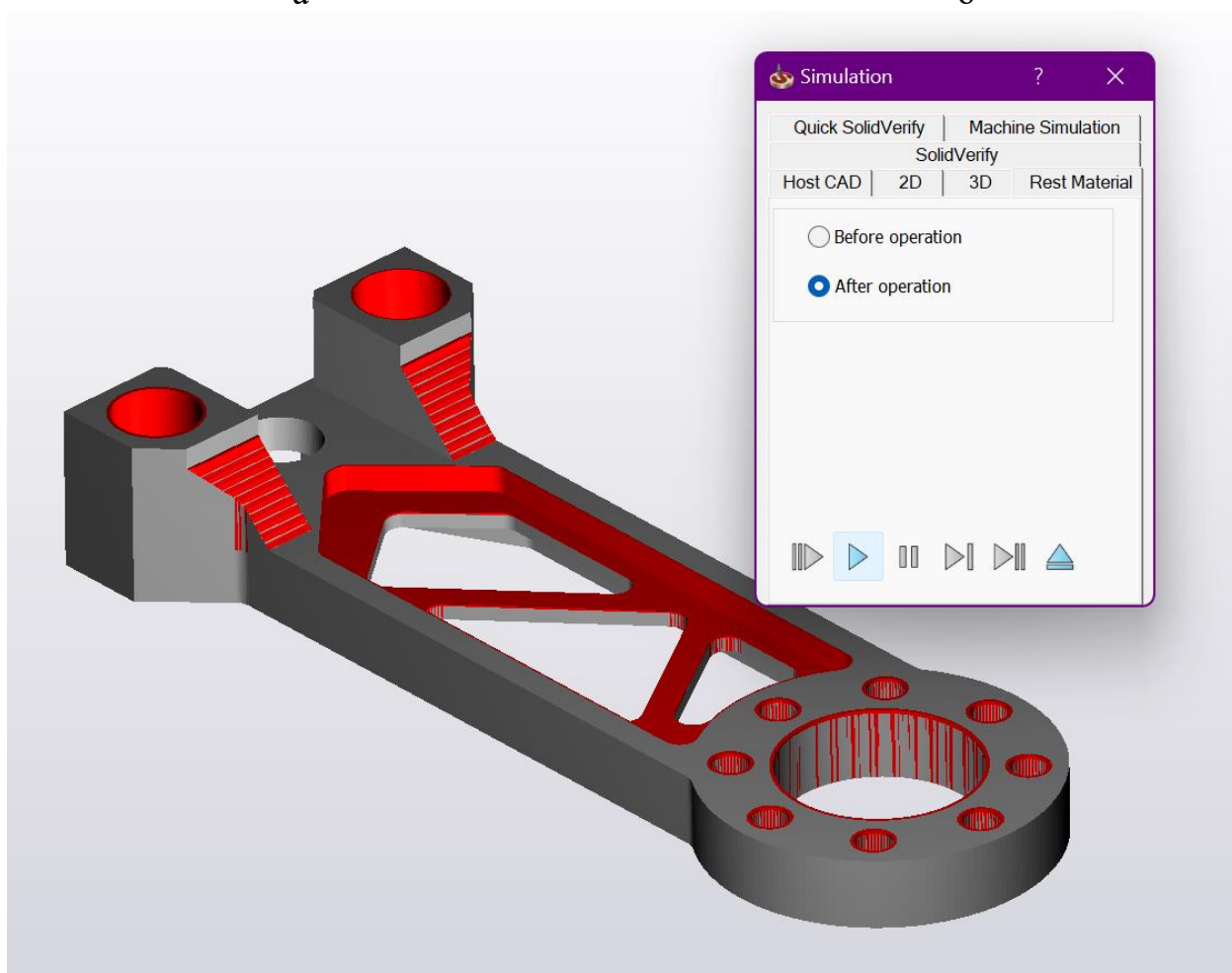
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93



а



б

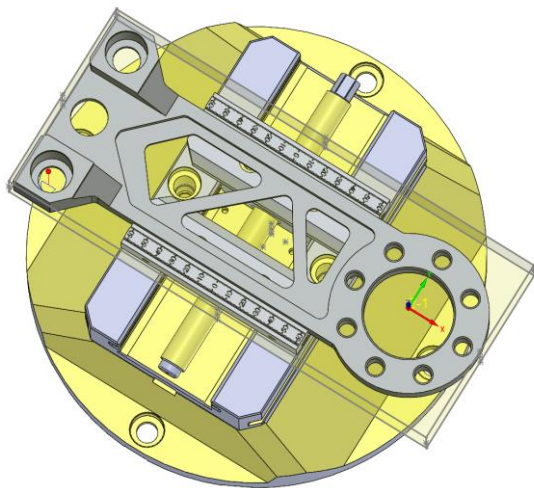


в

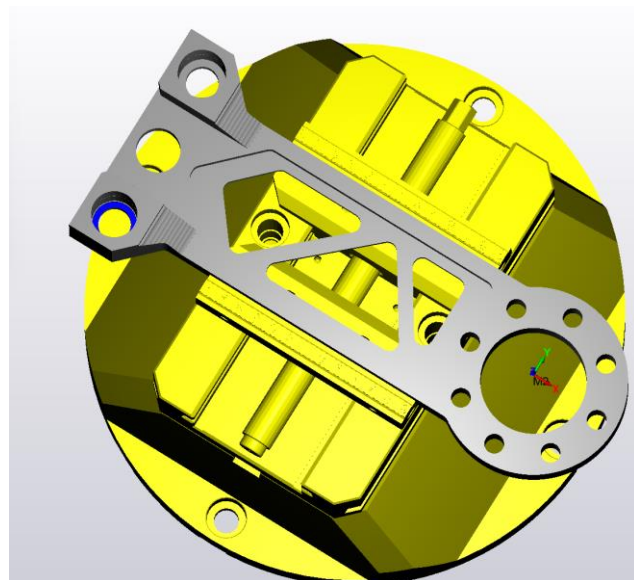
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1К354-0800-XD 1730

Рисунок 3.37 – Перехід 29 фрезерування контуру

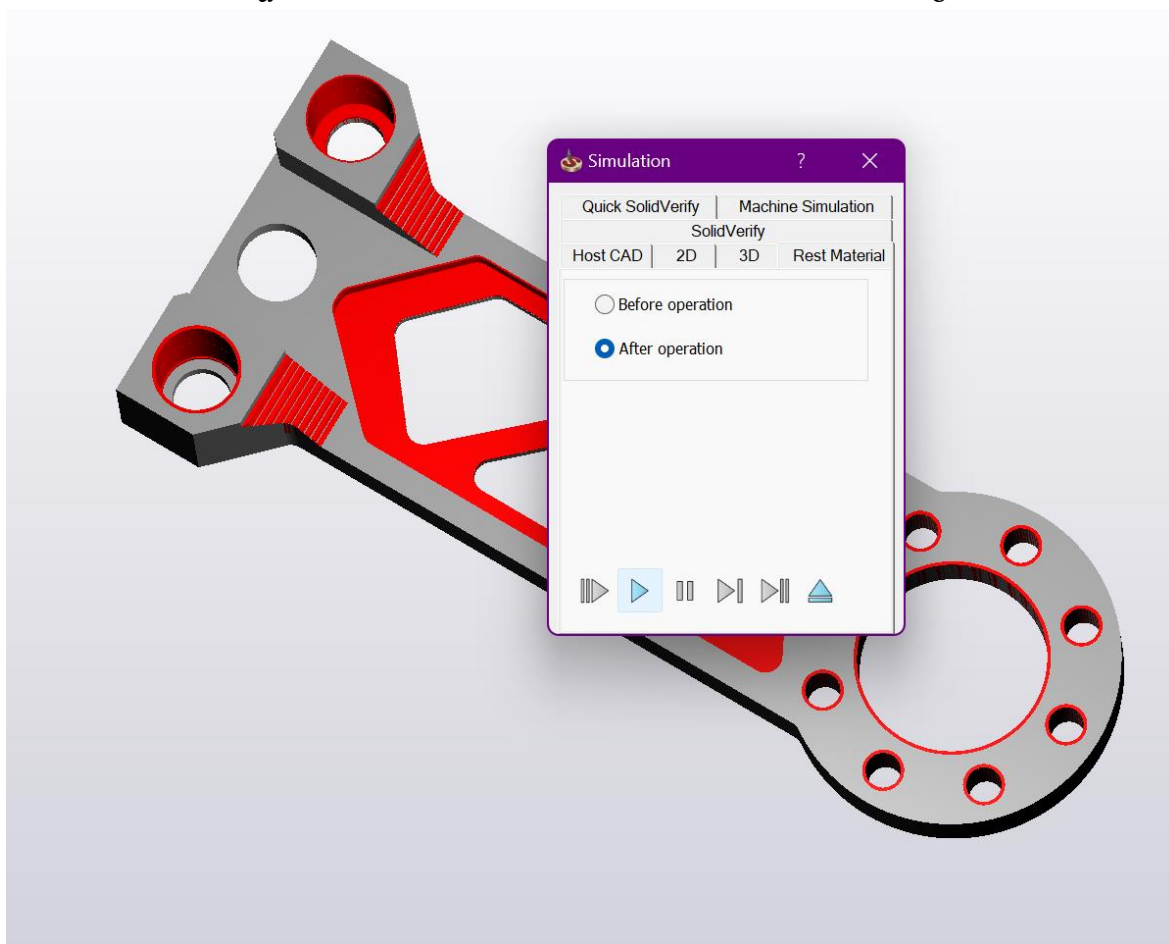
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94



а



б

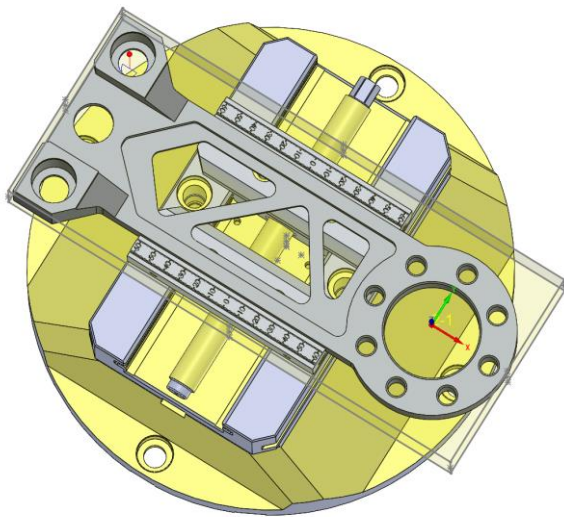


в

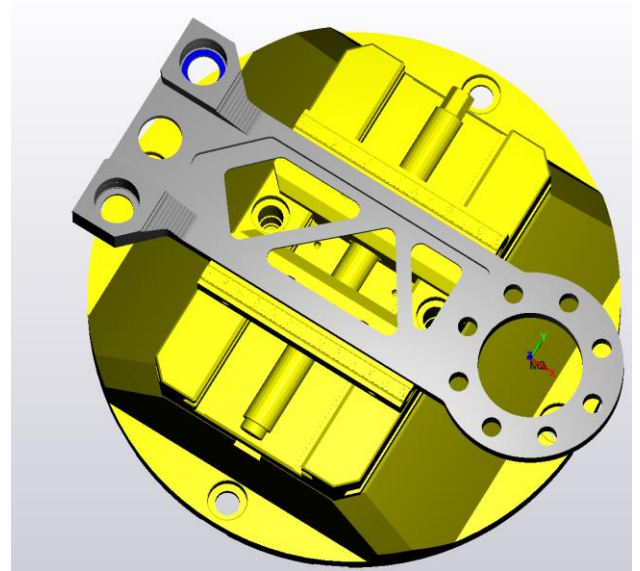
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1К354-0800-ХД 1730

Рисунок 3.38 – Перехід 30 фрезерування дно отвору

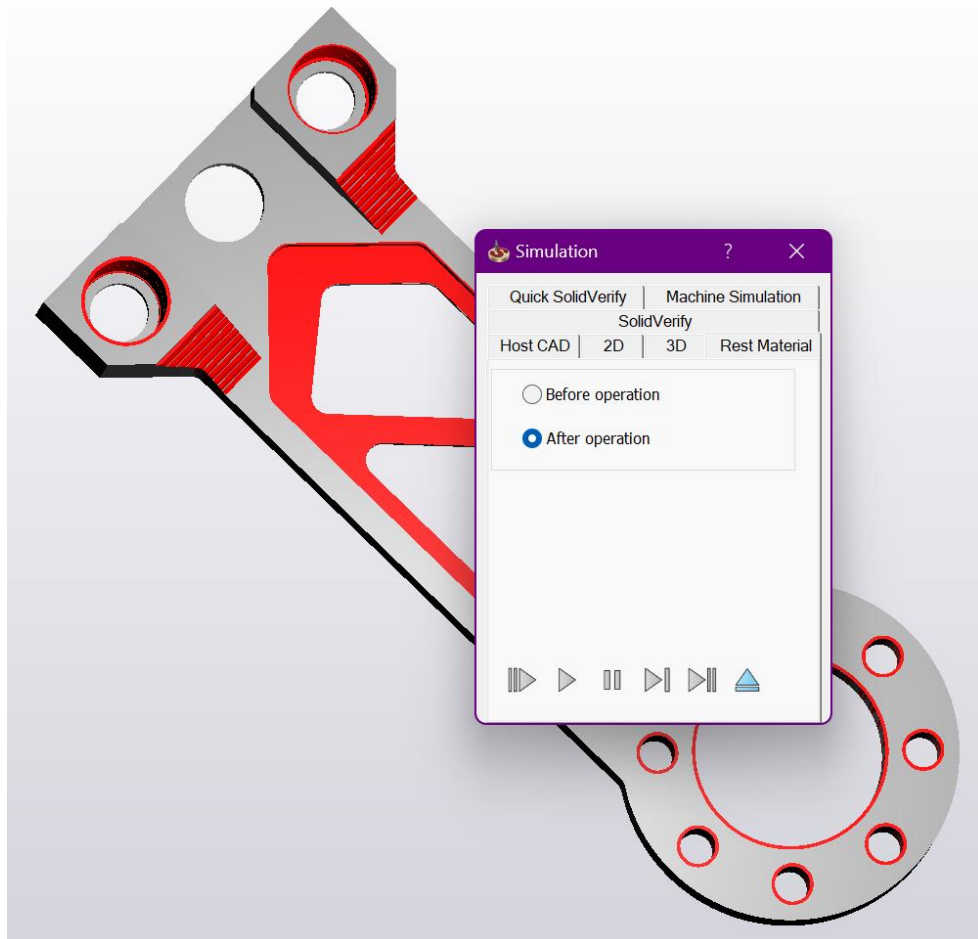
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95



а



б

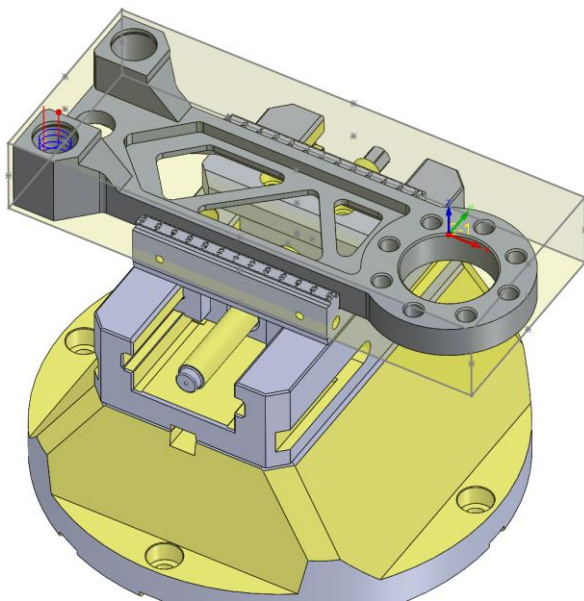


в

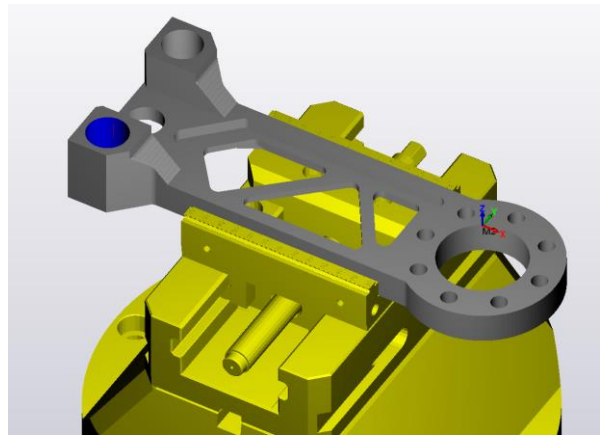
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1К354-0800-XD 1730

Рисунок 3.39 – Перехід 31 фрезерування дно отвору

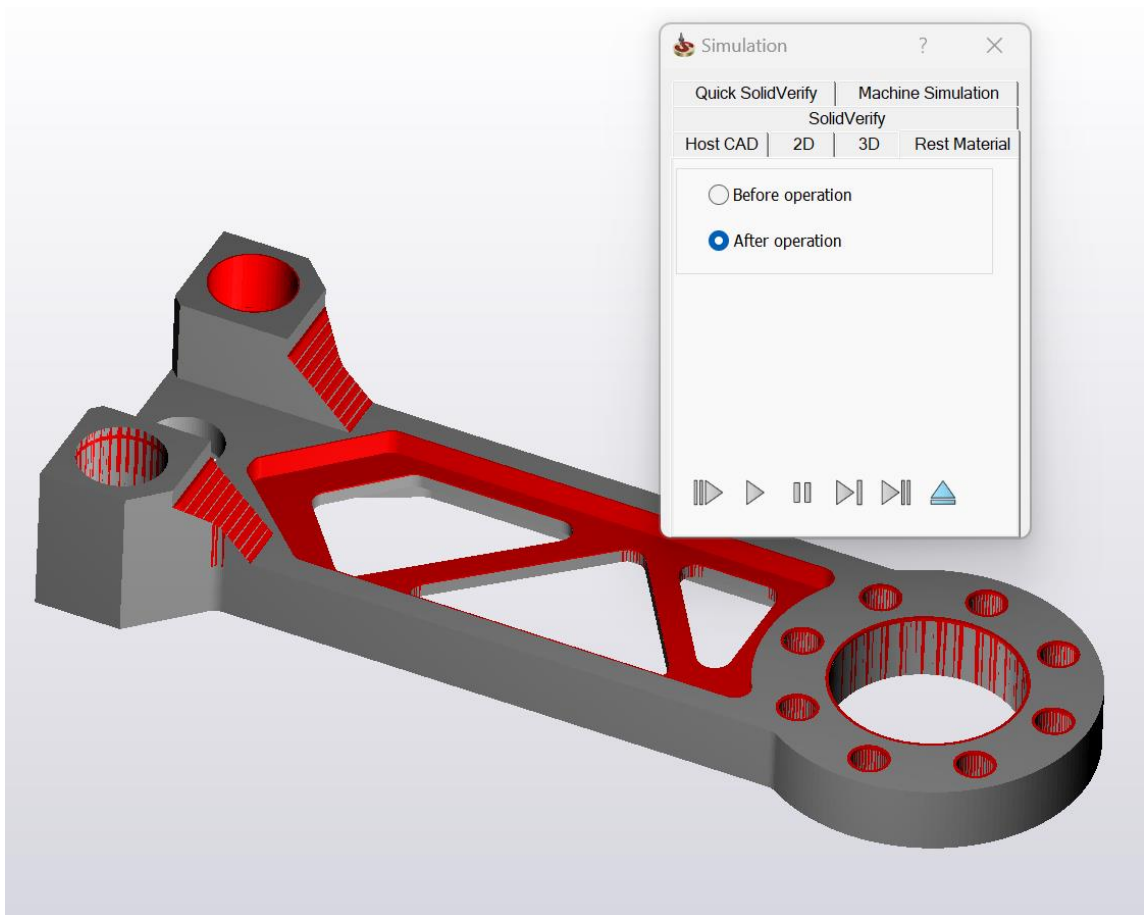
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96



а



б

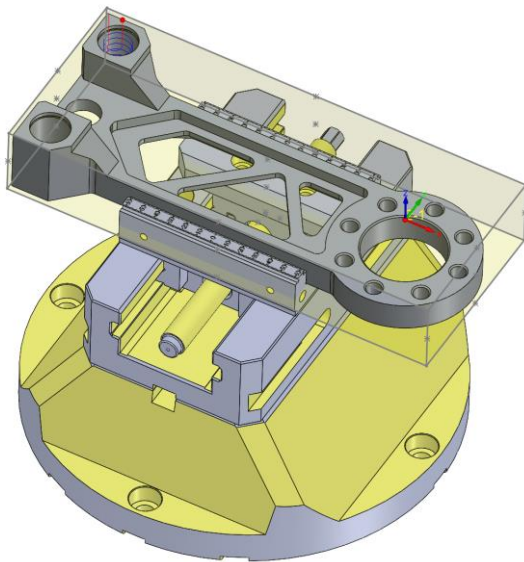


в

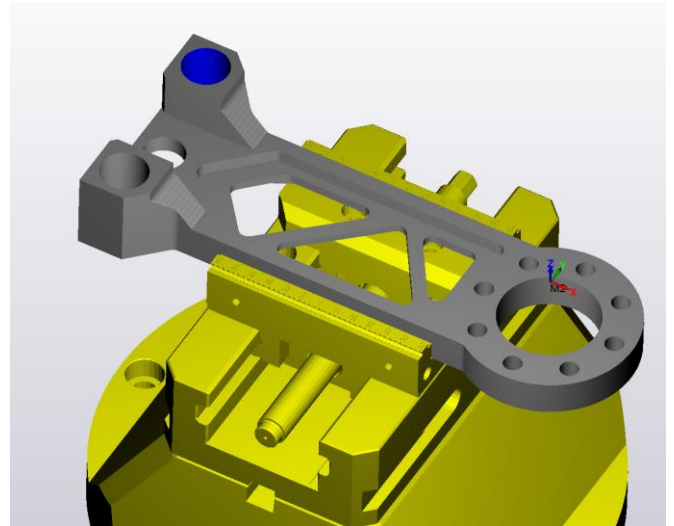
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.40 – Перехід 32 чистове фрезерування отвору

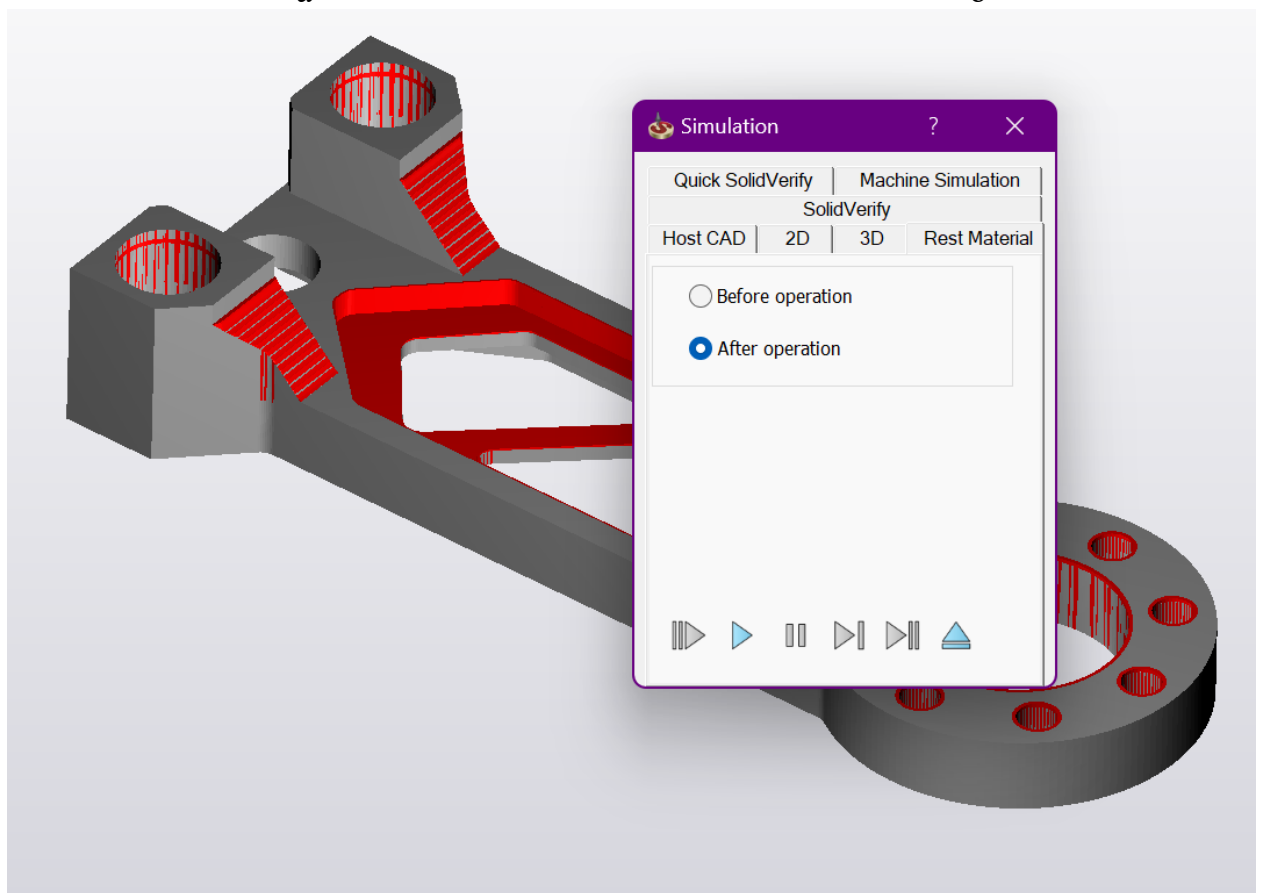
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97



а



б

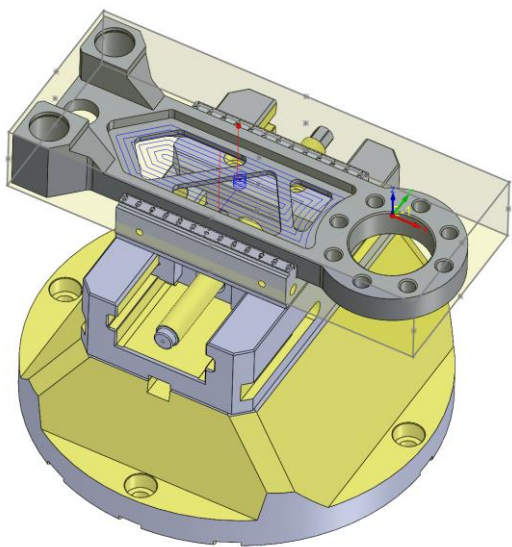


в

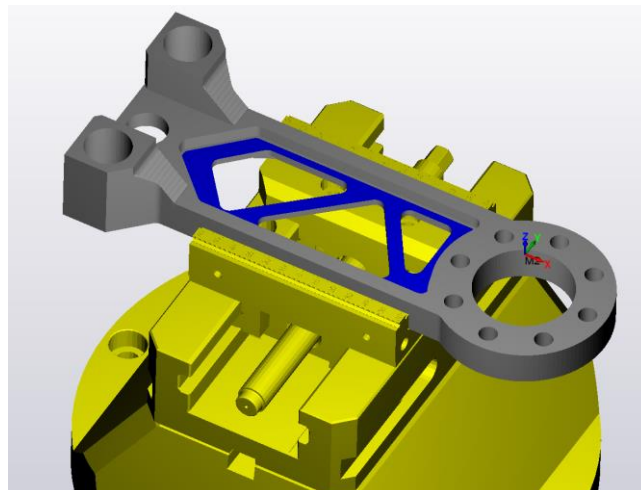
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.41 – Перехід 33 чистове фрезерування отвору

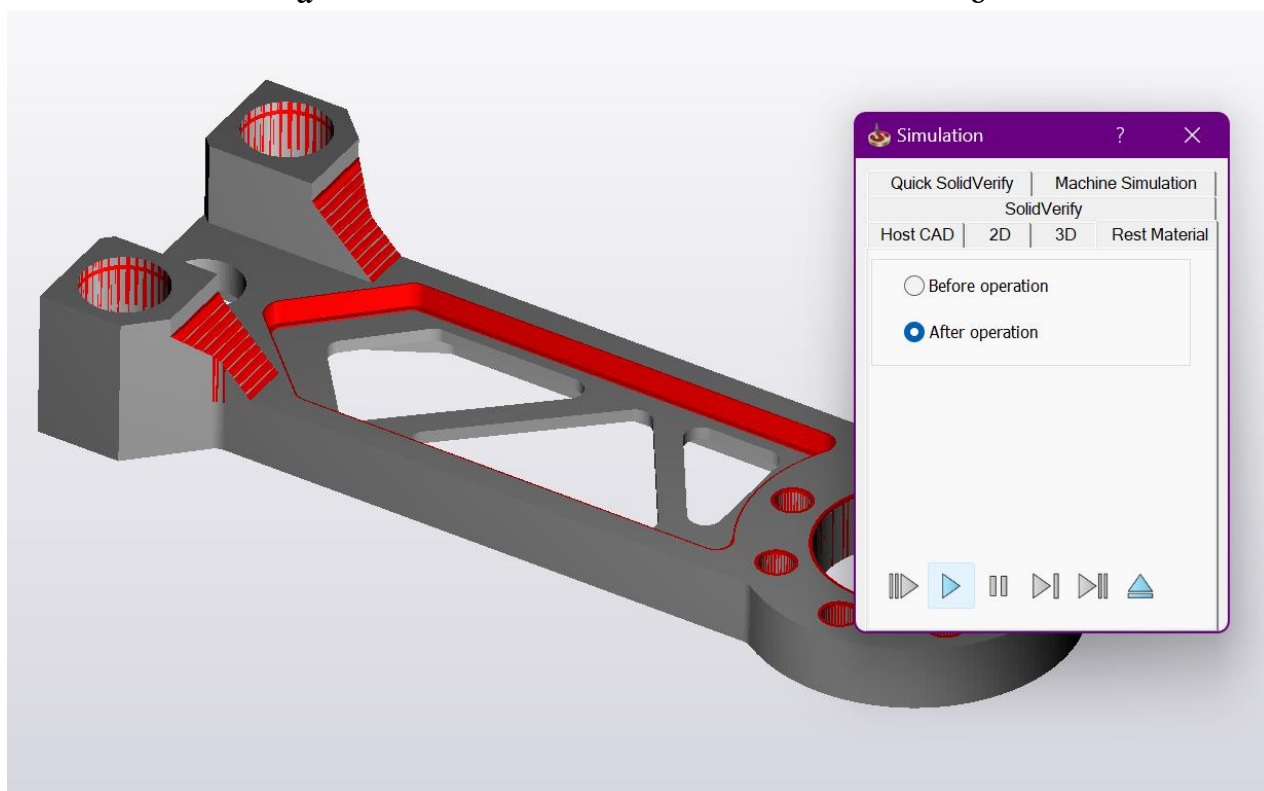
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		98



а



б

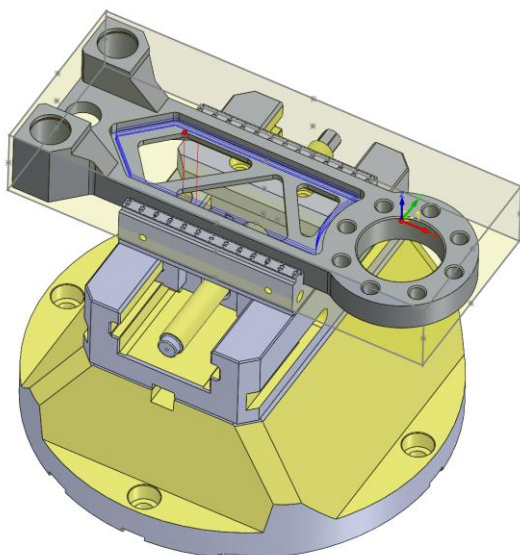


в

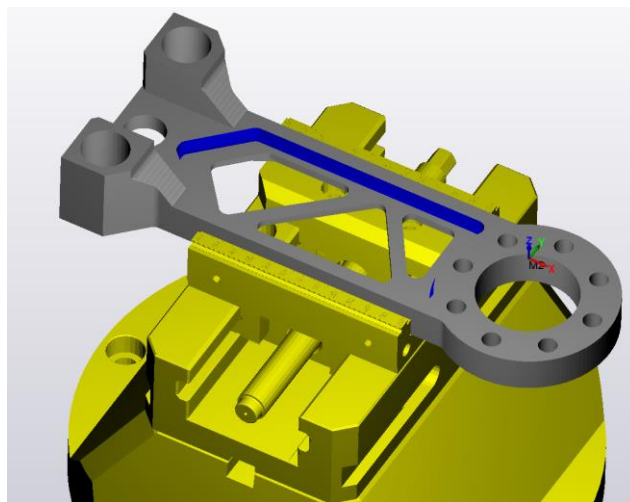
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1К354-0800-XD 1730

Рисунок 3.42 – Перехід 34 чистове фрезерування

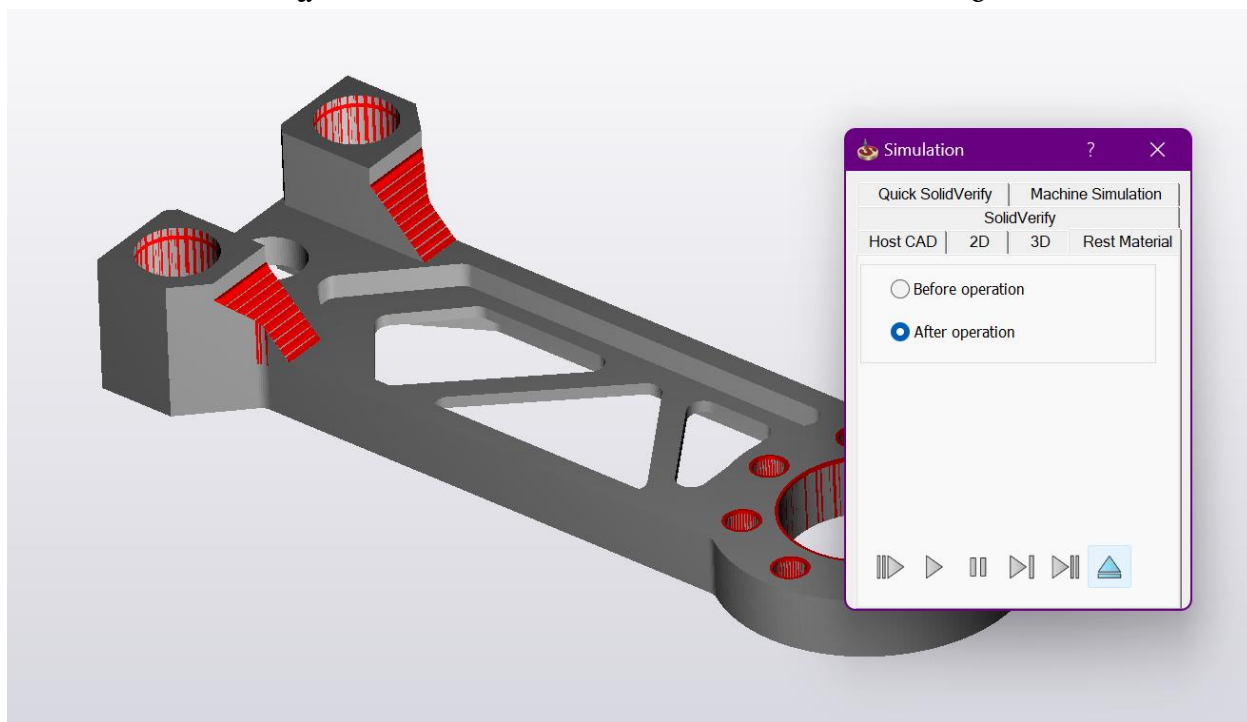
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99



а



б

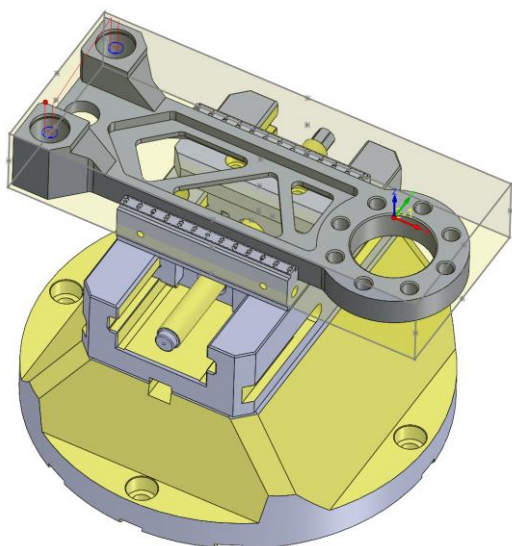


в

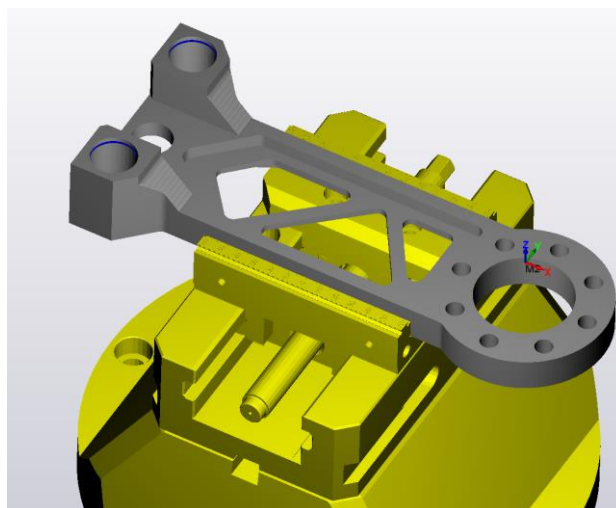
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730

Рисунок 3.43 – Перехід 35 чистове фрезерування

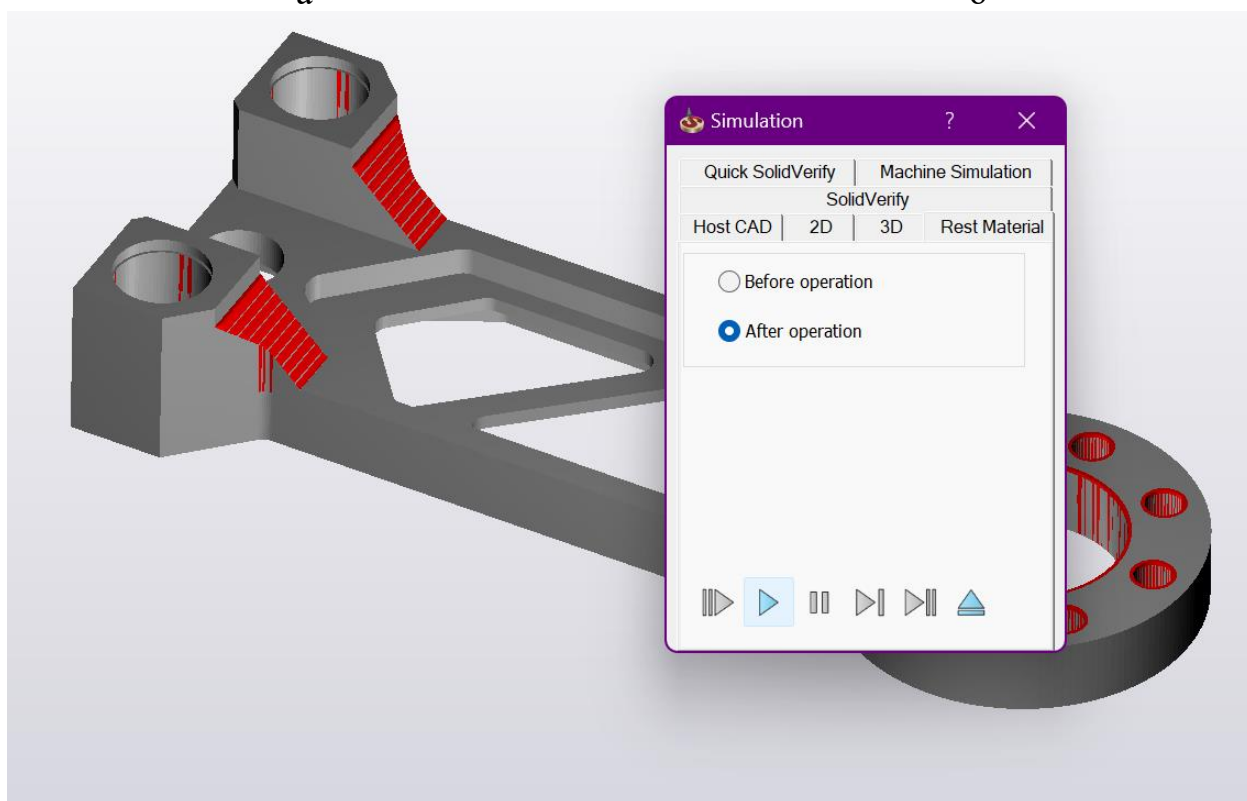
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100



а



б



в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T7 T-подібна фреза Ø 17,7 мм, 327R09-18 11000-GM 1025

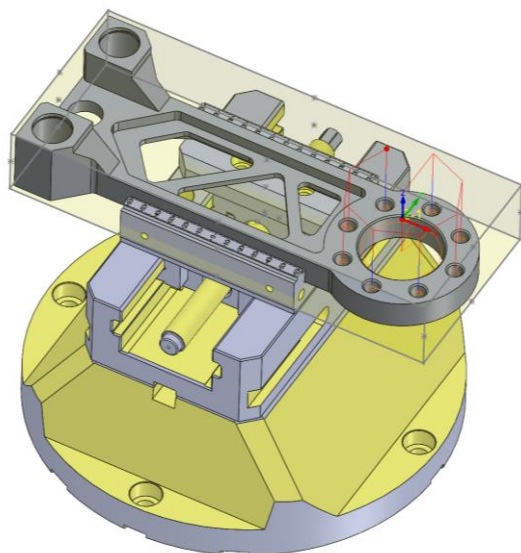
Рисунок 3.44 – Перехід 36 фрезерування канавки

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

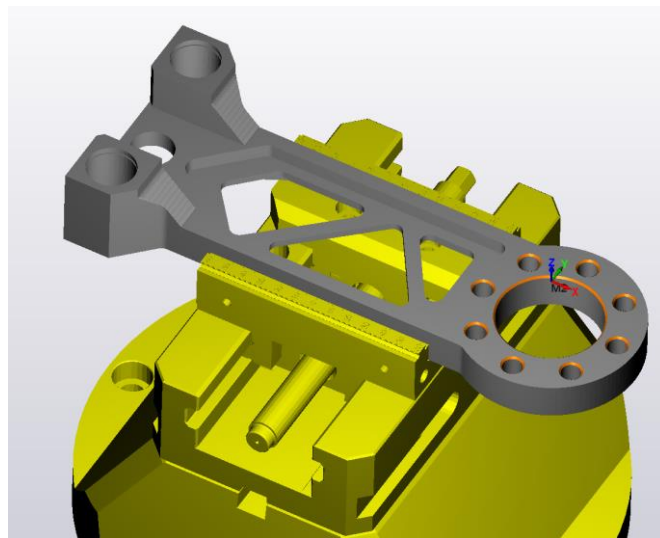
МА21.30.000 ПЗ

Арк.

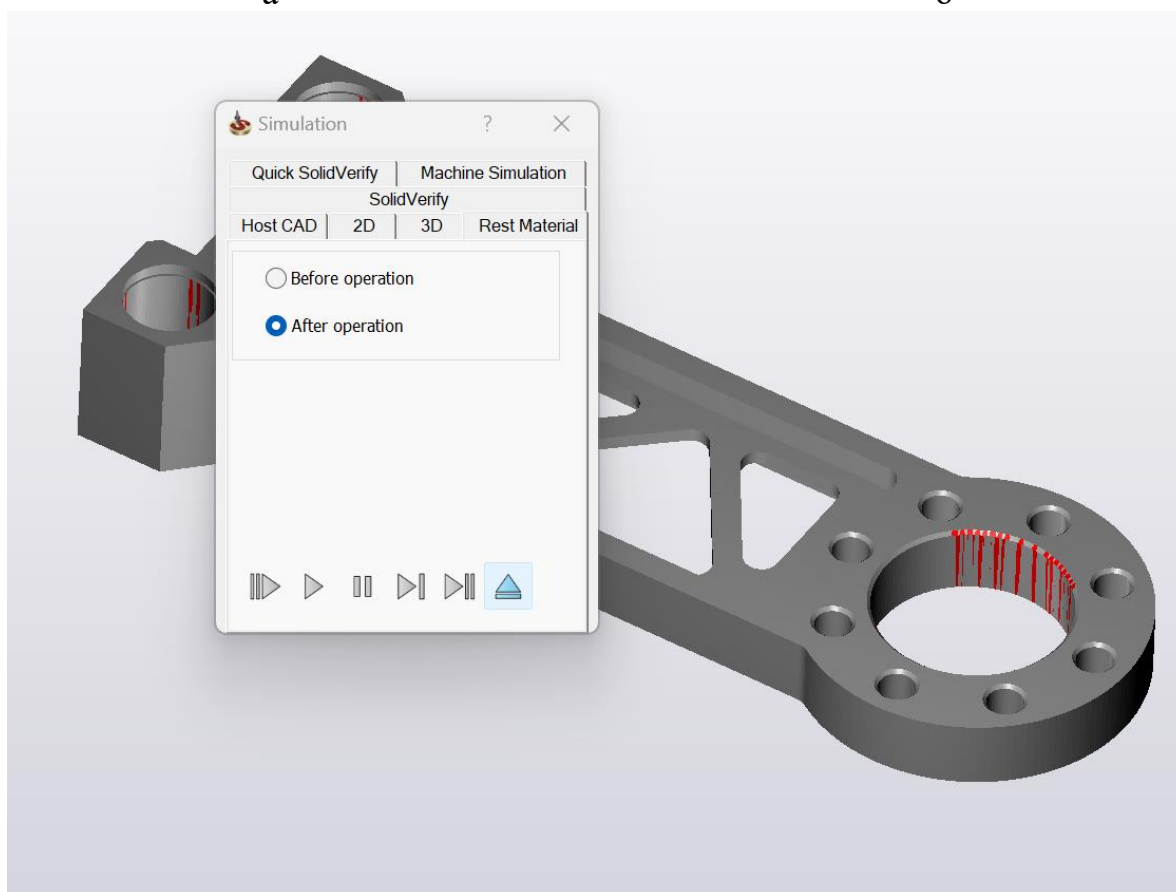
101



а



б

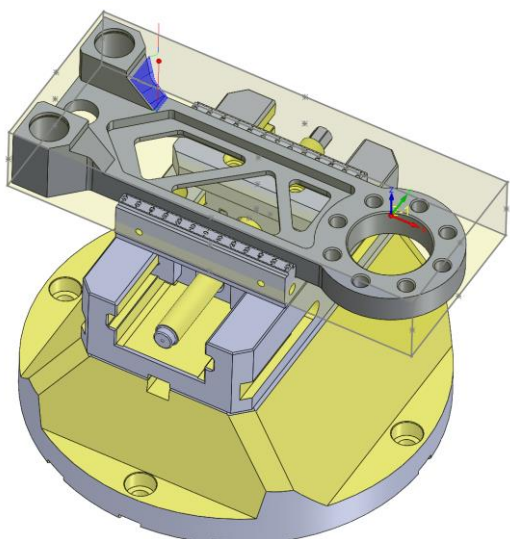


в

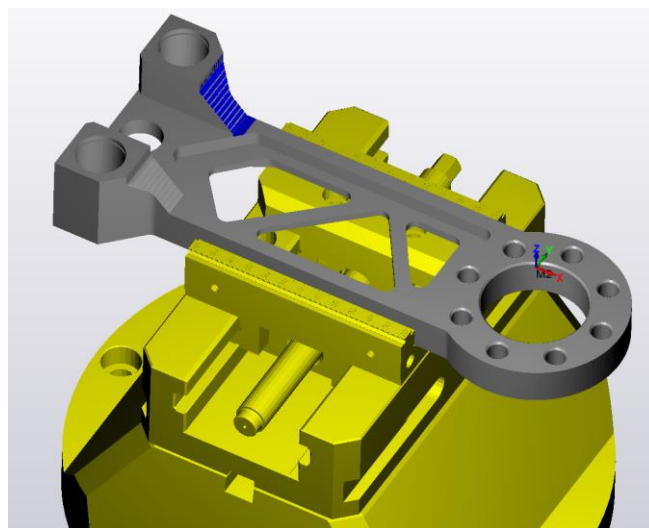
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T2 Фаскова фреза Ø 10 мм, 1C050-0150-045-ХА 1620

Рисунок 3.45 – Перехід 37 фрезерування фаски

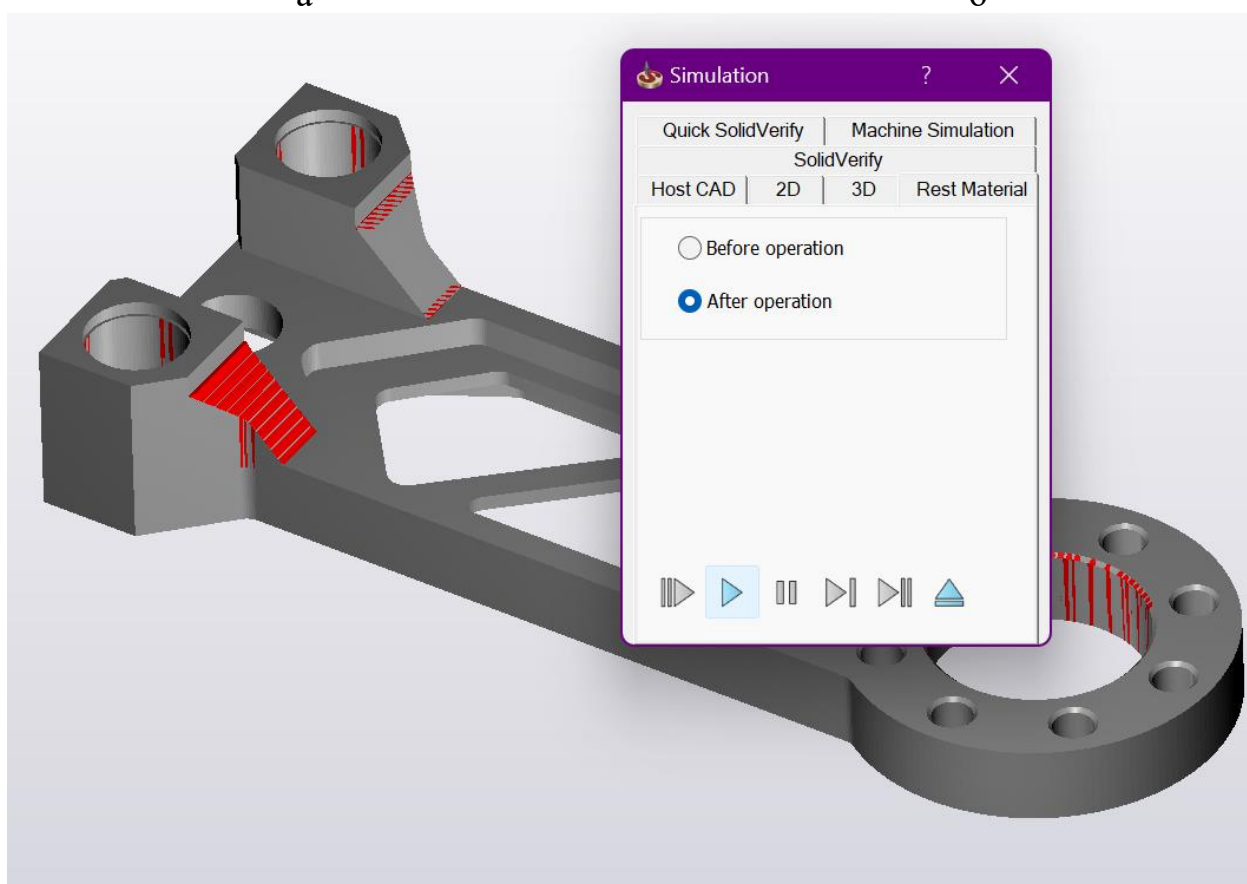
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102



а



б

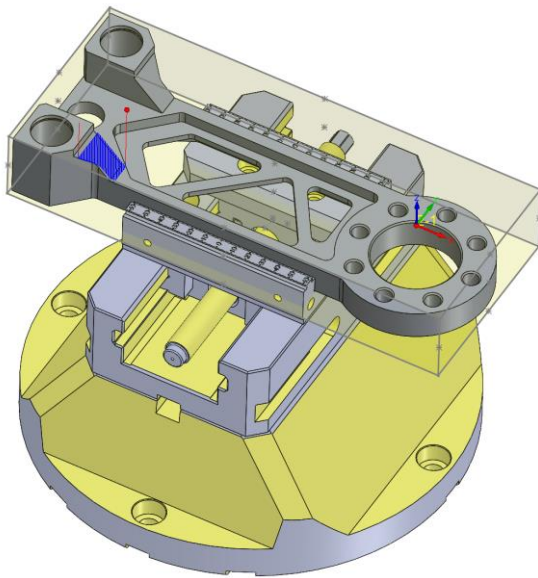


в

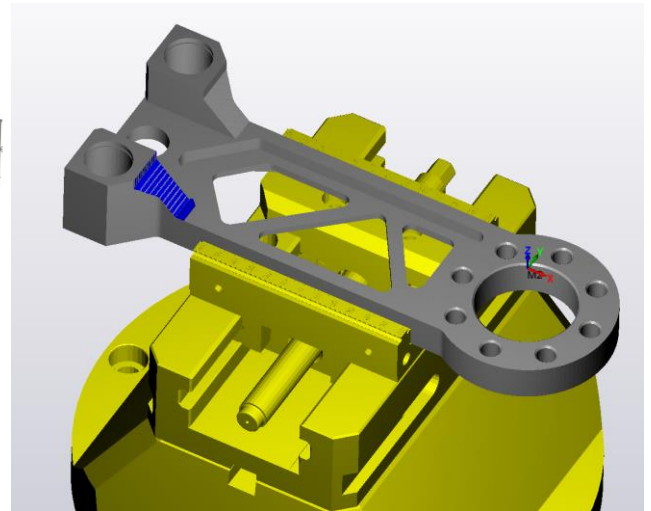
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: T8 Кінцева фреза з радіусом 0,5 мм, 1K223-0800-050-NH H10F

Рисунок 3.46 – Перехід 38 фрезерування скосу

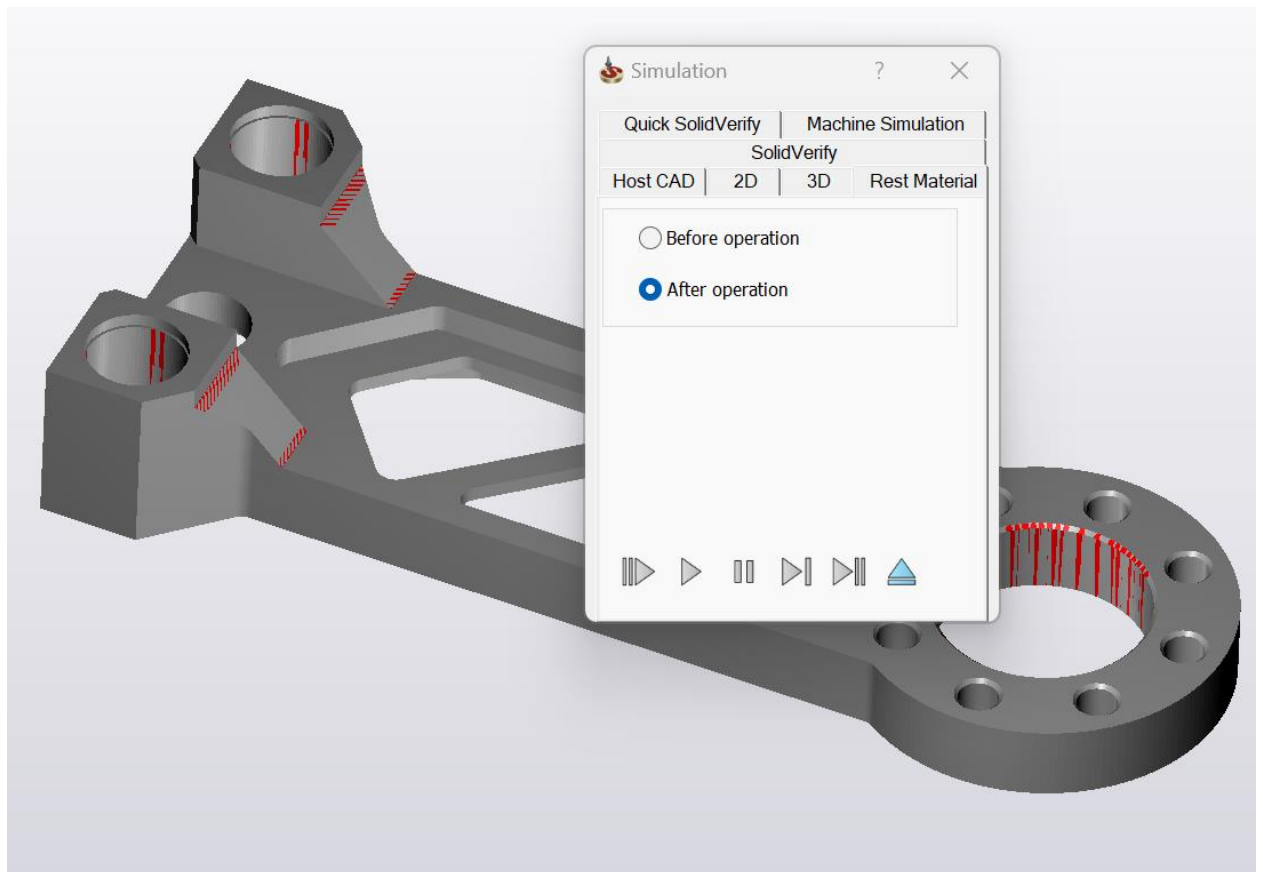
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103



а



б

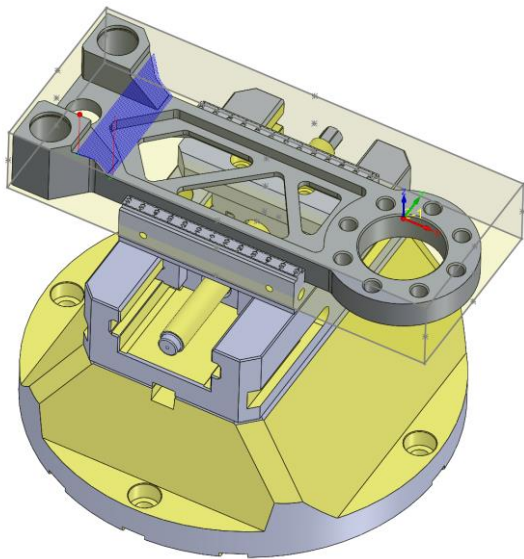


в

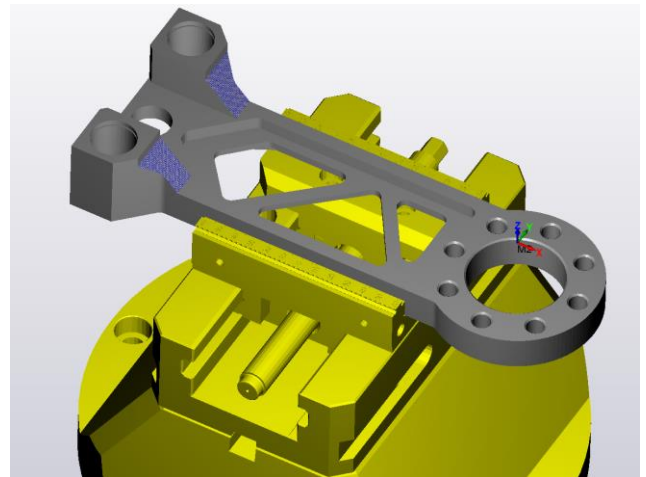
а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхонь; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т8 Кінцева фреза з радіусом 0,5 мм, 1K223-0800-050-NH H10F

Рисунок 3.47 – Перехід 39 фрезерування скосу

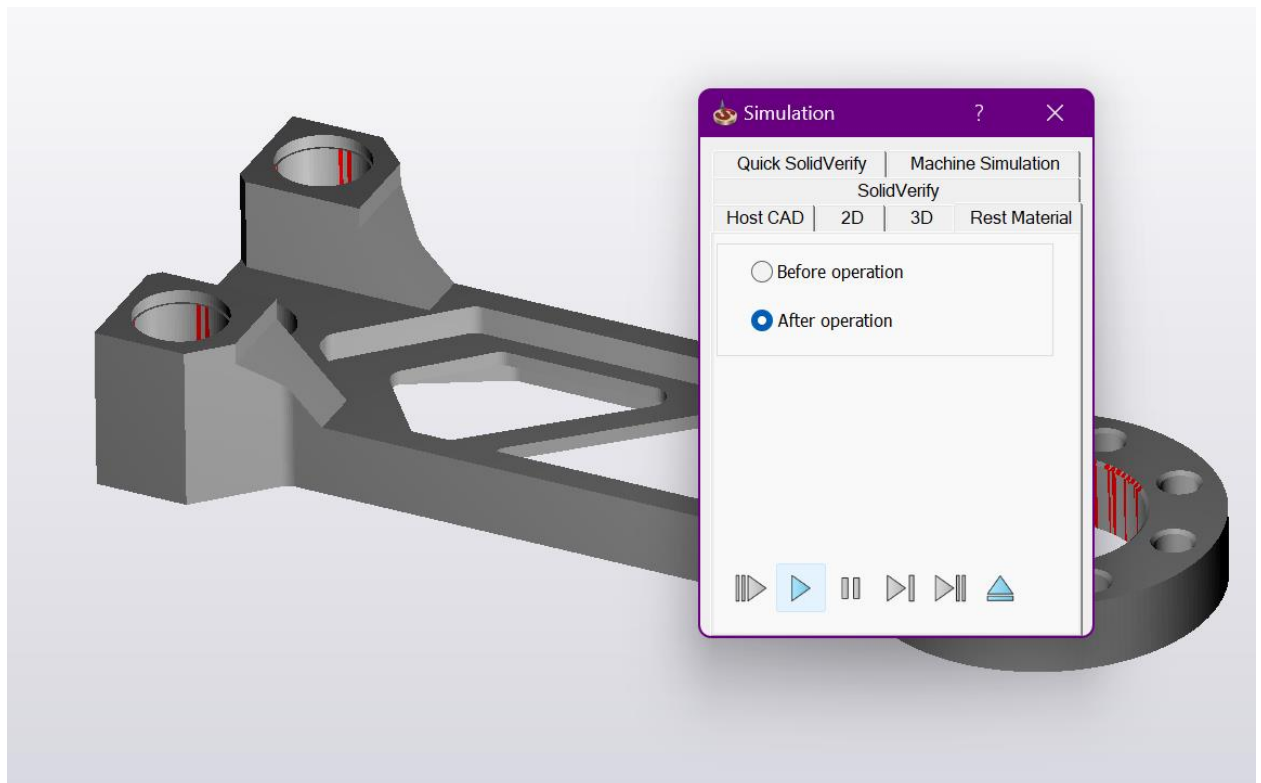
					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104



а



б



в

а – зображено траєкторія руху інструмента; б – зображено оброблену поверхню; в – зображено залишковий припуск після обробки (червоним припуск, сірий номінальний розмір деталі)
інструмент: Т8 Кінцева фреза з радіусом 0,5 мм, 1К223-0800-050-НН Н10F

Рисунок 3.48 – Перехід 40 фрезерування скосу

Операція 015 – 0050 Контроль

Контролювати розміри згідно кресленика

Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ІЩЦ-I-300-0.1 ГОСТ 166-89.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		105

3.3 Вибір різального інструменту. Розрахунок режимів різання

Режими різання розраховуємо на сайті виробника інструменту Sandvik Coromant [8], на рисунках 3.49-3.45 зображено основні режими різання.

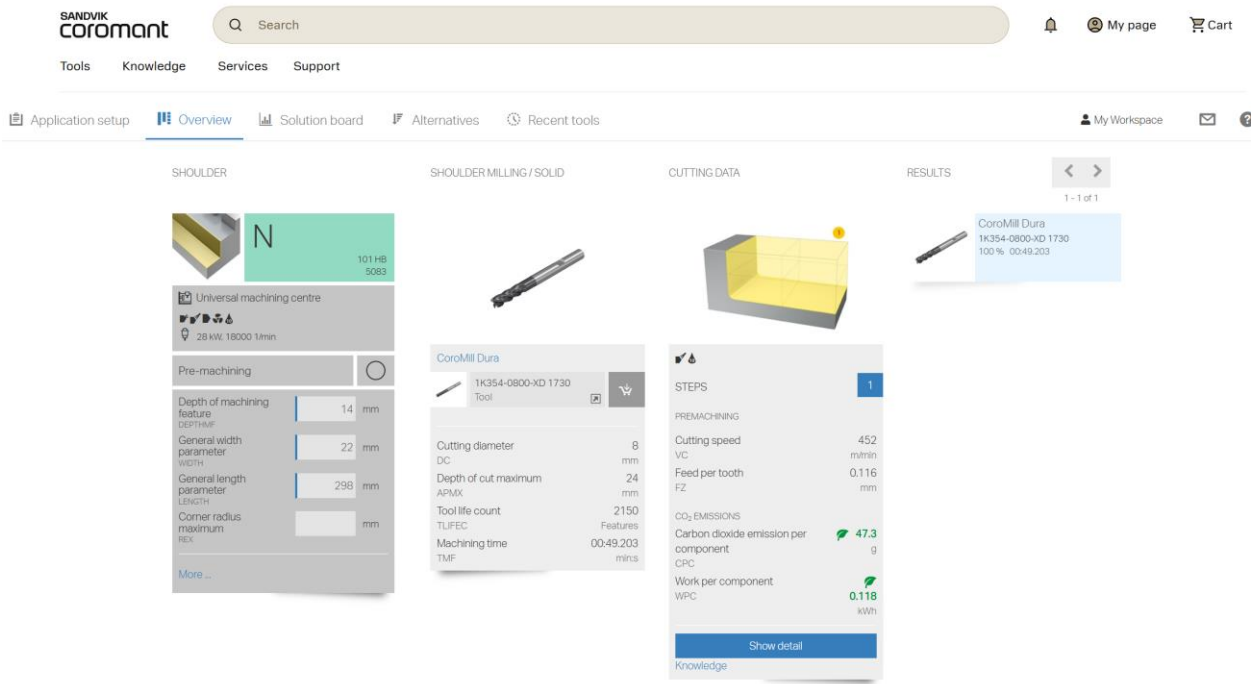


Рисунок 3.49 – Режими різання фрези
Кінцева фреза Ø 8 мм, 1K354-0800-XD 1730

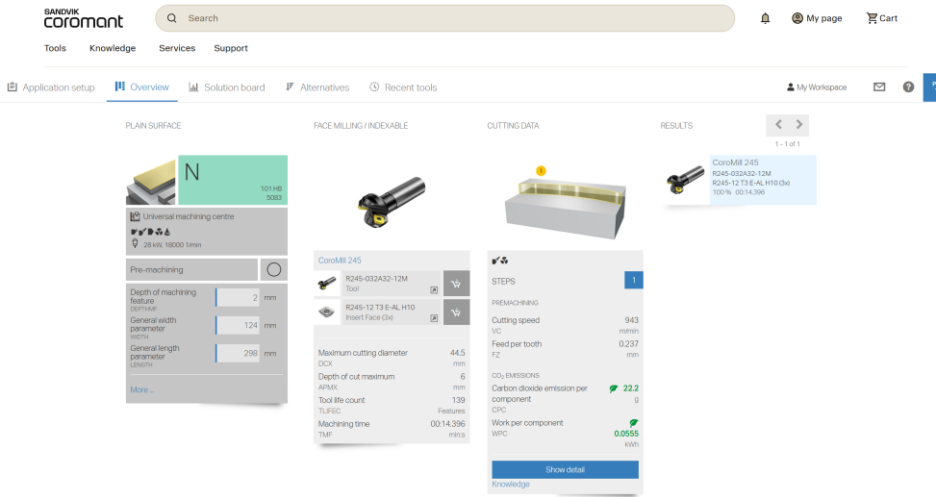


Рисунок 3.50 – Режими різання фрези
Т5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та пластина RCHT 10 T3 M0-KL H13A

3.4 Оснащення операцій

Для виготовлення деталі необхідно забезпечити виробництво такими інструментами та оснащенням:

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

Різальні інструмент

T1 Кінцева фреза Ø 8 мм, чорнова 1K354-0800-XD 1730;
T2 Фаскова фреза Ø 10 мм, 1C050-0150-045-XA 1620;
T3 Свердло Ø 10.2 мм, 462.1-1020-031F0-XM X2BM;
T4 Свердло Ø 17 мм, 462.1-1700-051A0-XM X2BM;
T5 Корпусна фреза R200-015A20-10H та пластина RCHT 10 T3 M0-KL H13A;
T6 Кінцева фреза Ø 8 мм, чистова 1K354-0800-XD 1730;
T7 Т-подібна фреза Ø 17,7 мм, 327R09-18 11000-GM 1025;
T8 Кінцева фреза з радіусом 0,5 мм, 1K223-0800-050-NH H10F;
Пила Крок 8/12 TPI.

Оснащення для верстата

На рисунку 3.46 зображено 3Д-модель лещат HAAS HSCV-5-05

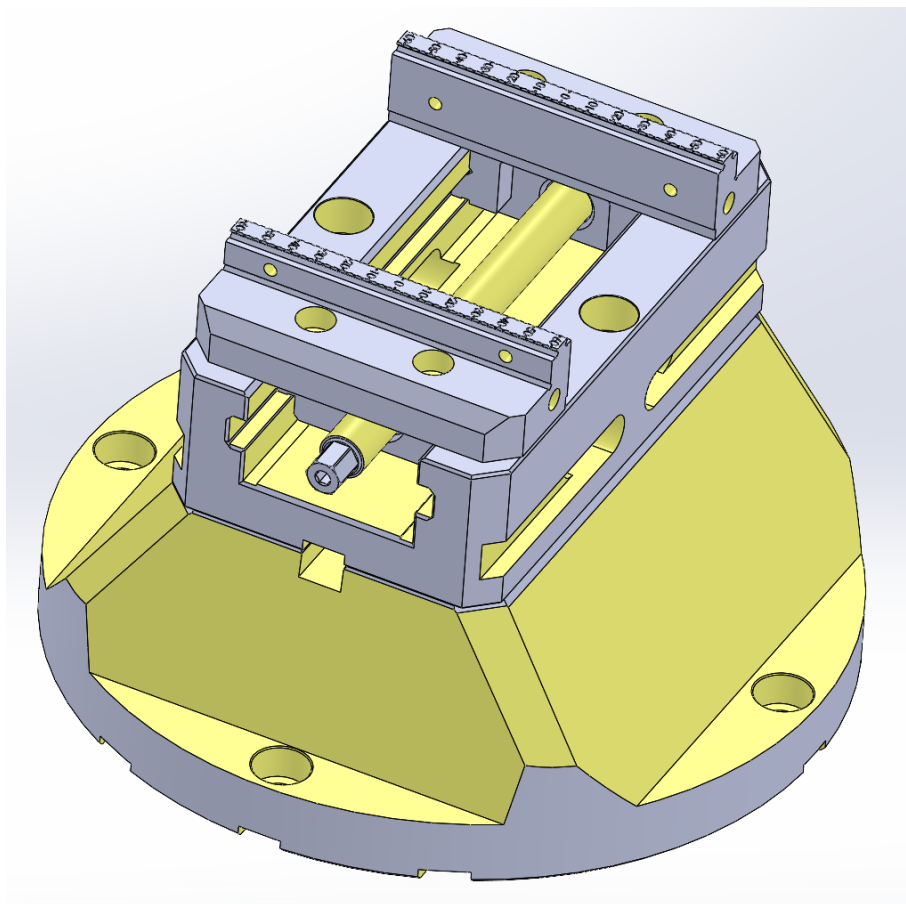


Рисунок 3.51 – лещата HAAS HSCV-5-05

Оправки:

930-HA06-HD-32-112 корпусної фрези (R200-015A20-10H);

930-NA04-S-10-075A фаскова фреза (1C050-0150-045-XA 1620);

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

930-НА04-S-12-080А свердло (462.1-1020-031F0-ХМ Х2ВМ);
С5-391.19-18 080 (462.1-1700-051А0-ХМ Х2ВМ);
С3-391.327-09 035 Т-подібна фреза (327R09-18 11000-GM 1025);
930-НА04-S-08-070А Кінцева фреза з радіусом (1K354-0800-XD 1730);

Вимірювальні пристрої:

штангенциркуль ЩЦ-I-300-0.1 ГОСТ 166-89

Стіл слюсарний

3.5 Написання управляючих програм

На рисунку 3.52 зображено переходи на перший устанів із загальним машинним часом 38 хв. 16 сек. Також на рисунку 3.48 зображено переходи на другому устанів із загальним машинним часом 2 год 12 хв. 57 сек. Після налагоджувальними деталями буде визначено більш точний час обробки тому що програмне забезпечення не враховує кінематичну затримку верстату заміну інструменту тощо, в загальному випадку необхідно збільшувати на 10-15% від кожного установу.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

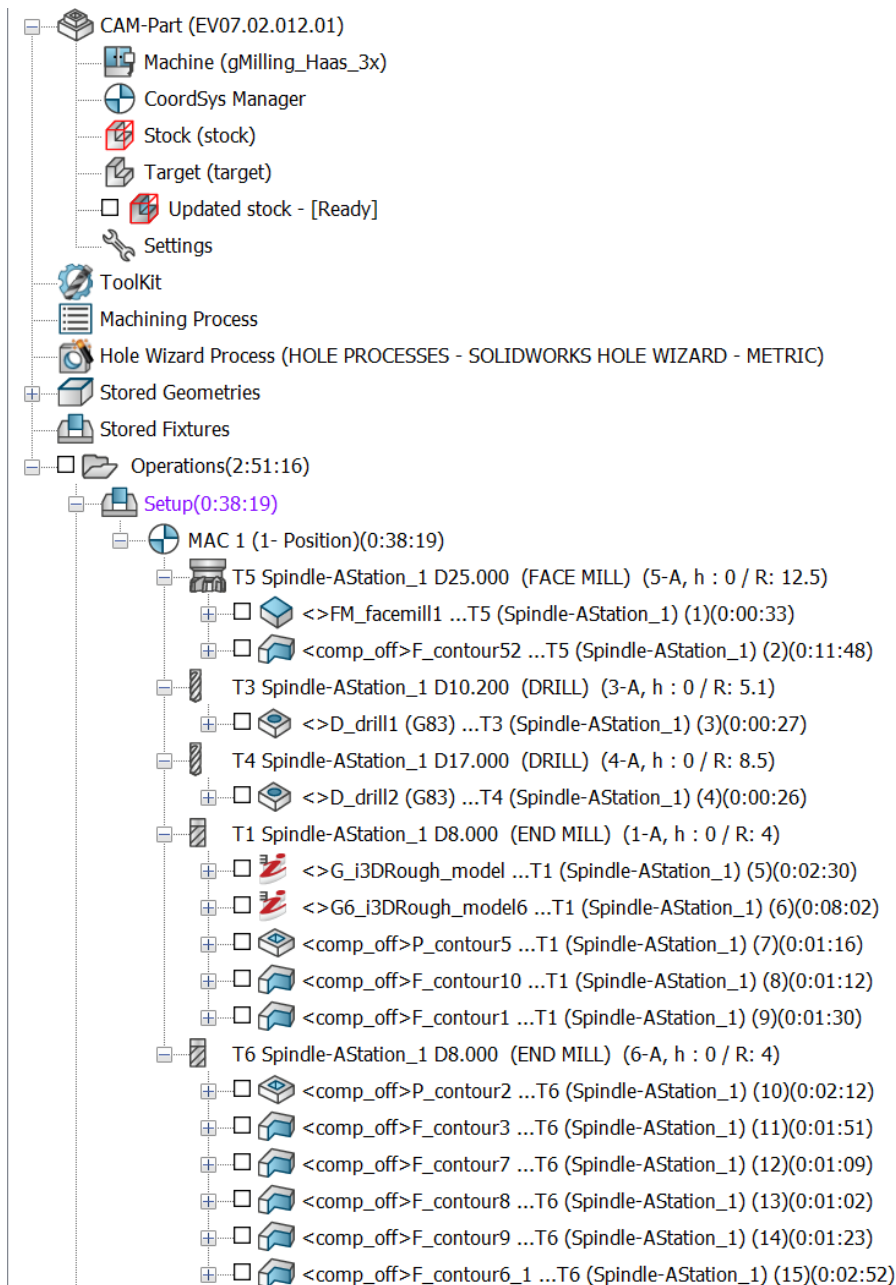


Рисунок 3.52– Переходи на першому установі

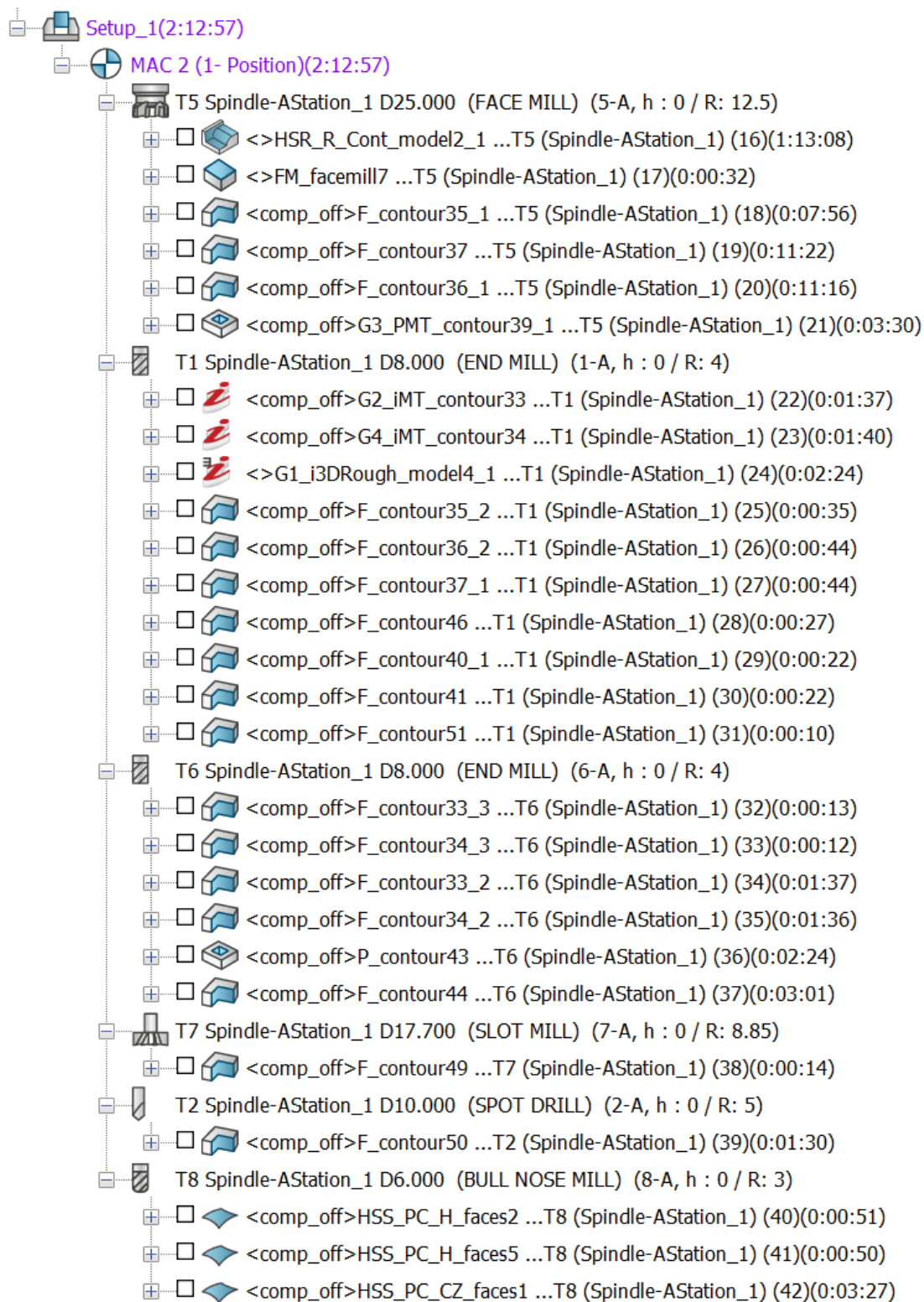


Рисунок 3.53– Переходи на другому установі

Висновок до розділу 3

В технологічному розділі була проведена робота над способом отримання заготовки та технології обробки. Оскільки деталь має конструктивні особливості по зменшенню ваги, раціональним маршрутом обробки було отримання деталі на фрезерному верстаті з ЧПК за 2 установи. Це забезпечило більш швидку обробку деталі. Оскільки маршрут обробки був майже повністю на верстаті з ЧПК, тому програма обробки була виконана в програмному забезпеченні SolidCAM.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розділ 4. Охорона праці

Виконання даного дипломного проєкту проводилось в домашніх умовах. Під час виконання дипломної роботи праця велася головним чином з використанням персонального комп'ютера. З метою забезпечення необхідних умов праці з огляду на безпеку та сприяння здоров'ю, розглянемо умови праці під час виконання дипломної роботи. Проведемо аналіз потенційно небезпечних чинників, проаналізуємо мікроклімат та умови освітлення приміщення де проводилась робота.

4.1 Освітлення робочого місця

Освітлення є дуже важливим фактором для збереження здоров'я людини під час роботи. Цілком очевидно, що нестача освітленості або невірний розподіл світлового потоку призводить до зниження загальної продуктивності, перевтомлює органи зору людини, погіршує настрій та може навіть призвести до серйозних травм [9]. Згідно зі значеннями нормованих технічних показників, середня величина освітленості приміщення повинна коливатися в межах близько 800-100 люксів, але таким чином, щоб в безпосередній близькості до робочого місця було значення не менше 200 люксів [9]. Якщо уточнювати це значення до умов роботи за комп'ютером на робочому місці, це значення має становити 300 люксів.

Для розрахунку необхідної кількості точкових освітлювальних прикладів, скористаємося формулою [10] :

$$N = \frac{E \cdot S \cdot K_z \cdot Z}{\Phi \cdot \eta}$$

де E - норма освітленості становить 300 лк, S - площа робочого місця, K_z - коефіцієнт запасу, Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення, Φ - світловий потік 1 джерела в Люменах, η - коефіцієнт використання світлового потоку

Після підстановки значень отримуємо :

$$N = \frac{300 \cdot 0,91 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{600 \cdot 0,5} = 1,2$$

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, для забезпечення оптимального рівня освітлення в зоні робочого місця необхідно 2 точкових джерела світла. Оскільки перше джерело – лампа настільна зі встановленою в ній світлодіодною лампочкою потужністю 6 Вт та наявна лампочка на стелі в безпосередній близькості до робочого місця потужністю 12 Вт умова повністю виконується, необхідне освітлення забезпечене.

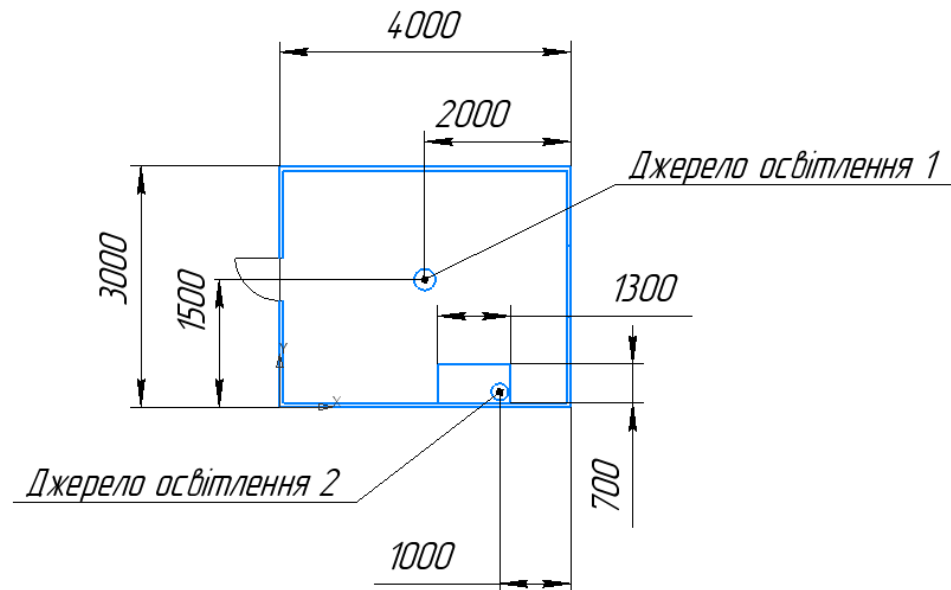


Рис 4.1 План освітлення кімнати.

4.2 Мікроклімат робочої зони

Дотримання мікроклімату в робочій зоні є дуже важливим чинником для сприяння здоров'ю та комфортним умовам праці. Отже розглянемо мікроклімат робочої зони студента :

Оптимальні значення показників мікроклімату залежать від категорії фізичної праці та пори року. Згідно з визначенням, виконання дипломного проєкту за персональним комп'ютером належить до легкої фізичної роботи. Категорія I охоплює види діяльності, при яких витрата енергії дорівнює 105-140 Вт (90-120 ккал/год.) - категорія Ia та 141-175 Вт (121-150 ккал/год.) - категорія Ib. До категорії Ia належать роботи, що виконуються сидячи і не потребують фізичного напруження. До категорії Ib

належать роботи, що виконуються сидячи, стоячи або пов'язані з ходінням та супроводжуються деяким фізичним напруженням [11].

За таблицею допустимих умов мікроклімату в приміщенні в теплу пору року при категорії роботи 1б, температура повітря має становити 22-24 градуси за Цельсієм, відносна вологість 60-40%, а швидкість руху повітря має складати 0,2 м/сек. Наявні умови мікроклімату кімнати не виходять за рамки допустимих значень по переліченим параметрам, температура повітря становить 23 градуси за Цельсієм, відносна вологість 40%.

4.3 Пожежна безпека робочого місця

При виконанні дипломного проєкту дуже важливо врахувати потенційну можливість пожежної небезпеки в приміщенні та рішуче діяти у разі її виникнення. У приміщенні де виконується дипломна робота відсутні легкозаймисті речовини, проте ризик пожежі зберігається. В квартирі або приватному будинку існує безліч факторів, здатних призвести до пожежі. Серед них:

- несправність електроприладів і електропроводки;
- не дотримання правил пожежної безпеки при користуванні свічками і лампами;
- куріння в квартирі, куріння в ліжку, викидання непогашений недопалок у відро для сміття може створити загрозу безпеці;
- побутовий газ;
- горючі речовини: масла, жири, гас, бензин, що зберігаються вдома, є факторами ризику [12].

З метою уникнення загрози пожежі в приміщенні, на сходовій площадці багатоквартирного будинку знаходиться кран пожежного гідранту з рукавом для тушіння пожежі до якого є доступ усіх жителів будинку. Окрім того, в квартирі встановлений аналізатор газу для контролю за вмістом шкідливих газів в повітрі приміщення. При виникненні загрози пожежі, евакуація жителів здійснюється згідно плану, що розміщений на сходовій клітинці будинку на кожному поверсі.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						114
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до розділу 4

В розділі 4 присвяченому охороні праці було розглянуто основні параметри що сприяють збереженню здоров'я людини під час виконання роботи в приміщенні. Було прораховано необхідну освітленість робочого місця, яка виявилася дотриманою в необхідних межах та конкретних умовах робочої зони.

Також було розглянуто мікроклімат робочого приміщення, який за результатами порівняння наявних значень з нормативними, виявився оптимальним для роботи.

Вимоги пожежної безпеки за розглянутими положеннями також дотримано, оскільки є доступ до пристроїв пожежогасіння, а також розроблений план евакуації з приміщення під час пожежі.

Отже, можна зробити висновки, що умови праці в яких виконувався дипломний проєкт, повністю дотримані та не несуть шкоди для здоров'я.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки до дипломного проєкту

У результаті виконання дипломного проєктування було розроблено маніпулятор для встановлення ручки у видувну форми видувного автомату. Даний пристрій здатен працювати в тандемі з машиною, а тому стане ефективним доповненням до роботи автоматичного видувного автомату для виробництва тари 18,9 літрів з інтегрованою ручкою.

Було підібрано пневматичні компоненти що повністю виконуватимуть цикл роботи, прописаний у коді до промислового контролера компанії Bernecker+Rainer.

Виконання дипломного проєкту охопило аналіз існуючих подібних конструкцій, на прикладі яких було розглянуто конфігурацію та можливості виконання пристрою. Виконаний аналіз дозволив прийти до найкращого рішення виконання конструкції маніпулятора.

В технологічному розділі був прописаний варіант маршруту обробки обраної деталі «Рука» що входить до збірки. Було прийнято найбільш оптимальний варіант маршруту обробки з мінімальними затратами.

Розділ охорони праці підтвердив що проєктування здійснювалося в безпечних для здоров'я умовах праці.

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						116
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використані літературні джерела

1. Що таке видувне формування [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://dzp.com.ua/articles/shho-take-viduvne-formuvannya>
2. Видувна машина SIDE 5001e [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://sidemachines.com/en/side-5001e-the-high-production-pet-blow-moulding-machines-for-5-gallon-returnable-bottles/>
3. Interpack 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.petnology.com/online/news-detail/interpack-2023-sipa-taking-pet-bottle-blowing-to-the-maxi>
4. Офіційний сайт компанії Festo, підбір обладнання пневматики [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.festo.com/ua/uk/>
5. Офіційний сайт компанії SMC, підбір компонентів пневматики [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.smc.eu/uk-ua>
6. Табличні дані для розрахунків, методичка [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/48295>
7. Методичка по підбору поворотного циліндру SMC [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
https://ca01.smcworld.com/catalog/SMC-HP-PDF/ro_actuator_select-en.pdf
8. Вибір інструменту для обробки деталі [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
<https://www.sandvik.coromant.com/en-gb>
9. Вимоги до освітлення робочих місць [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<https://5watt.ua/uk/blog/statti/vimogi-do-osvitlennya-robochikh-misc>

10. Розрахунок освітлення [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

https://brille.ua/rozrakhunok-osvitlenosti-prymishchennia/?srsltid=AfmBOoobycJRvHRHF-GHgv_1gGyFLJ-wXAv72ciH2yq-ehKWHF8P2H2I

11. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>

12. Пожежна безпека у житлових будинках [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

<https://nmc.dsns.gov.ua/kyiv/news/ostanni-novini/pozezna-bezpeka-u-zitlovix-budinkax>

					МА21.30.000 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		