

Херсонський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії та транспорту

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Автоматизації, робототехніки і мехатроніки

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

бакалавра

на тему: «Проект механообробної дільниці з виготовлення деталі «Опора» з
детальною розробкою технології, інструменту і пристосувань»

Пояснювальна записка

Виконав: студент 2 курсу, групи 2ІМс
Спеціальності 131-Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

Островський Б. І.

(прізвище та ініціали)

Керівник Сімінченко І.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сєлівертов І.А.

(прізвище та ініціали)

Хмельницький – 2024

Херсонський національний технічний університет

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А
						1
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис Пі	Дата		

(повне найменування вищого навчального закладу)

- Інститут, факультет, відділення інженерії та транспорту
- Кафедра, циклова комісія Автоматизації, робототехніки і мехатроніки
- Освітньо-кваліфікаційний рівень магістра
- Напрямок підготовки
- Спеціальність 131- Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, голова циклової
комісії

Д.О. Дмитрієв

« » 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Островському Богдану Ігоровичу

1. Тема проекту «Проект механообробної ділянки з виготовлення деталі опора з детальною розробкою технології, інструменту і пристосувань».

Керівник проекту (роботи) Сімінченко Ігор Павлович

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

Затвердженні наказом вищого навчального закладу від 15 січня 2024 року № 17-с.

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 10.06.2024 р.

3. Вихідні дані по проекту (роботи) робоче креслення деталі опора, технічні вимоги до конструкції деталі опора, річна програма випуску 2000 шт., типовий технологічний процес, спосіб отримання заготовки, вимоги до матеріалу деталі, наявний верстатний парк механообробного підприємства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) аналіз технологічності конструкції деталі, проектування

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		2

конструкції заготовки, проектування технологічного процесу виготовлення деталі, визначення припусків для технологічних переходів, призначення режимів різання, нормування технологічних операцій, проектування верстатного пристрою та нестандартного металорізального інструменту, компоновка механообробної ділянки цеху

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Аналіз сучасного стану по темі роботи	Сімінченко І.П.	28.02.24	28.02.24
Технологічне забезпечення	Сімінченко І.П.	15.03.24	15.03.24
Конструкторське забезпечення	Сімінченко І.П.	01.04.24	01.04.24
Проектування механообробної ділянки	Сімінченко І.П.	30.04.24	30.04.24
Охорона праці	Кузнєцов С.І	05.04.24	05.04.24

Дата видачі завдання 28.02.24

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної Роботи	Срок виконання етапів роботи	Примітка
1	Підбір і огляд літератури	15.03.24	
2	Технологічний розділ (проектування конструкції заготовки, проектування операційного технологічного процесу, визначення припусків та режимів різання)	01.04.24	
3	Конструкторський розділ (проектування верстатних пристосувань та інструменту)	30.04.24	
4	Розділ організації виробництва та проектування дільниці механообробного цеху	05.06.24	
5	Розділ з охорони праці та безпеки життєдіяльності	05.06.24	
6	Оформлення ПЗ і плакатів	09.06.24	
7	Завершення оформлення проекту	10.06.24	

Студент _____ Островський Б.І.

(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Сімінченко І.П.

(підпис) (прізвище та ініціали)

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						4
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційну випускную роботу бакалавра присвячено проектуванню механообробної дільниці з виготовлення деталі опора в умовах машинобудівного виробництва із застосуванням верстатів з ЧПК та імітаційного моделювання сучасними засобами САПР. Проаналізовано стан технічних задач щодо корпусних деталей, які вимагають застосування програмно-керованої обробки верстатними комплексами. Здійснено технологічно-конструкторську підготовку виробництва деталі опора для середньо серійного типу виробництва. Розроблено робочі креслення та твердотільні моделі верстатного пристосування для різьбо-нарізної операції та маталорізального інструменту для фрезерних операцій. Спроектовано механообробну дільницю з застосуванням прикладного середовища імітаційного моделювання Siemens TECNOMATIX Plant Simulation®.

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра складається з вступу, 5 розділів, висновків та додатків. Містить 132 сторінок тексту, 81 рисунок, 3 таблиці та 49 використаних джерел інформації.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А
						5
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис ПІ	Дата		

ЗМІСТ

Вступ.....	8
РОЗДІЛ 1. Сучасний стан металообробки корпусних деталей.....	9
1.1. Основні види формоутворення і технологічні схеми при обробці корпусних деталей.....	9
1.2. Вимоги і технічні характеристики фрезерних та свердлильних верстатів з ЧПК.....	14
1.3. Програмне забезпечення верстатної обробки з ЧПК.....	20
РОЗДІЛ 2. Технологічний розділ.....	21
2.1. Опис призначення, умови роботи та особливості конструкції деталі опора.....	21
2.2. Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва.....	21
2.3. Проектування конструкції заготовки та аналіз технологічності конструкції деталі.....	23
2.4. Визначення технологічних баз для технологічних операцій.....	28
2.5. Проектування операційного технологічного процесу, розрахунок припусків та призначення режимів різання.....	33
2.6. Розрахунок норм часу та продуктивності.....	47
РОЗДІЛ 3. Конструкторський розділ.....	49
3.1. Проектування верстатного пристрою для різьбонарізання, розрахунок на точність обробки, визначення схеми та сил закріплення	49
3.2. Моделювання та розрахунок елементів пристрою на міцність.....	53

3.3. Проектування різального інструменту.....	54
3.4. Проектування верстатного пристрою для зенкерування отворів Ø18H10, розрахунок на точність обробки, визначення схеми та сил закріплення.....	56
3.5. Розробка 3D-моделі пристрою в SolidWorks.....	62
3.6. Розрахунок елементів пристрою на міцність.....	65
 РОЗДІЛ 4. Проектування механообробної дільниці	67
4.1. Опис системи Siemens Tecnomatix Plant Simulation.....	67
4.2. Імітаційна модель дільниці, аналіз та верифікація виробничих даних.....	68
4.3. Генерування програм керування для фрезерних операцій.....	83
РОЗДІЛ 5. Охорона праці.....	96
5.1. Законодавчі засади з охорони праці.....	96
5.2. Загальні правила забезпечення верстатних робіт.....	97
5.3. Вимоги безпеки до роботи металообробних верстатів розробленого технологічного процесу.....	98
5.4. Вимоги охорони праці під час виконання робіт на фрезерних верстатах з ЧПК.....	101
5.5. Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах свердлильної та розточувальної групи.....	102
Висновки.....	105
Список використаних джерел.....	106
Додатки.....	110

Вступ.

Сучасна індустрія металообробки вимагає вдосконалення та впровадження новітніх технологій для підвищення продуктивності та якості виготовлення деталей. Зокрема, обробка корпусних деталей є однією з ключових галузей в машинобудівній промисловості, вимагаючи комплексного підходу до вирішення технологічних завдань.

У даному дипломному проекті досліджується сучасний стан металообробки деталі «Опора» та розробка комплексної технологічної системи для її виготовлення. В рамках роботи будуть розглянуті основні аспекти технологічного процесу та конструкторських рішень, а також імітаційне моделювання механообробної дільниці.

Структура дипломного проекту включає чотири ключові розділи:

У першому розділі розглянемо сучасний стан металообробки корпусних деталей, включаючи основні види формоутворення та технологічні схеми, вимоги до верстатів з ЧПК та програмне забезпечення для їх керування.

У другому розділі приділимо увагу технічним аспектам проекту, таких як опис деталі «Опора», тип виробництва та аналіз його впливу на технологічне підготування, проектування конструкції заготовки та операційного технологічного процесу.

У третьому розділі розглянемо конструкторські аспекти проекту, включаючи проектування верстатного пристрою, моделювання та розрахунок елементів пристрою на міцність та проектування різального інструменту.

У четвертому розділі представлено проектування механообробної дільниці, включаючи опис системи Siemens Tecnomatix Plant Simulation, імітаційну модель дільниці та генерацію програми керування для фрезерної операції.

Цей дипломний проект спрямований на розвиток та впровадження ефективних технологічних рішень для вирішення завдань металообробки деталі «Опора», що сприятиме підвищенню продуктивності та конкурентоспроможності виробництва.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис ПІ	Дата		8

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН МЕТАЛООБРОБКИ КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ.

1.1. Основні види формоутворення і технологічні схеми при обробці корпусних деталей.

Корпусні деталі – це частини машин або пристроїв, які відповідають за зовнішній оболонковий або структурний елемент, який утримує та захищає внутрішні компоненти від зовнішнього середовища. Їхнє призначення може варіюватися від захисту внутрішніх елементів від ударів та вологи до забезпечення правильного розташування та фіксації компонентів у пристрої.

Деякі види корпусних деталей включають:

1. Корпуси. Це зовнішні оболонки, які утримують всередині себе всі інші компоненти пристрою або машини. Вони зазвичай виготовляються з металу, пластику або інших матеріалів, залежно від конкретних вимог до міцності. Ваги та інших факторів.
2. Панелі. Ці деталі можуть бути частинами корпусу або відокремленими елементами, які служать для доступу до внутрішніх компонентів пристрою. Вони можуть мати отвори для кнопок, індикаторів або дисплеїв.
3. Кришки. Ці деталі призначені для закриття доступу до внутрішніх компонентів пристрою і зазвичай з'єднуються з корпусом за допомогою гвинтів або інших кріплень.
4. Заглушки. Вони використовуються для заповнення порожнин або відкритих отворів у корпусі, а також для захисту від пилу, вологи або випадкового доступу до внутрішніх деталей.

Призначення корпусних деталей полягає в тому, щоб забезпечити не лише зовнішній вигляд і структуру пристрою, але й захист внутрішніх компонентів від небажаних зовнішніх впливів.

Вормування корпусних деталей – це процес створення зовнішньої форми та структури корпусних деталей. Основні види формоутворення включають:

1. Лиття під тиском. Цей процес використовується для виробництва складних корпусних деталей з металу або пластику. Розплавлений матеріал вливається у форму під високим тиском, що дозволяє отримати високу точність та якість поверхні.
2. Лиття в піщанні форми. Цей метод використовується для створення великих або нестандартних корпусних деталей з металу. Розплавлений метал заливається в форму, виготовлену з піску, де він зтверджується і приймає форму.
3. Лиття по виплавляємим моделям. Цей процес використовується для створення деталей з металу або пластику, які мають складну геометрію або тонкі стінки. Він включає використання воскової або пластикової моделі, які плавляться під час лиття, залишаючи порожнечу, в яку заливається розплавлений метал.
4. Лиття відбитків. Цей метод використовується для виготовлення деталей з пластику або силікону, які можуть мати складну або дрібну деталізацію. Розплавлений матеріал заливається в відбиток, який містить форму деталі.
5. Штампування. Цей процес використовується для виготовлення деталей з металу

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						9
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

шляхом просочення або стискання металевого листа між двома формами.

Ці методи формоутворення можуть застосовуватися окремо або в поєднанні залежно від матеріалу, розміру, складності та обсягу виробництва корпусних деталей.

При обробці корпусних деталей використовуються різноманітні технологічні схеми в залежності від матеріалу, розміру, форми та вимог щодо точності і якості. Ось декілька основних технологічних схем:

1. Фрезерування. Цей процес використовує верстати з фрезами для видалення матеріалу з поверхні корпусної деталі. Його використовують для сворення вирізів, отворів, жолобів та інших геометричних особливостей.

Основні види і схеми фрезерування.

При циліндричному фрезеруванні вісь фрези паралельна оброблюваній поверхні; робота здійснюється зубами, розташованими на циліндричній поверхні фрези. При торцевому фрезеруванні вісь фрези перпендикулярна до оброблюваної поверхні; в роботі беруть участь зуби, розташовані як на торцевій, так і на циліндричній поверхні фрези. Торцеве і циліндричне фрезерування можна виконувати двома способами: зустрічним фрезеруванням, коли напрямок подачі s протилежно напрямку обертання фрези (рис. 1, а), і попутним фрезеруванням (рис. 1, б), коли напрям подачі s збігається з напрямком обертання фрези.

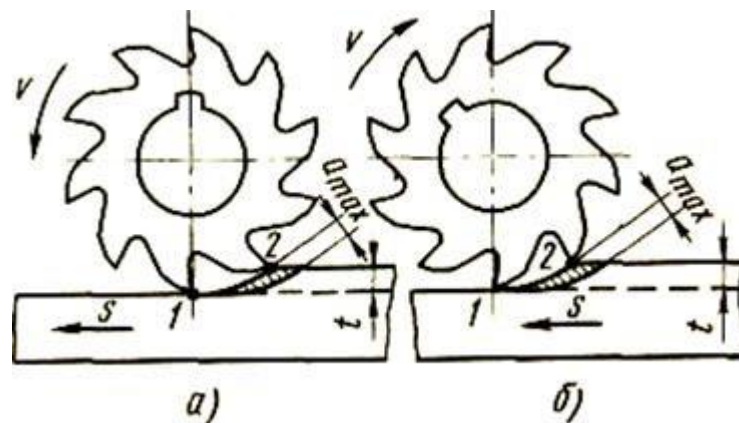


Рис. 1.1. Схеми зустрічного (а) і попутного (б) фрезерування.

При зустрічному фрезеруванні навантаження на зуб фрези збільшується поступово, різання починається в точці 1 і закінчується в точці 2 з найбільшою товщиною a_{max} зрізаного шару (рис. 1, а).

При попутному фрезеруванні зуб починає різання зі шару найбільшої товщини, тому в момент входу зуба в контакт з оброблюваною заготовкою спостерігається явище удару. При зустрічному фрезеруванні процес різання відбувається спокійніше, так як товщина зрізаного шару зростає плавно і, таким чином, навантаження на верстат зростає поступово. Попутне фрезерування слід виконувати на верстатах, що мають достатню жорсткість і вібростійкість, і головним чином при відсутності зазору

При обробці заготовок з чорною поверхнею (по шкірці) попутне фрезерування застосовувати не слід, так як при виході зуба фрези з

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						10
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

тверду кірку відбувається передчасний знос і вихід з ладу фрези. При фрезеруванні за-готовок з попередньо обробленими поверхні-тями попутне фрезерування краще зустрічно-го, що пояснюється дотримуюся-щим. При попутному фрезировании заготовля прижився-томиться до столу, а стіл до напрямних, завдяки чому підвищується жорсткість інструменту і якість обробленої поверхні. При зустрічєй-ном же фрезеруванні фреза прагне відірвати заготовку від поверхні столу.

Як при попутному, так і при зустрічному фрезеруванні мож-но працювати при русі столу в обох напрямках, що дозволяє виконувати чорнове і чистове фрезерування за одну операцію.

Для фрезерування заготовку встановлюють і закріплюють на столі верстата. В одиничному і дрібносерійного виробництва для цього застосовують універсальні пристосування (машинні тис-ки, притискні планки і т. Д.), А в серійному і масовому - спеціальні пристосування. На рис. 2 показані схеми фрезерування поверхонь на універсальних фрезерних верстатах.

При фрезеруванні на горизонтально-фрезерних верстатах, як правило, використовують поздовжню $S_{пр}$ і рідше поперечну $S_{п}$ і вертикальну $S_{В}$ подачі. На вертикально-фрезерних верстатах використовують поздовжню і поперечну подачі в залежності від просторового розташування оброблюваної поверхні, а вертикальну подачу практично не використовують. Вертикаль-ні поверхні на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 2, а) обробляють торцевими насадними фрезами або фрезерними головками, а на вертикально-фрезерних (рис. 1, 2, г) - кінцевими фрезами.

Горизонтальні поверхні обробляють циліндричними фрезами на горизонтально-фрезерних верстатах (рис. 2, б) і торцевими насадними фрезами на вертикально-фрезерних верстатах (рис. 2, в).

Вузькі похилі поверхні на горизонтально-фрезерних верстатах отримують кутовий фрезою (рис. 2, д). Широкі на-клонів поверхні зручніше обробляти на вертикально-фр-зерна верстатах з поворотною шпиндельної головою (рис. 2, е) торцевої насадкою або кінцевий фрезами. Уступи і прямоуголь-ні пази на горизонтально-фрезерних верстатах обробляють відповідно дисковими двосторонніми (рис. 2, ж) і трьох-сторонніми (рис. 2, є), а на вертикально-фрезерних верстатах - кінцевими (рис. 2, з, до) фрезами. Фасонні поверхні об-ється фасонними фрезами (рис. 2, л). Пази типу «лас-точкін хвіст» і «Т-образні» обробляють на вертикально-фрезерних верстатах: спочатку фрезерують прямокутний паз кінцевий фрезою, а потім кінцевий кутовий (рис. 2, м) або Т-подібної фрезою (рис. 2 , р).

На горизонтально-фрезерних верстатах шпонкові пази обра-бативают дисковими фрезами (рис. 2, о), а на вертикально-фрезерних- кінцевими або шпонковими фрезами (рис. 2, п). Одночасну обробку декількох поверхонь виконують набором фрез (рис. 2, і).

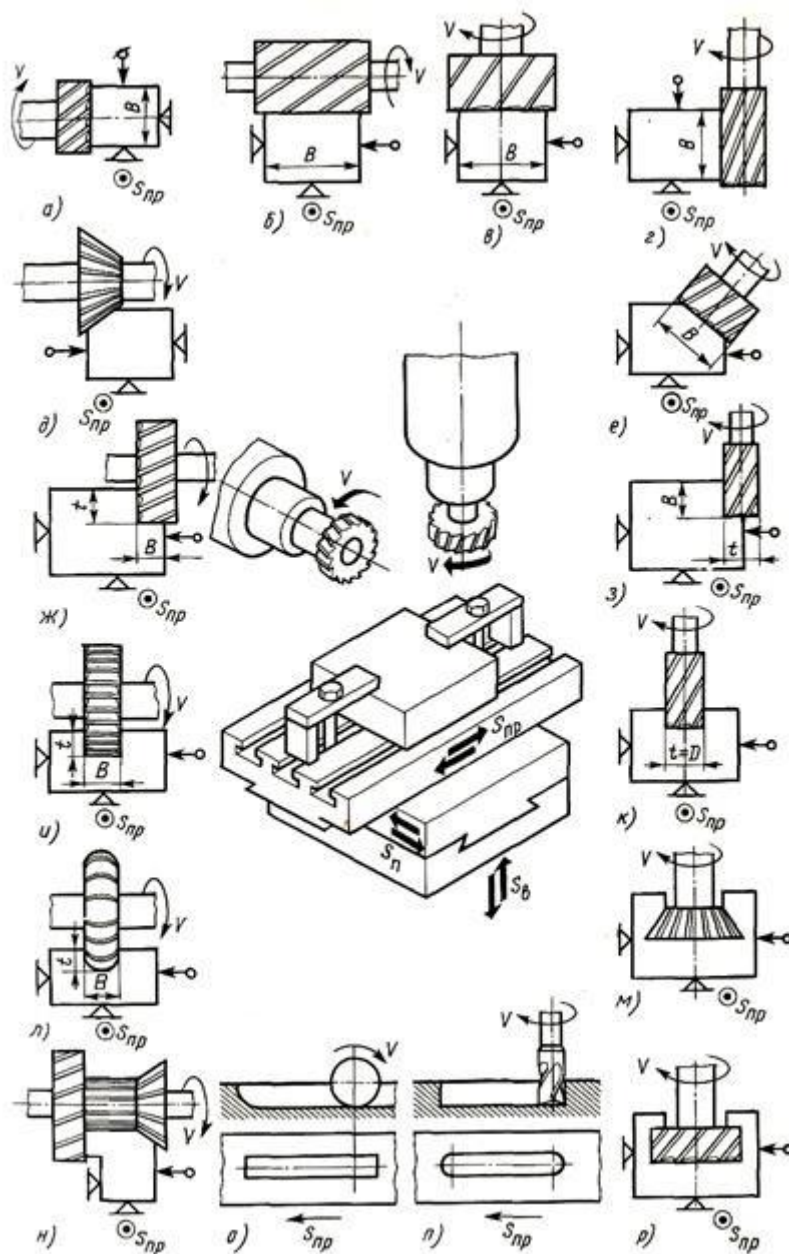


Рис. 1. 2. Схеми фрезерування поверхонь.

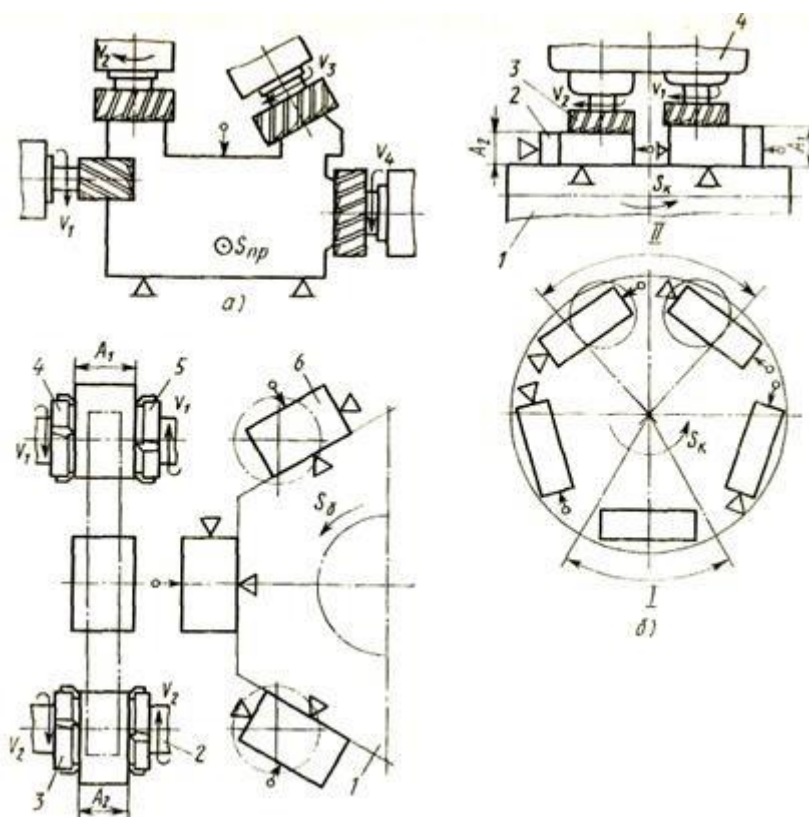


Рис. 1.3. Схеми фрезерування:

а - на поздовжньо-фрезерному верстаті, б - на карусельно-фрезерному верстаті; 1 - стіл, 2-заготовка, 3 - фреза, 4 - фрезерна головка; І - зона завантаження, ІІ - зона обробки; в - на барабанно-фрезерному верстаті; 1 - барабан, 2, 3, 4, 5-фрези, 6 - заготівля

На поздовжньо-фрезерних верстатах торцевими і насадними фрезами обробляють вертикальні, горизонтальні, похилі поверхні, уступи і пази. Можна вести одночасну обробку декількох поверхонь (рис. 3, а). Для обробки пазів використовують відповідні кутові і кінцеві фрези. На карусельно-фрезерних верстатах обробку горизонтальних по-поверхонь (в основному торцевими насадними фрезами) ведуть при безперервному обертанні столу (рис. 3,б). Одна фреза виконує чорнову обробку в розмір A_1 . друга - кінцеву обробку в розмір A_2 . У барабанно-фрезерних верстатів стіл-барабан має горизонтальну вісь обертання; фрези верхніх фрезерних головок виконують попередню обробку (рис. 3, в) в розмір A_1 . а фрези нижніх головок - кінцеву обробку в розмір A_2 . Вертикальні поверхні обробляються торцевими насадними фрезами зі вставними ножами, а складні фасонні поверхні - на копіювально-фрезерних верстатах.

2.Токарна обробка. Під час токарної обробки корпусна деталь закріплюється в токарному верстаті, а ріжечий інструмент обертається навколо деталі. Цей процес використовується для створення циліндричних або конічних форм.

3. Точіння. Точіння подібне до токарної обробки, але відрізняється тим що ріжучий інструмент рухається вдовж деталі, а не навколо неї. Цей процес використовується для створення гладко ї поверхні.

Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата

ХНТУ 13303 ПЗ

Арк.А

| 13

4. Вирубубвання (штампування). Використовується для вирізання форми з листового металу за допомогою штампів або прес – форм.
5. Лиття. Метод виробництва, який включає розплавлення матеріалу і заливання його відповідно до форми корпусної деталі.
6. Обробка водострумом (водорфзання). Цей процес використовує потік води під високим тиском для різання матеріалу та створення форми.
7. Обробка металу лазером. Використовується лазерний промінь для різання, свердління або зварювання металевих деталей.

Ці технології можуть використовуватися окремо або в комбінації залежно від конкретних вимог до вибору та доступного обладнання та експертизи.

1.2. Вимоги і технічні характеристики фрезерних та свердлильних верстатів з ЧПК.

Фрезерні верстати – це невід’ємна складова сучасної виробничої галузі, яка відіграє важливу роль у виготовленні високоточних деталей та виробів. Їхнє значення у виробництві важко переоцінити, оскільки вони забезпечують високу швидкість, точність та ефективність обробки матеріалів.

Фрезерні верстати використовуються в найрізноманітніших галузях, починаючи від металообробки та закінчуючи обробкою деревини та пластику. Вони дозволяють створювати складні деталі, які важко виготовити іншими методами. Точність та ефективність фрезерних верстатів роблять їх незамінними для виробників, які прагнуть до досягнення найвищих стандартів якості та продуктивності.

З часом фрезерні верстати пройшли значну модернізацію та вдосконалення. Важливим кроком в їхньому розвитку була поява числового програмування та керування комп’ютерами. Це дало змогу автоматизувати багато процесів та зробило фрезерні верстати надзвичайно точними та продуктивними.

Сучасні фрезерні верстати обробляють різні матеріали, включаючи метал, пластик, дерево та скло. Вони здатні виробляти велику кількість деталей з високою швидкістю та точністю. Важливою рисою сучасних фрезерних верстатів є їхні інтегровані системи керування, які дозволяють програмувати та контролювати обробку за допомогою комп’ютерів.

Фрезерування використовується для створення різних видів деталей, включаючи плоскі поверхні, різблення, пази та глибокі вирізи. Важливою частиною робочого процесу є точність та контроль глибини обробки, що забезпечується налаштуванням фрезерного верстата та вибором відповідних інструментів.

Фрезерні верстати з числовим керуванням (ЧПК) є ключовим обладнанням у виробництві корпусних деталей, оскільки вони дозволяють автоматизувати процес фрезерування і забезпечити високу точність та продуктивність.

Вимоги до фрезерних верстатів з числовим керуванням (ЧПК) можуть різнитися в залежності від конкретних потреб виробництва, проте основні вимоги включають наступне:

1. Фрезерні верстати з ЧПК повинні мати високу точність обробки, забезпечуючи відповідність розмірів та форми деталі з заданими специфікаціями.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		14

2. Вони повинні мати достатню швидкість обробки та продуктивність для ефективного виробництва корпусних деталей великих обсягів.
3. Фрезерні верстати мають бути надійними та стійкими до перерв в роботі, щоб забезпечити безперервну виробничу діяльність.
4. Вони повинні мати потужність для програмування різних операцій фрезерування з використанням спеціальних програм для ЧПК.
5. Деякі верстати можуть мати системи автоматизованої зміни інструментів, що дозволяє автоматизувати процес зміни інструментів та зменшує час простою машини.
6. Важливо, щоб робоча область фрезерного верстату відповідала розмірам і формам корпусних деталей, які потрібно обробляти.
7. Фрезерні верстати повинні мати ефективну систему охолодження, щоб запобігти перегріву інструментів під час обробки.
8. Часто фрезерні верстати з ЧПК пов'язують з CAD/CAM системи для безпосереднього перетворення графічних моделей в програми керування верстатом.

Ці характеристики важливі для ефективності, якості та надійності процесу виготовлення корпусних деталей на фрезерних верстатах з ЧПК.

Основні технічні характеристики фрезерних верстатів з числовим керуванням (ЧПК) можуть включати наступні параметри:

1. Робоча область (робочий хід): Це розмір простору, у якому фрезерний верстат може виконувати обробку деталі. Розмір робочої області може варіюватися від малих до дуже великих залежно від моделі верстату.
2. Швидкість шпинделя: Це швидкість обертання фрезерного шпинделя, вимірювана в обертах за хвилину (об/хв). Вона визначає швидкість різання та ефективність обробки.
3. Швидкість подачі (фідер): Швидкість, з якою інструмент рухається вздовж деталі під час обробки, вимірюють у міліметрах за оберти (мм/об).
4. Кількість осей керування: Фрезерні верстати можуть мати різну кількість осей керування, які визначають рухомість верстату і можливість обробки. Зазвичай вони мають від 3 до 5 осей (X,Y,Z, іноді A та B).
5. Точність позиціонування: Це максимальне відхилення від заданої позиції, яке може досягатися фрезерним верстатом. Вимірюється в мікрометрах або міліметрах.
6. Максимальне навантаження столу: Це максимальна вага деталей, яку може підтримувати стіл фрезерного верстату без втрати точності та стійкості.
7. Система охолодження шпинделя: Може включати повітряне, водяне або оливномасляне охолодження для забезпечення оптимальних умов для різання.
8. Система автоматичної зміни інструментів: Деякі верстати можуть мати систему для автоматичної зміни інструментів, що забезпечує швидку і ефективну зміну інструментів під час роботи.
9. Керування верстатом: Фрезерні верстати зазвичай використовують системи керування, такі як CNC (Computer Numerical Control), що дозволяють програмувати та керувати процесом обробки з використанням комп'ютера.

Ці технічні характеристики визначають функціональні можливості та

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		15

Технічна характеристика універсального – фрезерного верстата FGJ 32.



					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А
Ізм.../	Арк. А	№ докум. №	Підпис ПІ	Дата		16

Додаткова інформація:

Тип верстата: вертикально-фрезерний.

Наявність ЧПУ - без ЧПУ.

Вага: 1400 кг.

Габарити: 1770x1800x2320 мм.

Вид верстата: фрезерні.

Клас: промисловий.

Країна походження: Австрія.

Розмір робочого столу: 1220x360 мм.

Комплектація:

- Верстат;
- 3-осьове цифрове зчитування ES-12 Н з РК-дисплеєм;
- дріль-патрон;
- адаптер ISO 40 / MT4, ISO 40 / MT3, ISO 40 / MT2;
- конічний тримач торцевої фрези ISO 40/32 мм;
- охолоджувальний пристрій;
- центральна змазка;
- світлодіодне світло машини;
- регульований захисний пристрій;
- підйомний двигун;
- інструкція з експлуатації;
- гарантійний талон.

Свердлильні верстати — металорізальні верстати, призначені для свердління і глухих наскрізних отворів, розсвердлювання, зенкування, розвірчування, розточування і нарізування різьби. Основними формоутворюючими рухами при свердлувальних операціях є головний рух (обертальний) v і рух подачі s шпинделя верстата. Кінематичні ланцюги, що здійснюють ці рухи, мають самостійні органи налаштування i_v і i_s , за допомогою яких встановлюються необхідна частота обертання інструменту і його подача.

Свердлувальні верстати поділяють на вертикально-свердлувальні настільні і колонні, радіально-свердлувальні, для глибокого свердління, центруючі і багатошпиндельні. Настільні верстати призначені для свердління отворів в сталевих деталях ($\sigma_b = 500 — 600$ МПа) найбільшого умовного діаметра 3, 6, 12 і 16 мм, вертикально-свердлувальні і радіально-свердлувальні верстати — для свердління отворів діаметром 18, 25, 35, 50 і 75 мм. Виліт радіально-свердлувальних верстатів становить 1300 — 2000 мм.

У вертикально-свердлувальному верстаті головним рухом є обертання шпинделя з закріпленим у ньому інструментом, а рух подачі — вертикальне переміщення шпинделя. Заготовку встановлюють на столі верстата або на фундаментну плиту, причому співвісність отвору заготовки і шпинделя досягається переміщенням заготовки.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		18

Свердлильні верстати з числовим керуванням (ЧПК) є важливою складовою частиною виробництва, особливо в обробці металевих, дерев'яних та пластикових деталей, де потрібно точно свердлити отвори різних розмірів та глибин. Ось деякі ключові характеристики свердлильних верстатів з ЧПК:

1. Свердлильні верстати з ЧПК зазвичай має стійку та міцну конструкцію, що забезпечує стабільність та точність під час свердління.
2. Вони можуть мати різну кількість осей керування, зазвичай від 3 до 5, що дозволяє забезпечувати рух по всіх потрібних координатах для свердління у тривимірному просторі.
3. Свердлильні верстати з ЧПК керуються спеціальними програмами системами, які дозволяють програмувати розташування, розміри та глибину свердління.
4. Вони забезпечують високу точність свердління, що дозволяє створювати деталі з узгодженими розмірами та специфікаціями.
5. Деякі верстати можуть мати систему автоматизованої зміни свердл, що дозволяє ефективно виконувати різні операції свердління без необхідності втручання оператора.
6. Деякі моделі мають вбудовані системи охолодження, які забезпечують оптимальні для свердління, зменшуючи тертя та підвищуючи тривалість експлуатації інструменту.
7. Вони мають різну швидкість свердління та подачу, що дозволяє ефективно обробляти деталі з різними характеристиками.

Ці характеристики забезпечують ефективність та якість процесу свердління на верстатах з ЧПК, що робить їх незамінними для багатьох виробничих потреб.

Вимоги до свердлильних верстатів з числовим керуванням (ЧПК) можуть варіюватися залежно від конкретних потреб виробництва та характеристик деталей, які потрібно обробити.

Загальні вимоги до свердлильних верстатів з числовим керуванням (ЧПК):

1. Свердлильні верстати повинні забезпечувати високу точність свердління отворів, щоб вони відповідали та геометрії деталей згідно із заданими вимогами.
2. Конструкція верстату повинна бути достатньо міцною та стійкою, щоб забезпечити стабільність та точність свердління під час роботи з важкими матеріалами або при великих швидкостях свердління.
3. Вимоги до швидкості свердління та подачі можуть варіюватися залежно від виду виробництва та оброблюваних матеріалів, але в загальному випадку верстати повинні бути достатньо продуктивними, щоб забезпечити високу швидкість виробництва.
4. Свердлильні верстати повинні мати потужність для програмування різних операцій свердління з використанням спеціалізованих програм для ЧПК.
5. Вони повинні бути достатньо гнучкими, щоб обробляти різні типи матеріалів та геометрію деталей.
6. Деякі верстати можуть мати вбудовані системи автоматизації та моніторингу, які дозволяють відстежувати процес свердління та автоматичного можливих відхилень.
7. Свердлильні верстати повинні відповідати вимогам безпеки, забезпечуючи захист операторів та оточуючого середовища від можливих аварій або травм.

8. Важливо, щоб виробники забезпечували ефективну технічну підтримку та сервісне обслуговування для свердлильних верстатів, щоб оператор могли швидко вирішувати будь-які проблеми та максимально використовувати потенціал обладнання.

Ці вимоги допомагають забезпечити ефективність, безпеку та якість процесу свердління на верстатах з ЧПК.

1.3. Програмне забезпечення верстатної обробки з ЧПК.

Існують програми для проектування, програмне забезпечення для фрезерних верстатів з ЧПК, моделювання G-коду та багато іншого.

Загалом процес обробки з ЧПК можна розділити на чотири етапи: по-перше, створюється модель за допомогою програмного забезпечення для 2D-креслення або 3D-моделювання. Потім траєкторія інструмента повинна бути підготовлена за допомогою автоматизованого виробництва (CAM). Хоча теоретично можна вирізати модель за допомогою верстата з ЧПК на цьому етапі, але завжди корисно перевірити правильність траєкторії різання за допомогою симуляції. Це дає можливість внести необхідні корективи. Коли все перевірено і настав час різати деталь, знадобиться програмне забезпечення, що управляє, яке через G-код повідомляє верстату з ЧПК, що робити.

На кожному етапі процесу ключове значення має правильне програмне забезпечення.

Процес моделювання - це перший етап будь-якого проекту з ЧПК.

Існує безліч програмного забезпечення для верстатної обробки з числовим керуванням (ЧПК), кожне з яких має свої унікальні функції та можливості. Ось декілька популярних програмних пакетів для ЧПК-верстатів:

1. Mastercam: Mastercam є одним з найпопулярніших програм продуктів для вертикальної обробки. Він надає широкі можливості CAD/CAM для створення 2D та 3D моделей, генерації інструментальних маршрутів та програмування верстатів з ЧПК.

2. Siemens NX CAM: Це програмне забезпечення CAD/CAM від Siemens, яке надає розширені можливості для верстатної обробки. Воно включає в себе інструменти для створення складових геометрій, генерація інструментальних маршрутів та симуляції обробки.

3. SolidCAM: Це програмне забезпечення CAD/CAM, яке інтегрується безпосередньо в SolidWorks і надає інструменти для програмування верстатів з ЧПК. Воно дозволяє створювати програми обробки безпосередньо в середовищі SolidWorks та забезпечує широкі можливості для оптимізації процесу обробки.

4. HiperMill: Це програмне забезпечення CAD/CAM від OPEN MIND Technologies AG, яке надає високопродуктивні інструменти для верстатної обробки. Воно включає в себе різноманітні функції для генерації інструментальних маршрутів, оптимізація шляхів руху та симуляції обробки.

5. BobCAD-CAM: Це програми забезпечення CAD/CAM, яке надає різноманітні інструменти для програмування верстатів з ЧПК. Воно дозволяє створювати програми обробки для різних типів верстатів та матеріалів і має простий у використанні інтерфейс.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		20

Ці програмні засоби надають широкий спектр функцій, включаючи моделювання, генерацію інструментальних маршрутів, симуляцію обробки та багато іншого. Вибір конкретного програмного забезпечення залежить від потреб виробництва, типу верстату та особистих вподобань.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.

2.1. Опис призначення, умови роботи та особливості конструкції деталі опора.

Деталь «Опора» відноситься до корпусних деталей. Основне призначення корпусних деталей – це координація руху, координація приєднувальних деталей. Деталь має вуха з центральним отвором, туди може вставлятися вісь, на якій знаходиться якийсь важіль чи важіль який повертається.

Деталь «Опора» кріпиться до якоїсь основи чи рами, кріпиться до основи трьома отворами М12. Основні конструктивні бази – це плоска поверхня основи і три різьбові отвори. Базові поверхні в деталі більш точні.

Крім основних конструктивних баз є ще допоміжні конструктивні бази. Кількість цих баз залежить від кількості приєднувальних деталей до даної деталі.

Деталь має допоміжні конструктивні бази – це отвір діаметром 18, Н18 F8 – цей отвір служить для установки осі, яка вставляється в цей отвір.

Крім базових поверхонь деталь має ще два види поверхонь – це вільні поверхні в даній деталі і це литі поверхні, які не обробляються. Вони призначені, в основному, для формування тіла деталі.

Деталь має некруглий отвір. Цей отвір має технологічне призначення, він може слугувати для зручності установки цієї деталі в машину а також збільшує стійкість деталі.

Самі вуха – мають дещо складну форму, вони виконані з ливарними нахилами, що дозволяє цю деталь виготовляти литвом і наявність нахилів дозволяє легше витягувати. Деталь можна отримувати різними видами литва.

2.2. Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва.

Деталь сприймає певні навантаження від осі, вуха працюють на стиск та згин. Для виготовлення деталі обрали ливарний високоміцний чавун.

Заготовка деталі виготовляється з матеріалу Чавун спеціальний (чавун з шаровидним графітом) ВЧ-40 ГОСТ 7293.

Цей матеріал використовується для виробів з високою міцністю і задовільною пластичністю.

Вид поставки матеріалу ВЧ-40:

- Відливка 1-ої групи ГОСТ 977-88,
- Точність відливки 9-8-8-9 ГОСТ 26645-85.

Чавун спеціальний ВЧ-40 у відповідності до стандарту ГОСТ 7293 має наступні характеристики:

Таблиця 1.1. Хімічний склад в % матеріалу ВЧ-40 ГОСТ 7293.

C	Si	Mn	Cr,Ni
3,2....3.9	1,8....2,9	0,3....0,75	Не більше 0,15%

Таблиця 1.2. Механічні властивості при $T = 20^{\circ}\text{C}$ матеріала ВЧ-40.

Сортамент	Розмір	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	Ψ	КСУ	Термообробка
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	-
Відливки ГОСТ 7293			400	250	15			

Твердість ВЧ-40, ГОСТ 7293	НВ $10^{-1}=140 - 202$ МПа
----------------------------	----------------------------

Позначення:

Механічних властивостей:

σ_B - Межа короткочасної міцності, [МПа]

σ_T - Межа пропорційності (межа текучості для залишкової деформації), [МПа]

δ_5 - Відносне подовження при розриві, [%]

Ψ - Відносне звуження, [%]

КСУ - Ударна в'язкість, [кДж/м²]

НВ - Твердість по Брінеллю, [МПа]

Фізичні властивості:

T - Температура, при якій отримані дані властивості, [Град]

E - Модуль пружності першого роду, [МПа]

α - Коефіцієнт температурного (лінійного) розширення (діапазон $20^{\circ} - T$), [1/Град]

λ - Коефіцієнт теплопровідності (теплоємність матеріалу), [Вт/(м·град)]

ρ - Густина матеріалу, [кг/м³]

C - Питома теплоємність матеріалу (діапазон $20^{\circ} - T$), [Дж/(кг·град)]

R - Питомий електроопір, [Ом·м]

Для попереднього проектування доцільно використовувати аналогові методи визначення типу виробництва. Для цього необхідно визначити масу деталі та річний обсяг випуску.

Для маси деталі $m=0,69$ кг; обсяг випуску $N_p = 2000$ штук на рік.

Відповідно до вихідних даних тип виробництва визначаємо за даними таблиці 2.

Таблиця 2. Аналогові дані для визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт		
	легкі, масою до 20 кг	середні, масою 20.....30 кг	важкі, масою більше 30 кг
Одиничний	до 100	до 10	1...5
Малосерійний	101...500	11...200	6...100
Середньосерійний	501...5000	201...1000	101...300
Багатосерійний	5001...50000	1001...5000	301...1000
Масовий	більше 50000	більше 5000	більше 1000

За знайденими даними визначаємо що даний тип виробництва є середньо-серійним.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		23

При середньосерійному виробництві спеціалізація обмежується вузькою номенклатурою, а виробничі лінії і цехи мають наочну і технологічну спеціалізацію. Підготовка виробництва, як правило, також виділяється з основного виробничого процесу. До середньосерійного виробництва відносяться, наприклад, верстатобудування і виробництво двигунів, багато видів прокату чорних і кольорових металів.

Для робочих місць середньосерійного виробництва характерне ще більше обмеження кількості виконуваних операцій, оскільки партії виробів стабільно повторюються. Устаткування має більш високий рівень спеціалізації, $10 < k_{з.о.} \leq 20$.

2.3. Проектування конструкції заготовки та аналіз технологічності конструкції деталі.

Виготовлення деталей машин починається в заготівельних цехах або на ділянках. Одним з основних етапів машинобудівного виробництва є отримання заготовок.

На вибір виду та методу отримання заготовки впливають: матеріал, розмір і форми деталі, умови виготовлення деталі, а також масштаб виробництва.

Головним завданням при проектуванні конструкції заготовки є максимальне наближення за формою і розміром до готової деталі.

Визначення виду та способу виготовлення заготовки.

Виготовлення деталей завжди починається з виготовлення заготовок.

Виготовлення заготовок — один з основних етапів машинобудівного виробництва, який безпосередньо впливає на витрати матеріалів, якість виробів, трудомісткість їхнього виготовлення та собівартість.

У сучасному виробництві одним з основних напрямків розвитку технології механічної обробки є використання чорнових заготовок з економічними конструктивними формами, що забезпечують можливість використання оптимальних способів їх обробки.

Вибір виду заготовки для подальшої механічної обробки у багатьох випадках є одним з дуже важливих питань розробки процесу виготовлення деталі. Від правильного вибору заготовки, тобто встановлення її форми, розміру припусків на обробку, точності розмірів (допусків) та твердості матеріалу залежить трудомісткість, а у підсумку, й собівартість процесу обробки та виготовлення деталі в цілому. Вид заготовки у більшості випадків визначає значною мірою подальший процес обробки деталі. Якщо заготовка буде достатньо точно виготовлена з припусками не більшими, ніж це необхідно для обробки, то механічна обробка деталі може бути зведена до мінімальної кількості операцій, мінімальної трудомісткості та собівартості.

Таким чином, при розробці процесу виготовлення деталі можуть бути два принципові напрямки:

а) отримання заготовки, яка найбільше наближається за формою та розмірами до

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						24
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

готової деталі, коли на заготівельні цехи припадає значна частка трудомісткості виготовлення деталі, а відносно менша частка припадає на механічні цехи;

б) отримання грубої заготовки з великими припусками, коли на механічні цехи припадає основна частка трудомісткості та собівартості виготовлення деталі.

Залежно від масштабу, і, відповідно, типу виробництва буде правильним той чи інший із розглянутих напрямків, або проміжний між ними.

Перший напрямок відповідає, як правило, масовому та крупносерійному виробництву. Це пов'язано з тим, що високовартісне сучасне обладнання заготівельних цехів, що забезпечують високопродуктивні процеси отримання точних заготовок, економічно доцільне лише за великих масштабів виробництва.

Другий напрямок типовий для одиничного та дрібносерійного виробництва, коли використання вартісного обладнання у заготівельних цехах економічно не вигідне.

Проте, не слід вважати, що у межах одиничного та дрібносерійного виробництва не можуть бути досягнені доцільні рішення щодо задовільної якості заготовок. Навпаки, економічно доцільні для будь-якого типу виробництва якості заготовок завжди можуть бути заздалегідь визначені за правильного підходу до їх вибору, а відповідно, й до встановленого способу виготовлення заготовок.

Значний вплив на вибір способу отримання заготовки мають:

- час відведений на технологічну підготовку виробництва (проектування, виготовлення та налагодження штампів, моделей, прес-форм та ін.);
- наявність відповідного технологічного обладнання та бажаний ступінь автоматизації процесу.

Вибраний спосіб повинен забезпечувати щонайнижчу собівартість деталі. При цьому велике значення має економія металу, що переробляється на стружку. Технолог повинен домагатись, щоб обраний спосіб забезпечував виготовлення такої заготовки, яка б за формою і розмірами максимально наближалась до готової деталі. Однак, підвищення точності заготовки за малої програми випуску може виявитись економічно недоцільним, оскільки витрати на оснащення заготівельних процесів можуть перевищувати економію на механічній обробці та економію матеріалів.

Відомо, що при виборі заготовки для заданої деталі спочатку визначається спосіб її отримання. Після цього уточнюють її конфігурацію, розміри, допуски, припуски на оброблення і формують технічні умови на виготовлення. З ускладненням конфігурації, зменшенням допусків і припусків, підвищенням точності розмірів і параметрів розташування поверхонь ускладнюється і дорожчає технологічне оснащення, зростає собівартість заготовки, але при цьому знижується трудомісткість і собівартість подальшого механічного оброблення, підвищується коефіцієнт використання матеріалу. У випадку одержання заготовки простої конфігурації вимагається наступна трудомістка механообробка. Тому при виборі технологічних процесів одержання заготовки доцільно перенести задачу формоутворення на заготівельну стадію.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						25
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Необхідність економії матеріалів зумовлює більш жорсткі вимоги до вибору раціонального процесу виготовлення заготовок, котрі визначають не тільки витрати на технологічну підготовку виробництва, а і собівартість, надійність і довговічність виробів. Дуже важливо зробити правильний вибір виду заготовки, призначити для певних виробничих умов оптимальний технологічний процес виготовлення. Маршрут технологічного процесу виготовлення виробу в цілому у більшості випадків визначає метод отримання заготовки і прямо впливає на усі показники виробничого процесу. Таким чином, вибір оптимального способу виготовлення заготовки сприяє підвищенню ефективності виробництва і зниженню собівартості виготовлення виробу.

Заготівельне виробництво – це важлива ланка сучасного машинобудування, і від подальшого його розвитку залежать технічні і економічні показники продукції, що випускається.

Так, як матеріал деталі «Опора» – спеціальний чавун ВЧ 40, тому найбільш раціонально виготовити заготовку методом лиття.

Нам відомо наступні способи лиття:

- лиття в пісчано-глиняні форми з ручним формуванням;
- лиття в пісчано-глиняні форми з машинним формуванням;
- лиття в оболонкові форми по моделям які виплавляються та в металічні форми.

Останній спосіб дозволяє отримати найбільш якісні відливки, ніж лиття в пісчано-глиняні форми, але вони потребують більших витрат на виготовлення оснастки для лиття та організацію дільниці і є більш складнішими. Тому для деталі «Опора» найбільш підходять два перших способи лиття: 1) Лиття в пісчано-глиняні форми з ручним формуванням. 2) Лиття в пісчано-глиняні форми з машинним формуванням.

Вибір способу отримання заготовки

В машинобудуванні заготовки отримані методами литва називають виливками. Литвом виготовляють заготовки найрізноманітніших розмірів та форми. Є такі основні способи отримання виливків: у піщані форми, в оболонкові форми, в металеві форми (кокілі), лиття під тиском, відцентрове лиття, лиття за моделями: (такими, що виплавляються; газифікованими або випалюваними).

У сучасному машинобудуванні литі деталі складають майже половину маси всіх металічних деталей машин. Широке розповсюдження ливарного виробництва пояснюється значними його перевагами, порівняно з іншими методами виробництва деталей і заготовок (куванням, штампуванням та ін.). Литтям можливо виготовити вироби настільки складної конфігурації, які іншими видами обробки неможливо, а маса виливка може вимірюватися від декількох грамів (деталі приладів) до сотень тонн, але є і суттєві недоліки цієї технології. Це значна тривалість та трудомісткість приготування форм, а також високі енергетичні витрати на розплавлення металевих шихти, а також транспортні витрати.

При виборі методу отримання заготовки литвом враховують наступні фактори :

а) Розміри і форму заготовок. Деталь опора є малогабаритною, має відносно

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						26
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

просту форму а тому дозволяє використовувати для свого виготовлення більшість методів литва;

б) Необхідні точність та якість поверхневого шару заготовок.

На поверхнях деталі «опора» згідно кресленню не допускаються одиничні раковини більше 1,5 мм та глибиною більше 1мм. Крім того зміщення відливки по лінії роз'єму не повинні перевищувати 0,5 мм.

в) технологічні властивості матеріалу заготовки. Високоміцний чавун деталі «опора» має добрі ливарні властивості і допускає застосування більшість названих методів литва;

г) програма випуску. Є одним із найважливіших факторів, які визначають спосіб виробництва заготовок. При збільшенні партії виробів собівартість заготовок зменшується. Деталь «опора» виготовляється з відносно невеликим річним обсягом N=2000 шт. Тому для її виготовлення недоцільно застосовувати дороговартісні методи отримання заготовки, як литво під тиском, по виплавлюваним моделям а також в кокіль.

В зв'язку з цим найбільш доцільними методами литва заготовок є литво по газифікованим моделям а також литво по випалюваним моделям.

Лиття по випалюваних моделях є модифікований варіант литва по виплавлюваних моделях. Для кожної відливки виготовляється разова модель з елементами ливникової системи з легкоплавкої модельної суміші з пінополістиролу (замість парафіну, стеарину – у виплавлюваних моделях), а формувальна суміш у вигляді рідкої суспензії накладається в декілька шарів на модель з наступним сушінням кожного шару. Після випалення моделі та прокалювання ці моделі мають міцну тонкостінну оболонкову форму з товщиною стінок 1,5–4 мм. Така форма не має роз'ємів і замкових частин. Це дає високу точність розмірів і взаємного розташування поверхонь. Механічна обробка таких заготовок виконується з мінімальними припусками. При використанні цього методу використовується більш простіші прес-форми для пінополістиролу, відпадає необхідність використання автоматів для формування моделей з парафіну та дороговартісних виплавлюваних сумішей.

Ще більш дешевим варіантом виготовлення заготовок є *литво по газифікованим моделям* [7]. При цьому методі полістирольна модель не обмазується суспензією і не сушиться. А відразу після нанесення проти пригарного покриття укладається у форму і засипається формотворною сумішшю (кварцовим піском) та заливається металом. Якість поверхні та точність виливка при цьому менша. Особливо це стосується розмірів отворів, що відливаються.

Попередньо вибираємо для виготовлення деталі «опора» найбільш дешевий варіант виготовлення відливки – литво по газифікованим моделям.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						27
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Особливості проектування заготовки та ливникової системи о для такого литва описана в [13, С.61-62]. Поверхні заготовки, які перпендикулярні до площини розему повинні мати нахили, які полегшують вилучення полістирольних моделей.

Ливникова система повинна забезпечувати плавне і спокійне надходження металу в порожнину форми, не викликати розрідження повітря в потоці металу.

Переважаю використовують ливникові системи, які забезпечують подачу металу у форму виливки знизу або збоку [13, С62].

Для малих відливок до 1 кг використовують систему з центральним ливником (рис.2.1) [14, С. 170].

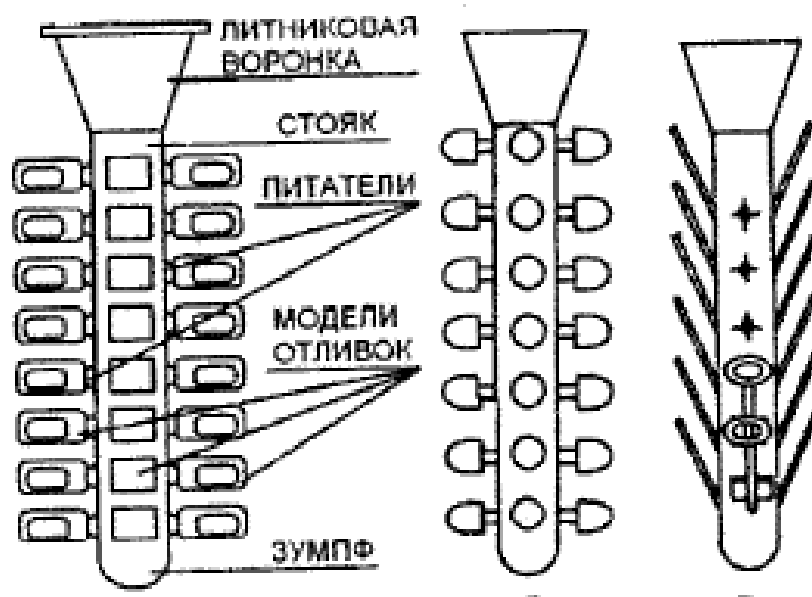


Рис. 2.1. Ливникові системи з центральним ливником.

Розміри стояків стандартизовані. Відливки можуть розташовуватися в один або декілька ярусів. Для деталі «опока» програма невелика тому приймаємо 1 ярус. Кількість моделей виливка, які можна розмістити на стояку приймаємо 2 (4 – не поміщаються, а 3 – незручно виготовляти).

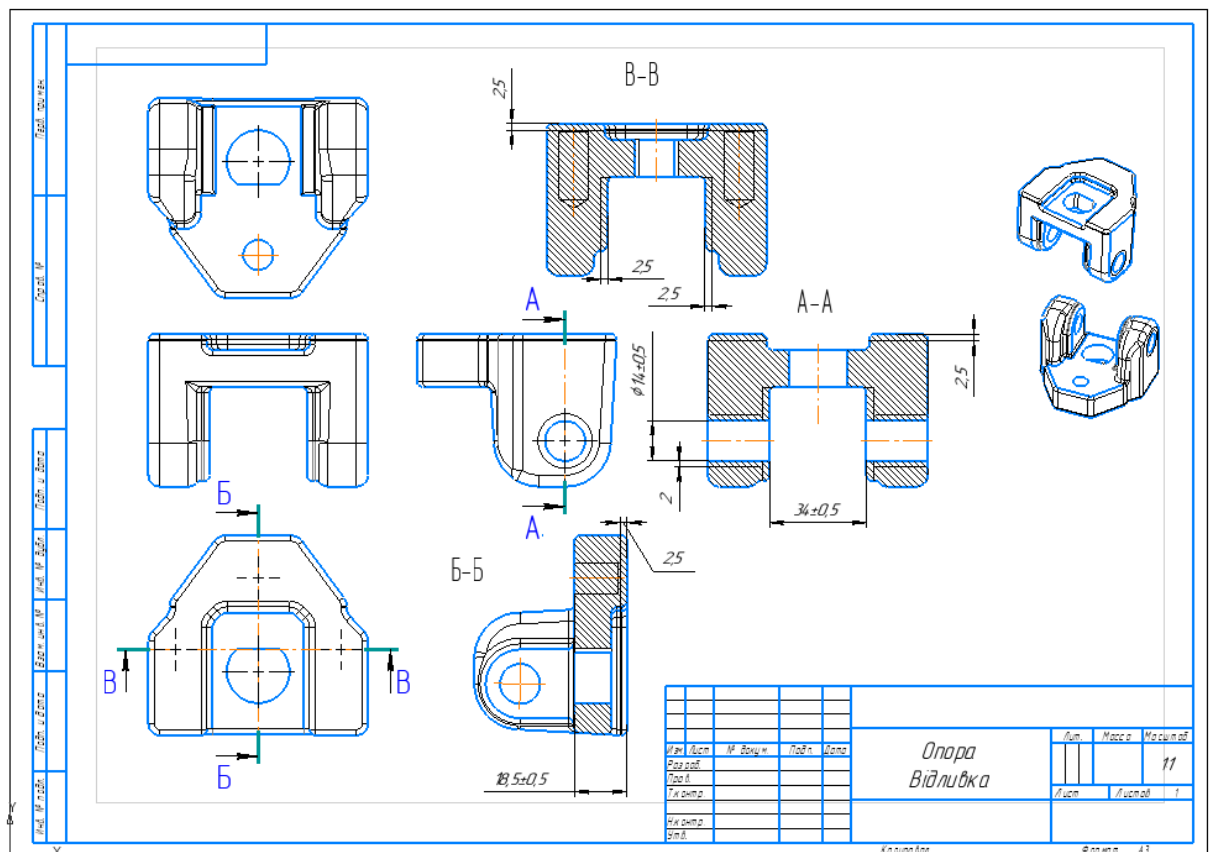


Рис.2.2. Схема відливки.

2.4. Визначення технологічних баз для технологічних операцій.

Обґрунтування вибору технологічних баз для технологічного процесу.

Правильний вибір технологічних баз дозволяє отримати задану точність розмірів та взаємного розташування поверхонь деталі «опора».

Відмітимо для деталі «опора» поверхні і їх розміри, на обробку яких вибір баз не впливає:

- а) це поверхні, які можна отримати мірним інструментом:
 - 2 отвори Ø18F9 забезпечуються розмірами зенкера і розвертки;
 - 3 отвори M12-6H забезпечуються розмірами свердла і машинного мітчика M12;
 - розмір $39 \pm 0,4$ пройма між вухами опори забезпечується шириною набору дискових фрез (якщо обробка ведеться на горизонтально-фрезерувальному верстаті).

- б) це поверхні, які можна обробити на операції з одного установа:
 - розмір $39 \pm 0,4$ пройма між вухами опори забезпечується точністю роботи верстата за програмою (для випадку якщо пройма опори обробляється кінцевою фрезою на верстаті з ЧПК).

Всі інші технічні вимоги, що отримуються механічною обробкою деталі потребують правильного призначення технологічних баз.

Вибір чистових або загальних технологічних баз.

В першу чергу призначимо технологічні бази для обробки найбільш відповідальних поверхонь деталі. Такі поверхні обробляють від попередньо оброблених поверхонь заготовки, які називають *чистовими базами або загальними технологічними базами*. Від загальних або чистових баз обробляють максимально можливу кількість найбільш відповідальних поверхонь деталі, користуючись *принципом суміщення баз* (принципом, згідно якому в якості технологічної бази вибирають конструкторську базу). Суміщення технологічних баз з конструкторськими дозволяє отримувати технічні вимоги (розміри і вимоги до взаємного розташування) без похибки базування (вона в цьому випадку рівна 0).

Тому для отримання розмірів $35 \pm 0,3$ і $17 (+0,5; -1,0)$ в якості чистової технологічної бази приймаємо плоску поверхню А (рис.1). Вона буде установочною базою на операціях зенкерування і розвертання отворів Ø18F9 (Ø17,85) та фрезерування пройми між вухами і забиратиме в заготовки 3 ступені вільності.

Для базування заготовки на операціях обробки отворів Ø18F9 та пройми між вухами в двох інших напрямках чистих поверхонь немає, тому в якості загальних технологічних баз приймаємо поверхню Б та поверхню В (рис.1). Поверхня Б (вузька смужка) буде являтися напрямною базою, так як вона забирася в заготовки 2 ступені вільності. Така поверхня отримана литвом в точні форми має достатню точність форми для забезпечення розміру $18 \pm 0,5$. А поверхня В буде являтися опорною базою, так як вона забере в заготовки 1 ступінь вільності.

В цілому поверхні А, Б і В дозволять забрати в заготовки 6 ступенів вільності і забезпечать її повне базування при обробці відповідальних поверхонь деталі «опора».

Для реалізації базування по поверхні А використовуємо опорні штирі, по поверхні Б – 2 циліндричні пальці, а по поверхні – опорний штир або підвідну опору.

Дану схему базування використаємо також при обробці зовнішніх і внутрішніх фасок $1 \times 45^\circ$ в отворах Ø18F9.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						30
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

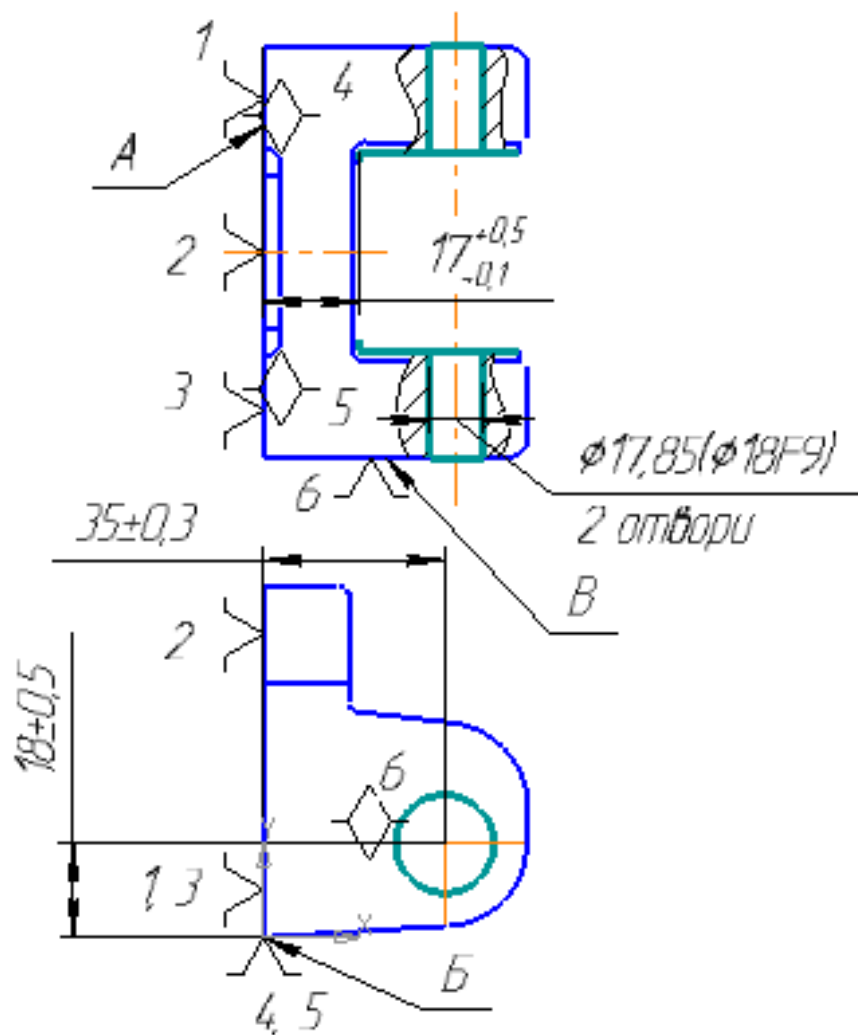


Рис.2.3. Вибір поверхонь А, Б і В у якості загальних технологічних баз.

Вибір чорнових баз для 1-ї операції.

Чорновими базами називають чорні необроблені поверхні деталі, які призначені для базування заготовки для обробки чистових баз на перших операціях технологічного процесу обробки деталі.

В якості чорнових баз вибирають чорні розвинені (які мають більші розміри) поверхні, які в заготовки не обробляються або поверхні з яких знімаються найменші припуски. Такі поверхні повинні бути зручні для базування та точними без значних ливарних дефектів. На них не повинно бути слідів від рознімання ливарних форм та інших відхилень поверхні.

Для обробки чистової бази (поверхні А, рис.2.3) деталі «опора» найбільш зручною базою, яка крім того не підлягає механічній обробці, є протилежна поверхня Г (рис.2.4). Це плоска поверхня, за допомогою якої в заготовки можна забрати три ступені вільності (1-не переміщення та два повороти). Така база є установочною. Обробка поверхні А відносно бази Г дозволяє отримати розмір $16 \pm 0,135$ без похибки базування (вона рівна 0), так як технологічна база у цьому випадку співпадає з конструкторською і виконується принцип суміщення баз.

Для реалізації базування заготовки по поверхні Г на першій операції можна

використаємо *принцип постійності баз*, тобто ці вибрані бази будемо використовувати на всіх названих вище операціях (свердлування, зенкування та нарізання різьби М12 в 3-х отворах).

Таке базування дозволить отримати розміри $9,5 \pm 0,3$ та $14,5 \pm 0,3$ із заданою точністю без похибки базування. Інші точні розміри $58 \pm 0,2$; $29 \pm 0,2$ та $25 \pm 0,2$ на даних операціях будуть забезпечені верстатним пристроєм (кондуктором) шляхом спрямування свердла кондукторними втулками.

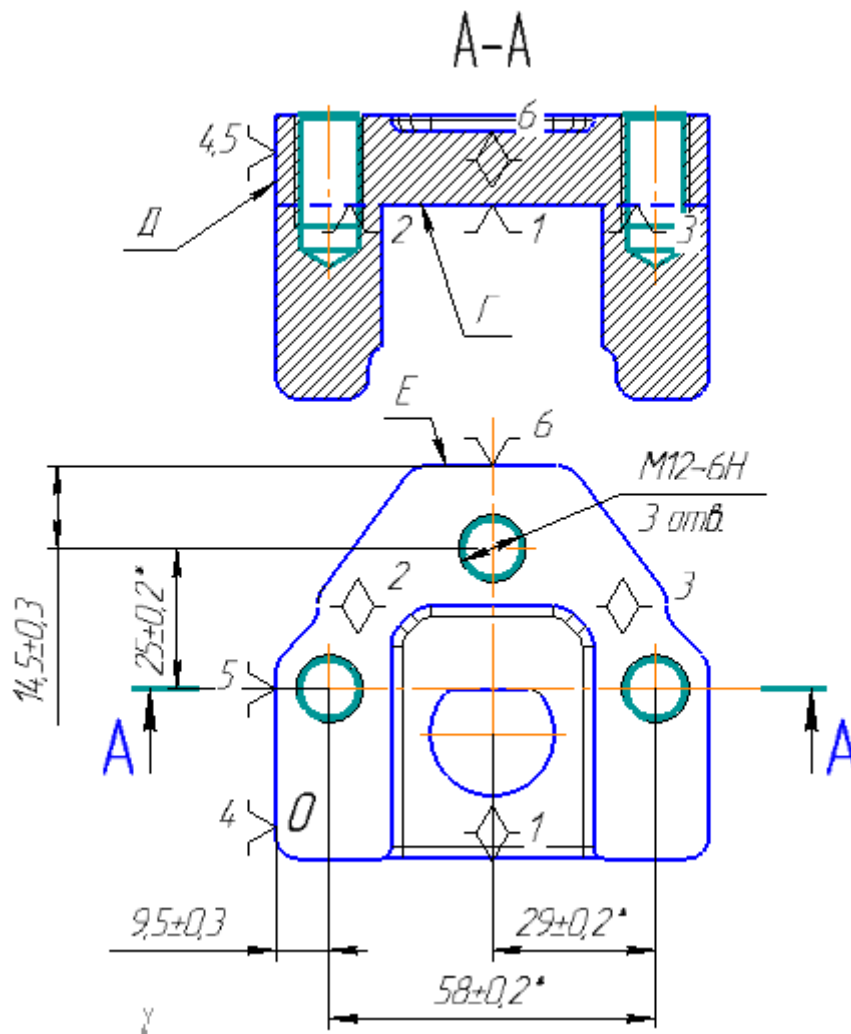


Рис.2.5. Вибір сукупності поверхонь Г, Д і Е в якості проміжних баз для базування заготовки при обробці 3-х отворів М12.

Вибрані технологічні бази використовуємо при подальшому розробленні технологічних операцій та проектуванні верстатних пристроїв. На основі розроблених схем базування розробляємо схеми установки деталей на операційних ескізах технологічного процесу виготовлення деталі «опора».

2.5. Проектування операційного технологічного процесу, розрахунок припусків та призначення режимів різання.

Операційна карта призначена для докладного опису операцій технологічного процесу, тобто, опису і змісту кожного переходу із зазначенням необхідного технологічного оснащення, засобів вимірювання та технологічних режимів.

Операційна карта застосовується спільно з маршрутною картою, до якої вже внесено повні дані про найменування операції, обладнання, матеріал.

1	ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
2										
3	Дубл.									
4	Взам.									
5	Подп.									
6										
7										
8	Разраб.	Островський			ХНТУ					
9										
10										
11										
12	Н.контр.	Дмитрієв			Опора					005
13	Наименование операции		Материал		Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ
14	Вертикально фрезерна		ВЧ40 ГОСТ 7293			к2				
15	Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпа	Тшт.	СОЖ	
16	ВМ130 Вертикально-фрезерный									
17	Р			ПИ	Д или В	L	t	i	S	n V
18	001	005 Вертикально фрезерна								
19	002	ВМ130 вертикально-фрезерный								
20	003	1. Взяти заготовку з тари, встановити в пристрій, затиснути.								
21	004	7232-4020 пристій фрезерний;								
22	05	2. Фрезерувати основу опори, витримуючи р-р 16±0,135-5%								
23	06	2214-0273 фреза (ø125) ГОСТ 26595.								
24	07	3. Розтиснути заготовку, зняти з пристрою.								
25	08	4. Контроль виконавцем: р-р 16 ± 0,135-5%								
26	09	ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166 штангенциркуль.								
27	10	5. Контроль шорсткості та розмірів першої та останньої деталі проводити щозмінно в метрологічній лабораторії.								
28	11	6. Покласти заготовку до тари.								
29	12									
30	13									
31	OK									
32	Операционная карта									

33											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
34																				
35	Дубл.																			
36	Взам.																			
37	Подп.																			
38																				
39											1 1									
40	Разраб.	Островський																		
41											ХНТУ									
42																				
43											Опора									
44	Н.контр.	Дмитрієв															010			
45	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
46	Слюсарна					ВЧ40 ГОСТ 7293							К2							
47	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз	Тшт.	СОЖ					
48	Г70-125Б верстак слюсарний																			
49	Р					ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V							
50	001	010 Слюсарна																		
51	T02	Г70-125Б верстак слюсарний																		
52	003	1.Затиснути заготовку в лещатах.																		
53	T04	7827-0297 ГОСТ 4045 лещата.																		
54	005	2.Зачистити задирки по периметру фрезерованих поверхонь.																		
55	T06	2820-0039 ГОСТ 1465 напильник;																		
56	007	3.Розтиснути заготовку, зняти з лещат.																		
57	T08	4.Контроль виконавцем: відсутність задирок - 100% візуально.																		
58	009	5.Покласти заготовку до тари.																		
59	T10																			
60	O11																			
61	T12	0,4																		
62	O13																			
63																				
64	OK	Операционная карта																		

65											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
66																				
67	Дубл.																			
68	Взам.																			
69	Подп.																			
70																				
71											1 1									
72	Разраб.	Островський																		
73											ХНТУ									
74																				
75											Опора									
76	Н.контр.	Дмитрієв															015			
77	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
78	Вертикально фрезерна					ВЧ40 ГОСТ 7293							К2							
79	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз	Тшт.	СОЖ					
80	Універсально-фрезерний FNGJ 32																			
81	Р					ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V							
82	001	015 Вертикально фрезерна																		
83	02	Універсально - фрезерний FNGJ 32																		
84	03	1.Взяти 2 заготовки з тари, встановити в пристрій, затиснути.																		
85	04	7232-4023 пристрій фрезерний;																		
86	05	2.Фрезерувати бобишки опори, витримуючи p-p 39 ± 0,4.																		
87	06	фреза ø 39 ГОСТ 17025.																		
88	07	3.Розтиснути заготовки, зняти з пристрою.																		
89	08	4.Контроль виконавцем: p-p 39 ± 0,4 - 5%																		
90	09	ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166 штангенциркуль.																		
91	10	5.Контроль шорсткості та розмірів першої та останньої деталі проводити щозмінно в метрологічній лабораторії.																		
92	11	6.Покласти заготовку до тари.																		
93	12																			
94	13																			
95																				
96	OK	Операционная карта																		

97											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
98																				
99	Дубл.																			
100	Взам.																			
101	Подп.																			
102																				
103											1 1									
104	Разраб.	Островський																		
105											ХНТУ									
106																				
107											Опора									
108	Н.контр.	Дмитрієв															020			
109	Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД					
110	Вертикально свердлильна		ВЧ40 ГОСТ 7293		кг															
111	Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То		Тв		Тлз.		Тшт.		СОЖ							
112	Вертикально свердлильный 2С132																			
113	Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V										
114	001	020 Вертикально свердлильна																		
115	002	Вертикально свердлильный 2С132.																		
116	03	1. Взяти заготовку з тари, встановити пристрій, затиснути.																		
117	04	7356-4016 Контур																		
118	05	2. Зенкерувати два отв. $\phi 17,75(0; +0,07)$ напрохід, витримуючи розміри: $18 \pm 0,135; 35 \pm 0,3$																		
119	06	Зенкер 2320-2575 ($\phi 17,75h8$) ГОСТ 12489																		
120	07	3. Розтиснути заготовку, зняти з пристрою																		
121	08	4. Контроль виконавцем: $p\text{-}\phi 17,75(0; +0,07) -5\%$; $p\text{-}ri 18 \pm 0,135; 35 \pm 0,3$ - забезпечується технологічно																		
122	09	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166																		
123	10	5. Покласти заготовку в тару																		
124	11																			
125	12																			
126	13																			
127																				
128	OK	Операционная карта																		

129											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
130																				
131	Дубл.																			
132	Взам.																			
133	Подп.																			
134											1 1									
135																				
136	Разраб.	Островський																		
137											ХНТУ									
138																				
139											Опора									
140	Н.контр.	Дмитрієв															025			
141	Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		КОИД					
142	Вертикально свердлильна		ВЧ40 ГОСТ 7293		кг															
143	Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То		Тв		Тлз.		Тшт.		СОЖ							
144	Вертикально свердлильный 2С132										10,1									
145	Р		ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V										
146	001	025 Вертикально свердлильна																		
147	002	2С132 вертикально свердлильный																		
148	03	1. Взяти заготовку з стелажу верстатника, встановити в пристрій, затиснути																		
149	04	7356-4016 Кондуктор																		
150	05	2. Розвернути два отв. $\phi 18F8(+0,16; +0,043)$ напрохід, витримуючи розміри: $18 \pm 0,135; 35 \pm 0,3$																		
151	06	Розвертка 2363-0122 $\phi 18(+0,038; +0,028)$ (під F8)																		
152	07	3. Розтиснути заготовку, зняти з пристрою																		
153	08	4. Контроль виконавцем: $\phi 18F8(+0,016; +0,043) -5\%$; $p\text{-}ri 18 \pm 0,135; 35 \pm 0,3$ - забезпечується технологічно																		
154	09	8133-0932 калібр пробка																		
155	10	5. Контроль шорсткості та розмірів першої першої та останньої деталі проводити щозмінно в метрологічній																		
156	11	лабораторії																		
157	12	6. Покласти заготовку в тару																		
158	13																			
159																				
160	OK	Операционная карта																		

161											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
162																				
163	Дубл.																			
164	Взам.																			
165	Подп.																			
166																				
167																				
168	Разраб.	Островський																		
169																				
170																				
171																				
172	Н.контр.	Дмитрієв																		
173																				
174	Наименование операции										Материал									
175	Вертикально свердлильна										ВЧ40 ГОСТ 7293									
176	Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы									
177	Твердость										EB									
178	МД										Профиль и размеры									
179	M3										КОИД									
180	030										0									
181	0										0									
182	МН25 вертикально свердлильний																			
183	Р										ПИ									
184	D или B										L									
185	t										i									
186	S										n									
187	V																			
188	001										030 Вертикально свердлильна									
189	T02										МН 25 вертикально свердлильна									
190	03										1.Встановити заготовку в лещата, затиснути									
191	04										Лещата									
192	05										Зенкувати фаску 0,3...0,5x45° з зовнішньої сторони бобишки з одного боку									
193	06										Зенківка ø40 ГОСТ 14953.									
194	07										2.Розкрити деталь, перевстановити іншим боком, затиснути.									
195	08										3.Зенкувати фаску 0,3...0,5x45° з зовнішньої сторони бобишки з іншого боку.									
196	09										4.Контроль веконавцем: фаска 0,3...0,5x45° - 2%									
197	10										ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166 штангенциркуль									
198	11										5.Покласти деталь в тару									
199	12																			
200	13																			
201	OK										Операционная карта									

193											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
194																				
195	Дубл.																			
196	Взам.																			
197	Подп.																			
198																				
199																				
200	Разраб.	Островський																		
201																				
202																				
203																				
204	Н.контр.	Дмитрієв																		
205																				
206	Наименование операции										Материал									
207	Вертикально свердлильна										ВЧ40 ГОСТ7293									
208	Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы									
209	Твердость										EB									
210	МД										Профиль и размеры									
211	M3										КОИД									
212	035										0									
213	0										0									
214	МН25 Вертикально свердлильний																			
215	Р										ПИ									
216	D или B										L									
217	t										i									
218	S										n									
219	V																			
220	001										035 Вертикально свердлильна									
221	T02										МН25 Вертикально свердлильний									
222	03										1.Встановити заготовку в лещата, затиснути.									
223	04										Лещата									
224	05										2.Встановити зенківку між бобишками, зенкувати фаску 0,3...0,5x45° з внутрішньої сторони бобишки									
225	06										з одного боку									
226	07										Зенківка ø20 ГОСТ 14953.									
227	08										3.Зняти зенківку, розкрити деталь, перевстановити іншим боком, затиснути.									
228	09										4.Встановити зенківку між бобишками, зенкувати фаску 0,3...0,5x45° з внутрішньої сторони бобишки з іншого боку.									
229	10										5.Контроль виконавцем: фаска 0,3...0,5x45° - 2%									
230	11										ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166 штангенциркуль.									
231	12										6.Покласти деталь в тару.									
232	13																			
233	OK										Операционная карта									

225											ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
226																					
227	Дубл.																				
228	Взам.																				
229	Подл.																				
230																					
231											1 1										
232	Разраб.	Островський				ХНТУ															
233																					
234																					
235																					
236	Н. контр.	Дмитрієв				Опора										040					
237	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры					МЗ	КОИД
238	Вертикально свердлильна					ВЧ40 ГОСТ 7293							к2	0						0	
239	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз	Тшт.	СОЖ						
240	Вертикально свердильный 2С132																				
241	Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V							
242	001	040 Вертикально свердлильна																			
243	002	2С132 вертикально свердлильна																			
244	003	1. Взяти заготовку з тари, встановити пристій, затиснути.																			
245	004	7356-4017 кондуктор																			
246	05	2. Свердлувати 2 отвори $\phi 10,2+0,27$ на глибину 24мм, витримуючи р-ри $58\pm 0,2$; $10\pm 0,5$.																			
247	06	свердло $\phi 10,2$.																			
248	07	3. Свердлувати отвір $\phi 10,2+0,27$ на прохід витримуючи р-ри $25\pm 0,2$.																			
249	08	4. Розтиснути заготовку, зняти з пристрою.																			
250	09	5. Контроль виконавцем: $\phi 10,2+0,27$ - 5%; р-ри $58\pm 0,2$; $10\pm 0,5$; $25\pm 0,2$ забезпечується технологічно.																			
251	10	6. Контроль шорсткості та розмірів першої та останньої деталі проводити щозмінно в метрологічній лабораторії.																			
252	11	7. Покласти заготовку в тару																			
253	12																				
254	13																				
255	OK																		Операционная карта		

257											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
258																				
259	Дубл.																			
260	Взам.																			
261	Подп.																			
262											1 1									
263																				
264	Разраб.	Островський				ХНТУ														
265																				
266																				
267																				
268	Н.контр.	Дмитрієв				Опора					045									
269	Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД								
270	Вертикально сверлильна		ВЧ40 ГОСТ 7293				кг	0			0									
271	Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт.	СОЖ											
272	МН25 Вертикально сверлильный																			
273	Р	П И Д или В L t i S n V																		
274	о01	045 Вертикально сверлильна																		
275	то2	МН25 Вертикально сверлильный																		
276	03	1.Взяти заготовку з візка, встановити в лещата, затиснути.																		
277	04	Лещата																		
278	05	2.Зенкувати фаски 0,5x45° в 3-х отворах ø10,2+0,27 з сторони основи.																		
279	06	Зенківка ø20 ГОСТ 14953-80.																		
280	07	3.Розтиснути заготовку, перевстановити, закріпити.																		
281	08	4.Зенкувати фаску 0,5x45° отвір ø10,2+0,27 з боку бобишок.																		
282	09	5.Розтиснути заготовку, зняти з лещат.																		
283	10	6.Контроль виконавцем: фаска 0,5x45°																		
284	11	7.Покласти заготовку в тару.																		
285	12																			
286	13																			
287																				
288	OK	Операционная карта																		

289											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
290																				
291	Дубл.																			
292	Взам.																			
293	Подп.																			
294											1 1									
295																				
296	Разраб.	Островський				ХНТУ														
297																				
298																				
299																				
300	Н.контр.	Дмитрієв				Опора					050									
301	Наименование операции		Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИД								
302	Різьбонарізна		ВЧ40 ГОСТ 7293				кг	0			0									
303	Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы		То	Тв	Тпз	Тшт.	СОЖ											
304	Tiger Rosamat 516																			
305	Р	П И Д или В L t i S n V																		
306	о01	050 Різьбонарізна																		
307	то2	Tiger Rosamat 516																		
308	03	1.Встановити заготовку в пристрій, затиснути																		
309	04	7356-4019 пристрій установчий																		
310	05	2.Нарізати різьбу М12-6Н у 2-х отворах ø10,2+0,27 на довжину 20mm.																		
311	06	Мітчик М12-6Н;																		
312	07	3.Нарізати різьбу М12-6Н в отворі ø10,2+ 0,27 на прохід.																		
313	08	4.Розтиснути заготовку, зняти з пристрою.																		
314	09	5.Контроль виконавцем: різьба М12-6Н																		
315	10	6.Контроль шоркості та розмірів першої та останньої деталі проводити щозмінно в метрологічній лабораторії																		
316	11	7.Покласти заготовку в тару.																		
317	12																			
318	13																			
319																				
320	OK	Операционная карта																		

Рис. 2.6. Операційна карта.

Визначення припусків аналоговим методом.



Визначення режимів різання.

Визначення режимів різання розрахунково-аналітичним методом.

005 Перехід 01 чорнове фрезерування

Вертикально фрезерний верстат ,

Пристосування – спеціальне;

Інструмент – Фреза торцева ВК8 Ø125 мм;

Глибина фрезерування $t = 1,5$ мм;

Ширина фрезерування $B = 125$ мм;

Подача:

$$S_M = S_n = S_z z n, \quad (2.41)$$

Де n – частота обертів фрези, об/хв;

Z – к-сть зуб'ів фрези;

S_z – подача на один зуб;

$S_z = 0,25$ мм/об табл. 33 с.283 [3];

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v; \quad (2.42)$$

Значення коефіцієнта C_V та показників степені наведені в табл. 39 [3], а період стійкості T в табл. 40 [3].

$C_V = 442; q = 0.2; x = 0.15; y = 0.35; u = 0.2; p = 0; m = 0.32; T = 180$ хв;

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні вимоги до різання,

$$K_v = K_{mv} K_{pv} K_{iv}; \quad (2.43)$$

Де:

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		41

$K_{mv} = (150/200)^{1.25} =$; коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу(табл.

1-4 [3]);

$K_{pv} = 0,85$; коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки (табл. 5 [3]);

$K_{iv} = 2,5$; коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту (табл. 6 [3]);

$$K_v = K_{mv}K_{pv}K_{iv} = 1 * 0,75 * 0,9 = 0,675; \quad (2.44)$$

$$V = (234 \times 125^{0.44} \div 80^{0.37} \times 1.5^{0.24} \times 0.25^{0.26} \times 125^{0.1} \times 14^{0.13}) \times 0.675 = 121.5 \text{ м/хв}$$

Сила різання:

$$P_z = \frac{10C_p t^x B^1 S_z^y}{D^q n^w} K_{mp}; \quad (2.46)$$

Де z – число зуб'їв фрези;

n – частота обертів фрези

об/хв;

Значення коефіцієнта C_p та показників степені наведені в табл. 41[3], поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу для чавуну – табл. 9 [3]. Величина інших сил різання (P_h, P_u, P_y, P_x) встановлюють по табл. 42 [3].

$$C_p = 54,5; x = 0.9; y = 0.74; u = 1; q = 1; w = 0; K_{mp} = (200/150)^1; \quad (2.47)$$

$$(2.48)$$

$$n = (1000 * 121.5) / 3.14 * 125 = 309.5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо $n = 315 \text{ об/хв}$

$$P_z = ((10 * 30 * 125^{0.83} * 1.5 * 0.25^{0.65} * 14) / (100^{0.83} * 315)) * 0.9 = 397,6 \text{ Н} \quad (2.49)$$

Крутний момент:

$$(2.50) \quad M_{кр} = (397,6 \cdot 100) / 2 \cdot 100 = 198,8 \text{ н*м}$$

Потужність різання:

$$N_e = \frac{P_z V}{1020 \cdot 60} = \frac{1266 \cdot 71.52}{1000 \cdot 60} = 1.5 \text{ кВт}.$$

$$(2.51) \quad N_e = (397.6 \cdot 121.5) / 1020 \cdot 60 = 0.8 \text{ кВт}$$

015 Перехід 02 свердління.

$$D = 10;$$

Вертикально - свердлильний верстат,

Інструмент – Свердло 2301-0453 Р6М5Ø10,2 мм;

Глибина різання $t = 5,1$ мм;

Подача $S = 0,26$ мм/об табл. 25 с.277 [3];

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_V D^q}{T^{m_{sy}} t^x} K_v; \quad (2.52)$$

Значення коефіцієнта C_V та показників ступеня обираємо по табл. 29 с.279 [3], а період стійкості T по табл. 30 с.279 [3];

$$C_V = 21,8; q = 0.25; y = 0.55; m = 0,125; T = 35 \text{ хв};$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv} K_{pv}; \quad (2.53)$$

Де:

$K_{mv} = (150/229)^{1,3} = 0,58$; – коефіцієнт на оброблюваний матеріал (табл. 1-4 [3]);

$K_{iv} = 1,0$; – коефіцієнт на інструментальний матеріал (табл. 6 [3]);

$K_{lv} = 1,0$; – коефіцієнт, що враховує глибину різання (табл. 31 [3]);

$K_{pv} = 0,8$; – додатковий поправочний коефіцієнт (табл. 5 [3]);

$$K_v = K_{mv} K_{iv} K_{lv} K_{pv} = 0,58 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,468; \quad (2.54)$$

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^{m_{sy}} \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{21,8 \cdot 10,2^{0,25}}{35^{0,125} \cdot 0,26^{0,55} \cdot 5,1} \cdot 0,468 = 4,8 \text{ м/хв.}$$

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		43

$$(21,8 \cdot 10,2^{0,25}) / (35^{0,125} \cdot 0,26^{0,55} \cdot 5,1) \cdot 0,468 = 4,8$$

(2.55)

Крутний момент, Н*м та осьову силу, Н, розраховуємо за формулою:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p; \quad (2.56)$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p;$$

Значення коефіцієнтів C_M та C_p та показників степені наведені в табл. 32 с.281[3];

$$C_M = 0,021; q = 2,0; y = 0,8;$$

$$C_p = 43,3; q = 1; y = 0,8;$$

Коефіцієнт, що враховує фактичні вимоги оброблення в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної деталі та визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp};$$

Значення K_{mp} наведені для чавуну в табл. 9 [3];

$$K_p = K_{mp} = 0,6;$$

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 10,2^{2,0} \cdot 0,26^{0,8} \cdot 0,6 = 4,5 \text{ Н*м}; \quad (2.57)$$

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p = 10 \cdot 43,3 \cdot 10,2^1 \cdot 0,26^{0,8} \cdot 0,6 = 902,02 \text{ Н}; \quad (2.58)$$

Потужність різання, кВт, визначається за формулою:

$$Ne = \frac{M_{кр} \cdot n}{1000} \quad (2.60)$$

Де частота обертів інструмента чи заготовки, об/хв,

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 4,8}{3,14 \cdot 10,2} = 149,9$$

$$n = (1000 \cdot 4,8) / (3,14 \cdot 10,2) = 149,9$$

(2.61)

Приймаємо $n = 150$ об/хв;

Потужність різання:

$$Ne = \frac{M_{кр} \cdot n}{1000} = \frac{4,5 \cdot 150}{1000} = 0,675 \text{ кВт}.$$

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						44
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

$$N_e = (4,5 \cdot 150) / 1000 = 0,675 \text{ кВт.}$$

020 Перехід 02 зенкерування

$$D = 17,75.$$

Пристосування – самоцентруючі лещата.

Інструмент – зенкер 2320-2575 (Ф 17,75 h8) ГОСТ 12489.

Глибина різання – $t = 1,625 \text{ мм.}$

Подача $S = 0,6 \text{ мм/об.}$ (Табл. 26 с. 277).

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D_q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v; \quad (2.52).$$

Значення коефіцієнта C_v та показників ступенів обираємо по табл. 29 с. 279[3], а перехід стійкості T по табл. 30 с. 279[3];

$$C_v = 40,4; q = 0,45; x = 0,10; y = 0,3; m = 0,20; T = 45 \text{ хв.}$$

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що врахує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev} \cdot K_{nv}; \quad (2.53).$$

Де:

$$K_{mv} = (150/200)^1 = 0,75; \text{ - коефіцієнт на оброблювальний матеріал (таб. 1-4 [3]);}$$

$$K_{iv} = 0,83; \text{ - коефіцієнт на інструментальний матеріал (таб. 6 [3]);}$$

$$K_{ev} = 1,0 \text{ – коефіцієнт, що враховує глибину різання (таб. 31 [3]);}$$

$$K_{nv} = 0,8; \text{ - додатковий поправочний коефіцієнт (таб. 5 [3]);}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev} \cdot K_{nv} = 0,75 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,498; \quad (2.54);$$

$$V = \frac{C_v \cdot D_q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{40,4 \cdot 17,75^{0,45}}{45^{0,2} \cdot 0,3^{0,3} \cdot 36^{0,1}} \cdot 0,498 = 35,8 \text{ м/хв.}; \quad (2.55);$$

Крутний момент, $\text{Н} \cdot \text{м}$ та осьову силу, Н , розрахуємо за формулою:

$$M_{kp} = 17,75 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p; \quad (2.56);$$

$$P_o = 17,75 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p;$$

Значення коефіцієнта C_m та C_p та показників степені наведені в табл. 32 с. 281[3];

$$C_m = 0,17; q = 0,85; y = 0,7; x = 0,8;$$

$$C_p = 38; y = 0,4; x = 1.$$

Коефіцієнт, що враховує фактичні вимоги оброблення в даному випадку залежить тільки від матеріалу обробленої деталі та визначається за формулою:

$$K_p = K_{mp};$$

Значення K_{mp} наведені для чавунів в табл. 9 [3].

$$K_p = K_{mp} = 0,6;$$

$$M_{kp} = 17,75 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p = 17,75 \cdot 0,17 \cdot 17,75^{0,85} \cdot 0,6^{0,7} \cdot 1,625^{0,8} \cdot 0,6 = 3,44 \text{ Н} \cdot \text{м.} \quad (2.57);$$

$$P_o = 17,75 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 17,75 \cdot 38 \cdot 1,625^1 \cdot 0,6^{0,4} \cdot 0,6 = 578,66 \text{ Н} \quad (2.58);$$

Потужність різання, кВт, визначається за формулою:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{1000}; \quad (2.60);$$

Де частота обертання інструмента чи заготовки, об/хв..

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 5,4}{3,14 \cdot 17,75} = 96,9; \quad (2.61);$$

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		45

Приймаємо 100 об/хв;

Потужність різання:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{1000} = \frac{3,44 \cdot 100}{1000} = 0,344 \text{ кВт.}$$

025 Перехід 02 Розвертування.

D = 18;

Вертикально – свердлильний верстат;

Пристрій – самоцентруючі лещата;

Інструмент – розвертка 2363 – 0122 діаметр 18 мм; Р6М5.

Глибина різання t = 0,125 мм;

Подача S = 0,4 мм/об; табл. 27 с. 278.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v; \quad (2.52);$$

Значення коефіцієнта C_v та показників ступеня обираємо по табл. 29 с. 279[3], а період стійкості по табл. 30 с. 279[3];

C_v = 23,2; q = 0,2; x = 0,1; y = 0,5; m = 0,3; T = 60хв;

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev} \cdot K_{nv}; \quad (2.53);$$

Де:

K_{mv} = (150/200)¹ = 0,75 - коефіцієнт на оброблюваний матеріал (табл. 1 – 4 [3]);

K_{iv} = 0,83; - коефіцієнт на інструментальний матеріал (табл. 6 [3]);

K_{ev} = 1,0; - коефіцієнт, що враховує глибину різання (табл. 31 [3]);

K_{nv} = 0,8; - додатковий поправочний коефіцієнт (табл. 5 [3]);

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev} \cdot K_{nv} = 0,75 \cdot 0,83 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,498; \quad (2.54);$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{23,2 \cdot 18^{0,2}}{60^{0,3} \cdot 0,4^{0,5} \cdot 0,125^{0,1}} \cdot 0,498 = 23,6 \text{ м/хв};$$

$$(23,2 \cdot 18^{0,2}) / (60^{0,3} \cdot 0,4^{0,5} \cdot 0,125^{0,1}) \cdot 0,498 = 24. \quad (2.55);$$

Крутний момент, Н · м та осьову силу, Н, розрахуємо за формулою:

$$M_{кр} = 18 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p; \quad (2.56);$$

$$P_o = 18 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p;$$

Значення коефіцієнтів C_m та C_p та показників степені наведені в табл. 32 с. 281 [3];

C_m = 0,17; q = 0,85; x = 0,8; y = 0,7;

C_p = 38; y = 0,4; x = 1;

Коефіцієнт, що враховує фактичні вимоги оброблення в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної деталі та визначається за формулою:

K_p = K_{mp};

Значення K_{mp} наведені для чавуну в табл. 9 [3];

K_p = K_{mp} = 0,6;

$$M_{kp} = 18 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p = 18 \cdot 0,17 \cdot 18^{0,85} \cdot 0,4^{0,7} \cdot 0,125^{0,8} \cdot 0,6 = 2,14$$

$$H \cdot m; \quad (2.57);$$

$$P_o = 18 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 18 \cdot 38 \cdot 0,125^1 \cdot 0,4^{0,4} \cdot 0,6 = 35,6 \text{ Н.} \quad (2.58);$$

Потужність різання, кВт, визначення за формулою:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{1000}; \quad (2.60);$$

Де частота обертання інструмента чи заготовки, об/хв;

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 23,6}{3,14 \cdot 18} = 417,5$$

$$n = (1000 \cdot 23,6) / (3,14 \cdot 18) = 417,5 \quad (2.61);$$

Приймаємо $n = 400$ об/хв;

Потужність різання:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{1000} = \frac{2,14 \cdot 400}{1000} = 0,856 \text{ кВт.}$$

050 Різьбонарізальна.

$D = 10$;

Різьба для нарізання: М12 – 6Н;

Вертикально – свердлильний верстат;

Пристосування – самоцентруючі лещата;

Інструмент – мітчик Р6 – М5;

Глибина різання $t = 1,75$ мм;

Подача $S = 0,9$ мм/об.

Швидкість різання:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v; \quad (2.73);$$

Значення коефіцієнта C_v та показників ступеня обираємо по табл. 49 с. 296.

$C_v = 20$; $q = 1,2$; $y = 0,5$; $m = 0,9$; $T = 90$ хв.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{ev} \cdot K_{pv}; \quad (2.74);$$

$K_{mv} = (150/200)^1 = 0,75$ – коефіцієнт на оброблюваний матеріал (табл. 1-4 [3]);

$K_{iv} = 0,83$ – коефіцієнт на інструментальний матеріал (табл. 6 [3]);

$K_{ev} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує глибину різання (табл. 31 [3]);

$K_{pv} = 0,8$ – додатковий поправочний коефіцієнт (табл. 5 [3]);

$$K_v = 0,75 \cdot 0,83 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,498. \quad (2.75);$$

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v = \frac{20 \cdot 10^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,9^{0,5} \cdot 1,75} \cdot 0,498 = 1,66 \text{ м/хв.} \quad (2.76);$$

Крутний момент, Н*м та осьову силу, Н, розраховуємо за формулою:

$$M_{kp} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p; \quad (2.77);$$

$$P_o = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p; \quad (2.78);$$

Значення коефіцієнтів C_m та C_p та показників степені наведені в табл. 32 с.281[3];

$C_m = 0,24$; $q = 2,0$; $y = 0,8$;

$C_p = 43,3; y = 0,8;$

Коефіцієнт, що враховує фактичні вимоги оброблення в даному випадку залежить тільки від матеріалу оброблюваної деталі та визначається за формулою:

$K_p = K_{mp};$

Значення K_{mp} наведені для чавуну в табл. 9 [3];

$K_p = K_{mp} = 0,6;$

$$M_{kp} = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p = 10 \cdot 0,021 \cdot 10^2 \cdot 0,9^{0,8} \cdot 1,75 \cdot 0,6 = 20,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

(2.79);

$$P_o = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 43,3 \cdot 1,75 \cdot 0,9^{0,8} \cdot 0,6 = 418 \text{ Н.} \quad (2.80).$$

Потужність різання, кВт, визначається за формулою:

$$Ne = \frac{M_{kp} \cdot n}{1000}; \quad (2.81).$$

Де частота обертів інструмента чи заготовки, об/хв,

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 1,66}{3,14 \cdot 10} = 52,8 \quad (2.82).$$

Приймаємо: $n = 50$ об/хв.

Потужність різання.

$$Ne = \frac{M_{kp} \cdot n}{1000} = \frac{20,03 \cdot 50}{1000} = 1 \text{ кВт.} \quad (2.83).$$

2.6. Розрахунок норм часу та продуктивності.

В серійному виробництві норми часу $T_{шт-к}$ визначається за формулою:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n}$$

Цю формулу можна переписати так:

$$T_{шт-к} = T_o + T_{доп} + T_{облс} + T_{відп} + \frac{T_{п.з}}{n};$$

де $T_{шт}$ - норма штучного часу, хв.;

T_o - основний час, хв. Цей параметр визначить з виразу:

$$T_o = \frac{L_o}{n \cdot S} \cdot i = \frac{L_q + l_1 + l_2}{n \cdot S} \cdot \frac{z}{t};$$

де L_o, L_q, l_1, l_2 – довжини: обробки, деталі, врізання та перебігу, мм;

S – подача, $\frac{\text{мм}}{\text{об}}$;

t – глибина різання, мм;

z – припуск, мм;

i – кількість проходів;

n – частота обертання, $\frac{\text{об}}{\text{хв}}$. Цю величину знаходять: $n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D};$

де V – швидкість різання, м/хв.;

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		48

D – діаметр деталі (інструмента), мм.

$T_{\text{доп}}$ - допоміжний час, хв. Ця величина складається з:

$$T_{\text{доп}} = T_{\text{доп1}} + T_{\text{доп2}} + T_{\text{доп3}}$$

де $T_{\text{доп1}}$ - час установки та зняття деталі, хв.;

$T_{\text{доп2}}$ - час, пов'язаний з переходом (час на прохід), хв;

$T_{\text{доп3}}$ – час на контрольні вимірювання, хв;

$T_{\text{обсл}}$ - час на організаційне $T_{\text{орг}}$ та технічне $T_{\text{тех}}$ обслуговування робочого місця, хв;

$T_{\text{відп}}$ - час перерв на відпочинок та особисті потреби, хв;

$T_{\text{п.з.}}$ - піготовчо заключний час на партію деталей, хв;

n – розміри партії деталей, шт.;

Для спрощення розрахунків в структурні норми вводять так званий оперативний час: $T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}}$, а $T_{\text{обсл}}$ та $T_{\text{відп}}$ задають в вигляді коефіцієнта α та β від $T_{\text{оп}}$. Ефективність роботи робочого верстата часто оцінюють шляхом визначення коефіцієнта основного часу:

$$K_o = \frac{T_o}{T_{\text{шт-к}}}$$

Досвід роботи показує, що чим більшим є цей коефіцієнт, тим ефективніше організована праця та вища її віддача.

Розрахунок норм часу на фрезерну операцію.

Обробка деталі на вертикально-фрезерному верстаті ВМ 130. Фрезою торцевою із установкою деталі у лещата. Партія деталей n = шт. Річна програма N = 2000 шт. Виконаємо розрахунок:

$$L_o = l_{\text{доп}} + l_1 + l_2 = 70 + 19 = 89 \text{ мм.}$$

$$T_o = \frac{L_o}{n \cdot S} \cdot \frac{z}{i} = \frac{89}{315 \cdot 0,25} \cdot \frac{12}{2} = 6,78 \text{ хв;}$$

$$T_{\text{доп}} = T_y + T_n + T_h = 6_c + 4_c + 5_c = 15_c = 0,25 \text{ хв;}$$

$$T_{\text{оп}} = T_o + T_{\text{доп}} = 6,78 + 0,25 = 7,03 \text{ хв;}$$

$$T_{\text{обл}} = 3,5\% \text{ для верстаів II групи} = 5,8 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{відп}} = 5\%$$

$$T_{\text{п.з.}} = 16 \text{ хв для верстатів II групи при установці в лещата.}$$

$$T_{\text{шт}} = 1,66 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{100} = 1,66 + \frac{16}{100} = 0,27 \text{ хв.}$$

$$K_o = \frac{T_o}{T_{\text{шт-к}}} = \frac{6,78}{0,27} = 25.$$

У порівнянні з довідниковими даними $K_o = 25$ більше величини K_o для універсальних верстатів.

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ.

3.1. Проектування верстатного пристрою для різьбонарізання, розрахунок на точність обробки, визначення схеми та сил закріплення .

На різьбонарізній операції виконується нарізання різьби М12 в трьох отворах $\varnothing 10,2$ (рис. 3.1).

Нарізання проводиться мітчиком за два переходи. На першому переході різьба М12 нарізується послідовно в 2-х глухих отворах на глибину 20мм, а на другому переході – напрохід (правий отвір – товщина полки деталі 16 мм).

У старому технологічному процесі операція виконувалась на різьбонарізному верстаті Tiger Rosamat 516 традиційним способом. При нарізанні різьби робітник переміщував шпиндель верстата з мітчиком в горизонтальній площині вручну (для обробки кожного наступного отвору) та виконуючи при цьому суміщення осі мітчика та осі просвердленого отвору. На це витрачалось багато часу та супроводжувалось похибками, що знижувало якість обробленої різьби.

В новому техпроцесі пропонується скоротити час на суміщення інструменту з отворами в деталі за рахунок використання пристрою з поворотною платформою, на якій встановлюється деталь «опора». На рис. 3.1 показана 3D-модель опори, з визначеним радіусом $R=58,64$ мм, на якому розташовані отвори та координатами центру їх розташування.

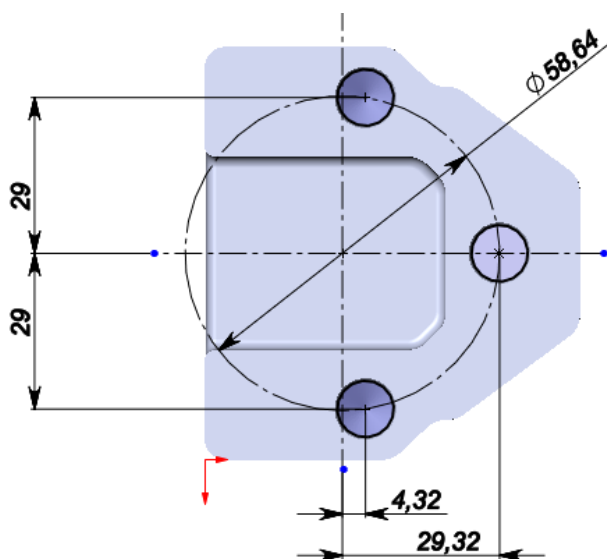


Рис. 3.1 – 3D- модель опори з отворами для нарізування.

Вибір технологічних баз і установочних елементів пристрою.

Для базування заготовки, користуючись *принципом постійності баз*, використаємо поверхні, які використовуються для базування на попередніх операціях тобто на операціях свердлування 3-х отворів $\varnothing 10,2$ (під різьбу М12)

(рис. 3.2):

а) плоску поверхню основи в якості установочної бази – вона забере в заготовки 3 ступені вільності;

б) верхню ділянку бокової поверхні вуха в якості напрямної бази – вона забере в заготовки 2 ступені вільності;

в) торцеву поверхню основи в якості опорної бази – вона забере в заготовки 1 ступінь вільності.

Вибрані поверхні для базування заготовки забирають в неї 6 ступенів вільності та забезпечують її повне базування в пристрої.

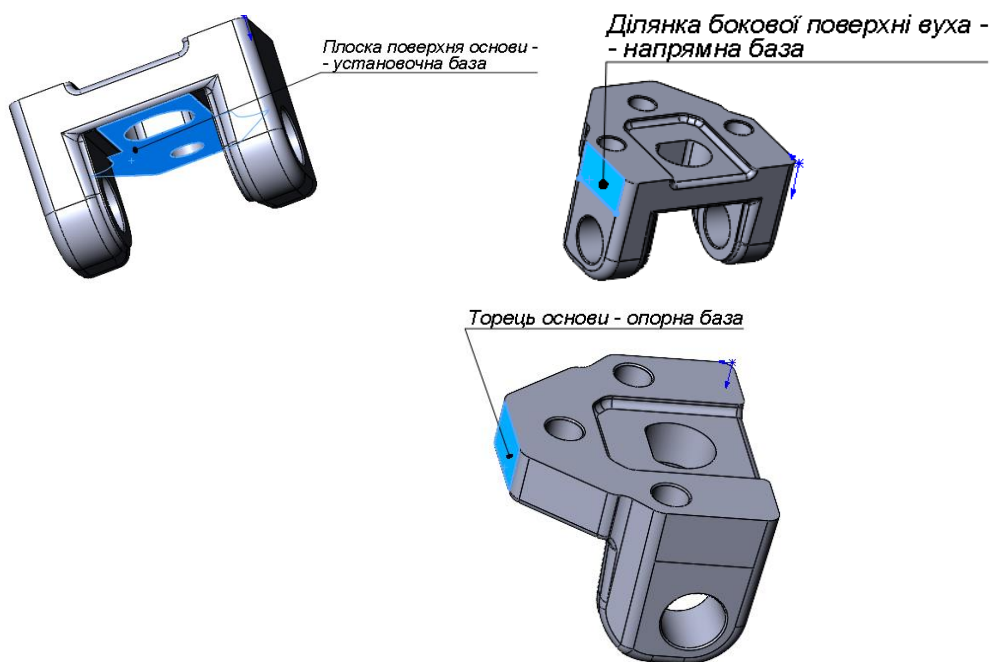


Рис. 3.2 Вибір поверхонь заготовки для її базування.

Для вибраних технологічних баз вибираємо наступні установочні елементи:

а) для установочної бази – підставку базову (нестандартний установочний елемент з площадкою, що за формою відповідає плоскій поверхні основи деталі) (рис.3.3);

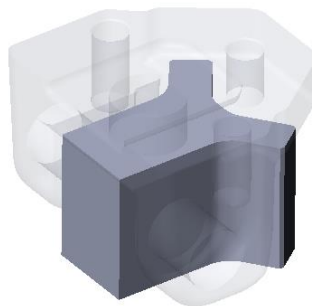


Рис. 3.3. Підставка базова.

б) для напрямної і опорної бази – плиту упорну (нестандартний установочний елемент з двома плоскими площадками) (рис. 3.4).

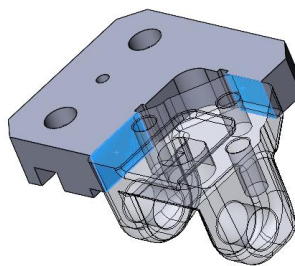


Рис. 3.4. Плита упорна.

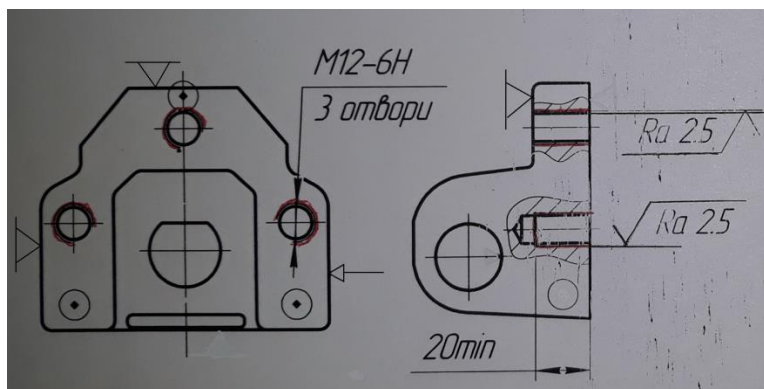


Рис. 3.5. Схема установки деталі в пристрої.

Розрахунок пристрою на точність обробки.

Нарізання різьби М12-6Н в отворах проводиться мітчиком в спеціальному патроні для кріплення мітчиків, який допускає відхилення осі обертання шпинделя верстата та осі отвору, в якому нарізується різьба в межах $\Delta_{зм} = \pm 0,2$ мм. При зміщеннях більше заданої величини – знижується якість її нарізання та можлива поломка мітчика.

Інші параметри операції як точність нарізання різьби (6Н) та міжцентрові відстані між осями різьбових отворів забезпечуються відповідно точністю виготовлення мітчика та точністю виконання попередніх операцій свердлування отворів.

Отже похибка установки деталі в пристрої E_y не повинна перевищувати допустиме зміщення $E_{доп} = \Delta_{зм} = 0,4$ мм ($\pm 0,2$ мм).

Похибка установки деталі в пристрої [1]:

$$E_y = \sqrt{E_6^2 + E_3^2 + E_{пр}^2 + E_{інд}},$$

E_y - похибка базування деталі, мкм; так як для базування деталі при нарізанні різьби використовується ті ж самі бази, що і при свердлуванні отворів, то ця похибка буде рівною нулю: $E_y=0$;

E_3 – похибка закріплення деталі в пристроєві [2], табл.14, С.43 (похибка установки при установці заготовки на постійні опори); $E_3 = 120$ мкм;

$E_{пр}$ - похибка виготовлення пристрою [1] є наслідком неточності виготовлення пристрою та зношування установлювальних елементів. Орієнтовно

					ХНТУ 13303 ПЗ		Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата			52

приймається $E_{пр}=50$ мкм;

$E_{інд}$ - похибка індексації, яка виникає при повороті поворотної частини пристрою; за [1], С.104: $E_{інд} = 50$ мкм.

$$E_y = \sqrt{0 + 120^2 + 50^2} + 50 = 180 \text{ мкм},$$

Така як $E_y = 400 \text{ мкм} < E_{доп} = 180 \text{ мкм}$, то точність обробки і працездатність даного пристосування забезпечується

Розробка схеми закріплення та визначення сили закріплення.

Схема закріплення з вказуванням діючих навантажень при нарізанні різьби показана на рис. 3.6.

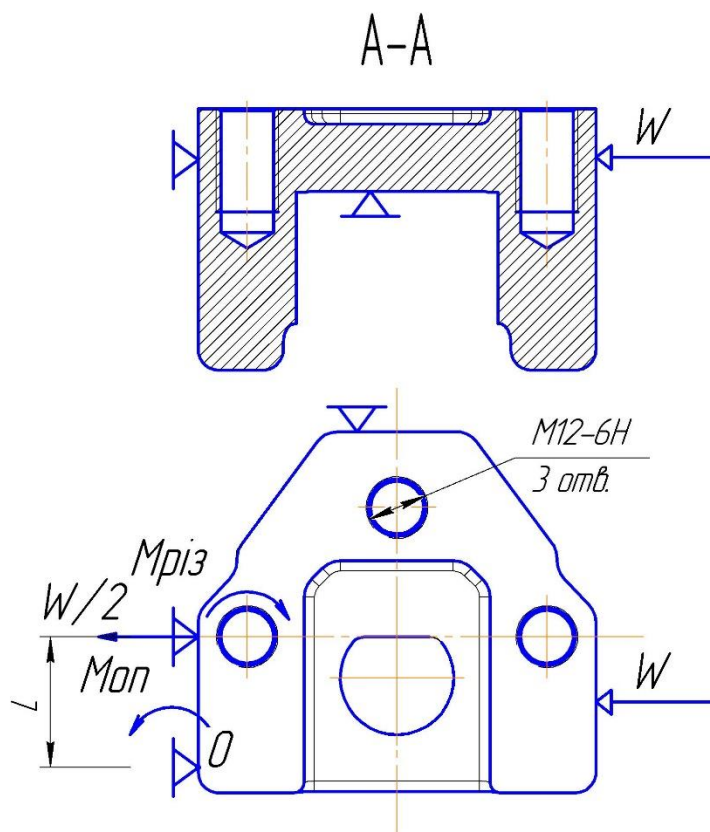


Рис. 3.6. Схема закріплення для визначення зусилля закріплення W .

Для надійного закріплення деталі в пристрої необхідно, щоб момент сил опору $M_{опору}$ був більший від моменту різання $M_{різ}$ від мітчика:

$$M_{опору} > M_{різ},$$

або

$$M_{опору} = K \times M_{різ},$$

де K – коефіцієнт запасу. Прийнемо $K=2,0$, враховуючи те, що момент різання може суттєво зрости при затупленні мітчика.

$M_{\text{різ}}$ – момент різання при нарізанні різьби $M12 \times 1,75$. Визначимо за [3, С.297] за формулою:

$$M_{\text{різ}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot P^y \cdot K_p,$$

де $C_M = 0,027$; $q = 1,4$; $y = 1,5$; [3, табл.51] – поправочні коефіцієнти;

D – діаметр різьби; $D=12$ мм;

P – крок різьби, $P = 1,75$ мм;

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує властивості оброблюваного матеріалу [3, С.264]:

$$K_{\text{mp}} = (HB/150)^{0,6} = (229/150)^{0,6} = 1,29.$$

де HB – твердість ($HB=229$).

Момент різання $M_{\text{різ}} = 10 \cdot 0,027 \cdot 12^{1,4} \cdot 1,75^{1,5} \cdot 1,29 = 10 \cdot 0,027 \cdot 32,4 \cdot 2,32 \cdot 1,29 = 26,18 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Момент опору $M_{\text{опору}}$, спричинений силою закріплення W , визначимо за рис.6, як:

$$M_{\text{опору}} = W \cdot L/2$$

Підставляючи визначені величини у формулу $M_{\text{опору}} = K \times M_{\text{різ}}$, отримаємо:

$$W \cdot L/2 = K \cdot M_{\text{різ}},$$

Звідки необхідне зусилля закріплення:

$$W = 2 \cdot K \cdot M_{\text{різ}} / L = 2 \cdot 2,0 \cdot 26,18 / 0,025 = 4190 \text{ Н}$$

Закріплення деталі проводиться рівноплечим важелем від гайки, що знаходиться посередині важеля і яка повинна забезпечити привідне зусилля Q :

$$Q = 2 \cdot W = 2 \cdot 4190 = 8380 \text{ Н}.$$

3.2. Розрахунок елементів пристрою на міцність.

Закріплення деталі відбувається важелем через гайку $M16$, яка нагвинчена на стержень з різьбою $M16$. За [4] гвинтове з'єднання різьбою $M16$ може передавати робоче зусилля (з ненормованим затягуванням гайки) до 12000 Н, що значно більше необхідного зусилля Q .

Отже, різьбове з'єднанням не буде перевантажене і його спряжені деталі будуть знаходитися в задовільному напруженому стані.

Вибір корпусних елементів пристрою.

Корпусні деталі пристрою виготовляємо з листового прокату, з якого вирізаємо заготовки і виконуємо наступну механічну обробку.

Опис роботи пристрою.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		54

Установлюємо деталь Опора (1) на підставку базову (5) за допомогою Плити опорної (4) і прихвата (7),
 Функція стопора (11) до кронштейна 13 за допомогою рукоятки 10 стопорити поворотну плиту 2 .
 Кронштейн 13 кріпиться до основи. Вісь центральна 18 слугує для з'єднання плити поворотної 2 з основою 14.

3.3. Проектування різального інструменту.

Фреза торцева для обробки плоских поверхонь оснащена вставними ріжучими елементами ножами, з багатограничними ріжучими непереточувальними пластинами з механічним кріпленням, що розміщені у корпусі на повздовжніх пазах, що зафіксовані механічно за допомогою гвинтів. Додатково пристрій модернізований сферичними самовстановлюючими шайбами (під болтами) , а поверхні втулок виконані конічними.

3d модель торцевої фрези.

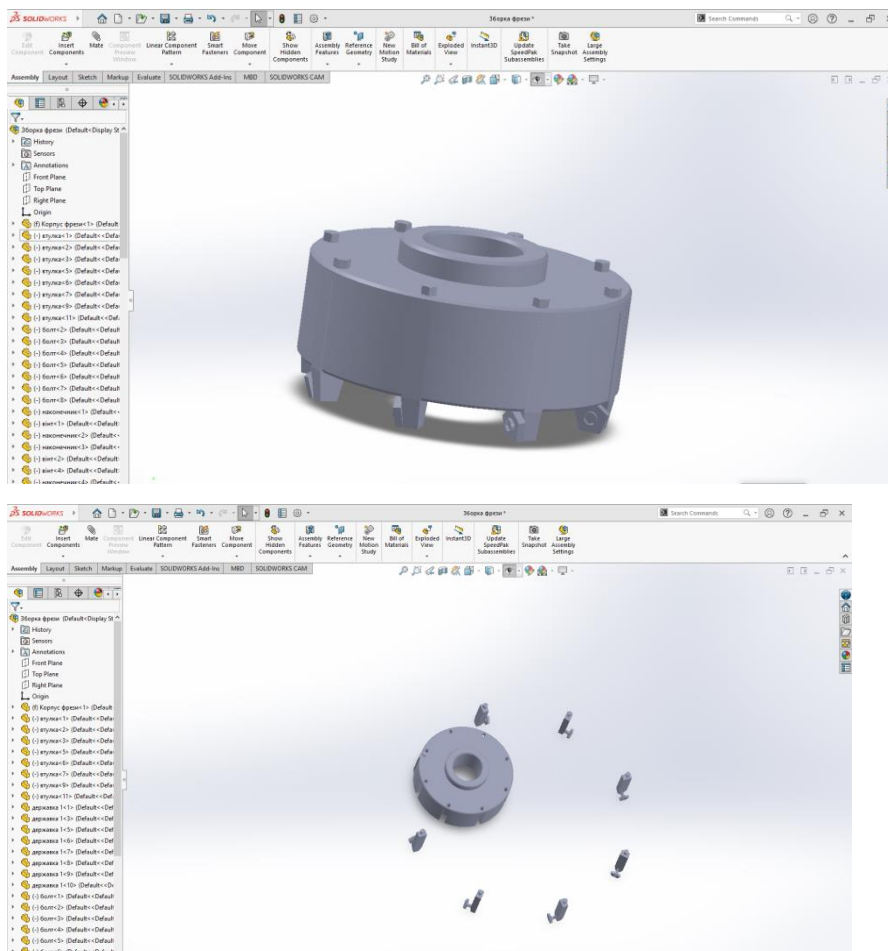


Рис. 3.7. 3d модель торцевої фрези.

				ХНТУ 13303 ПЗ		Арк.А
						55
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

Розрахунок на міцність в САЕ системах (SolidWorks).

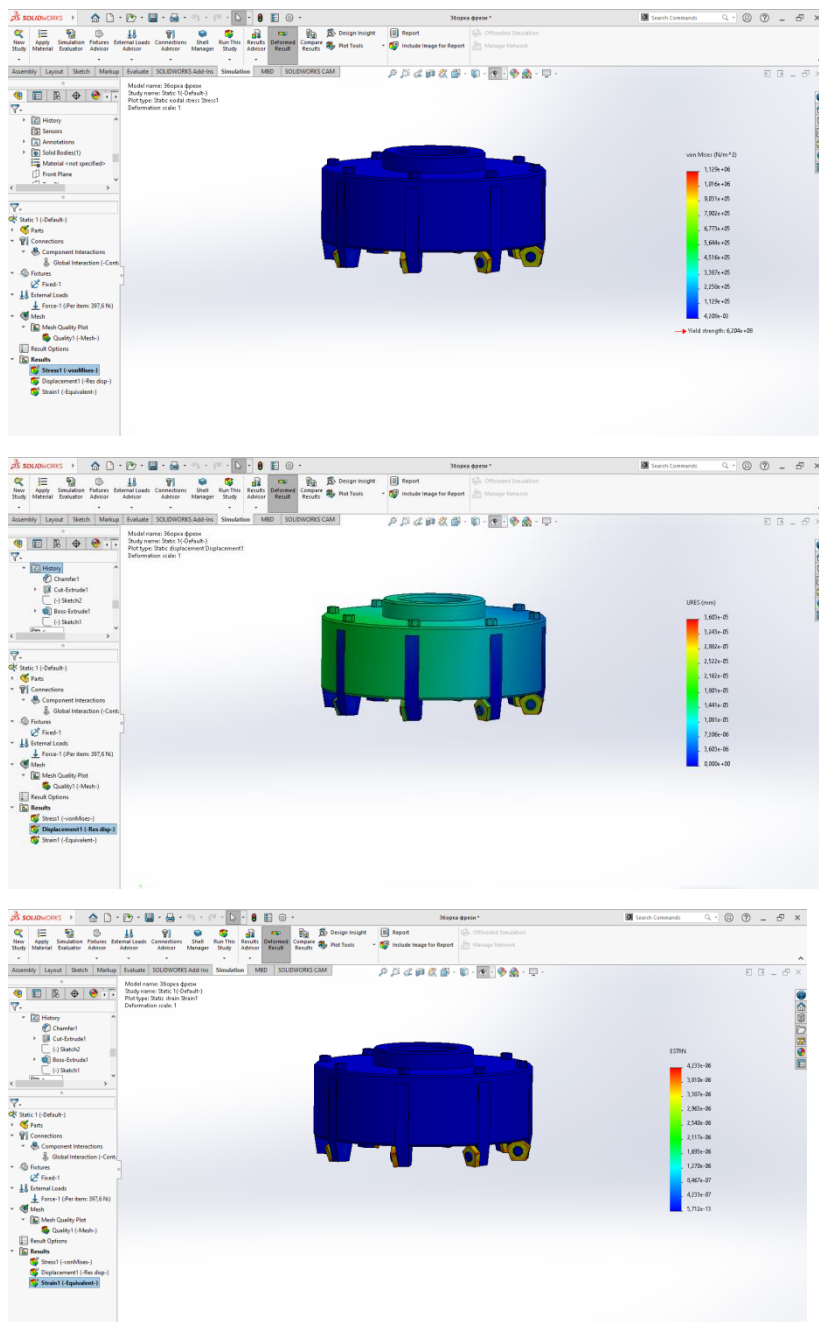


Рис. 3.8. Розрахунок на міцність в САЕ системах (SolidWorks).

Робоче креслення інструменту.

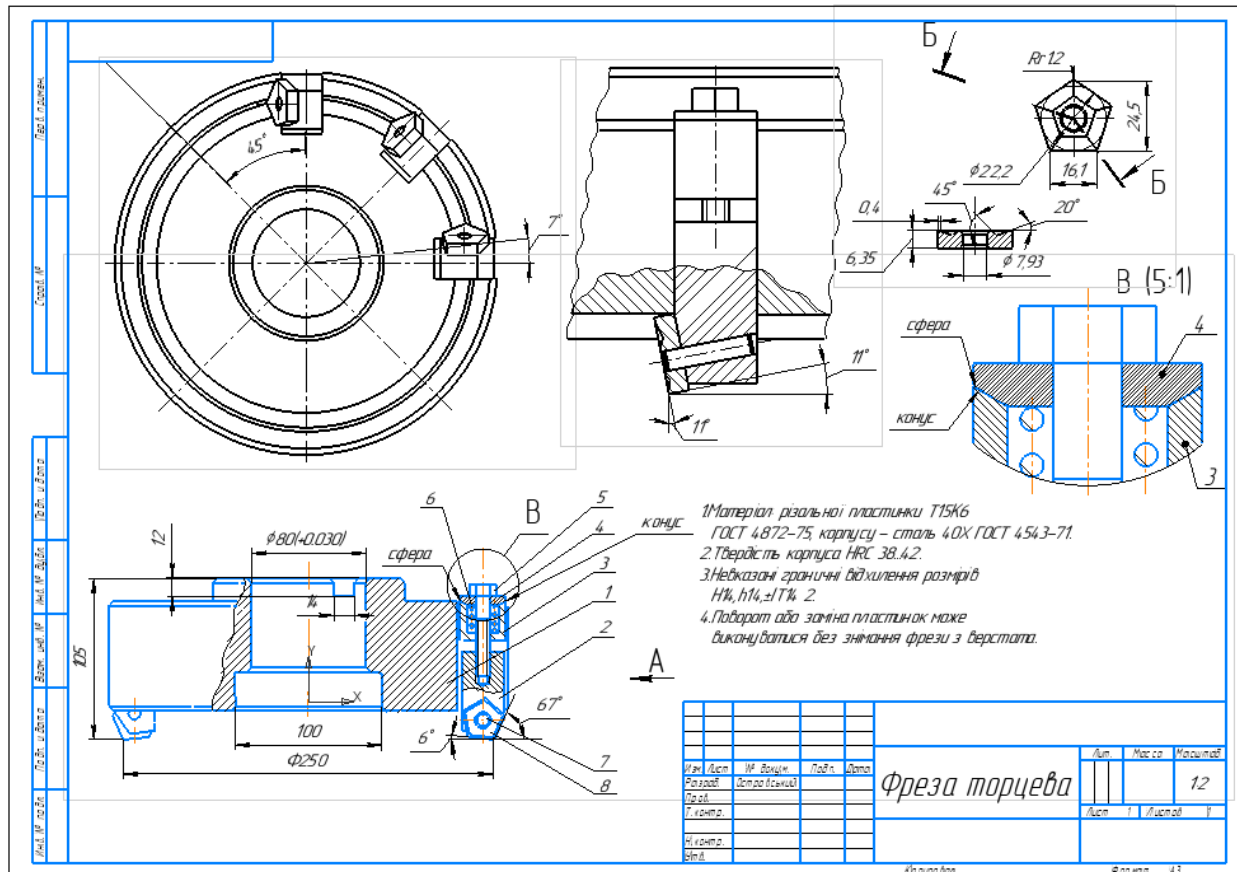


Рис. 3.9. Робоче креслення інструменту.

3.4. Проектування верстатного пристрою для зенкерування отворів Ø18H10, розрахунок на точність обробки, визначення схеми та сил закріплення.

Початкові дані для проектування пристрою.

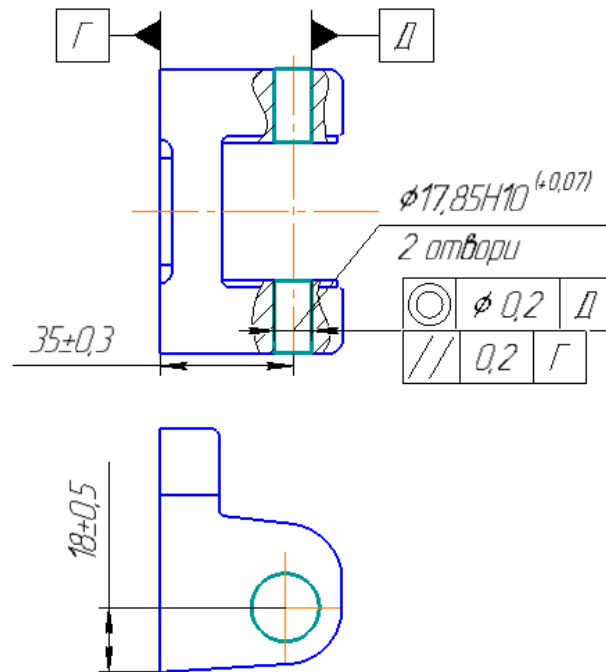
На 025 та 030 вертикально-свердлильних операціях виконується зенкерування та розвертання двох співвісних отворів Ø18F8 (рис. 3.10).

Зенкерування на операції 025 проводиться зенкером Ø17.85. Остаточне розвертання отворів Ø18F8 проводиться машинною розверткою на операції 030. Для виконання цих операцій необхідно використання кондуктора з використанням швидкозмінних кондукторних втулок для спрямування різального інструменту (зенкера на 025 операції та розвертки на 030 операції). На операції 030 допускається кондукторні втулки не використовувати так як машинна розвертка буде виконувати розвертання отвору Ø18F8, рухаючись і базуючись по уже отвору Ø17.85 після зенкерування.

Отже проектування пристрою достатньо провести для операції 025, де будуть витримуватися наступні вимоги до взаємного розташування отворів Ø17.85 (рис.3.10):

- вимоги, на які не впливає схема базування в пристрої: точність отримання

- вимоги, на які може вплинути вибір схеми базування деталі в пристрої:



1) розмір $35 \pm 0,3$ та паралельність оброблених отворів відносно поверхні основи Г не більше 0,2 мм. Дані вимоги можна забезпечити, користуючись принципом суміщення технологічної бази з конструкторською Г. Виберемо поверхню Г в якості установочної бази, яка забере в заготовки три ступені вільності.

2) розмір $18 \pm 0,5$ можна забезпечити, вибравши поверхню кромки деталі в якості напрямної бази. Вибір кромки в якості бази дозволить уникнути похибки базування на розмір $18 \pm 0,5$ (вона буде рівна нулю).

Розробка схеми базування, вибір установочних елементів та схеми установки деталі в пристрої

Схема базування згідно вибраних вище баз показана на рис.2.

Поверхня Г є установочною базою (опорні точки 1, 2 та 3). Нижня кромка є напрямною базою (опорні точки 4 і 5). Для базування опори в осьовому напрямку виберемо нижню поверхню вуха: вона буде опорною базою (опорна точка 6). Вибрані бази заберуть в заготовки 6 ступенів вільності та забезпечать повне базування заготовки в пристрої.

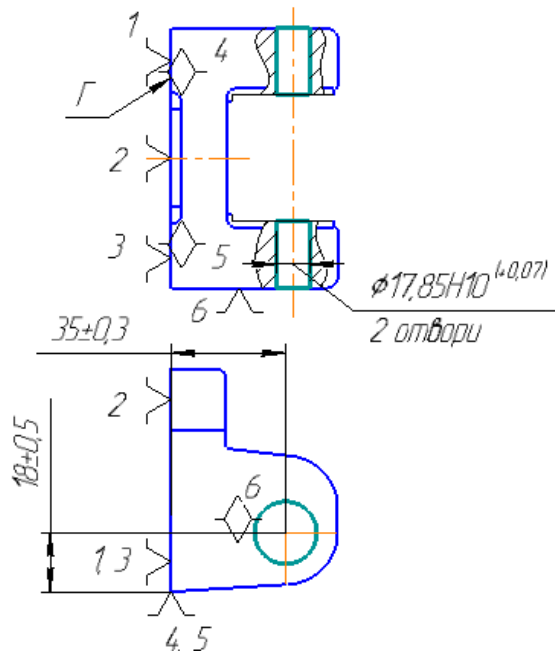


Рис. 3.11. Схема базування заготовки на операції 025

На основі вибраної схеми базування вибираємо наступні установочні елементи пристрою (рис.3.12):

- для базування опори по чистій поверхні Γ використаємо опорні штирі з плоскими головками;
- для базування заготовки по кромці деталі використаємо два циліндричні пальці, які забезпечать точковий контакт з кромкою в необхідних крайніх положеннях;
- для базування деталі в осьовому напрямку можна використати підвідну опору, з допомогою якої можна відрегулювати зручне положення заготовки в пристрої перед початком виконання операції.

Для попереднього притискання заготовки до установочних елементів (опорних штирів та пальців) використовуємо *допоміжний затиск I циліндричної форми*. Це буде вісь, яку притискатимемо в кут заготовки від окремого гвинтового механізму (гвинта).

Основне затискування заготовки будемо проводити по верхній поверхні вух опори, використовуючи *здвоєний затиск*. Враховуючи достатньо високу точні литва заготовки використаємо *здвоєний затиск II у формі ексцентрика*.

Спрямування зенкера при виконанні зенкерування 2-х отворів $\text{Ø}17,8\text{H}10$ проведемо за допомогою 2-х змінних кондукторних втулок, які розташуємо над кожним вухом деталі.

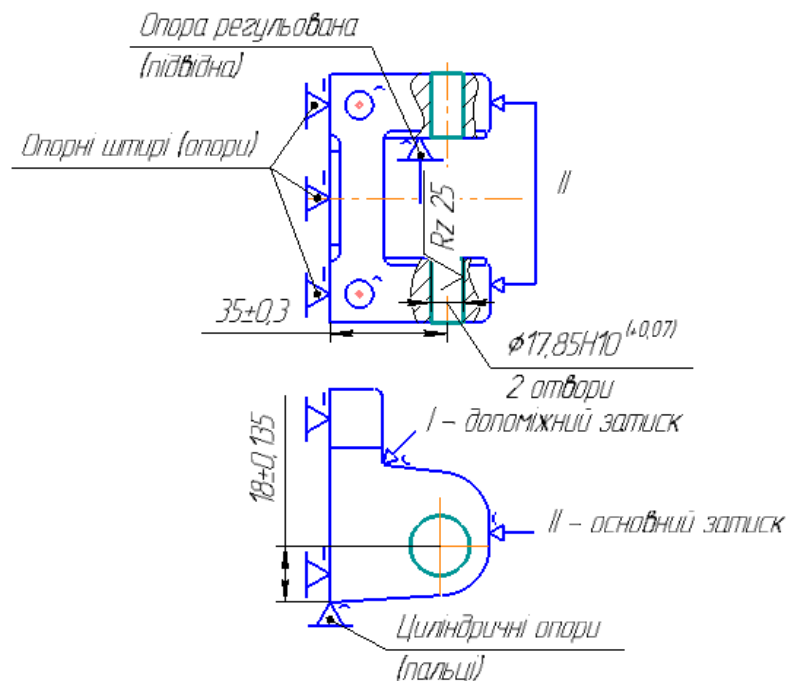


Рис. 3.12. Схема установки заготовки на операції 025.

Розрахунок пристрою на точність обробки

Розмір $35 \pm 0,3$ є однією з найвідповідальніших технічних вимог на точність якого впливає похибка установки ε_y деталі в пристрої, що проектується.

Умовою, за якою верстатний пристрій забезпечує необхідну точність обробки, є виконання такої нерівності [1, С.12-13]:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon],$$

де ε – дійсна величина похибки установки заготовки в пристрої, мкм;

$[\varepsilon]$ – допустима величина похибки установки заготовки в пристрої, мкм.

$$[\varepsilon] = T - k_y \omega,$$

де k_y – коефіцієнт запасу точності (від 0,6 до 0,8); прийmemo $k_y = 0,6$;

ω – середнє значення економічно доцільної точності виду механічної обробки, мкм [1, С.113, табл.К14]: $\omega = 0,16 (\pm 0,08)$ мм;

T – допуск на розмір $35 \pm 0,3$; $T = 0,6$ мм.

Тоді $[\varepsilon] = 0,6 - 0,6 * 0,16 = 0,6 - 0,096 = 0,504$ мм = 504 мкм.

Дійсна похибка обробки на верстатному пристрої розраховується за формулою:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{\pi}^2},$$

де ε_6 – похибка базування заготовки, мкм; $\varepsilon_6 = 0$, оскільки технологічна база співпадає з конструкторською;

ε_3 – похибка закріплення, мкм; [1, С.120, табл.М.3]; $\varepsilon_3 = 100$ мкм;

ε_n – похибка положення заготовки, мкм; спричинена неточністю виготовлення верстатного пристрою та зношуванням його установочних елементів, як правило не перевищує 0,05 мм (50 мкм) [2].

Отже дійсна величина похибки установки рівна:

$$\varepsilon = \sqrt{0^2 + 100^2 + 50^2} = \sqrt{10000 + 2500} = 112 \text{ мкм.}$$

Оскільки умова $\varepsilon \leq [\varepsilon] = 112 < 504$ мкм виконується то точність отримання розміру $35 \pm 0,3$ у пристосуванні, що проектується, буде забезпечена.

Розробка схеми закріплення та визначення сили закріплення

Схема закріплення з вказуванням діючих навантажень при зенкеруванні отвору зенкером $d_3 = 17,85$ мм показана на рис.3.13.

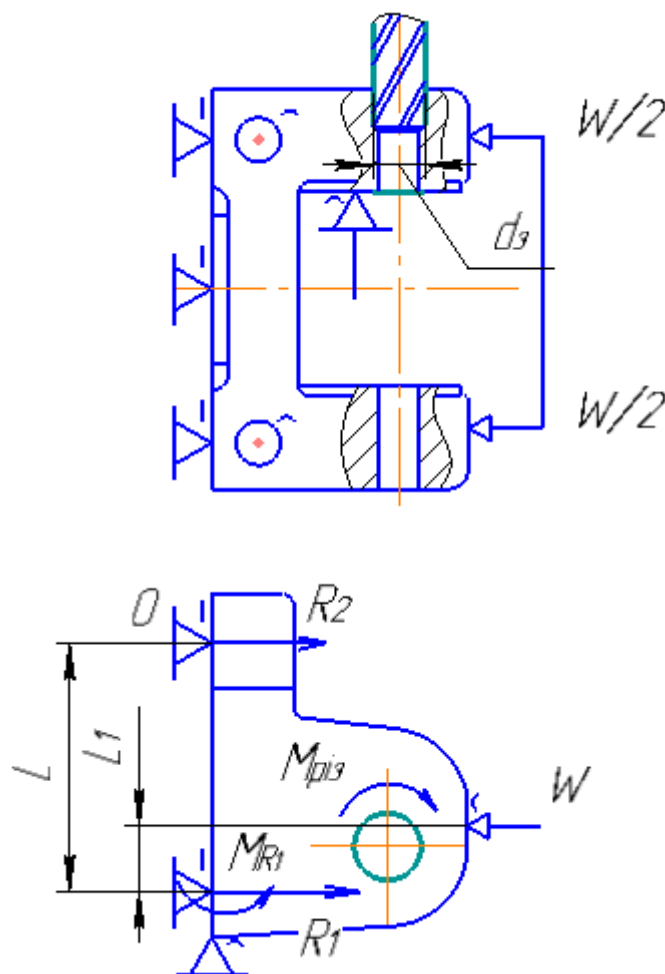


Рис. 3.13. Схема закріплення для визначення зусилля закріплення W .

Для надійного закріплення деталі в пристрої необхідно, щоб момент сил опору M_{R1} був більший від моменту різання M_{pi3} від зенкера:

$$M_{R1} > M_{\text{різ}},$$

або

$$M_{R1} = K \times M_{\text{різ}},$$

де K – коефіцієнт запасу. Прийmemo $K=2,0$, враховуючи те, що момент різання може суттєво зрости при затупленні зенкера.

$M_{\text{різ}}$ – момент різання при зенкеруванні отвору $\varnothing 17,85$. Визначимо за [3, С.297] по формулі:

$$M_{\text{різ}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot K_p,$$

де $C_M = 0,17$; $q = 0,85$; $x = 0,8$; [3, табл.32] – поправочні коефіцієнти;

D – діаметр зенкера; $D = d_3 = 17,85$ мм;

t – глибина різання: $t = (17,85 - 13,5) / 2 = 4,35 / 2 = 2,2$ мм;

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує властивості оброблюваного матеріалу [3, С.264]:

$$K_{\text{mp}} = (HB/150)^{0,6} = (229/150)^{0,6} = 1,29.$$

де HB – твердість ($HB=229$).

Момент різання $M_{\text{різ}} = 10 \cdot 0,17 \cdot 17,85^{0,85} \cdot 2,2^{0,8} \cdot 1,29 = 10 \cdot 0,17 \cdot 11,58 \cdot 1,88 \cdot 1,29 = 47,74$ Н*м.

Момент сил опору M_{R1} :

$$M_{R1} = K \times M_{\text{різ}} = 2,0 \cdot 47,74 = 95,48$$
 Н*м

Визначимо реакцію в опорі R_1 . Момент опору M_{R1} , спричинений реакцією R_1 відносно точки O від дії сили закріплення W , визначимо за рис.4, як:

$$M_{R1} = R_1 \cdot L,$$

Звідки $R_1 = M_{R1} / L = 95,48 / 0,058 = 1650$ Н

Необхідну силу закріплення W визначимо, склавши рівняння рівноваги заготовки під дією моментів від дії сили закріплення W та реакції R_1 відносно точки O :

$$R_1 \cdot L = W \cdot (L - L_1).$$

Звідки

$$W = R_1 \cdot L / (L - L_1) = 1650 \cdot 58 / (58 - 10) = 1994$$
 Н

Оскільки зусилля закріплення є досить значним, то закріплення деталі будемо проводити за допомогою ексцентрикового механізму від рукоятки.

Розрахунок параметрів ексцентрикового затиску

Для затиску деталі використаємо ексцентриковий механізм вилчастого типу.

Параметри ексцентрикового затиску (рис.3.14) виберемо по необхідному зусиллю затиску ($W = Q = 1994$ Н) за [4, С.184, табл.4]. Прийmemo розрахункове

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		62

значення сили затиску $W_{розр} = Q = 2000\text{Н}$, діаметр ексцентрика $D=60\text{ мм}$ та за табл.4 [4] визначимо крутний момент на рукоятці ексцентрика $M_{кр} = 1680\text{ кгс*мм} = 16,8\text{ Н*м}$.

Для визначення довжини рукоятки L ексцентрика (рис.3.14) приймемо нормативну силу P на кінці рукоятки рівною $P=150\text{ Н}$ [5, С.165]. Тоді довжина рукоятки L :

$$L = M_{кр}/P = 16,8/150 = 0,112\text{ м} = 112\text{ мм}.$$

Приймемо довжину рукоятки $L_{np} = 125\text{ мм}$.

Інші параметри ексцентрика вибираємо за [4]:

R – радіус ексцентрика: $R = 30\text{ мм}$;

β – кут повороту ексцентрика при затиску;

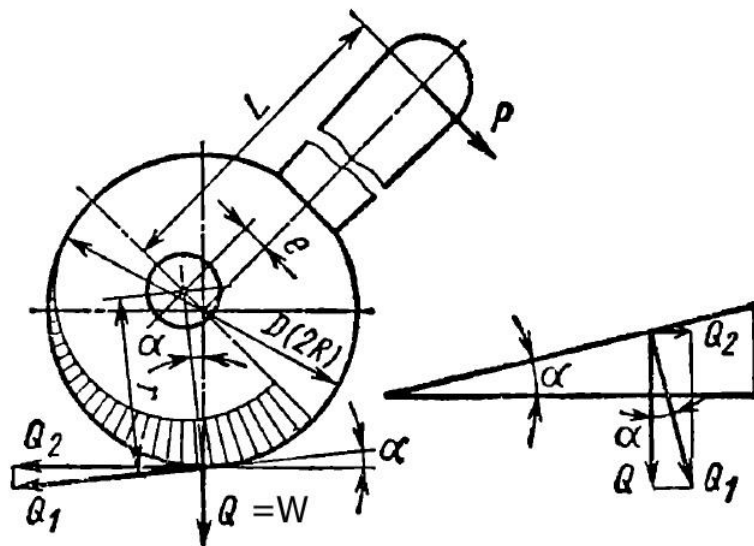


Рис. 3.14. Схема для визначення параметрів ексцентрикового механізму.

$\text{tg}\varphi_1$ і $\text{tg}\varphi_2$ – коефіцієнти тертя відповідно по затискуваній поверхні і осі ексцентрика: $\text{tg}\varphi_2 = 0,05$. Самогальмування ексцентрика відбувається при

$$\text{tg}\varphi_1 > \text{tg}\alpha,$$

де α – кут підйому кривої ексцентрика (для круглого ексцентрика α є непостійним); приймемо за [4] $\text{tg}(\alpha + \varphi_1) = 0,2$.

Величину ексцентриситету e ексцентрика (рис.3.14) визначимо із умови самогальмування ексцентрика: $D/e \geq 14$. Звідки $e \leq D/14 = 4,3\text{ мм}$. Приймемо $e = 4,0\text{ мм}$.

Інші розміри ексцентрикового затиску призначаємо конструктивно.

Далі проробляємо моделі деталей допоміжного затиску опори (рис.3.17).

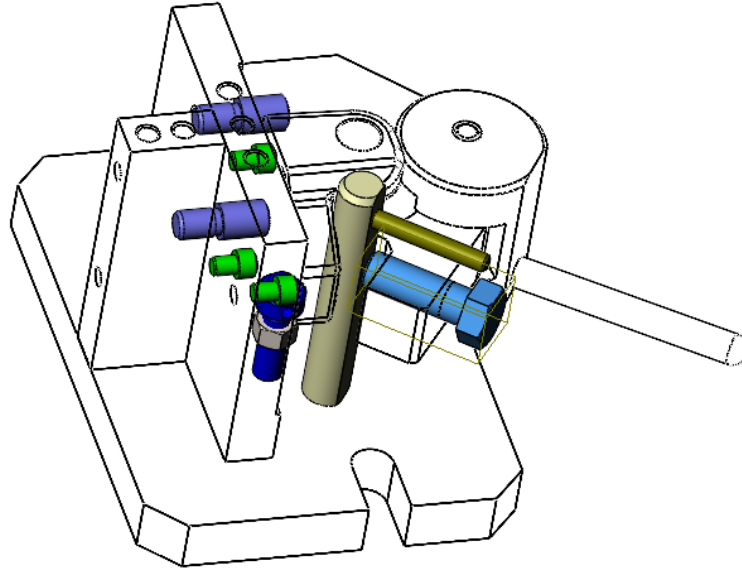


Рис. 3.17. Допоміжний затиск болтом М16 через довгий упор з ручкою для витягування.

Після цього будуємо моделі верхньої кондукторної втулки та кондукторної плити (рис.3.18).

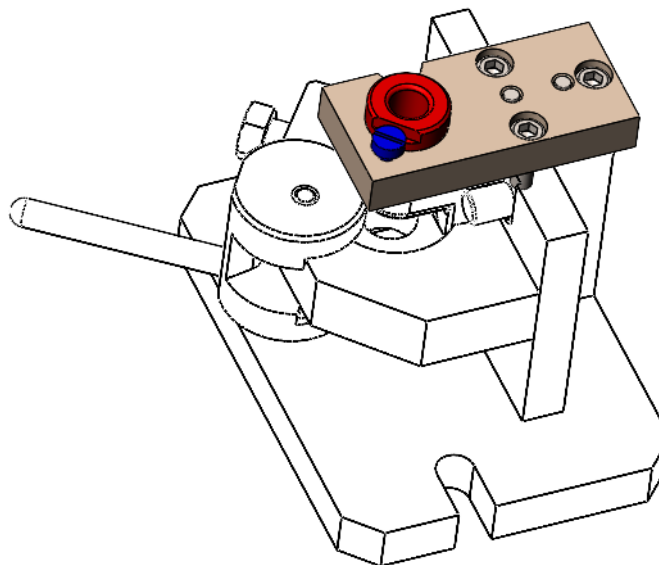


Рис. 3.18. Кондукторна плита з кондукторною втулкою для спрямування зенкера.

Розробляємо модель нижньої кондукторної втулки та пропрацюємо конструкцію зварного корпусу пристрою (рис. 3.19).

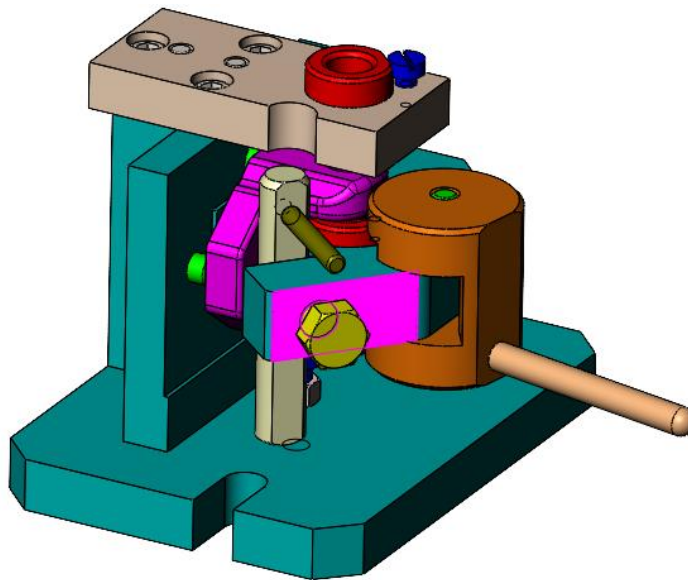


Рис. 3.19. Загальний вигляд пристрою.

3.6. Розрахунок елементів пристрою на міцність.

Однією з найбільш навантажених деталей пристрою є вісь ексцентрика, яка працює на згин. Деталь виготовляється зі сталі 45 ГОСТ 1050 з покращенням до HRC 40...50 та $\sigma_T=375$ МПа ($\sigma_B=650$ МПа).

Зусилля W на вісь передається на її кінці (по $l=20$ мм) від вилчастого ексцентрика по $W/2=2000/2=1000$ Н та сприймається нижньою кондукторною плитою на довжині $L=30$ мм.

Розрахунковий діаметр осі d [6, С.10] визначимо за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_n}{0,1[\sigma_{из}]}}$$

де M_n – максимальний згинаючий момент в небезпечному перетині (середина осі):

$$M_n = W \cdot (l + L) / 2 = 2000 \cdot (0,02 + 0,03) / 2 = 10 \text{ Н} \cdot \text{м} = 10^4 \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$[\sigma_{из}]$ – допустиме напруження на згин: $[\sigma_{из}] = 135 \text{ Н/мм}^2$ [6, С.21];

$$d = (10^4 / (0,1 \cdot 135))^{1/3} = 741^{1/3} = 9,04 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр осі $d = 10$ мм.

Вибір корпусних елементів пристрою

Корпусні деталі пристрою та кондукторні плити виготовляємо з листового прокату, з якого вирізаємо заготовки і виконуємо наступну механічну обробку.

Опис роботи пристрою

Кондуктор встановлюється на стіл вертикально-свердлувального верстата мод. 2С132. Кондукторні втулки пристрою суміщають з віссю шпинделя верстата. В цьому положенні пристрій закріплюють болтами на столі верстата.

Будова пристрою описана на аркуші його креслення та специфікації.

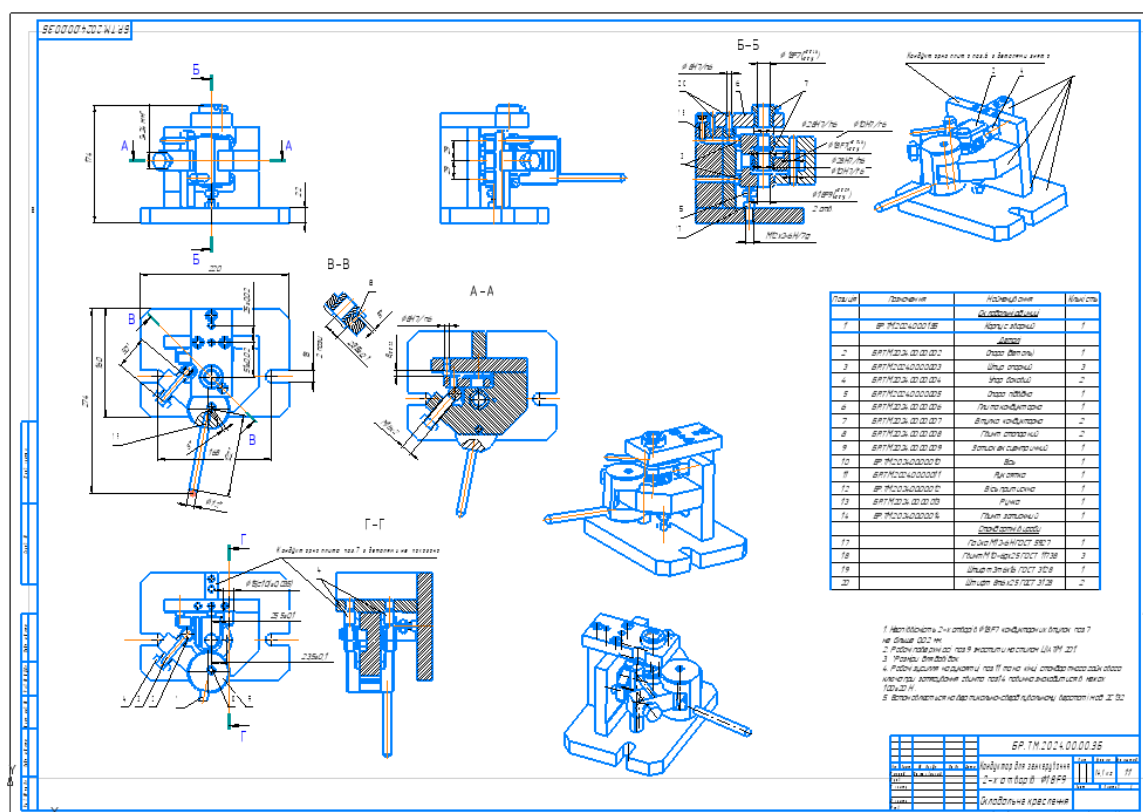
Пристрій працює наступним чином. Оброблювана деталь «опора» встановлюється в кондуктор на установлювальні елементи (3 штирі, 2 циліндричні упори та підвідну опору). Далі в проїму (кут) «опори» вставляється допоміжний затиск з ручкою. За допомогою гайкового ключа повертають болт М16 та притискають затиском опору до установочних елементів пристрою (штирів та упорів).

Після цього виконують основне затискання деталі ексцентриковим механізмом. Для цього рукоятку з ексцентриком повертають за годинниковою стрілкою до затиску деталі. Орієнтовне зусилля на рукоятці ексцентрика повинно бути близько (не менше) 150 Н.

Далі виконується операція зенкерування отвору.

Розкріплення деталі проводять у зворотному порядку.

На наступні операції розвертання отворів в «опорі» кондукторні втулки в пристрої знімають. Обробку отворів проводять машинною розверткою, яка спрямовується попередньо прозенкерованими отворами в деталі «опора».



РОЗДІЛ 4.ПРОЕКТУВАННЯ МЕХАНООБРОБНОЇ ДІЛЬНИЦІ.

4.1. Опис системи Siemens Tecnomatix Plant Simulation.

Plant Simulation — це комп'ютерна програма , розроблена Siemens Digital Industries Software для моделювання , імітації , аналізу , візуалізації та оптимізації виробничих систем і процесів, потоків матеріалів і логістичних операцій. Plant Simulation, дозволяє користувачам оптимізувати матеріальні потоки та використання ресурсів, а також логістику для всіх рівнів планування заводу від глобальних виробничих потужностей, місцевих заводів до окремих ліній. У рамках *Plant Design and Optimization Solution* портфолію програмного забезпечення, до якого належить Plant Simulation, разом із продуктами Digital Factory і Digital Manufacturing є частиною програмного забезпечення для управління життєвим циклом продукту (PLM). Додаток дозволяє порівнювати складні виробничі альтернативи , включаючи іманентну логіку процесу, за допомогою комп'ютерного моделювання. Plant Simulation використовується окремими спеціалістами з планування виробництва, а також міжнаціональними підприємствами, головним чином для стратегічного планування компонування та контролю логіки та розмірів великих, складних виробничих інвестицій. Це один із основних продуктів, які домінують на ринку.

Основні функції та можливості системи Siemens Tecnomatix Plant Simulation включають:

1. Моделювання виробничих процесів: Система дозволяє створювати дитальні віртуальні моделі виробничих ліній та систем з урахуванням різних елементів, таких як машини, транспортні засоби, робочі місця складальне обладнання та інше.
2. Симуляція виробничих процесів: Після створення моделі системи Tecnomatix Plant Simulation дозволяє проводити симуляції роботи виробничих процесів. Це дозволяє виробникам аналізувати та оцінювати продуктивність, ефективність та потенційні проблеми виробничих систем до їх впровадження в реальному досвіді.
3. Оптимізація ресурсів: За допомогою системи Tecnomatix Plant Simulation можна виконати оптимізацію використання ресурсів, таких як людські ресурси, обладнання, матеріали та час, з метою продуктивності та зниження витрат.
4. Аналіз альтернативних сценаріїв: Система дозволяє проводити аналіз різних альтернативних сценаріїв виробничих процесів для вибору найбільш оптимального рівня.
5. Інтеграція з іншими системами: Tecnomatix Plant Simulation може

інтегруватися з іншими програмними продуктами Simulation, а також з системами керування виробництвом та автоматизації для обміну даними та забезпечення взаємодії між різними частинами виробничого процесу.

Ця програма допомагає виробникам підвищити ефективність, знизити витрати та покращити керованість виробничими процесами шляхом використання віртуального моделювання та аналізу виробничих систем.

4.2. Імітаційна модель дільниці, аналіз та верифікація виробничих даних.

Моделювання виробничої лінії.

Моделювання виробничої лінії у середовищі «Tecnomatix Plant Simulation» на прикладі обробки деталей на вісьмох станках.

Створюю нову 3D модель.

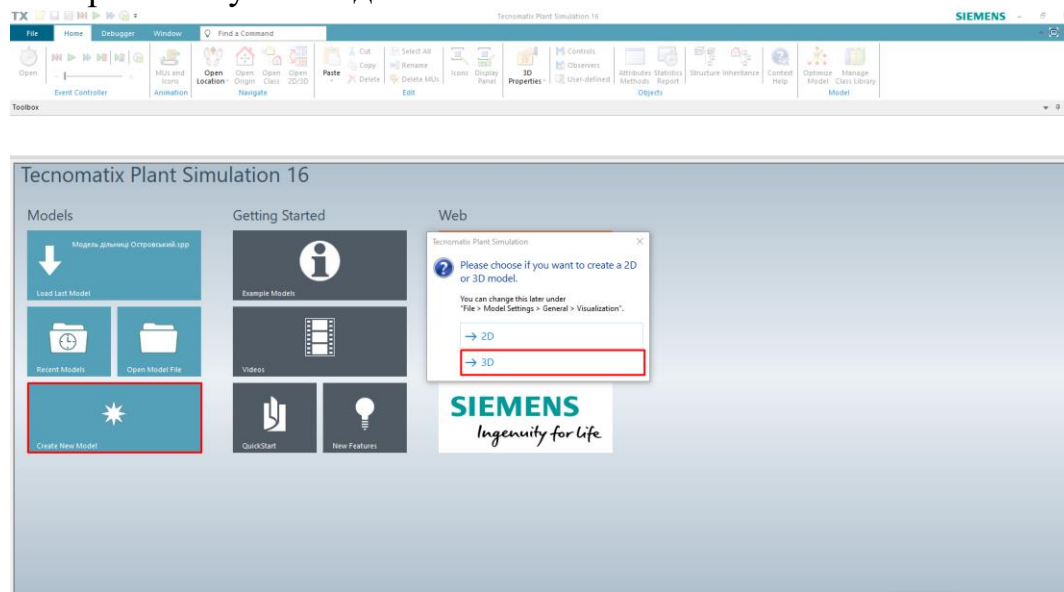


Рис. 4.1. Створення нової моделі.

Підготовка імітаційної моделі.

При проектуванні зручно використовувати режим планування.

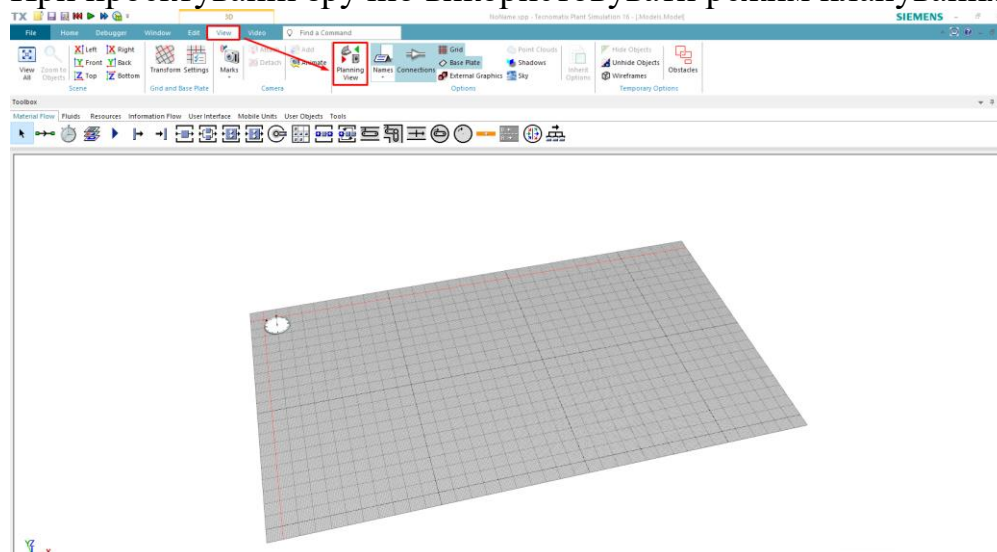


Рис. 4.2. Вибір режиму планування.

Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата

ХНТУ 13303 ПЗ

Арк.А

| 69

Створюю об'єкт «Source» – джерело постачання деталей, які надалі будуть переміщуватись у виробничій системі. «Source» може, наприклад, являти собою верстати, що оброблюють деталі, або приймальний відділ підприємства. Для розміщення об'єктів використовую Панель об'єктів (Toolbox) .

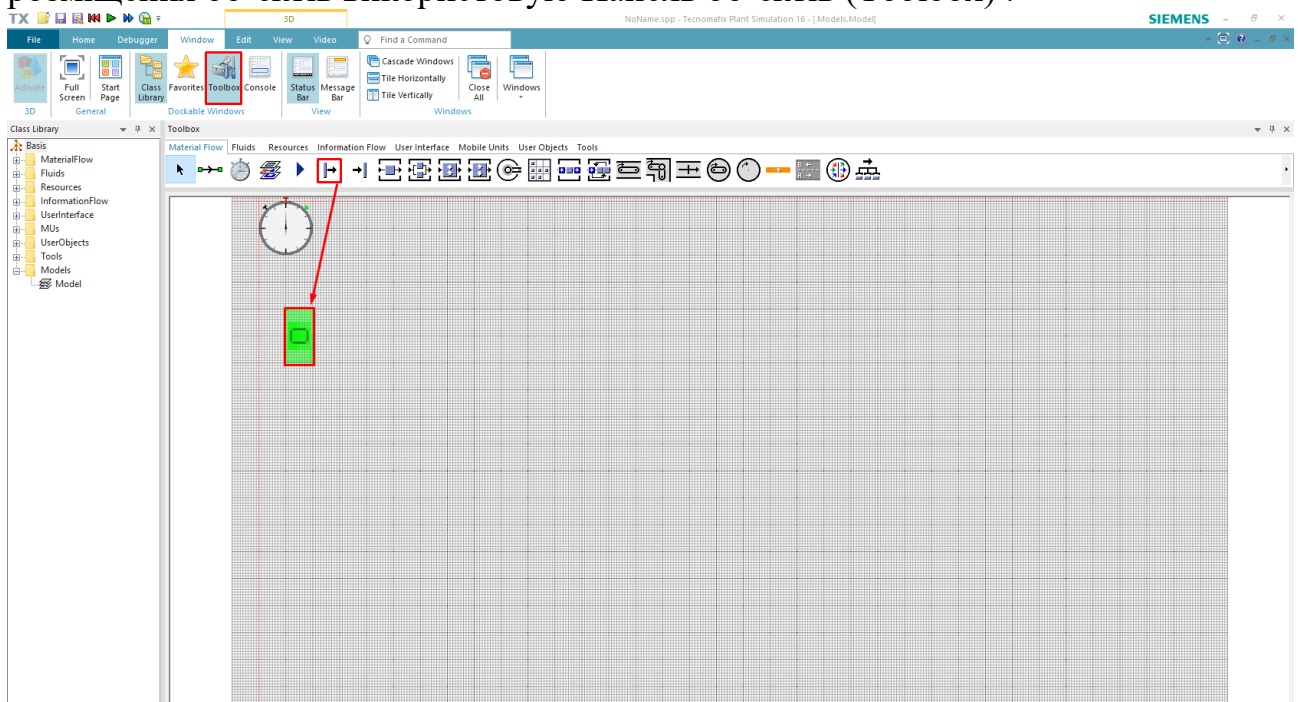


Рис. 4.3. Розміщення об'єкта «Source».

Тепер розміщую моделі верстатів.

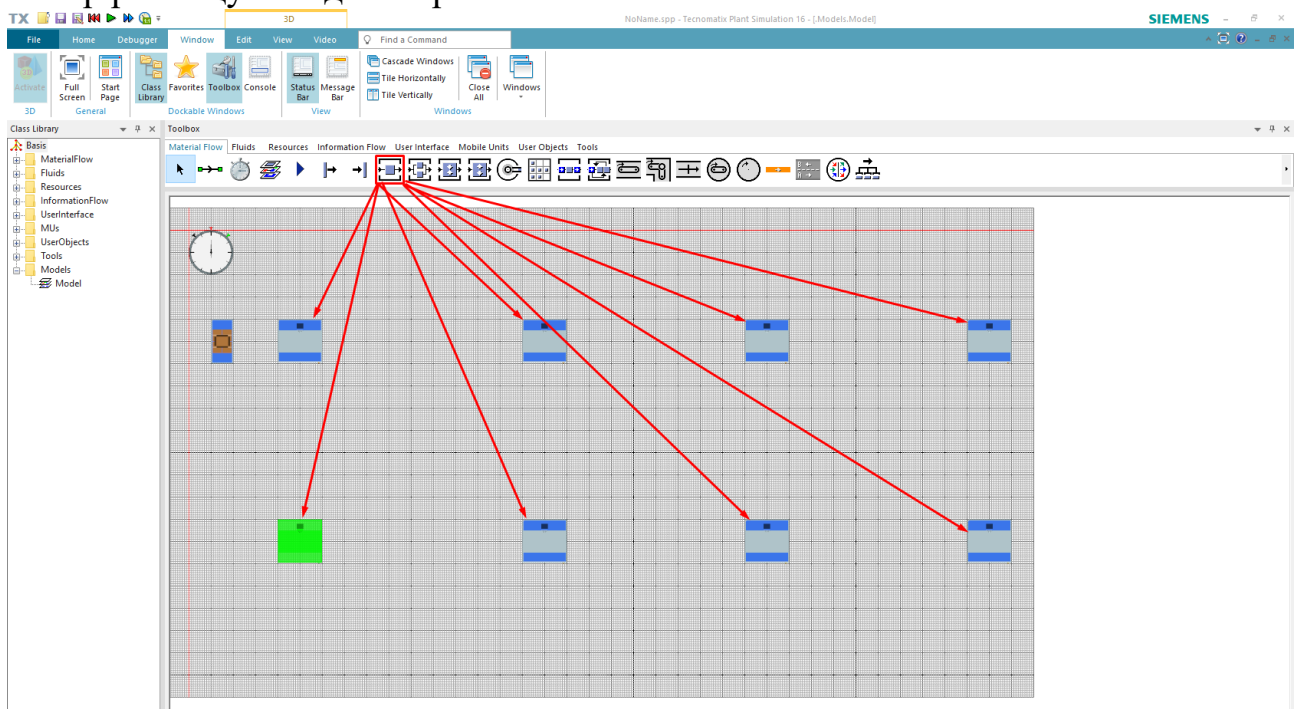


Рис. 4.4. Розміщення об'єктів «SingleProc».

Наступний об'єкт – це «Drain». «Drain» видаляє деталі з виробничої системи. На підприємстві, це може бути, наприклад, склад готової продукції, дільниця відвантаження.

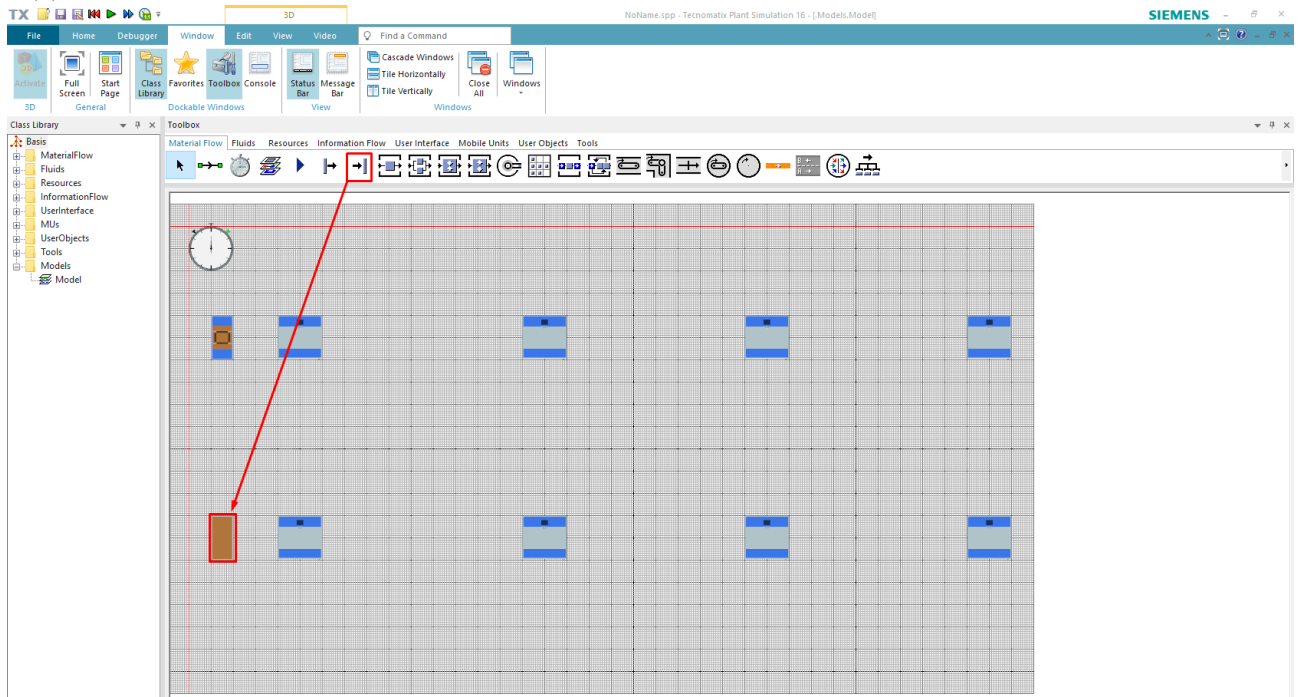


Рис. 4.5. Розміщення об'єкта «Drain».

Для збільшення пропускної здатності об'єкту «Drain» між об'єктами «MyStation» та «MyStation1» необхідно вставити елемент «Buffer» .

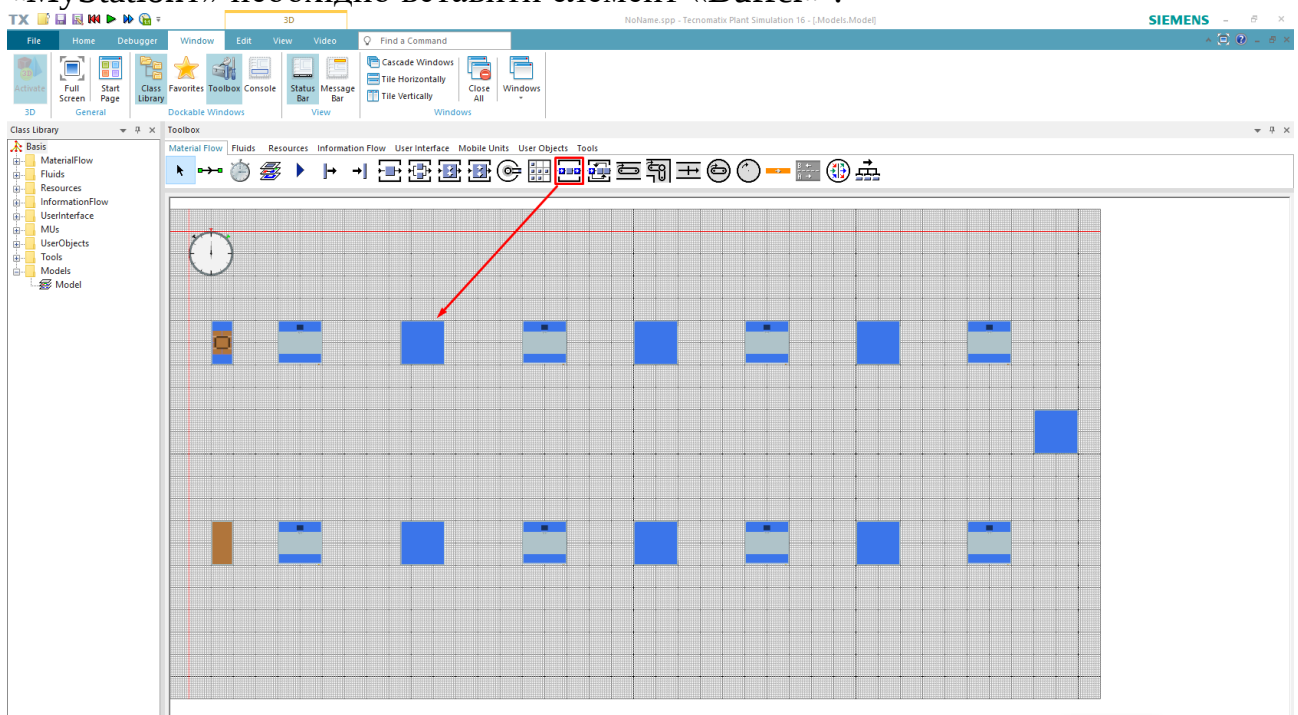


Рис. 4.6. Розміщення об'єкту «Buffer».

Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата

ХНТУ 13303 ПЗ

Арк.А

| 71

Розміщені об'єкти з'єднують за допомогою елемента «Connector». Елементи типу «Connector» визначають переміщення деталей між станціями виробничої системи, тобто визначають потік матеріалів.

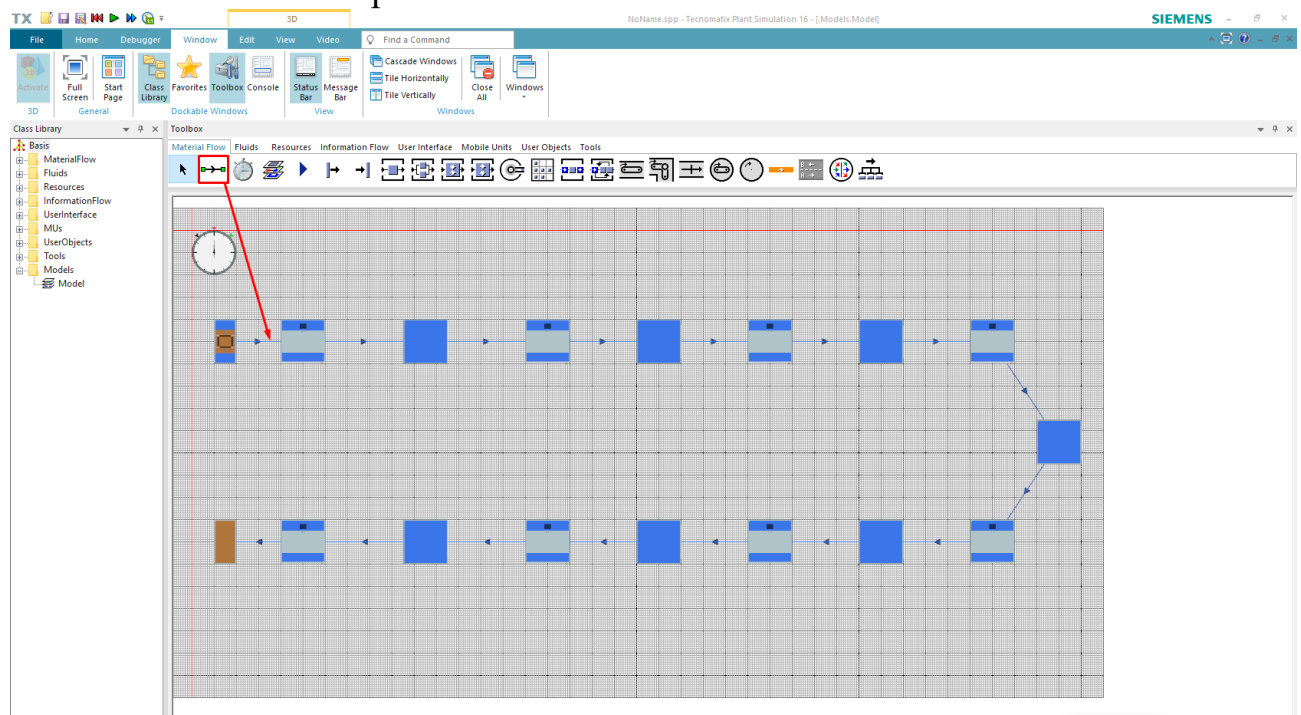


Рис. 4.7. Поєднання об'єктів за допомогою елемента «Connector».

Будую транспортну лінію.

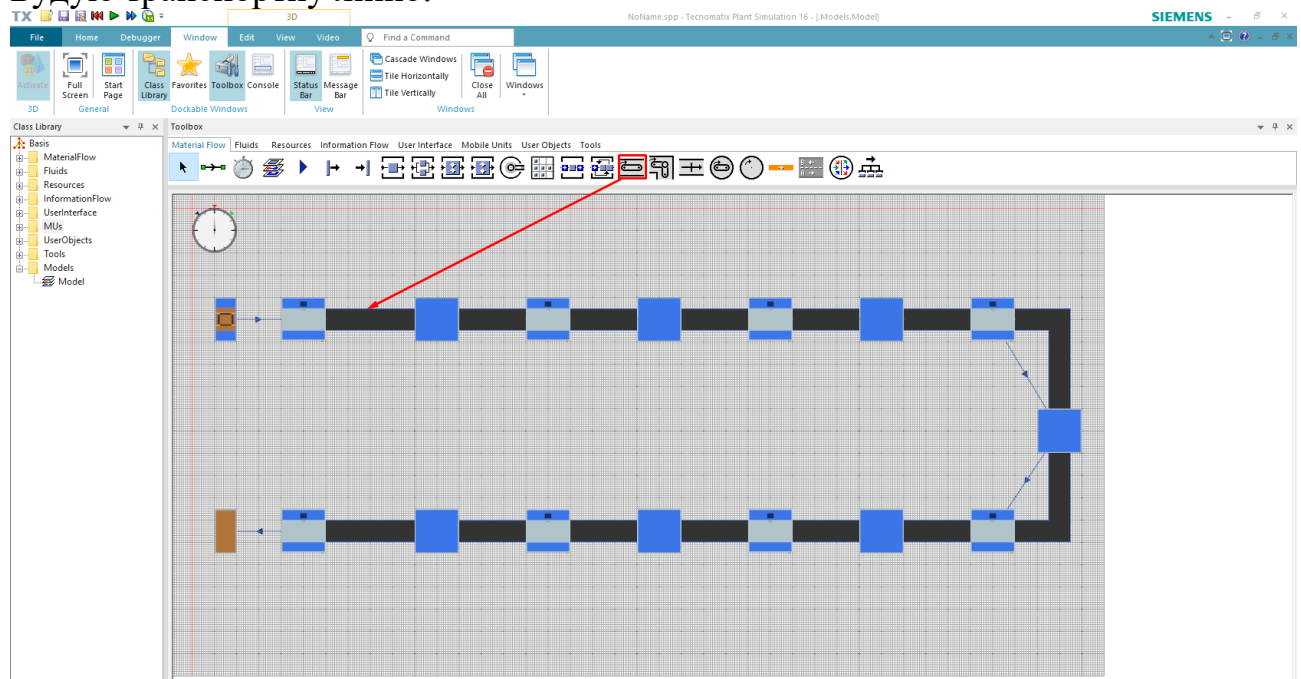


Рис. 4.8. Побудова лінії конвеєру.

Запуск імітації виробничого процесу з анімацією тривимірної моделі

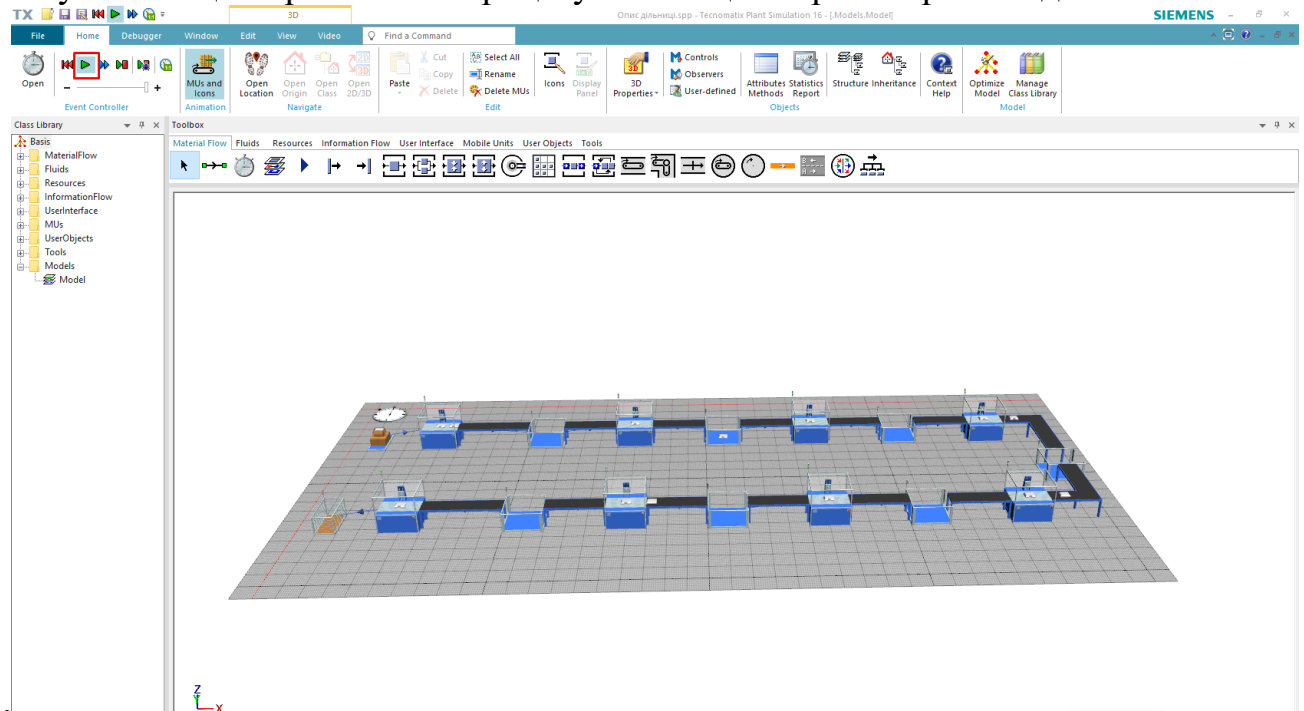


Рис. 4.9. Запуск імітації виробничого процесу.

Результати імітації виробничого процесу: середня тривалість життєвого циклу виробів, загальну пропускну здатність, пропускну здатність за хвилину/годину/день, тощо.

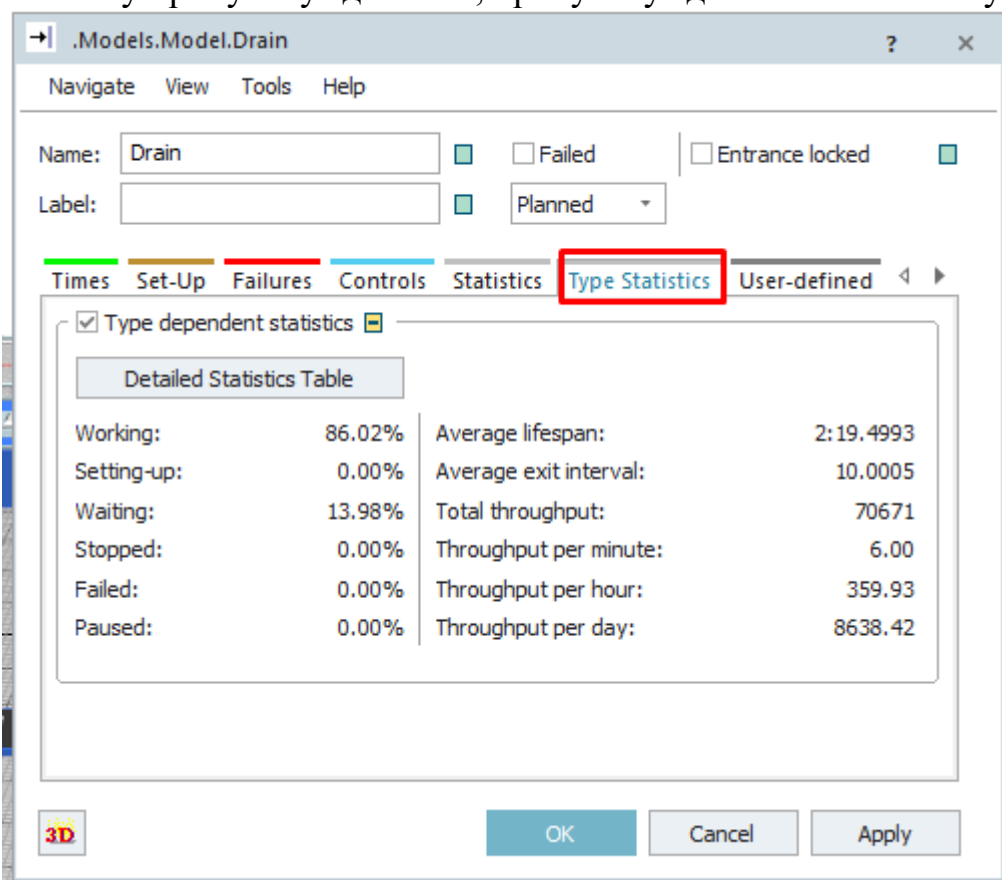


Рис. 4.10 . Статистичні дані імітаційного моделювання.

Представлення результатів моделювання в графічному виді за допомогою діаграм.

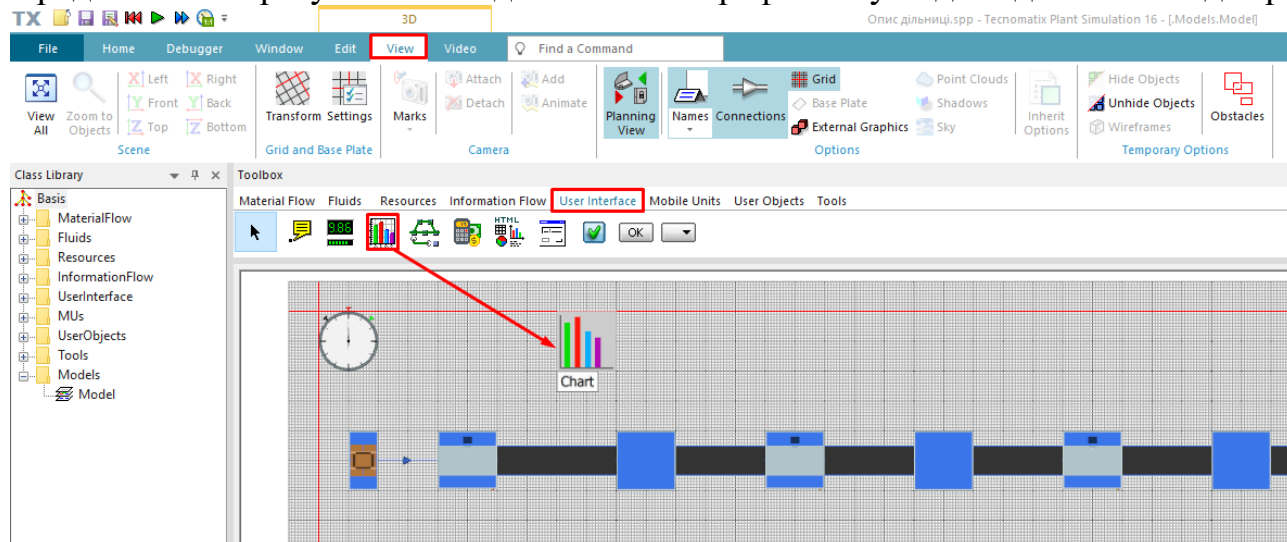


Рис. 4.11. Розміщення об'єкта «Chart».

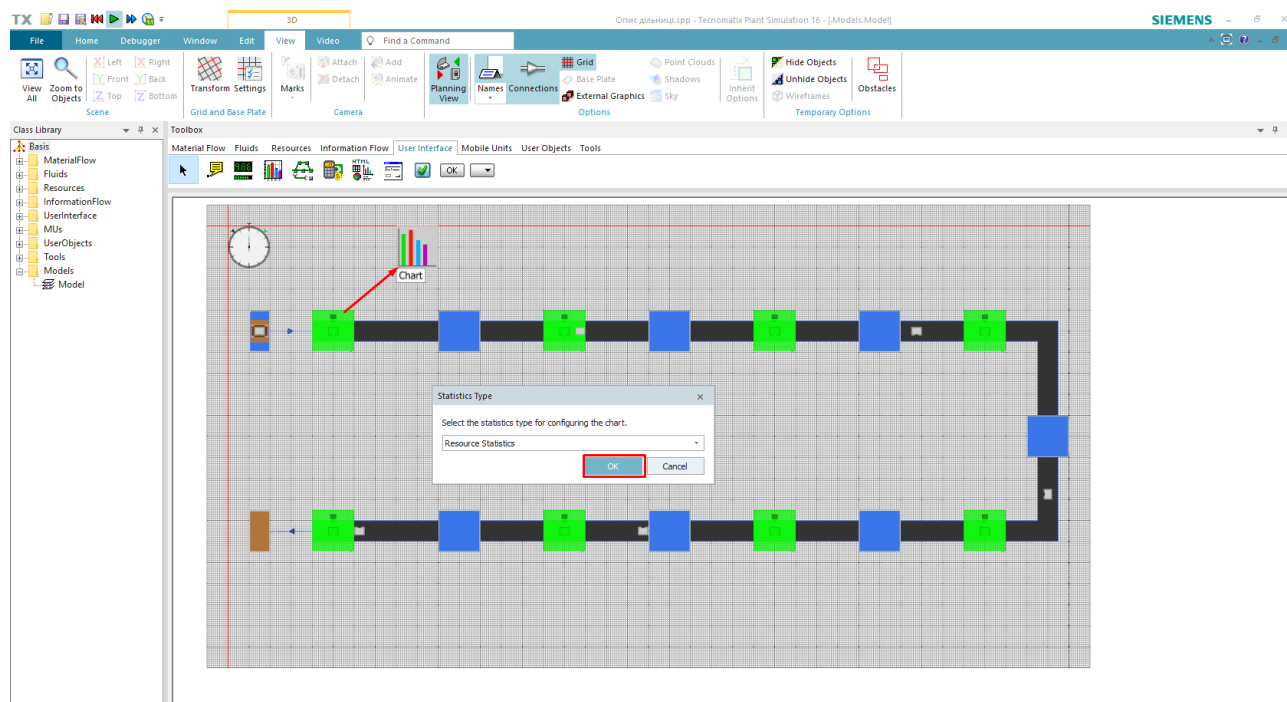


Рис. 4.12. Вибір об'єктів для відображення статистичних даних.

Оскільки ніяких налаштувань моделей верстатів ще не встановлено, діаграма демонструє робочий час 100%

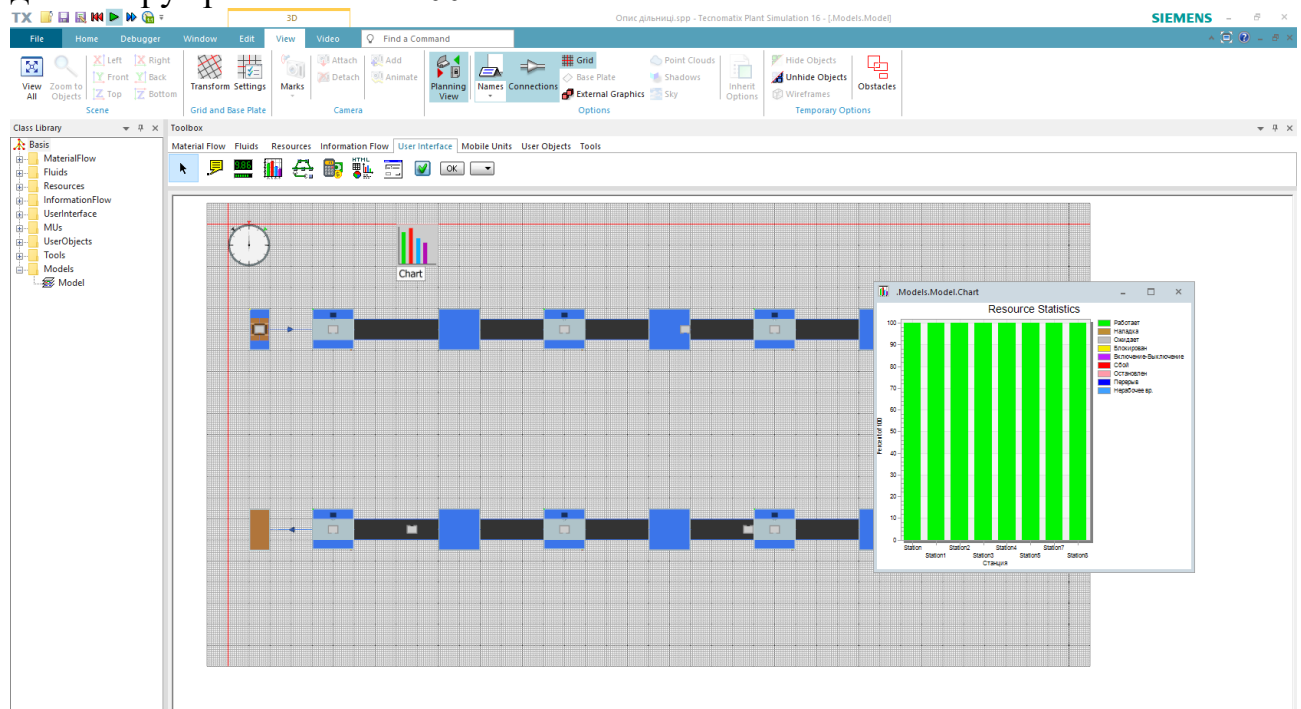


Рис. 4.13. Діаграма роботи верстатів.

В реальності верстати можуть в процесі роботи виходити з ладу. Змінити налаштування доступності обладнання можна або для кожного об'єкта окремо, або для всіх об'єктів одного класу одночасно. В другому випадку змінюємо значення доступності верстатів на 90%.

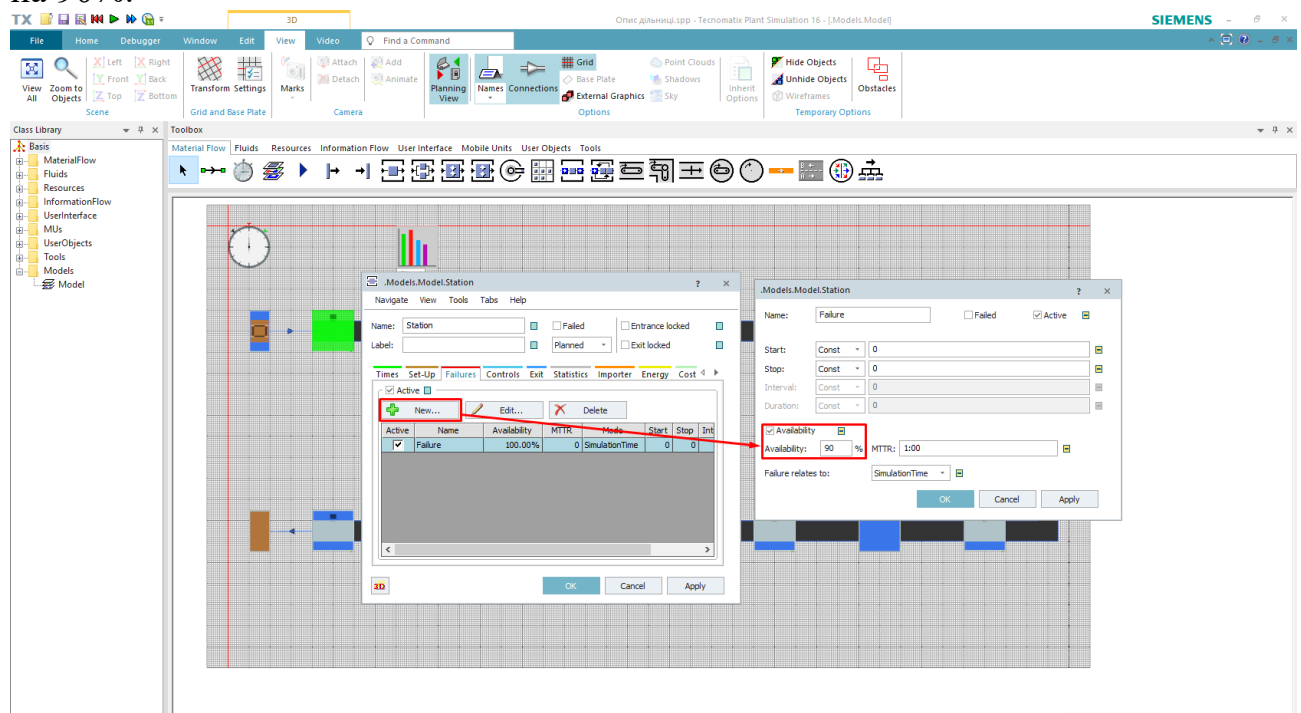


Рис. 4.14. Додавання імітації відмов у модель обладнання.

В результаті повторного моделювання із зміненими параметрами («Reset Simulation» → «Start/Stop Simulation» → «Start/Stop Simulation») отримую більш реалістичну картину роботи обладнання, в якій присутні: відмови, простої і блокування.

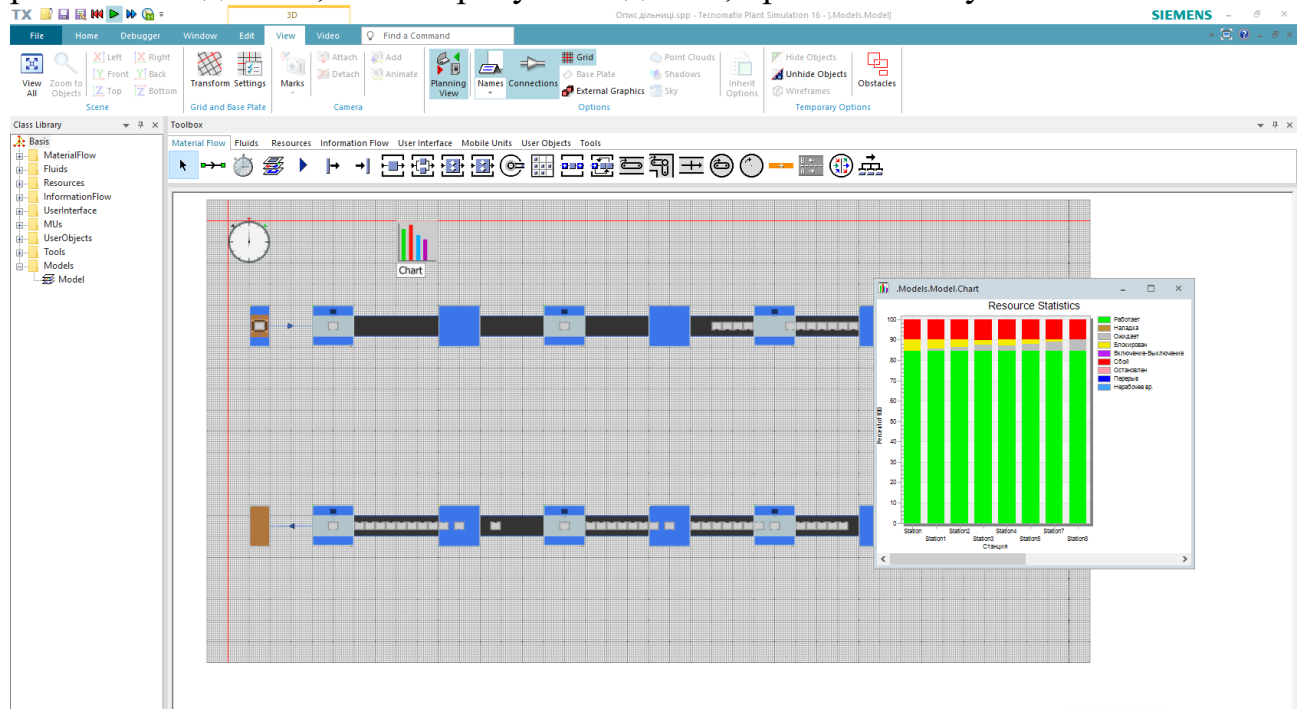


Рис. 4.15. Статистика завантаження обладнання після корекції моделей.

Статистика випуску продукції також змінилась. Спостерігаємо відповідне зменшення пропускної здатності та інших характеристик роботи системи.

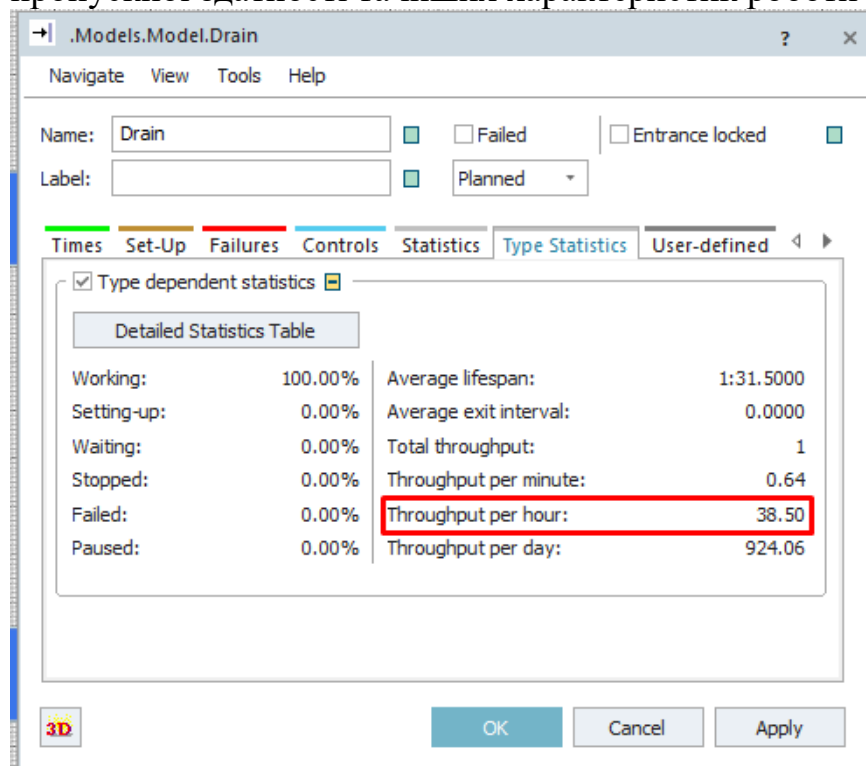


Рис. 4.16. Результати моделювання.

Далі додаю робочі місця біля дільниць.

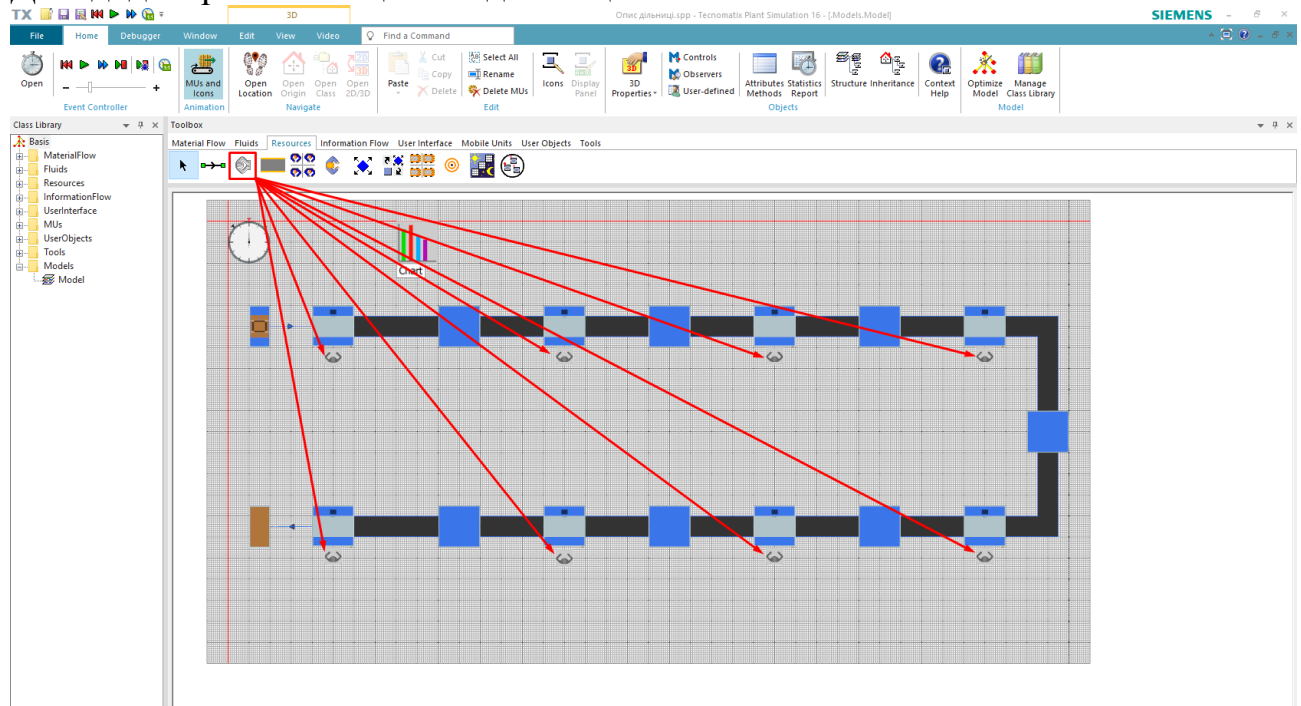


Рис. 4.17. Розміщення робочих місць.

Розміщую об'єкт “Workerpool”, що являє собою приміщення з якого робітники прямують до робочих місць та об'єкт “Broker”.

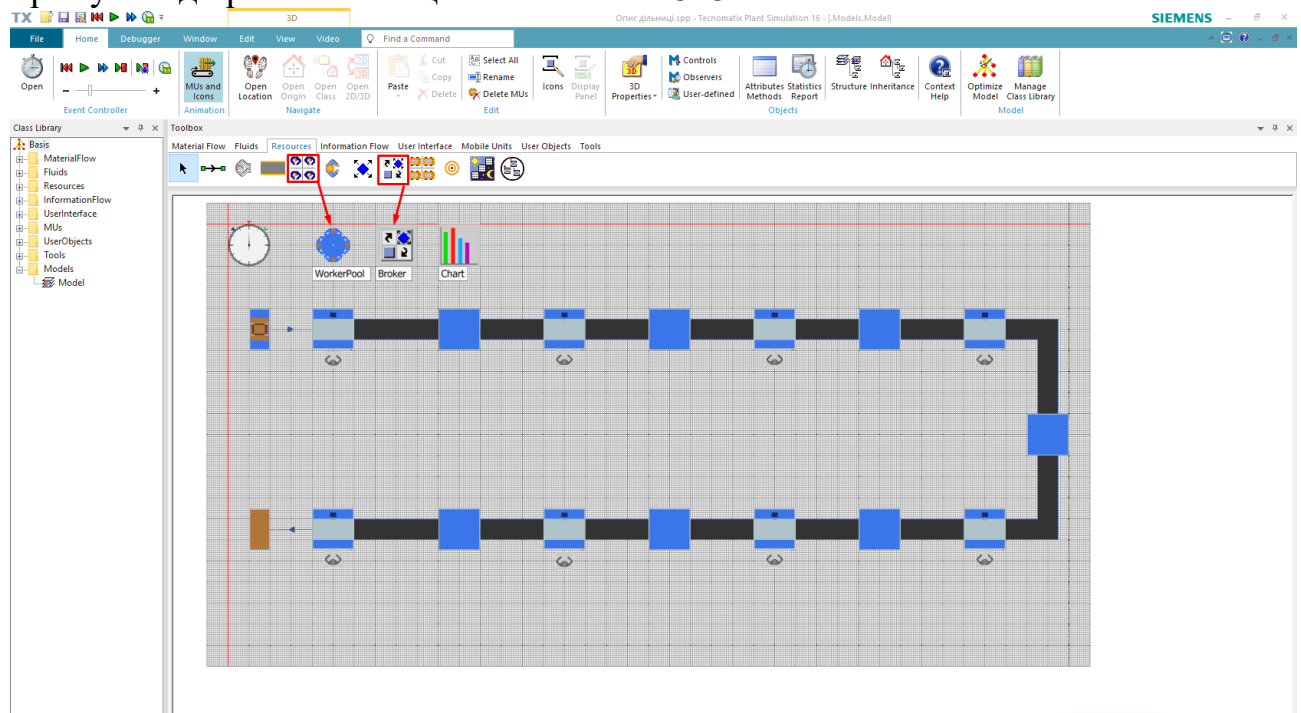


Рис. 4.18. Розміщення об'єктів “Workerpool” та “Broker”.

Запускаю імітацію виробничого процесу в 3D режимі.

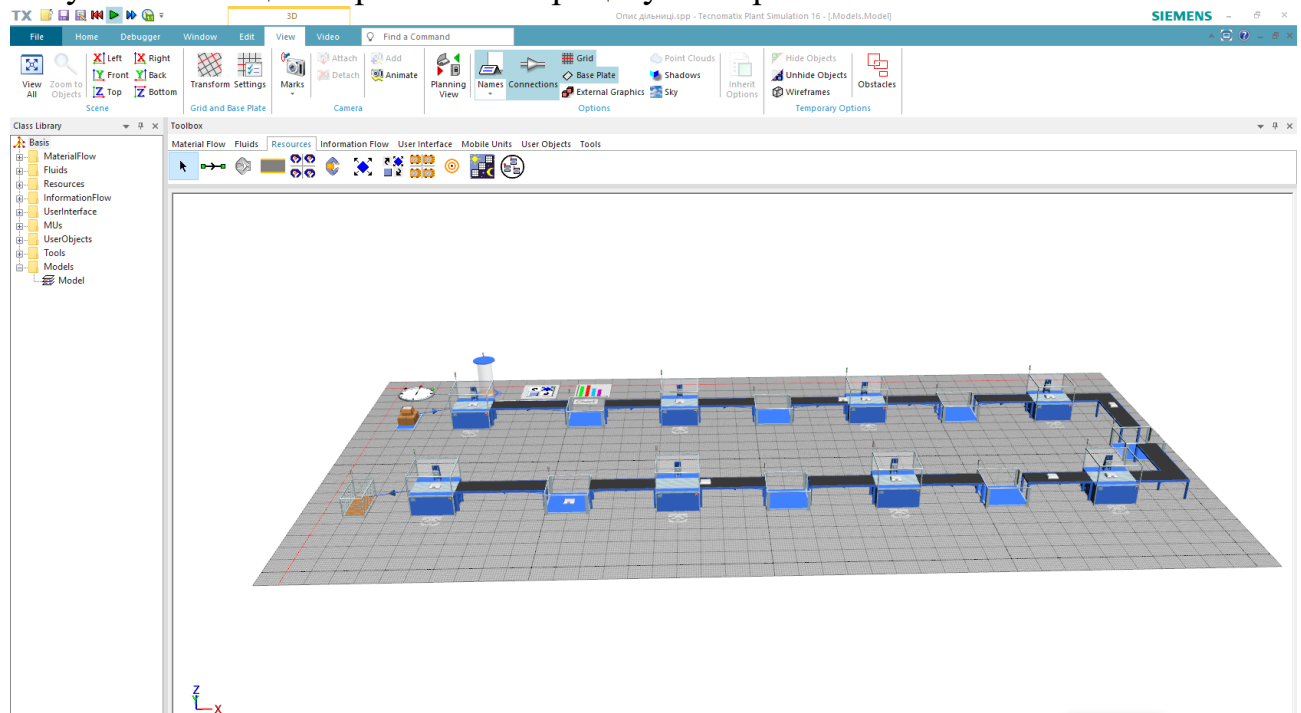


Рис. 4.19. Імітація виробничого процесу.

В процесі імітації не були задіяні робітники, через те що необхідно попередньо налаштувати можливість роботи працівників за робочими станціями. Для цього на вкладці “Importer” активуємо функцію “Active”. Повторюємо дану процедуру для всіх ділянок.

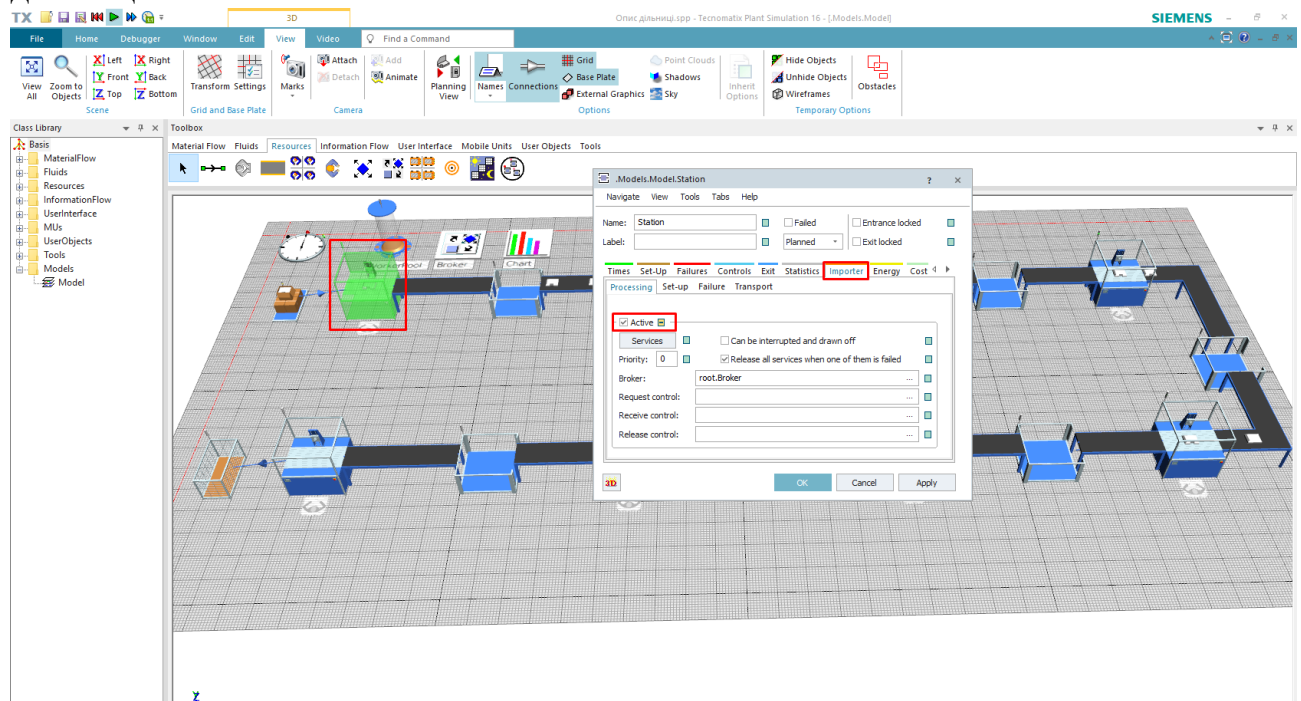


Рис. 4.20. Активація можливості роботи працівника на ділянці.

Знову запускаємо імітацію виробничого процесу. Тепер є можливість спостерігати наявність працівників на робочих місцях.

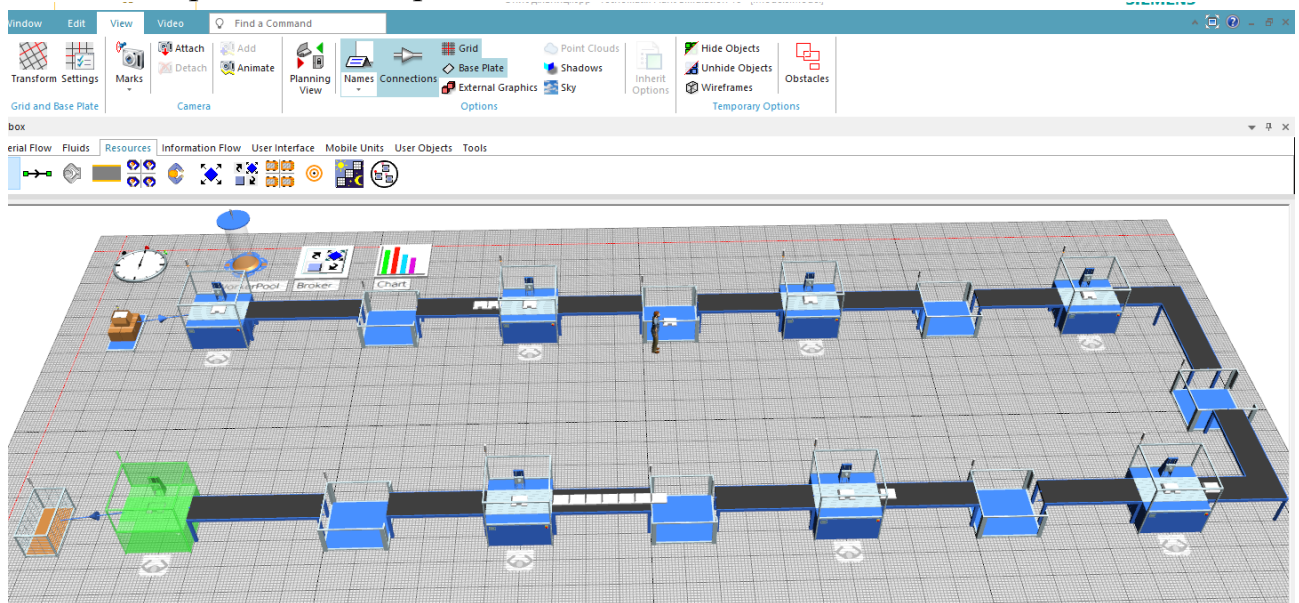


Рис. 4.21. Імітація виробничого процесу.

Для збільшення продуктивності виробничого процесу необхідно збільшити кількість працівників.

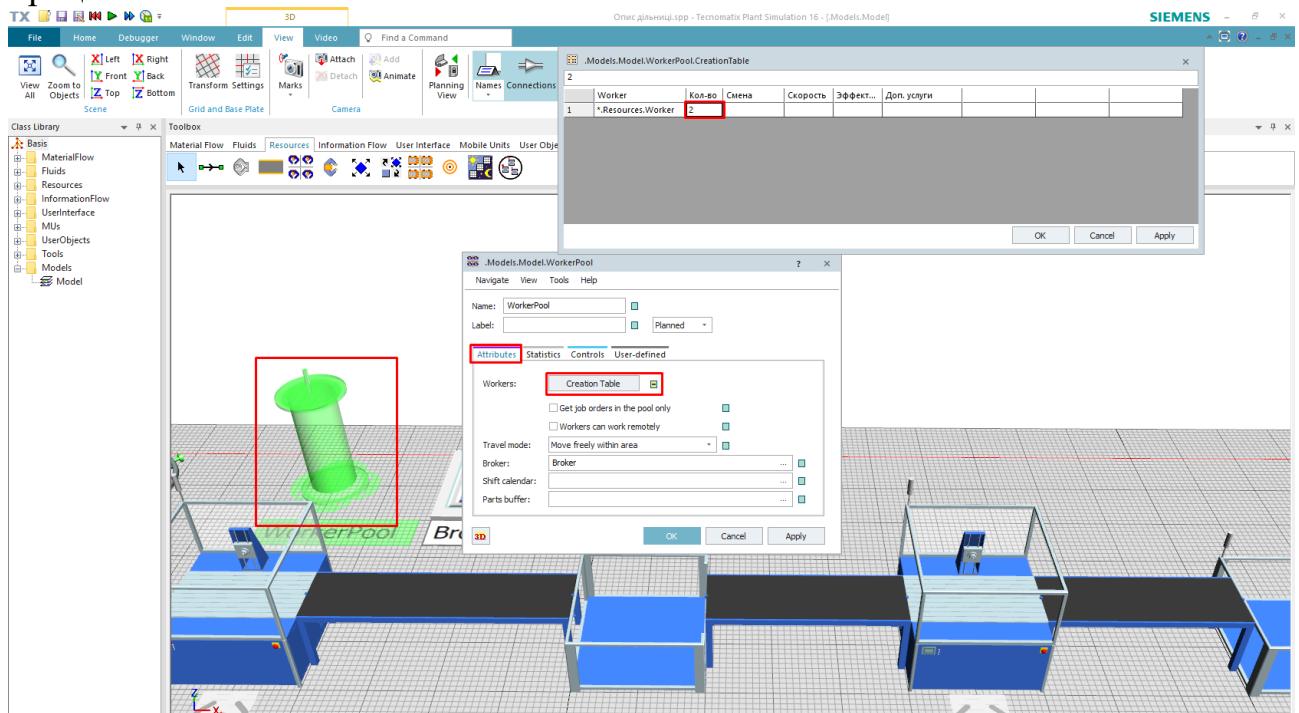


Рис. 4.22. Збільшення кількості робітників.

Змінюю схему роботи працівників для того щоб реалізувати конфігурацію, при якій перший робітник працює на першій та другій дільницях, а другий – на третій та четвертій дільницях.

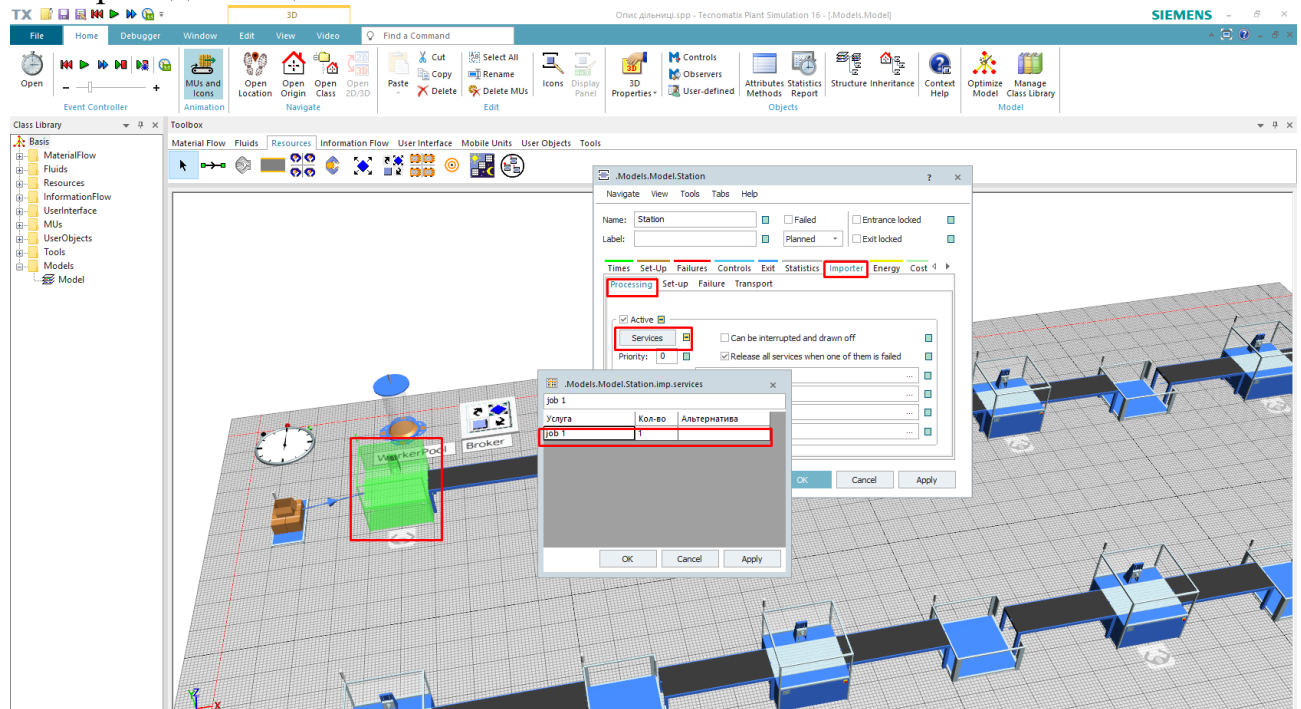


Рис. 4.23. Зміна конфігурації роботи працівників на дільницях.

Заповнюю таблицю кількості працівників і доступних робіт.

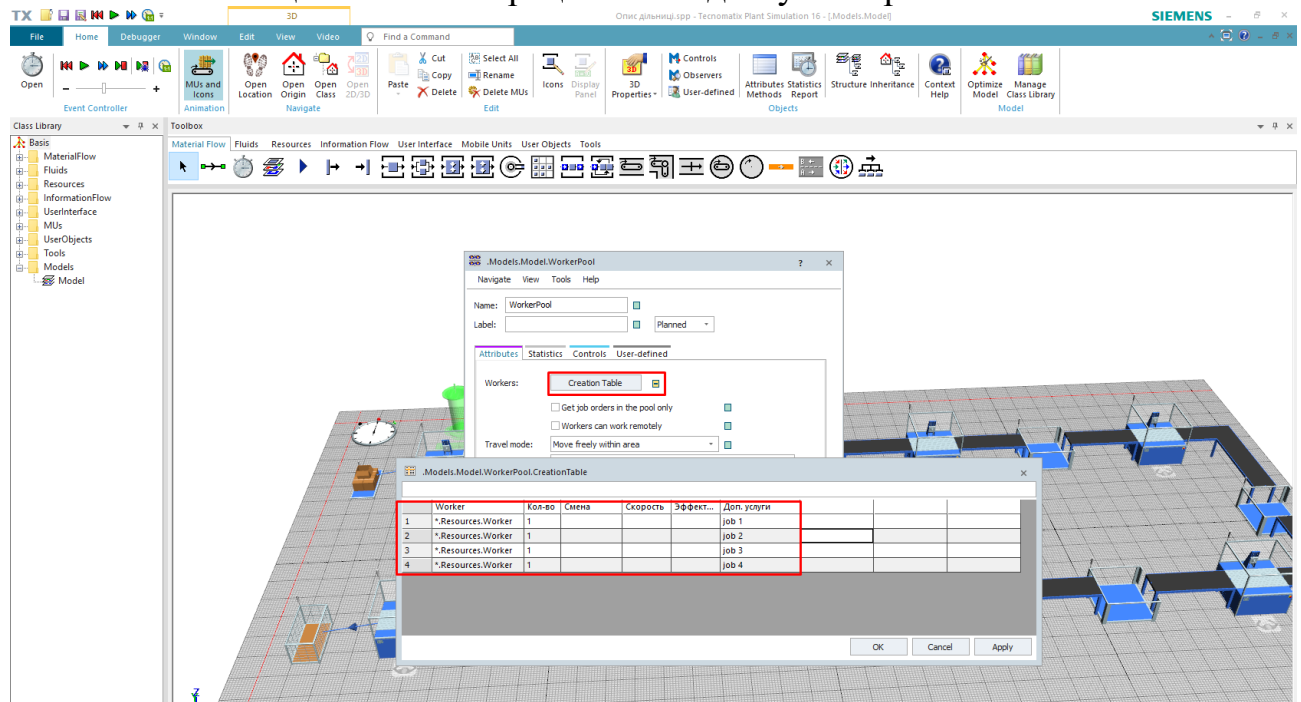
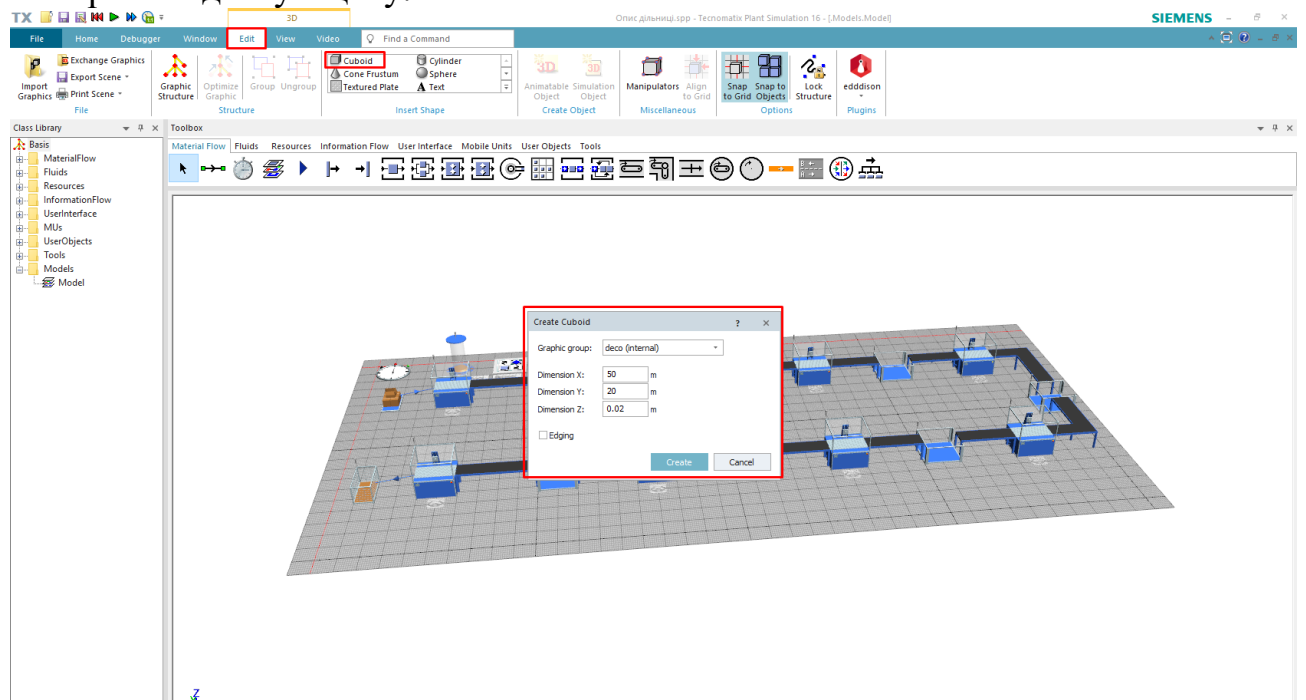


Рис. 4.24. Налаштування об'єкта "WorkerPool".

Створюю підлогу в цеху.



					ХНТУ 13303 ПЗ
м.../	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата	

Задаю колір підлоги в цеху

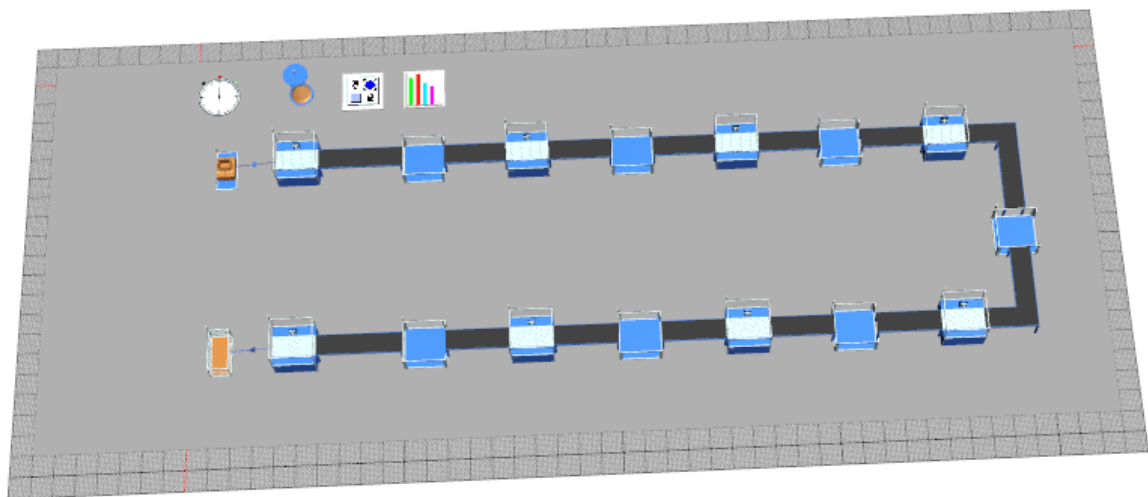
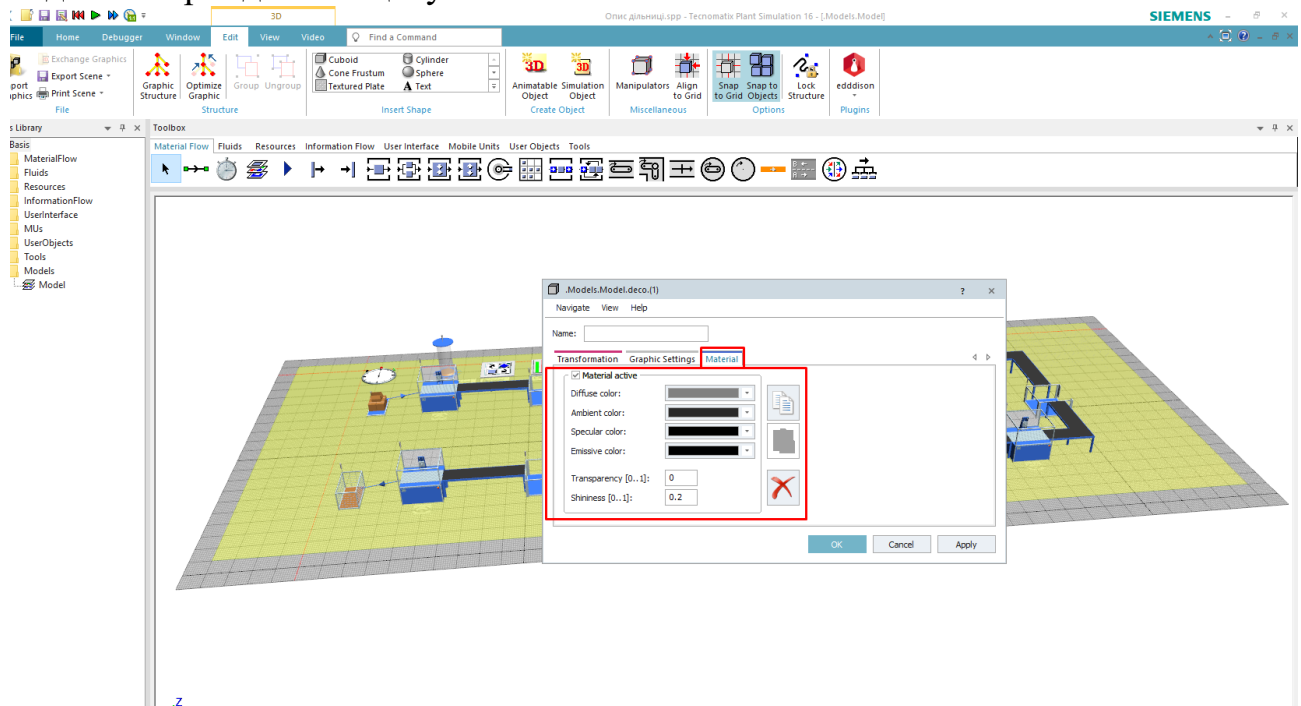


Рис. 4.27. – 4.28. Вибір кольору підлоги в цеху.

Додаю стіни до виробничого цеху, додатково задавши висоту стін та їх колір.

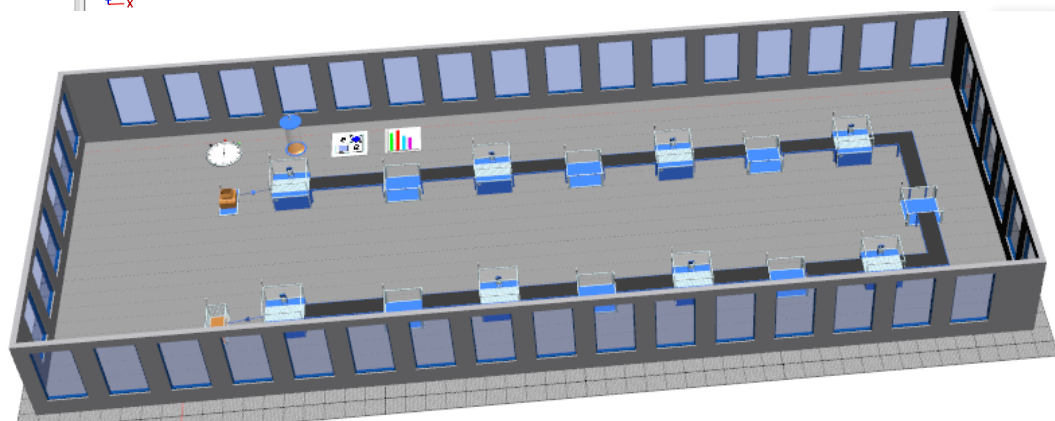
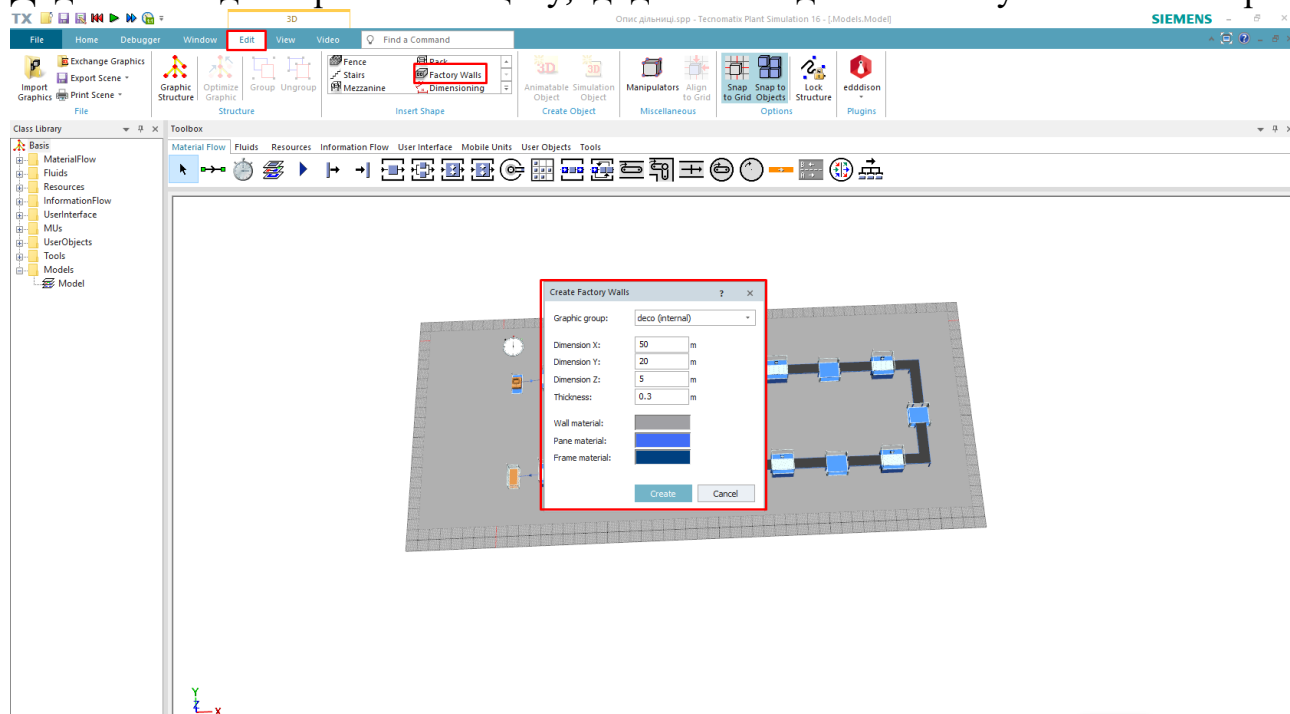


Рис . 4.29. – 4.30. Результат завдання значення параметрів стін виробничого цеху.

Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата

ХНТУ 13303 ПЗ

Арк.А

| 83

Тепер додамо фон і тіні.

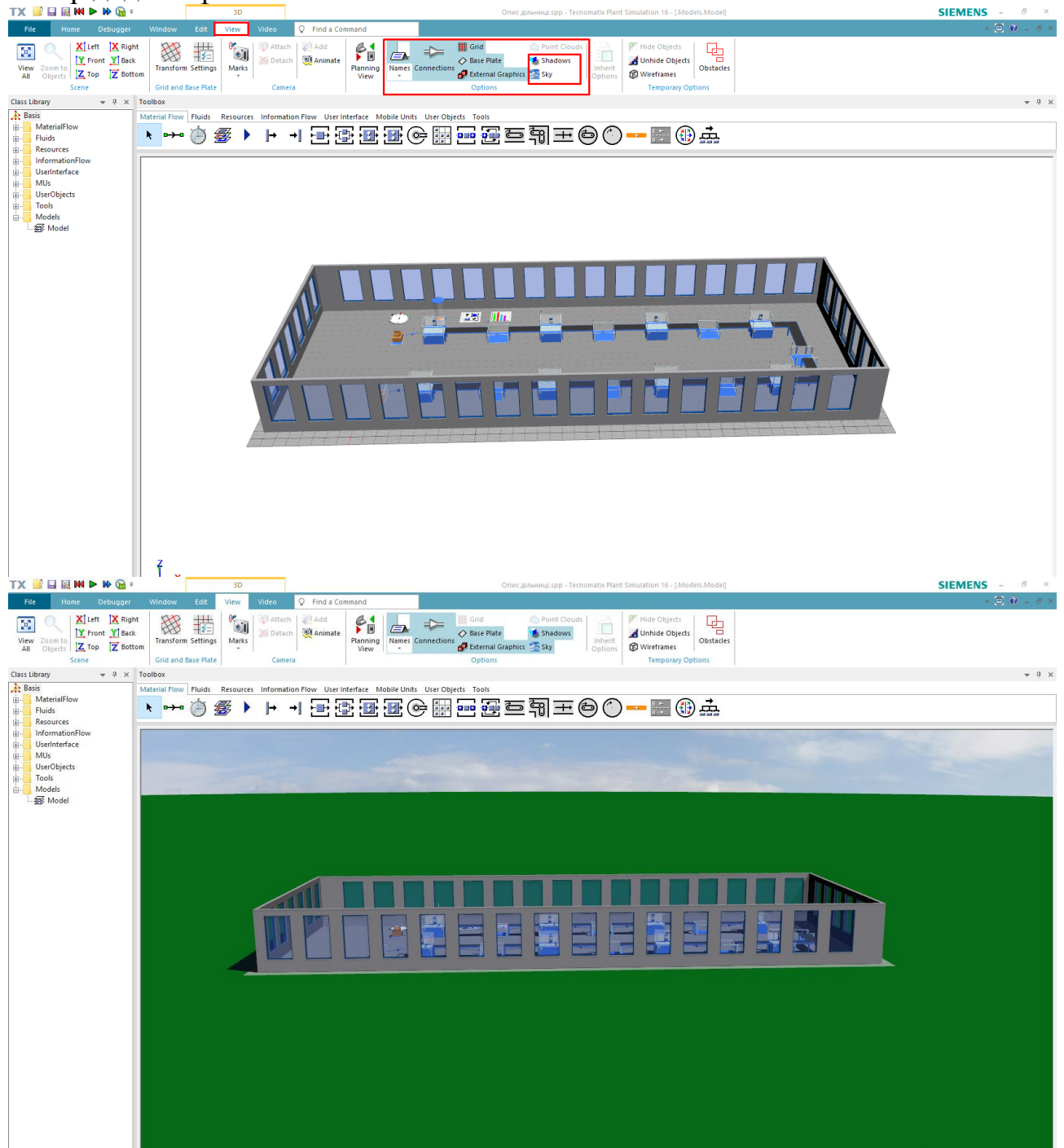


Рис. 4.31. – 4.32. Додавання фону і тіней.

4.3. Генерування програм керування для фрезерних операцій.

Програмування однієї операції в САМ по деталі «Опора».

Розробка керуючої програми для фрезерування уступів вух деталі «опора» на фрезерному верстаті з ЧПК

1) Вхідні дані:

а) 3D-модель деталі (рис.4.33);

б) розміри оброблюваних елементів (рис.4.34)

в) матеріал – чавун ВЧ40;

г) верстат – вертикально-фрезерний з ЧПК Haas VF3 з системою ЧПК Haas.

д) САМ- система - SolidWorksCAM.

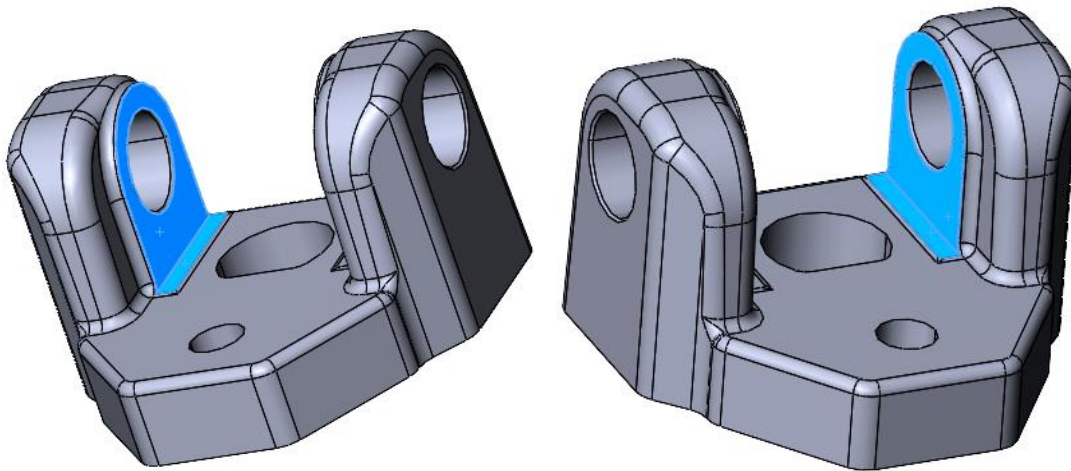


Рис.4.33. 3D- модель деталі з поверхнями для фрезерування на верстаті з ЧПК.

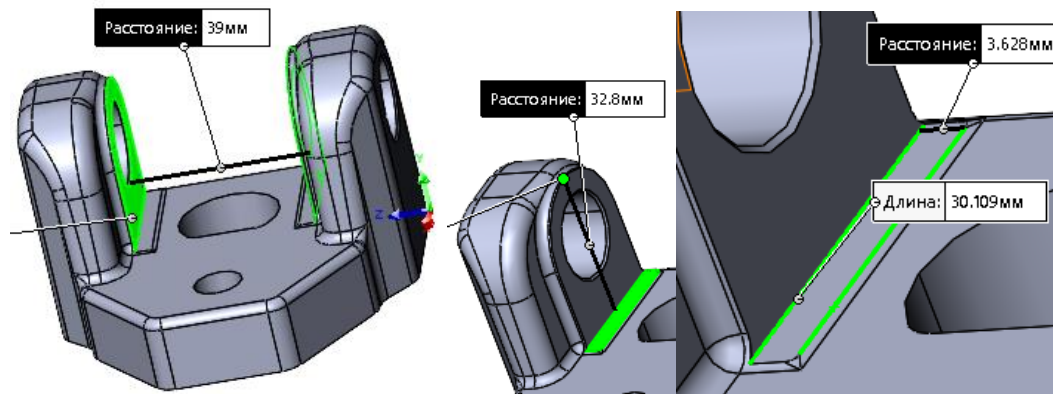


Рис. 4.34. Розміри оброблюваних елементів.

2) Вибір верстата та постпроцесора (загальні налаштування) (рис.4.35)

Станок

Станок Корзина Постпроцессор Параметры ПП Установ ОсьВращен Ось

Выбор-йППроцессор :

C:\ProgramData\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS CAM 2020\Posts\M3AXIS-TUTORIAL

Доступные

C:\ProgramData\SOLIDWORKS\SOLIDWORKS CAM 2020\Posts\MILL\HAAS_VF3.ctl

MILL\FANUCOM
MILL\GOFAB_PLASMA
MILL\HAAS_VF3
MILL\HEIDENHAIN_ITNC426
MILL\HH_ITNC_530
MILL\HURCO KM3
MILL\MACH III

Обзор...
Выбрать

☐ APT CL

☒ Не показывать постпроцессоры с истекшими лицензиями

Параметр	Значение
Machine Name	HAAS VF3
Controller Type	HAAS
Z Home	508.00000mm
Traverse Rate	6350.00000mm

Рис.4.35. Вибір типу верстата і постпроцесора.

3) Вибір (призначення) заготовки.

а) створення ескізів на гранях вух для визначення оброблюваних елементів заготовки (рис.4.36).

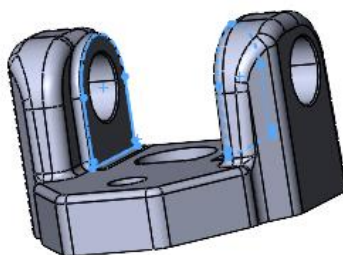


Рис. 4.36. Деталь з створеними 2-ма ескізами на гранях вух для побудови заготовки.

б) Вибір матеріалу (близького до чавуну ВЧ40) та задання параметрів заготовки в SolidWorksCAM (рис.4.37).

Менеджер заготовок ?

✓ ✗

Материал: 4140 HT

4140 HT

Medium & High Carbon Alloy

Тип заготовки

Вытянуть из эскиза

 Эскиз1

 Глубина

 2.50 mm

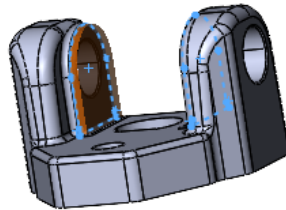


Рис.4.37. Витягування ескізу на величину припуску (2,5 мм) для створення заготовки.

4) Вибір початку системи координат деталі для її обробки (рис.4.38).

Система координат станка ?

✓ ✗

Метод

Пользовательская

НТ

☒ Объект

Точка1

☐ Вершина габаритного параллелепипеда

☐ Вершина габаритного параллелепипеда

Оси

X:

Y: CW кромка-28

Z: CW грань-0

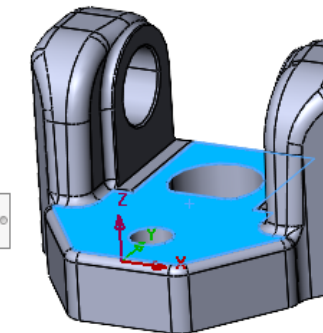


Рис.4.38. Вибір системи координат деталі XYZ (для прив'язування інструменту) (примітка – отвори в деталі ще не оброблялись).

5) Створення фрезерного установа (сторони з якої буде проводитися обробка деталі).

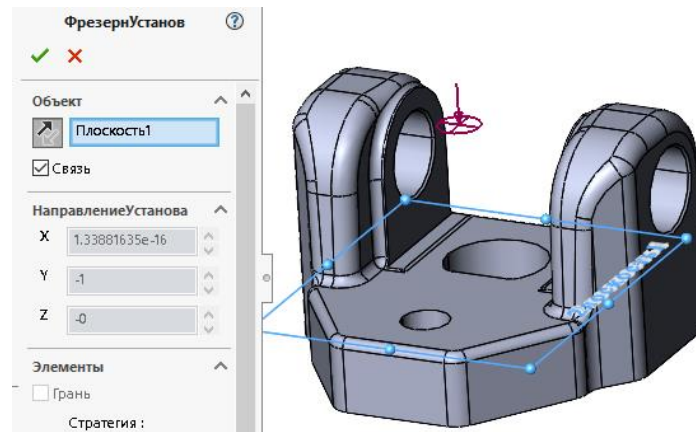


Рис. 4.39. Фрезерная установка.

6) Последовательное назначение обрабатываемых элементов (с использованием созданных эскизов).

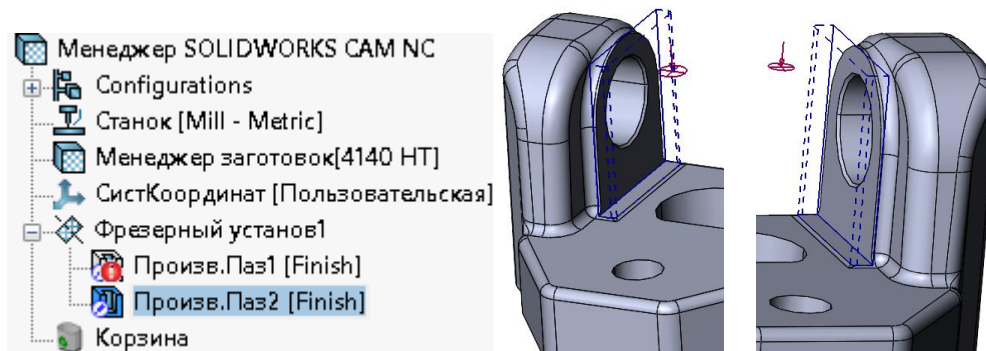


Рис. 4. 40. Визначення обрабатываемых элементов.

7) Генерування операції обробки оброблюваних елементів.

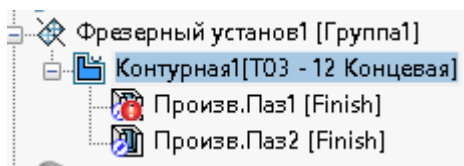


Рис. 4.41. Генерування операції.

8) Налаштування параметрів виконання операції:

а) налаштування (вибір) інструменту – кінцева монолітна твердосплавна фреза d=12 мм, число зубів -4;

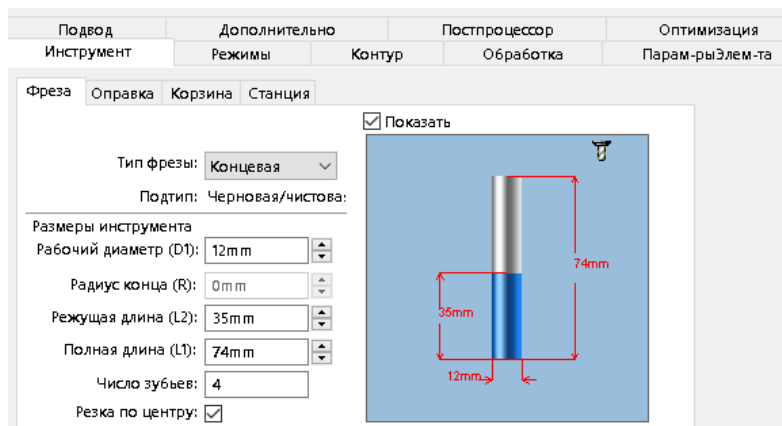


Рис. 4.42. Налаштування параметрів виконання операції.

б) налаштування параметрів обробки контуру стінок вух.

(однократна обробка, попутне фрезерування, схема обробки – зигзаг, глубина проходів в глубину – 6мм (рівний шаг)).

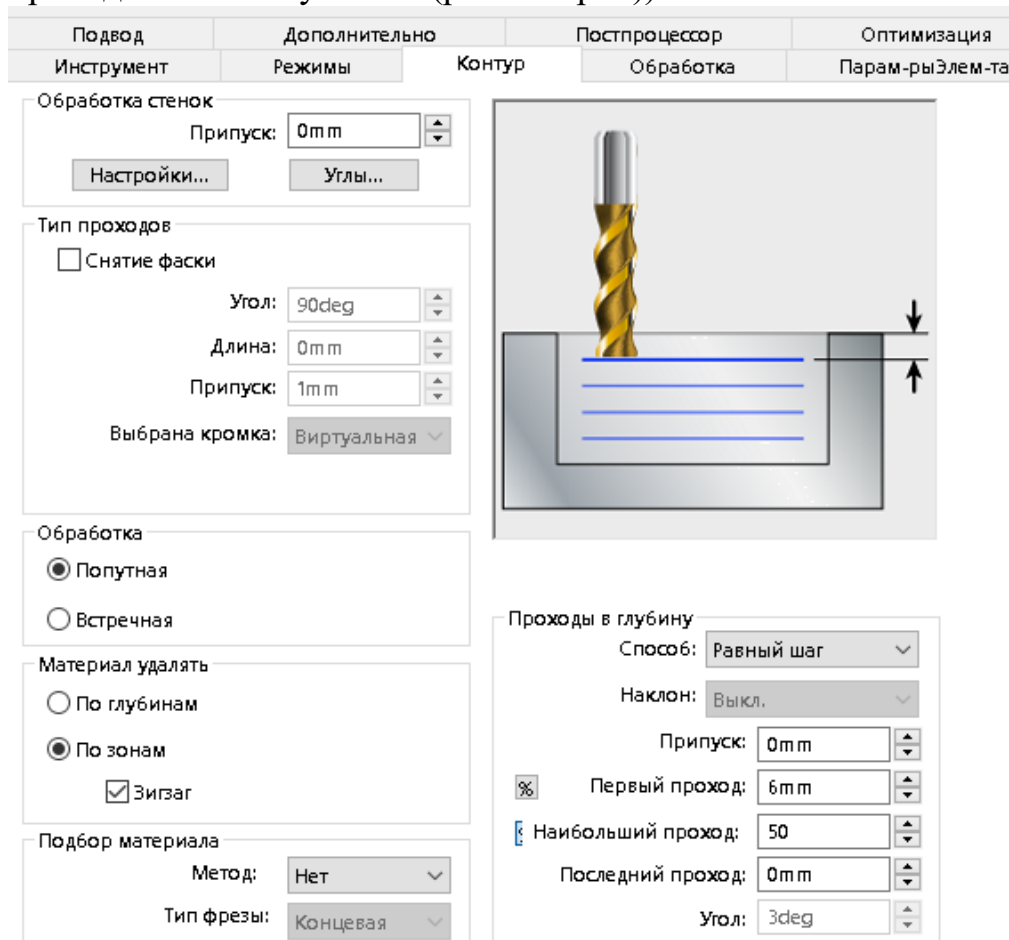


Рис. 4.43. Налаштування параметрів обробки контуру стінок вух.

в) уточнення режимів обробки (режими різання програмою призначені автоматично):

швидкість різання – 226 м/хв; оберти шпинделя – 6000 об/хв; подача на зуб фрези – 0,03 мм/зуб; хвилинна подача фрези при контурному фрезеруванні – 750 мм/хв.

Подвод	Дополнительно	Постпроцессор	Оптимизация
Инструмент	Режимы	Контур	Обработка
		Обработка	Парам-рыэле-м-та
Определяет: Библиотека Сброс Библиотека			
Условия Материал детали: 4140 НТ Класс станка: Medium duty			
Шпиндель SMM: 226.19 Обороты: 6000.00 об/мин ☐ Заблокировать обороты Направление: ☒ ПЧ ☐ ПрЧ			
Подачи Подача на зуб: 0.03 мм Подача по ХУ: 750.00 мм/м Подача по Z: 187.50 мм/м ☒ % : 25 Подача подвода: 562.50 мм/м ☒ % : 75			

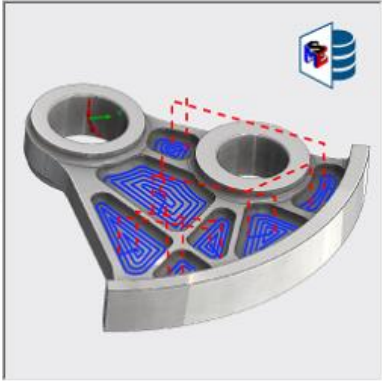


Рис. 4.44. Уточнення режимів обробки.

г) інші параметри, наприклад підведення і виведення інструменту призначені за замовченням.

д) вихідні параметри операції вказані на вкладці «Оптимізація» (загальний час обробки – 1,45 хв).

Инструмент	Режимы	Контур	Обработка	Парам-рыЭлем-та
Подвод	Дополнительно	Постпроцессор	Оптимизация	

Оптимизация

Способ: КратчайшТраектор

☐ Реверс направления

Начальная точка

☒ Угол: Верх слева

☐ От объекта: Нет

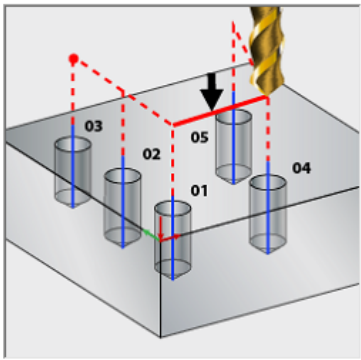
☐ Ближайший последний

Параметры сетки

Направление: Горизонтально

Схема: Зигзаг

Полосами: 0.25mm



Анализ траектории

	Сегменты	Длина %	Мин	Макс
Линии :	72	96.592341648	X : -13.5mm	13.5mm
Дуги :	24	3.4076583519	Y : 15.41mm	73.44mm
Всего :	96	100	Z : 0.2mm	57.98mm

Время обработки

	Длина пути	Время (мин)
Подача :	663.78mm	1.373
Быстро :	583.61mm	0.022
Не обработка		0.05
Всего :	1247.39mm	1.446

TechDB

Номер в TechDB: -1

Параметр операции: Сохранить по умолчанию...

Загрузить значения по умолчанию...

Рис. 4. 45. Вихідні параметри операції.

9) Генерування траєкторії руху фрези.

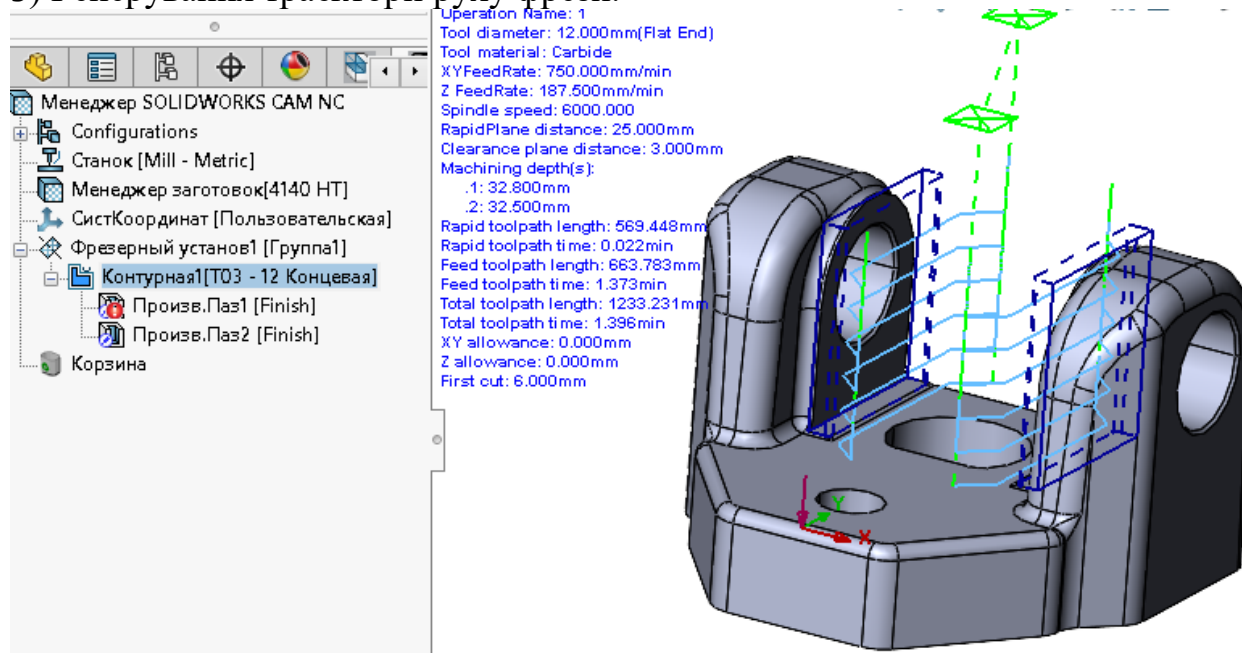


Рис. 4.46. Генерування траєкторії руху фрези.

10) Імітація обробки деталі.

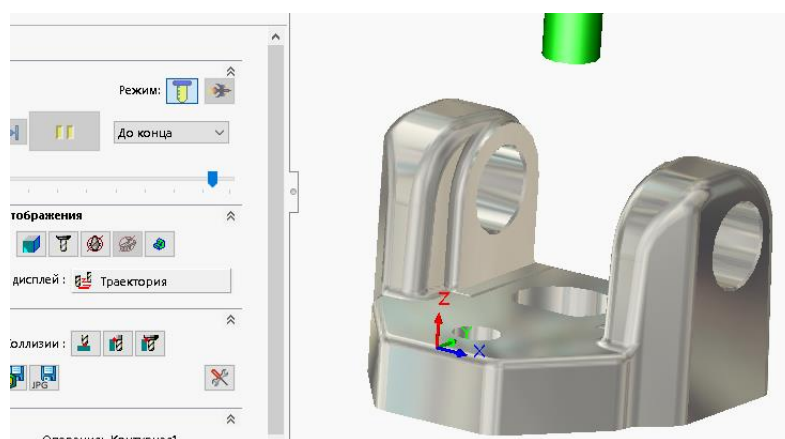
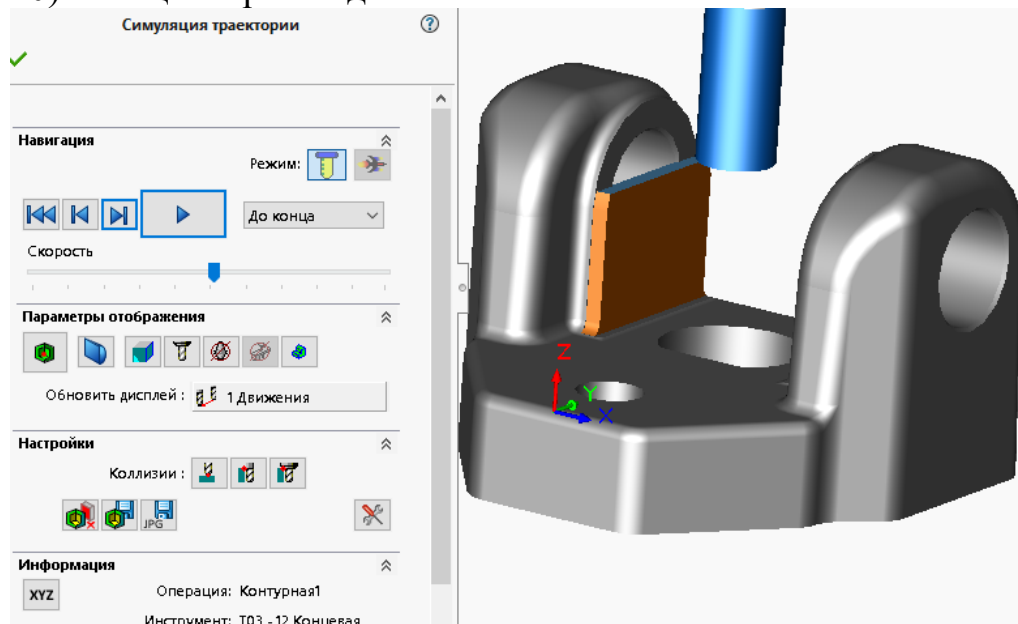


Рис. 4. 47. – 4.48. Імітація обробки деталі.

11) Аналіз даних виконання операції для установка (без часу на установку і зняття деталі).

Параметры установка детали

HT	Оси	СК	Индексирование	Дополнительно
Статистика	Плоскости		Постпроцессор	

Анализ траектории

	Сегменты	Длина %	Мин	Макс
Линия :	72	96.592341648	X : -13.5mm	13.5mm
Дуги :	24	3.4076583519	Y : 30.41mm	73.44mm
Всего:	96	100	Z : 0.2mm	57.98mm

Расчетное время обработки

Время (мин)

На подаче	1.39
Смена инстру	0.05
Всего:	1.44

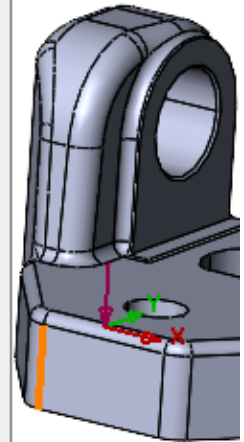


Рис. 4.49. Аналіз даних виконання операції.

12) Генерування (постпроцесування) керуючої програми для стійки Наас верстата з ЧПК VF3.

Постпроцессор

✓

Размер: 3141 bytes

Код NC

```

N134 M30
(?>@0_45B0;L_)
( PROGRAM NUMBER=0001 )
( MACHINE=MILL TUTORIAL )
( CONTROLLER=FANUC TYPE )
( MATERIAL=4140 HT )
( THICKNESS=51. )
( STATION TOOL TYPE DIAMETER CORNER RADIUS DESCRIPT
( ----- )
<

```

Настройки

☐ Ось

☒ Открыть файл G-кода в

Редактор SOLIDWORKS CAM NC

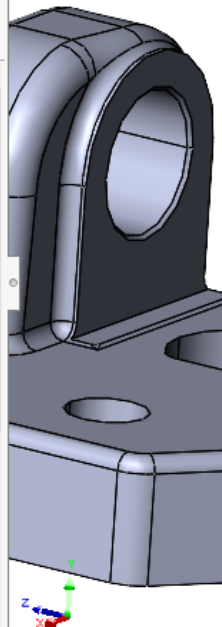
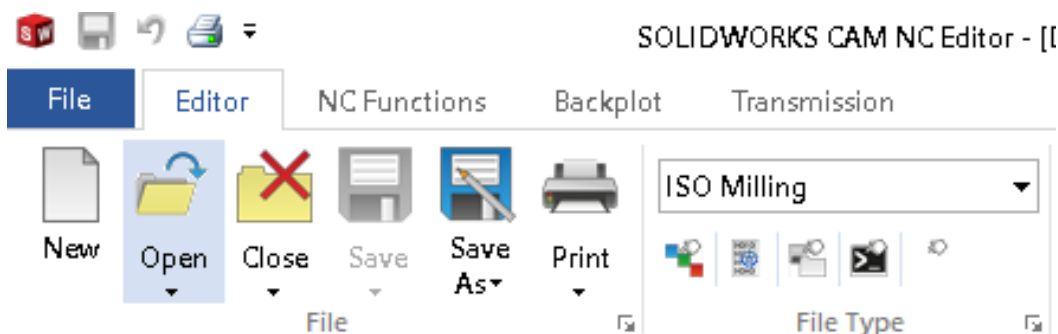


Рис. 4.50.Генерування керуючої програми

13) перегляд керуючої програми в редакторі SOLIDWORKS CAM NC.



```

1 O0001
2 N1 G21
3 N2 (12MM CRB 2FL 25 LOC)
4 N3 G91 G28 X0 Y0 Z0
5 N4 T03 M06
6 N5 S6000 M03
7
8 N6 ( >=BC@=001 )
9 N7 G90 G54 G00 X-8.736 Y73.441
10 N8 G43 Z36. H03 M08
11 N9 G01 Z27. F187.5
12 N10 G41 D23 X-13.149 Y69.029 F562.5
13 N11 G17 G03 X-13.5 Y68.18 I.849 J-.849
14 N12 G01 Y66.98 F750.
15 N13 Y36.872
16 N14 Y35.672 F562.5
17 N15 G03 X-13.149 Y34.823 I1.2 J0
18 N16 G40 G01 X-8.736 Y30.411
19 N17 G00 Z36.
20 N18 Z30.
21 N19 G01 Z21.64 F187.5
22 N20 G42 D23 X-13.149 Y34.823 F562.5
23 N21 G02 X-13.5 Y35.672 I.849 J.849
24 N22 G01 Y36.872 F750.
25 N23 Y66.98
26 N24 Y68.18 F562.5
27 N25 G02 X-13.149 Y69.029 I1.2 J0
28 N26 G40 G01 X-8.736 Y73.441
29 N27 G00 Z36.
30 N28 Z24.64
31 N29 G01 Z16.28 F187.5
  
```

14) Керуюча програма .
O0001

N1 G21
 N2 (12MM CRB 2FL 25 LOC)
 N3 G91 G28 X0 Y0 Z0
 N4 T03 M06
 N5 S6000 M03

 N6 (>=BC@=001)
 N7 G90 G54 G00 X-8.736 Y73.441
 N8 G43 Z36. H03 M08
 N9 G01 Z27. F187.5
 N10 G41 D23 X-13.149 Y69.029 F562.5
 N11 G17 G03 X-13.5 Y68.18 I.849 J-.849
 N12 G01 Y66.98 F750.
 N13 Y36.872
 N14 Y35.672 F562.5
 N15 G03 X-13.149 Y34.823 I1.2 J0
 N16 G40 G01 X-8.736 Y30.411
 N17 G00 Z36.
 N18 Z30.
 N19 G01 Z21.64 F187.5
 N20 G42 D23 X-13.149 Y34.823 F562.5
 N21 G02 X-13.5 Y35.672 I.849 J.849
 N22 G01 Y36.872 F750.
 N23 Y66.98
 N24 Y68.18 F562.5
 N25 G02 X-13.149 Y69.029 I1.2 J0
 N26 G40 G01 X-8.736 Y73.441
 N27 G00 Z36.
 N28 Z24.64
 N29 G01 Z16.28 F187.5
 N30 G41 D23 X-13.149 Y69.029 F562.5
 N31 G03 X-13.5 Y68.18 I.849 J-.849
 N32 G01 Y66.98 F750.
 N33 Y36.872
 N34 Y35.672 F562.5
 N35 G03 X-13.149 Y34.823 I1.2 J0
 N36 G40 G01 X-8.736 Y30.411
 N37 G00 Z36.
 N38 Z19.28
 N39 G01 Z10.92 F187.5
 N40 G42 D23 X-13.149 Y34.823 F562.5
 N41 G02 X-13.5 Y35.672 I.849 J.849
 N42 G01 Y36.872 F750.
 N43 Y66.98
 N44 Y68.18 F562.5

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						95
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

N45 G02 X-13.149 Y69.029 I1.2 J0
 N46 G40 G01 X-8.736 Y73.441
 N47 G00 Z36.
 N48 Z13.92
 N49 G01 Z5.56 F187.5
 N50 G41 D23 X-13.149 Y69.029 F562.5
 N51 G03 X-13.5 Y68.18 I.849 J-.849
 N52 G01 Y66.98 F750.
 N53 Y36.872
 N54 Y35.672 F562.5
 N55 G03 X-13.149 Y34.823 I1.2 J0
 N56 G40 G01 X-8.736 Y30.411
 N57 G00 Z36.
 N58 Z8.56
 N59 G01 Z.2 F187.5

N60 G42 D23 X-13.149 Y34.823 F562.5
 N61 G02 X-13.5 Y35.672 I.849 J.849
 N62 G01 Y36.872 F750.
 N63 Y66.98
 N64 Y68.18 F562.5
 N65 G02 X-13.149 Y69.029 I1.2 J0
 N66 G40 G01 X-8.736 Y73.441
 N67 G00 Z36.
 N68 Z57.976

N69 (>=BC@=00I)
 N70 X8.736 Y30.411
 N71 Z35.7
 N72 G01 Z26.7 F187.5
 N73 G41 D23 X13.149 Y34.823 F562.5
 N74 G03 X13.5 Y35.672 I-.849 J.849
 N75 G01 Y36.872 F750.
 N76 Y66.98
 N77 Y68.18 F562.5
 N78 G03 X13.149 Y69.029 I-1.2 J0
 N79 G40 G01 X8.736 Y73.441
 N80 G00 Z35.7
 N81 Z29.7
 N82 G01 Z21.4 F187.5
 N83 G42 D23 X13.149 Y69.029 F562.5
 N84 G02 X13.5 Y68.18 I-.849 J-.849
 N85 G01 Y66.98 F750.
 N86 Y36.872
 N87 Y35.672 F562.5

N88 G02 X13.149 Y34.823 I-1.2 J0
 N89 G40 G01 X8.736 Y30.411
 N90 G00 Z35.7
 N91 Z24.4
 N92 G01 Z16.1 F187.5
 N93 G41 D23 X13.149 Y34.823 F562.5
 N94 G03 X13.5 Y35.672 I-.849 J.849
 N95 G01 Y36.872 F750.
 N96 Y66.98
 N97 Y68.18 F562.5
 N98 G03 X13.149 Y69.029 I-1.2 J0
 N99 G40 G01 X8.736 Y73.441
 N100 G00 Z35.7
 N101 Z19.1
 N102 G01 Z10.8 F187.5
 N103 G42 D23 X13.149 Y69.029 F562.5
 N104 G02 X13.5 Y68.18 I-.849 J-.849
 N105 G01 Y66.98 F750.
 N106 Y36.872
 N107 Y35.672 F562.5
 N108 G02 X13.149 Y34.823 I-1.2 J0
 N109 G40 G01 X8.736 Y30.411
 N110 G00 Z35.7
 N111 Z13.8
 N112 G01 Z5.5 F187.5
 N113 G41 D23 X13.149 Y34.823 F562.5
 N114 G03 X13.5 Y35.672 I-.849 J.849
 N115 G01 Y36.872 F750.
 N116 Y66.98
 N117 Y68.18 F562.5
 N118 G03 X13.149 Y69.029 I-1.2 J0
 N119 G40 G01 X8.736 Y73.441
 N120 G00 Z35.7
 N121 Z8.5
 N122 G01 Z.2 F187.5
 N123 G42 D23 X13.149 Y69.029 F562.5
 N124 G02 X13.5 Y68.18 I-.849 J-.849
 N125 G01 Y66.98 F750.
 N126 Y36.872
 N127 Y35.672 F562.5
 N128 G02 X13.149 Y34.823 I-1.2 J0
 N129 G40 G01 X8.736 Y30.411
 N130 G00 Z35.7
 N131 Z57.976 M09
 N132 G91 G28 Z0

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
						97
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

N133 G28 X0 Y0
N134 M30

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТЄДІЯЛЬНОСТІ

5.1. Законодавчі засади з охорони праці.

Охорона життя і здоров'я громадян в процесі їх трудової діяльності, створення безпечних і нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Необхідне забезпечення виробництва пристосуваннями, засобами індивідуального і колективного захисту, захисним одягом, з організацією навчання і перепідготовки фахівців.

Закон України «Про охорону праці», прийнятий 21 листопада 2002 р. Верховною Радою має 9 розділів, що складаються з 44 статей, а саме:

- 1) загальні положення (статті 1-4);
- 2) гарантії прав на охорону праці (5-12);
- 3) організація охорони праці (13-24);
- 4) стимулювання охорони праці (15-26);
- 5) нормативно-правові акти з охорони праці (27-30);
- 6) державний нагляд і громадський контроль за охороною праці (38-42);
- 7) державне управління охороною праці (31-37);
- 8) відповідальність за порушення законодавства про охорону праці (43-44).

Для спроектованої дільниці механообробного цеху з виготовлення деталі «Опора» необхідні заходи та засоби спрямовані на збереження здоров'я та працездатності людини в процесі виконання робіт згідно технологічного процесу. Конструкція верстатів повинна відповідати вимогам ДСТУ 2807-94 «Устаткування метало- та деревообробне. Загальні вимоги безпеки і методи випробувань», ГОСТ 12.2.003-91 «ССБТ. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки.», ГОСТ 12.2.007.0-75 «ССБТ. Електротехнічні вироби. Загальні вимоги безпеки.», ГОСТ 12.2.062-81 «ССБТ. Устаткування виробниче. Огородження захисні».

Металообробні верстати, а також усі види верстатних пристроїв (кондуктори, патрони, планшайби, магнітні плити, оправки тощо) повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.009-80 «ССБТ.

Верстати металообробні. Загальні вимоги безпеки.», ГОСТ 12.2.029-88 «ССБТ. Пристосування верстатні. Вимоги безпеки».

5.2. Загальні правила забезпечення верстатних робіт.

1. Забороняється виконувати роботи на несправних верстатах, а також на верстатах з несправними або незакріпленими огороженнями.

2. Місця для підключення до електричної мережі переносних електроприймачів струму повинні мати написи, що вказують про напругу мережі та вид струму.

3. Стумовідні частини обладнання повинні бути ізольовані або огорожені. Металеві частини обладнання, які можуть внаслідок пошкодження ізоляції потрапити під напругу, повинні бути заземлені.

4. Штепсельні розетки та вилки повинні відповідати напрузі мережі.

Застосовування у виробничих приміщеннях рубильників відкритого типу або рубильників з прорізю у кожухах для рукоятки або ножів не допускається.

5. Під час проведення ремонту обладнання та заміни робочих органів верстати повинні бути вимкнені, знеструмлені відповідно до вимог Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Комітету по нагляду за охороною праці Міністерства праці та соціальної політики України від 9 січня 1998 року № 4, вентилі подавання до них мастила, пари, повітря, води - перекриті.

6. Стаціонарні верстати повинні бути встановлені на міцних фундаментах або підмурках, вивірені, надійно закріплені та пофарбовані відповідно до вимог ГОСТ 12.4.026-76 «ССБТ. Кольори сигнальні і знаки безпеки».

7. Передачі, розміщені поза корпусами верстатів, повинні мати огороження (суцільне, із жалюзі, з отворами), обладнане пристроями для зручного та безпечного відкривання, знімання, переміщення та встановлення.

8. Внутрішні поверхні дверцят, що закривають рухомі елементи верстатів, повинні бути пофарбовані відповідно до вимог ГОСТ 12.4.026-76 з нанесенням знаків безпеки відповідно до вимог Технічного регламенту знаків безпеки.

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис ПІ	Дата		100

9. Верстати повинні бути обладнані захисними пристроями (екранами), заблокованими з пуском верстата. Захисні пристрої не повинні обмежувати технологічні можливості верстата і викликати незручності під час виконання робіт, прибирання, налагоджування та призводити у разі відкривання їх до забруднення мастильно-охолоджувальною рідиною.

5.3. Вимоги безпеки до роботи металообробних верстатів розробленого технологічного процесу.

1. Зону обробки універсальних токарних верстатів, призначених для обробки заготовок діаметром до 630 мм включно, необхідно огорожувати захисним пристроєм (екраном).

2. Затискні патрони універсальних токарних та токарно-револьверних верстатів повинні мати рухомі огороження.

3. Планшайба токарно-карусельних верстатів повинна мати огороження, яке не повинне перешкоджати обслуговуванню верстатів.

4. Корпуси пристроїв, які закріплюються на планшайбах токарно-карусельних верстатів для затискання оброблюваної деталі, повинні підтримуватись на планшайбах за допомогою жорстких упорів і додатково силою тертя, що утворюється кріпильними гвинтами.

5. У планшайбах карусельних верстатів повинні бути передбачені обмежувачі для унеможливлення падіння затискних пристроїв з обертових планшайб.

6. Пруткові токарні автомати та пруткові револьверні верстати повинні бути обладнані огороженнями по всій довжині прутків та оснащені шумопоглинальним пристроєм.

При застосуванні огороження у вигляді напрямних труб, що обертаються разом із прутками, прутковий магазин повинен мати кругове огороження за всією довжиною.

7. Розміщений зовні токарного верстата пристрій для подавання прутків повинен мати огороження, яке не перешкоджає доступу до цього пристрою.

8. Універсальні токарні верстати в разі використання їх для обробки прутків повинні бути оснащені пристроєм, який огорожує пруток зі сторони

задньої частини шпинделя. Пруток не повинен виступати за відгороджувальний пристрій.

9. В універсальних фрезерних консольних верстатах та верстатах з хрестовим столом завширшки 320 мм і більше, а також у фрезерних верстатах з програмним керуванням операція закріплення інструменту повинна бути механізована.

10. В універсальних фрезерних консольних верстатах та верстатах з хрестовим столом завширшки до 630 мм тривалість зупинення шпинделя (без інструменту) після його вимкнення не повинна перевищувати 6 с.

11. У горизонтально-фрезерних та вертикально-фрезерних верстатах заввишки до 2,5 м задня частина шпинделя разом з виступним кінцем гвинта для закріплення інструменту, а також кінець фрезерної оправки, який виступає з підтримки, повинні бути відгороджені знімними кожухами.

12. На вертикально-фрезерних верстатах для закріплення фрез необхідно застосовувати спеціальні механічні пристосування (шомполи, штрелелі тощо).

13. Конструкція збірних фрез повинна передбачати надійне та міцне закріплення в корпусі фрези зубів або пластин з твердого сплаву, яке унеможливило б їх випадіння під час роботи.

14. Копіювальні свердлильно-фрезерні та фрезерні верстати повинні бути обладнані кінцевими вимикачами для здійснення вимикання фрезерних та свердлильних кареток.

15. Привід до бабки нарізнофрезерних верстатів повинен бути огорожений.

16. Поздовжньо-стругальні верстати повинні мати гальмові, амортизуючі або обмежувальні пристрої для запобігання можливості викидання стола.

17. Поперечностругальні та довбальні верстати з ходом повзуна більше 200 мм, а також поздовжньо-стругальні верстати повинні бути оснащені пристроями автоматичного відведення різцетримача під час холостого ходу.

18. Поперечностругальні верстати повинні бути оснащені стружкозбірником та екраном для запобігання розкиданню стружки за межі стружкозбірника.

19. Довбальні верстати повинні мати пристрій, який унеможливило самовільне опускання повзуна після вимкнення верстата.

20. Довбальні верстати з механічним (кулісним) приводом повзуна повинні мати блокування для запобігання перемиканню швидкості довбача (різця) під час роботи верстата.

21. На довбальних верстатах (крім довбальних верстатів з ходом повзуна від 100 до 200 мм) піднімання подушки довбача під час холостого ходу повинно бути автоматизовано.

22. Вертикально-протяжні верстати для внутрішнього протягування повинні мати огороження для захисту працівників у разі випадіння протяжки з патрона поворотного механізму.

23. Над зоною виходу протяжки із заготовки на горизонтально-протяжних верстатах необхідно встановлювати відкидний екран з оглядовим вікном для захисту працівників від травмування шматками протяжки у разі її розривання та відлітаючою стружкою.

24. Горизонтально-протяжні верстати, що працюють протяжками масою більше 8 кг, повинні мати підтримувальні опори на вході протяжки у заготовку і на виході з неї. Верстати повинні мати пристосування, що забезпечує механізоване повертання протяжки у початкове положення після робочого ходу.

25. Передня сторона відрізних круглопиляльних верстатів повинна бути оснащена екраном для захисту працівника від стружки, що відлітає під час різання.

Неробочу частину пилки відрізного круглопиляльного верстата необхідно огородити.

26. Відрізні круглопиляльні верстати повинні бути оснащені пристроями для автоматичного очищення западин зубів від стружки під час роботи.

27. Різальне полотно стрічково-відрізних верстатів повинно бути огорожено по всій довжині, крім ділянки в зоні різання. Шківи стрічково-відрізного полотна повинні бути огорожені по колу та з боків.

28. Стрічково-відрізні верстати повинні бути оснащені захисним пристроєм,

який запобігає травмуванню працівника різальним полотном у разі його розривання.

29. Верстати відрізної групи повинні мати пристрої для підтримування матеріалу, від якого відрізуються заготовки, та відрізаних заготовок для запобігання їх падінню з верстатів.

30. Передня частина пиляльної рами ножівкової пилки верстата не повинна виходити за торець рукава верстата.

31. Відрізні круги абразивно-відрізних верстатів повинні бути огорожені захисними кожухами відповідно до вимог ГОСТ 12.3.028-82 «ССБТ. Процеси обробки абразивним і ельборовим інструментом. Вимоги безпеки».

32. Конструкція пилозабірників абразивно-відрізних верстатів повинна забезпечувати ефективне захоплення іскрового факела, що відходить від зони різання.

Абразивно-відрізні верстати у разі технічної необхідності повинні бути укомплектовані індивідуальними відсмоктувальними пристроями. При застосуванні у відсмоктувальному пристрої тканинних фільтрів тканина повинна бути вогнестійкою або на ділянці всмоктування перед пристроєм повинен бути передбачений іскроуловлювач.

5.4 Вимоги охорони праці під час виконання робіт на фрезерних верстатах з ЧПК.

1. Перед установленням фрези необхідно перевіряти цілісність та правильність заточування пластин.

Пластини повинні бути без викришених місць, тріщин, припикання. Різальний інструмент не повинен мати затуплених кромки.

2. Для установлення фрез на верстаті або їх заміни необхідно застосовувати спеціальні пристосування, які запобігають порізу рук працівника.

3. При установленні фрез на оправку їхні зуби необхідно розміщувати в шаховому порядку.

4. Не дозволяється підтримувати фрезу рукою без відповідних засобів індивідуального захисту рук.

5. Після установа та закріплення фрези необхідно перевіряти її радіальне та торцеве биття, яке не повинно перевищувати 0,1 мм.

7. При швидкісному фрезеруванні необхідно застосовувати огороження та пристосування для уловлювання та видалення стружки (спеціальні стружковідвідники, прозорі екрани).

8. Оброблювані деталі та пристосування, особливо базові та кріпильні поверхні, що прилягають одна до одної, перед установленням на верстат необхідно очищувати від стружки та мастила для забезпечення правильного установа їх та досягнення міцності закріплення.

9. Отвір шпинделя, хвостовик оправки або фрези, поверхню перехідної втулки перед установа у шпиндель необхідно очищувати та протирати, забоїни - усувати. При встановленні хвостовика інструменту в отвір шпинделя хвостовик повинен сідати щільно, без люфту.

10. Оброблювану деталь необхідно закріплювати в місцях, що розташовані якомога ближче до оброблюваної поверхні. Для закріплення деталей до необроблених поверхонь необхідно застосовувати лещата та пристосування з насічкою на притискних губках.

11. При використанні для закріплення деталей пневматичних, гідравлічних та електромагнітних пристосувань трубки, по яких подається повітря або рідина, а також електрична проводка повинні бути захищені від механічних пошкоджень.

12. При заміні або вимірюванні оброблюваної деталі верстат необхідно зупинити, а різальний інструмент - відвести.

13. Під час роботи на верстаті необхідно уникати накопичення стружки на фрезі та оправці. Стружку від оберткової фрези необхідно періодично видаляти пензликом з ручкою завдовжки до 250 мм.

5.5.Вимоги охорони праці під час виконання робіт на металообробних верстатах свердлильної та розточувальної груп.

1. Оброблювані на верстаті деталі (крім особливо важких) необхідно встановлювати у відповідні пристосування (лещата, кондуктори тощо), які закріплюються на столі (плиті) свердлильного верстата.

Для кріплення тонкого листового металу необхідно застосовувати спеціальні пристрої (гідравлічні, важільні тощо). Допускається закріплювати деталі притискними планками або упорами.

Лещата до стола верстата необхідно кріпити болтами, розмір яких повинен відповідати розміру паза стола.

2. Встановлювати оброблювані деталі на верстат та знімати їх з нього під час роботи верстата допускається тільки у разі використання спеціальних позиційних пристроїв (поворотних столів, конвеєрів тощо).

Верстати повинні бути обладнані пристроями, які повертають шпиндель у початкове положення після його подавання. За відсутності зазначеного оснащення установлювати та знімати деталі дозволяється тільки після вимкнення та повного зупинення верстата.

3. При закріпленні інструменту в шпинделі за допомогою клинів, гвинтів, планок та інших пристроїв ці елементи не повинні виступати за межі шпинделя.

4. Вставляти чи виймати свердло із шпинделя верстата дозволяється тільки після повного припинення обертання шпинделя.

Свердло із шпинделя необхідно виймати спеціальним клином, який не повинен залишатись у пазу шпинделя.

5. Не дозволяється використовувати на верстатах інструмент із забитими або спрацьованими конусами та хвостовиками.

6. Стружку з просвердлених отворів необхідно видаляти гідравлічним способом, магнітами або металевими гачками тільки після зупинення верстата та відведення інструменту.

7. Свердлити отвори у в'язких металах необхідно спіральними свердлами зі стружкодробильними каналами.

8. Для знімання інструменту з верстата необхідно застосовувати спеціальні молотки та вибивачі, виготовлені з матеріалу, від якого під час удару не відділяються частинки.

9. Не дозволяється під час роботи верстата перевіряти рукою гостроту різальних кромek інструменту, глибину отвору та вихід свердла з отвору в деталі, а також охолоджувати свердла мокрою ганчіркою.

10. Підводити трубопровід емульсійного охолодження до інструменту або виконувати його закріплення, а також переналагоджувати верстат дозволяється після повного зупинення верстата.

11. Не дозволяється виконувати роботи на свердлильних верстатах у рукавицях, рукавичках або із забинтованими кистями рук.

Установлювати і знімати великогабаритні деталі необхідно в рукавицях і тільки після зупинення верстата.

Висновки.

У ході виконання дипломної роботи були проведені детальні дослідження та аналіз сучасного стану металообробки корпусних деталей. В першому розділі розглянув основні види формоутворення та технологічні схеми при обробці корпусних деталей, вимоги і технічні характеристики фрезерних та свердлильних верстатів з ЧПК, а також програмне забезпечення верстатної обробки з ЧПК.

У другому розділі проведено детальний аналіз технологічних аспектів проекту, описано призначення, умови роботи та особливості конструкції деталі «Опора», визначено тип виробництва та проаналізовано його вплив на завдання технологічного підготовки виробництва. Також було проведено проектування конструкції заготовки та аналіз технологічності конструкції деталі, а також проектування операційного технологічного процесу, розраховано припуски та прозначено режими різання, а також здійснено розрахунок норм часу та продуктивності.

У третьому розділі було виконано конструкторський аналіз проекту, здійснено проектування верстатного пристрою для різьбо нарізання з розрахунком на точність обробки та визначенням схеми та сил закріплення. Також було проведено моделювання та розрахунок елементів пристрою на міцність, а також розроблено проект різального інструменту.

У четвертому розділі дано опис системи Siemens Tecnomatix Plant Simulation, розроблено імітаційну модель дільниці з подальшим аналізом верифікацією виробничих даних. Також було здійснено генерування програм керування для фрезерних операцій. Отже, на основі отриманих результатів можна зробити висновок про комплексність досліджень, проведених у рамках дипломної роботи, що сприяли розробці та впровадженню ефективних технологічних рішень для металообробки деталі «Опора». Результати досліджень мають практичне значення і можуть бути використані в промислових умовах для підвищення продуктивності та якості виробництва.

Список використаних джерел.

1. https://elib.lntu.edu.ua/sites/default/files/elib_upload/посібник%20Божко%20Тетяна%20Євгенівна%20готовий/page7.html
2. Доля В.М. Технологія обробки типових деталей: Конспект лекцій для студентів спеціальності 7.090.202 „Технологія машинобудування” усіх форм навчання. — Харків: НТУ „ХПІ”, 2003. — 64 с.
3. http://mgplm.org/publ/osnovnye_vidy_i_skhemy_frezerovaniya_klassifikacija_i_konstrukcija_frez/1-1-0-108
4. Горбатюк Є.О. Технологія машинобудування / Є.О. Горбатюк, М.П.Мазур, А.С. Зенкін, та ін. — К.: Вид-во «Новий світ», 2009. — 360 с.
5. Програмування верстатів з ЧПУ. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укл.: А.Р. Апаракін, А.І. Гречка, А.М. Артюхов — Кропивницький: ЦНТУ, 2023 — 59 с.
6. <https://raptorcnc.com.ua/ua/a476424-luchshee-programmnoe-obespechenie.html>
7. Мельничук П.П. Технологія машинобудування. Житомир. 2003. — 876с.
8. Боровик А.І. Технологічна оснастка механоскладального виробництва. К.: 2008 — 726 с.
9. Бабук В.В. Проектування технологічних процесів механічної обробки в машинобудуванні — Мінськ, 1987. — 255 с.
10. Довідник конструктора-машинобудівника. Т1/Під ред. Анурєва В.І. , 1979. — 728 с.
11. Довідник технолога-машинобудівника. Т1/Під ред. Косилової А.Г., 1986. — 656 с.
12. Довідник технолога-машинобудівника. Т2/Під ред. Малова Р.К., 1986. — 495 с.
13. Озеров В.А. Литво підвищеної точності по разовим моделям. 1988. — 87 с.
14. Репях С.І. Технологічні основи лиття по виплавляємим моделям. — Дніпропетровськ.: - 2006. — 1035 с.
15. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування технологічного спорядження: Навчальний посібник для студентів машинобудівних спеціальностей вищих закладів освіти / Л.І. Боженко. — Львів: Світ, 2001. — 296 с.

16. Боженко Л.І. Технологія машинобудування. Проектування та виробництво заготовок: Підручник / Л.І. Боженко. – Львів: Світ, 1996. – 368 с.
17. Картавов А.С. «Технологія машинобудування»
18. Бабук В.В. Проектування технологічних процесів механічної обробки в машинобудуванні — Мінськ, 1987. — 255 с.
19. Довідник технолога-машинобудівника. Т1/Під ред. Косилової А.Г., 1986. — 656 с.
20. Довідник технолога-машинобудівника. Т2/Під ред. Малова Р.К., 1986. — 495 с.
21. Довідник конструктора-машинобудівника. Т2/Під ред. Анурєва В.І. , 1979.
22. Добрянський С.С. Технологія машинобудування і технологічні основи машинобудування / С.С. Добрянський,
В.К. Фролов, Ю.М. Малафєєв, В.М. Гриценко. - К.: НТУУ «КПІ», 2007. - 72 с
23. Дичковський М.Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. / М.Г. Дичковський. - Тернопіль: ТДТУ, 2001. - 277 с.
24. Кукляк М.Л., Афтаназів І.С., Юрчишин І.І. Металорізальні інструменти. Проектування. – Львів: Львівська політехніка, 2002. – 455 с.
Кукляк М.Л. Металорізальні інструменти у машинобудуванні: Навч. посібник. Ч.ІІ. – К.: ІЗМН, 1998. – 400 с.
Металорізальні інструменти : навчальний посібник / С. В. Швець. – Суми : Сумський державний університет, 2019. – 272 с.
25. https://en.wikipedia.org/wiki/Plant_Simulation
26. Комп'ютерне моделювання технологічних процесів [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. за спеціальністю 131 «Прикладна механіка» за освітньо-науковою програмою магістерської підготовки - Технологія машинобудування/ Б.С. Воронцов, Ю.М. Бецко, О.О. Мельник; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 6,5 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 186 с
27. Комп'ютерна графіка SolidWorks: навчальний посібник / М.М. Козяр, Ю.В. Фещук, О.В. Парфенюк. – Херсон: Олді-плюс, 2018 – 252с.
28. Засоби створення технологій виробництва корпусних деталей в концепції

- Індустрії 4.0 "Матеріали XI Всеукраїнської науково-практичної конференції здобувачів вищої освіти та молодих вчених з автоматичного управління присвяченої Дню ракетно-космічної галузі України : Збірник наукових праць / Під редакцією Г.В. Рудакової та ін. - Херсон-Хмельницький : Видавництво ФОП Вишемирський В.С., 2024. - 154 с." 4 Островський Б.І., Дмитрієв Д.О., Сімінченко І.П., Осадчук В.С. 2024.
29. Про охорону праці : Закон України від 14 жовт. 1992 р. // Відом. Верхов. Ради України. – 1992. – №49. – Ст. 668. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0327-14#Text>.
30. ДСТУ EN ISO 16092-1:2019(EN ISO 16092-1:2018, IDT; ISO 16092-1:2017, IDT)
31. Холоша В.І. Технологічна оснастка. – Дніпропетровськ: НГУ, 2016. – 133 с.
32. Бабук В.В. Проектування технологічних процесів механічної обробки в машинобудуванні — Мінськ, 1987. — 255 с.
33. Довідник технолога-машинобудівника. Т2/Під ред. Малова Р.К., 1986. — 495 с.
34. Горошкін А.К. Пристрої для металорізальних верстатів. Довідник. 1979. – 303 с.
35. Корсаков В.С. Основи конструювання пристроїв. 1982. – 277 с.
36. Довідник конструктора-машинобудівника. Т2/ Під ред. Анурьєва В.І., 1979 – 559 с.
37. Ангел Є., Кравчук В. Яка промислова політика потрібна Україні для переходу до Індустрії 4.0? Дзеркало тижня. 2019. № 13.
38. Войтко С. В. Реалізація освітнього та промислового потенціалів України у глобальних умовах Індустрії 4.0 / С. В. Войтко // Економічний вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». – 2019. – № 16. – С. 360-369.
39. Грінько І. М. Ефективність реалізації стратегій державного рівня в консолідації експертів Індустрії 4.0 // XVI МНПК «Міжнародне науково-технічне співробітництво: принципи, механізми, ефективність». – 2020. – С. 120-122.
40. Калита П. Україна і четверта промислова революція: загрози та можливості. Дзеркало тижня. 2016. № 43-44.
41. Новак І., Покотиленко Р. Зайнятість в Індустрії 4.0: визначаємо національні пріоритети. 2019. № 3.
42. Скіцько В. І. Індустрія 4.0 як промислове виробництво майбутнього / В. І. Скіцько // Інвестиції: практика та досвід. – 2016. – № 5. – С. 33-40.

43. Скоробогатова Н. Є. Концептуальні засади формування сталого розвитку суспільства в контексті Індустрії 4.0 / Економічний вісник НТУУ «КПІ» : збірник наукових праць. – 2019. – № 16. – С. 388–400.
44. Філіп Штеден, Роберт Кірхнер Індустрія 4.0 – Огляд та наслідки для політики // German Advisory Group Ukraine. Серія аналітичних записок [PB/06/2018]. URL: https://www.beratergruppe-ukraine.de/wordpress/wpcontent/uploads/2018/08/PB_06_2018_ukr.pdf
45. Войтко С. В., Фролова А. А. Трансформації національної економіки України в площині розвитку головних кластерів на засадах Індустрії 4.0 в постCOVID'ний період / А. А. Фролова, С. В. Войтко // Інноваційна економіка: Науково-виробничий журнал. – Тернопіль, 2020. – № 5-6. – С. 36-42.
46. Смарт- промисловість: напрями становлення. Проблеми і рішення: монографія / В.П Вишневський, О.В. Вієцька, О.А. Вієцький. О.А. Воргач, О.М. Гаркушенко, А.Ф. Дасів, М.Ю. Заніздра, Л.О. Збаразька, С.І. Князєв, Д.В. Липницький, А.А. Мадюк, Ю.О. Мазур, В.А. Нікіфорова, О.О. Охтень, О.В. Соколовська, С.С Турлакова, В.Д. Чекіна, Г.З. Шевцова, Т.В. Щетілова; за ред. В.П. Вишневського; НАН України, Ін-т економіки пром.- сті. Київ, 2019. 464с.
47. Tecnomatix Plant Simulation: Compact Student Training. - Siemens PLM Software, 2017. – 177 p.
48. Воронцов Б.С. Впровадження імітаційного моделювання логістики технологічних процесів в навчальний процес//Форум інженерів механіків ХХІ МНТК “Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта”, 2020. – С. 231 – 237
49. Кришук А.С. Забезпечення роботи транспортної системи з міжопераційними накопичувачами у ГАВ:Магістерська дисертація / Артем Святославович Кришук // КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2018. – 43 с. – Режим доступу: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/31115/5/Kryshhuk_magistr.pdf

ДОДАТКИ

					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк. А
						113
Ізм..І	Арк. А	№ докум. №	Підпис Пі	Дата		

Додаток А

1											ГОСТ 3.1404-86										форма 3	
2																						
3	Дубл.																					
4	Взам.																					
5	Подл.																					
6																						
7																					1 1	
8	Разраб.										Островський											
9																						
10																						
11																						
12	Н.контр.										Дмитрієв										Опора	
13	Наименование операции										Материал										Твердость	
14	Вертикально фрезерна										ВЧ40 ГОСТ 7293										К2 0	
15	Оборудование, устройство ЧПУ										Обозначение программы										То Тв Тпз Тшт. СОЖ	
16	BM130																					
17	P										ПИ										D или B L t i S n V	
18	001										005 Вертикально фрезерна											
19	T02										Фрезерувати онову опори, витримуючи розміри p-p 16 ±0,135.											
20	003										2214-0273 фреза (ø125) ГОСТ 26595.											
21	T04																					
22	05																					
23	06																					
24	07																					
25	08																					
26	09																					
27	10																					
28	11																					
29	12																					
30	13																					
31	e fh																					
32	МК										Маршрутна карта											

33											ГОСТ 3.1404-86										форма 3	
34																						
35	Дубл.																					
36	Взам.																					
37	Подл.																					
38																						
39																					1 1	
40	Разраб.		Островський						ХНТУ													
41																						
42																						
43																						
44	Н.контр.		Дмитрієв						Опорна						010							
45	Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД				
46	Слюсарна				ВЧ40 ГОСТ 7293						кг	0					0					
47	Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ									
48																						
49	Р								ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V						
50	001	010 Сльсарна																				
51	T02	Зачистити задирки по периметру Фрезерованих поверхонь.																				
52	003	2820-0039 ГОСТ 1465 напильник.																				
53	T04																					
54	005																					
55	T06																					
56	007																					
57	T08																					
58	009																					
59	T10																					
60	011																					
61	T12																					
62	013																					
63																						
64	МК	Маршрутна карта																				

65											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
66																				
67	Дубл.																			
68	Взам.																			
69	Подп.																			
70																				
71											1 1									
72	Разраб.	Островський																		
73											ХНТУ									
74																				
75											Опора									
76	Н.контр.	Дмитрієв																		015
77	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
78	Вертикально фрезерна					ВЧ40 ГОСТ 7293							кг	0				0		
79	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ					
80	FNGJ 32																			
81	P					ПИ		Д или В		L	t	i	S	n	V					
82	001	015 Вертикально фрезерна																		
83	02	Фрезерувати бобишки опори, витримуючи розміри p-p 39 ±0,4.																		
84	03	Фреза ø39 ГОСТ 17025.																		
85	04																			
86	05																			
87	06																			
88	07																			
89	08																			
90	09																			
91	10																			
92	11																			
93	12																			
94	13																			
95																				
96	МК	Маршрутна карта																		

97											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
98																				
99	Дубл.																			
100	Взам.																			
101	Подп.																			
102																				
103											1 1									
104	Разраб.	Островський																		
105											ХНТУ									
106																				
107											Опора									
108	Н.контр.	Дмитрієв																		020
109	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
110	Вертикально сверлильна					ВЧ40 ГОСТ 7293							кг	0				0		
111	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ					
112	2C132																			
113	P					ПИ		Д или В		L	t	i	S	n	V					
114	001	020 Вертикально сверлильна																		
115	02	Зенкувати два отв. ø17,75(0; +0,07) напрозід, витримуючи розміри: 18 ±0,135; 35 ±0,3.																		
116	03	Зенкуєр 2320-2575 (ø17,75h8) ГОСТ 12489.																		
117	04																			
118	05																			
119	06																			
120	07																			
121	08																			
122	09																			
123	10																			
124	11																			
125	12																			
126	13																			
127																				
128	МК	Маршрутна карта																		

129											ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
130																					
131	Дубл.																				
132	Взам.																				
133	Подп.																				
134																					
135											1 1										
136	Разраб.	Островський																			
137											ХНТУ										
138																					
139											Опора										
140	Н.контр.	Дмитрієв									025										
141	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры					МЗ	КОИД
142	Вертикально сверлильна					ВЧ40 ГОСТ 7293							кз	0						0	
143	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ						
144	2С132																				
145	Р											ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V		
146	001	025 Вертикально сверлильна																			
147	Т02	Розвернути два отв. $\phi 18F8(+0,016; +0,043)$ напрохід, втримуючи розміри $18 \pm 0,135; 35 \pm 0,3$.																			
148	03	Розвертка 3263-0122 $\phi 18(+0,0384 +0,028)$ (під F8).																			
149	04																				
150	05																				
151	06																				
152	07																				
153	08																				
154	09																				
155	10																				
156	11																				
157	12																				
158	13																				
159																					
160	МК	Маршрутна карта																			

161											ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
162																					
163	Дубл.																				
164	Взам.																				
165	Подп.																				
166																					
167											1 1										
168	Разраб.	Островський																			
169											ХНТУ										
170																					
171											Опора										
172	Н.контр.	Дмитрієв									030										
173	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры					МЗ	КОИД
174	Вертикально сверлильна					ВЧ40 ГОСТ 7293							кз	0						0	
175	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ						
176	МН25													2,21							
177	Р											ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V		
178	001	030 Вертикально сверлильна																			
179	Т02	1. Зенкувати фаску $0,3 \dots 0,5 \times 45^\circ$ з зовнішньої сторони бобишки з одного боку;																			
180	03	2. Зенкувати фаску $0,3 \dots 0,5 \times 45^\circ$ з зовнішньої сторони бобишки з іншого боку.																			
181	04	Зенківка $\phi 40$ ГОСТ 14953.																			
182	05																				
183	06																				
184	07																				
185	08																				
186	09																				
187	10																				
188	11																				
189	12																				
190	13																				
191																					
192	МК	Маршрутна карта																			

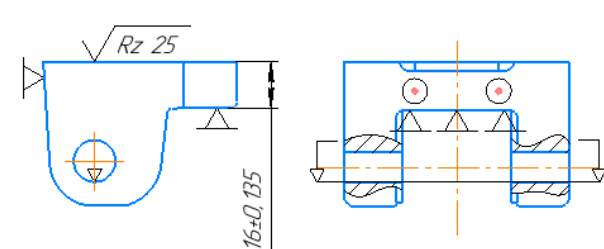
193											ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
194																					
195	Дубл.																				
196	Взам.																				
197	Подп.																				
198																					
199											1 1										
200	Разраб.	Островський																			
201											ХНТУ										
202																					
203											Опора										
204	Н.контр.	Дмитрієв									035										
205	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры					МЗ	КОИД
206	Вертикально сверлильна					ВЧ40 ГОСТ 7293							кз	0						0	
207	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз	Тшт.	СОЖ						
208	МН25																				
209	Р					ПИ		Д или В		L	t	i		S		n	V				
210	001	035 Вертикально сверлильна																			
211	Т02	1. Встановити зенківку між бобишками, зенкувати фаску 0,3...0,5x45° з внутрішньої																			
212	03	сторони бобишки з одного боку;																			
213	04	2. Встановити зенківку між бобишками, зенкувати фаску 0,3...0,5x45° з внутрішньої																			
214	05	сторони бобишки з іншого боку.																			
215	06	Зенківка $\phi 20$ ГОСТ 14953.																			
216	07																				
217	08																				
218	09																				
219	10																				
220	11																				
221	12																				
222	13																				
223																					
224	МК	Маршрутна карта																			

225											ГОСТ 3.1404-86 форма 3										
226																					
227	Дубл.																				
228	Взам.																				
229	Подп.																				
230											1 1										
231																					
232	Разраб.	Островський																			
233											ХНТУ										
234																					
235											Опора										
236	Н.контр.	Дмитрієв									040										
237	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры					МЗ	КОИД
238	Вертикально сверлильна					ВЧ40 ГОСТ 7293							кз	0						0	
239	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз	Тшт.	СОЖ						
240	2С132																				
241	Р					ПИ		Д или В		L	t	i		S		n	V				
242	001	040 Вертикально сверлильна																			
243	Т02	1. Свердлувати 2 отвори $\phi 10,2 +0,27$ на глибину 24тах, витримуючи р-ри $58 \pm 0,2$; $10 \pm 0,5$;																			
244	003	2. Свердлувати отвір $\phi 10,2 +0,27$ напрохід витримуючи р-ри 2																			
245	Т04	Свердло $\phi 10,2$.																			
246	05																				
247	06																				
248	07																				
249	08																				
250	09																				
251	10																				
252	11																				
253	12																				
254	13																				
255																					
256	МК	Маршрутна карта																			

257											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
258																				
259	Дубл.																			
260	Взам.																			
261	Подп.																			
262																				
263											1 1									
264	Разраб.	Островський																		
265											ХНТУ									
266																				
267											Опора									
268	Н.контр.	Дмитрієв															045			
269	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
270	Вертикально сверлильна					ВЧ40 ГОСТ7293							к2	0				0		
271	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ					
272	МН25																			
273	Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V						
274	001	045 Вертикально свердильна																		
275	Т02	1. зенкувати фаски 0.5x45° в 3-х отворах $\phi 10,2 +0,27$ з сторон																		
276	03	2. зенкувати фаску 0,5x45° в отворі $\phi 10,2 +0,27$ з боку бобишок.																		
277	04	Зенківка $\phi 20$ ГОСТ 14953-80.																		
278	05																			
279	06																			
280	07																			
281	08																			
282	09																			
283	10																			
284	11																			
285	12																			
286	13																			
287																				
288	МК	Маршрутна карта																		

289											ГОСТ 3.1404-86 форма 3									
290																				
291	Дубл.																			
292	Взам.																			
293	Подп.																			
294																				
295											1 1									
296	Разраб.	Островський																		
297											ХНТУ									
298																				
299											Опора									
300	Н.контр.	Дмитрієв															050			
301	Наименование операции					Материал					Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД	
302	Різьбонарізна					ВЧ40 ГОСТ7293							к2	0				0		
303	Оборудование, устройство ЧПУ					Обозначение программы					То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ					
304	Tiger Rosamat 516																			
305	Р						ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V						
306	001	050 Різьбонарізна																		
307	Т02	1. нарізати різьбу М12-6Н в 2-х отворах $\phi 10,2 +0,27$ на довжину 20mm;																		
308	03	2. нарізати різьбу М12-6Н в отворі $\phi 10,2 +0,27$ напрохід.																		
309	04	Мітчик М12-6Н.																		
310	05																			
311	06																			
312	07																			
313	08																			
314	09																			
315	10																			
316	11																			
317	12																			
318	13																			
319																				
320	МК	Маршрутна карта																		

				зм.	лист	№ докум.	Підпис	Дата				
								Арк.ш 1				
								Арк.ш 9				
Розробив	Освітлювач											
Перевірив	Деталь											
Начиняв												
Затверд.												



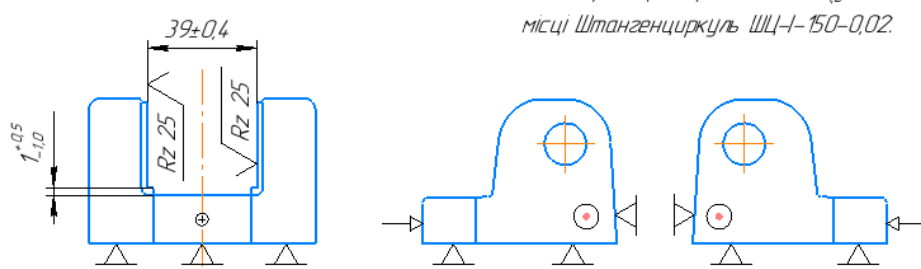
005 Вертикально-фрезерна

1. Контроль першої та останньої деталі по розмірах та шорсткості щозмінно в метрологічній лабораторії.

2. Контроль розміру $16 \pm 0,135$ – 5% на робочому місці Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,02.

KE

Дубль				зм.	лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Взам.								2				
Повт.												



015 Вертикально-фрезерна

1. Контроль першої та останньої деталі по розмірах та шорсткості щозмінно в метрологічній лабораторії.

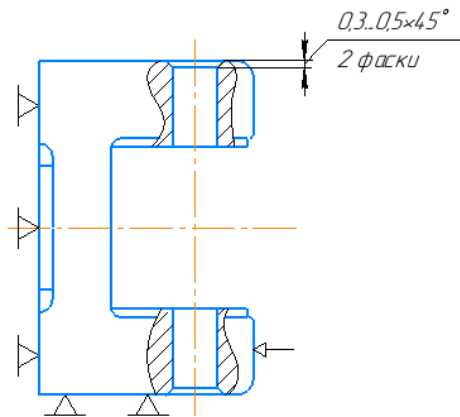
2. Контроль розмірів $39 \pm 0,4$; $1 \pm 0,5$ – 5% на робочому місці Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,02.

KE

Дубль				
Варст				
Підст				

ар	лист	№ докум	Підпис	Дата
----	------	---------	--------	------

5



030 Вертикально-свердлувальна

1. Контроль першої та останньої деталі по розміру щозмінно в метрологічній лабораторії.

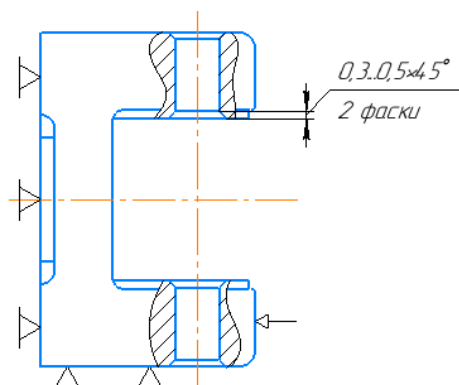
2. Контроль фаска 0,3..0,5x45° – 2% на робочому місці Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,02.

KE

Дубль				
Варст				
Підст				

ар	лист	№ докум	Підпис	Дата
----	------	---------	--------	------

6



035 Вертикально-свердлувальна

1. Контроль першої та останньої деталі по розміру щозмінно в метрологічній лабораторії.

2. Контроль фаска 0,5x45° – 2% на робочому місці Штангенциркуль ШЦ-I-150-0,02.

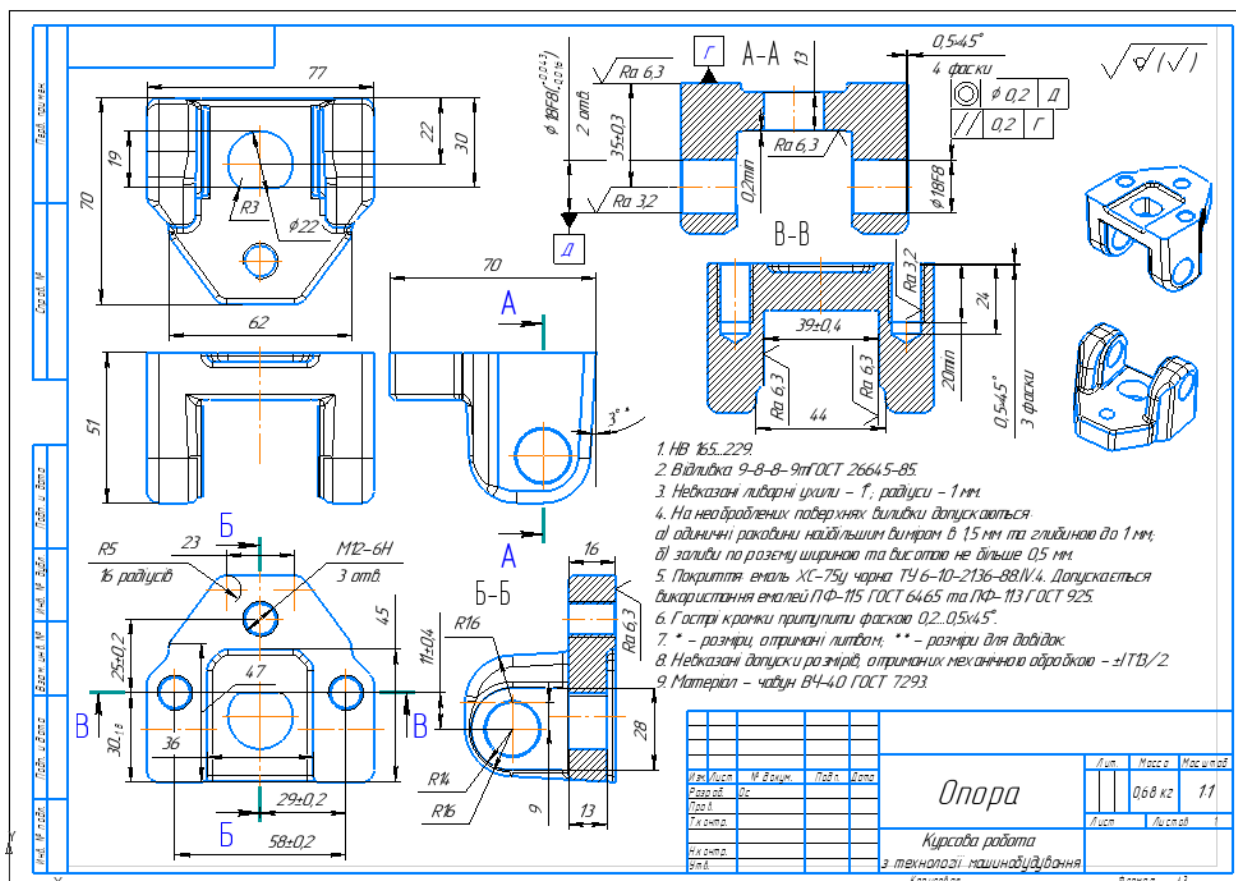
KE

Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата
--------	-------	-----------	----------	------

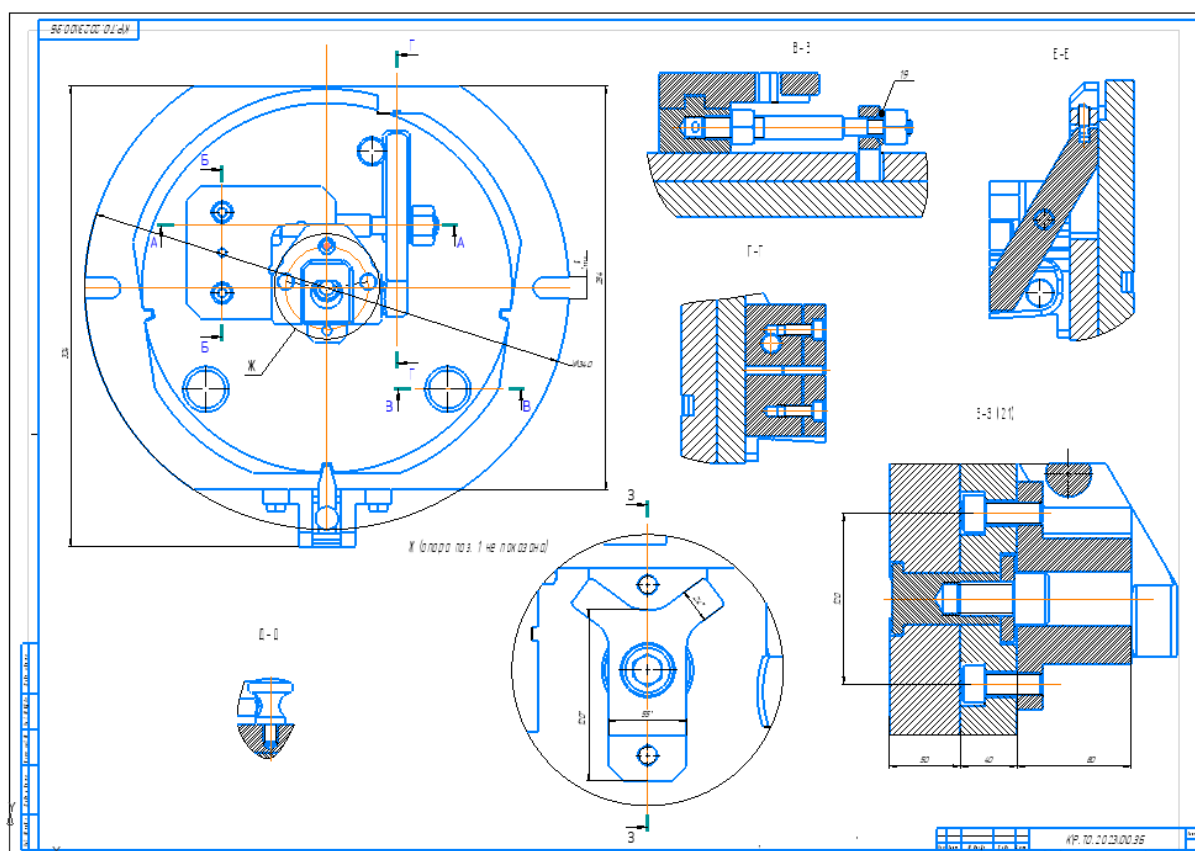
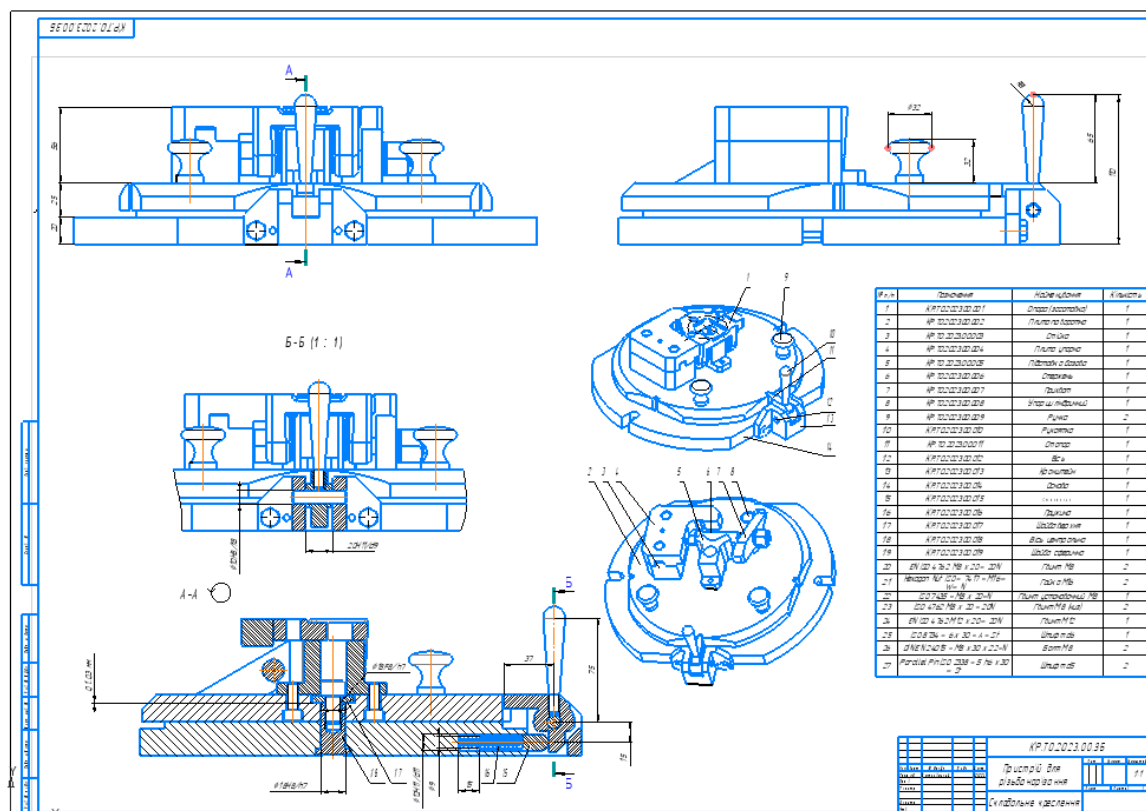
ХНТУ 13303 ПЗ

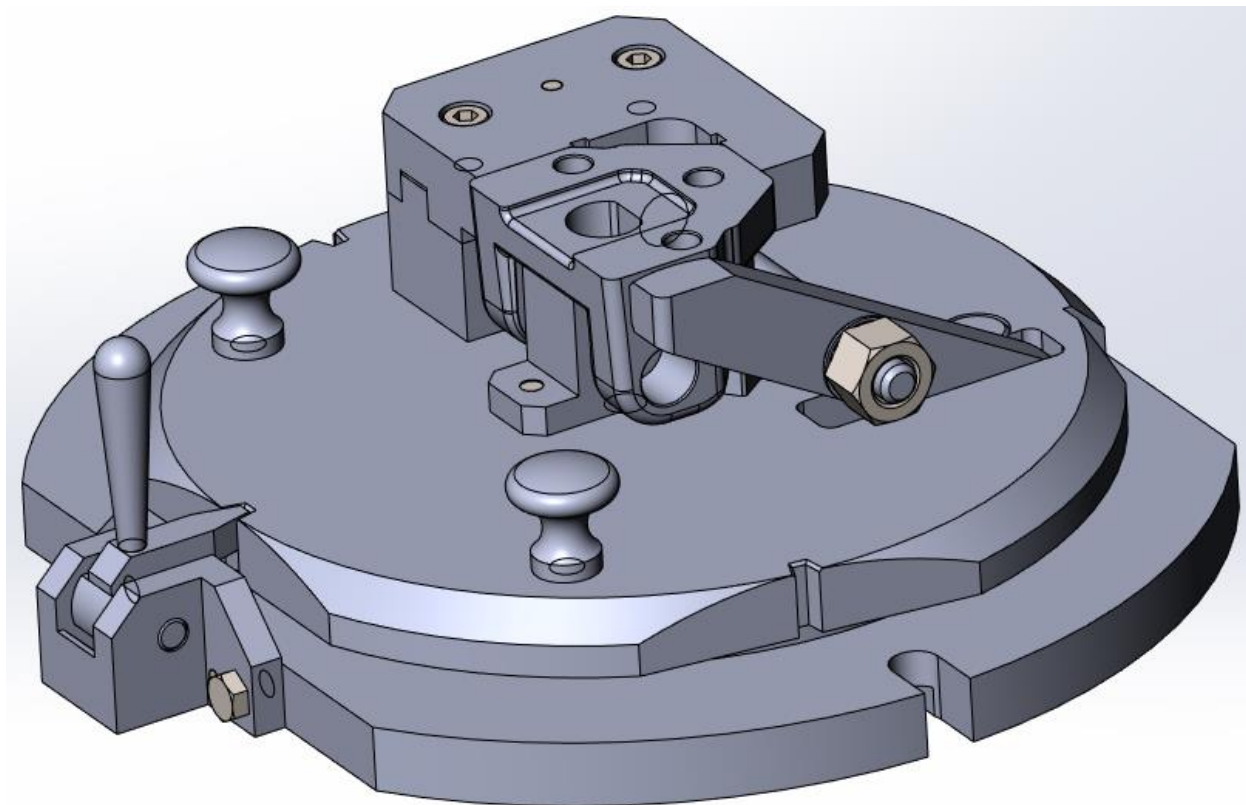
Арк.А

| 121



Проектування верстатного пристрою для різьбо нарізання.

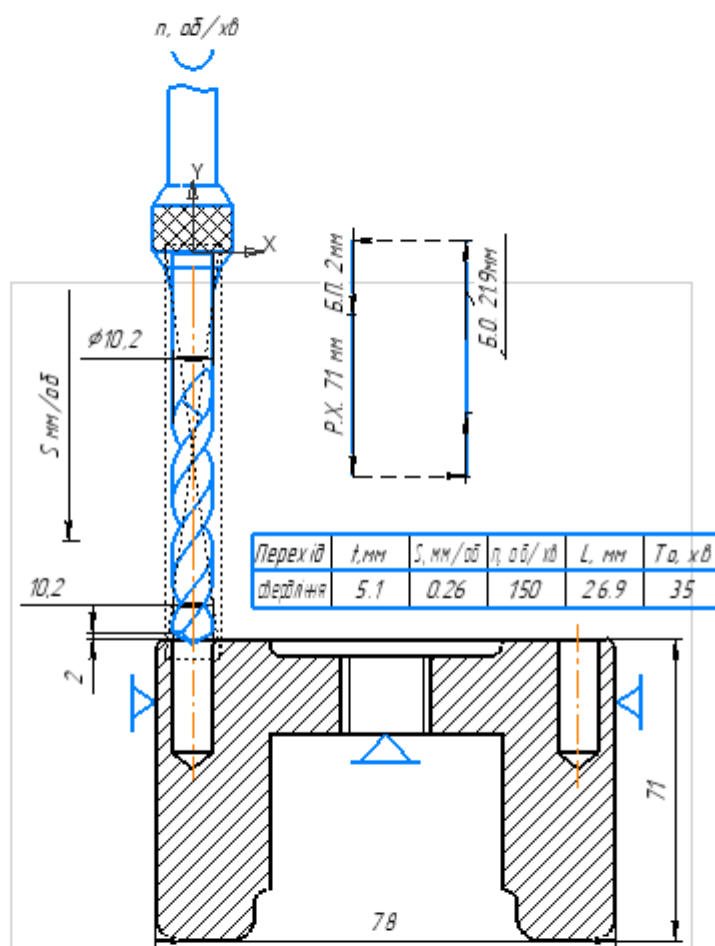




					ХНТУ 13303 ПЗ	Арк.А
Ізм..І	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		126

040 Вертикально-свердлильна Верстат 2С132

Інструментальна наладка



Інструментальна наладка					
Ім'я/Ініц.	№ Вак.к.	Підп.	Дата	Лист	Маса
Розроб.	Виконавчий				0.69
Проф.				Лист	Листів
Технік					1
Начальн.					
Чавун ВЧ40 ГОСТ 7293				Формат А3	

Калькуляція

Формат А3

Ізм..I	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата
--------	-------	-----------	----------	------

ХНТУ 13303 ПЗ

Арк.А

| 127

ЗАСОБИ СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КОРПУСНИХ ДЕТАЛЕЙ В КОНЦЕПЦІЇ ІНДУСТРІЇ 4.0

В умовах суттєвих перетворень економіки України, орієнтирами яких виступають економічні моделі країн-членів Європейського Союзу, однією з актуальних проблем є забезпечення її конкурентоспроможності та її піднесення на основі використання можливостей Індустрії 4.0 [1-6]. Індустрія 4.0 має своїм підґрунтям подальший розвиток і впровадження цифрових технологій. В даній роботі з навчальною метою проводилось технологічна підготовка виробництва деталі «Опора» (рис.1) з розробкою дільниці механообробного цеху з використанням CALS-технологій середовищі Siemens Tecnomatix, що є сучасним інструментарієм засобів Індустрії 4.0.

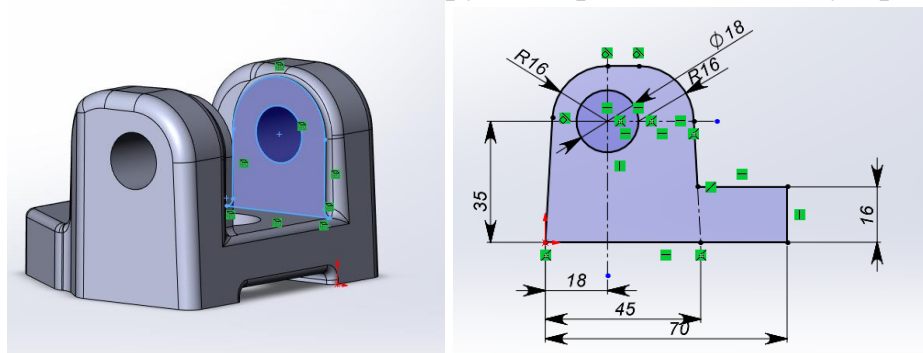


Рис. 1 – 3D модель деталі «Опора» для проектування механообробної дільниці.

«Розумне виробництво», поряд з Промисловим Інтернетом Речей, лежить в основі Індустрії 4.0 (Industry 4.0). Таку назву отримала програма німецького уряду з розвитку високих технологій. Характерна риса Індустрії 4.0 — повністю автоматизовані виробництва, на яких керівництво всіма процесами здійснюється в реальному масштабі часу і з урахуванням мінливих зовнішніх умов [7-9]. Оскільки поняття «розумне виробництво» досить розпливчате, іноді під ним розуміють активну роботизацію, автоматизацію більшості виробничих і управлінських процесів і навіть просто інновації, а перехід до нього відбувається в кілька етапів, що займають не один рік.

«Розумні» заводи – високоцифрові виробництва, в яких впроваджено такі технології, як: аналітика, робототехніка штучний інтелект а також він здатний працювати автономно із здатністю самокорекції. Подібні виробництва вважають важливим результатом Індустрії 4.0. Фабрики майбутнього (Factory of the Future) прийнято поділяти на три основні типи — цифрові (Digital), «розумні» (Smart) і віртуальні (Virtual). Основне завдання Цифровий Фабрики — розробка моделей, що випускаються з використанням засобів цифрового проектування і моделювання. Названі засоби починають використовувати ще на стадії досліджень і розробок, а закінчують створенням «цифрового макета» (Digital Mock-Up, DMU), «цифрового двійника» (Digital Twin), дослідницького зразка, випуском дрібної серії або окремих виробів під вимоги замовника [10].

Нижче розглянуто елементи «розумного» виробництва використані згідно завдання випускної кваліфікаційної роботи бакалавра Островського Б.І. за спеціальністю 131-Прикладна механіка. Першим об'єктом, який створюється в імітаційній моделі дільниці є «Source» – джерело постачання деталей, які надалі будуть переміщуватись у виробничій системі. Надалі відбувається розміщення моделей декількох верстатів як об'єктів SingleProc. Видалення деталі з виробничої системи - це може бути склад готової продукції, дільниця відвантаження [11].

Розміщені об'єкти з'єднані за допомогою елемента «Connector». Елементи типу «Connector» визначають переміщення деталей між станціями виробничої системи, тобто потік матеріалів (рис. 2).

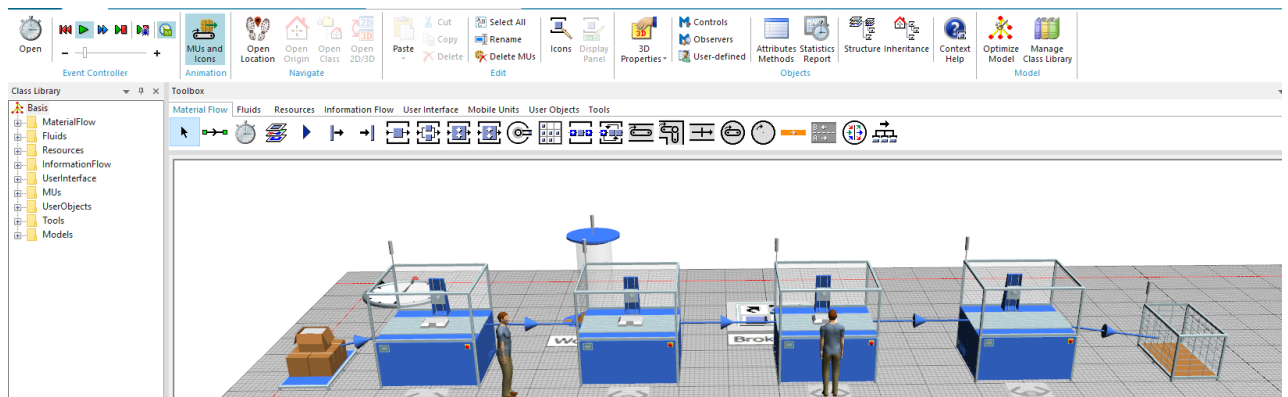
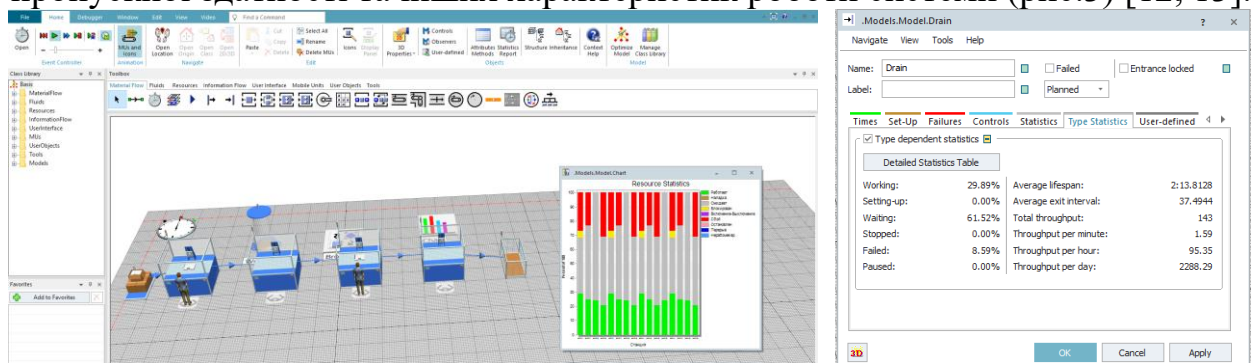


Рис. 2 – Імітаційна модель дільниці виготовлення деталі «опора» в середовищі Siemens Tecnomatix.

В реальності верстати можуть в процесі роботи виходити з ладу. Змінити налаштування доступності обладнання можна або для кожного об'єкта окремо, або для всіх об'єктів одного класу одночасно. В результаті повторного моделювання отримуємо більш реалістичну картину роботи обладнання, в якій присутні: відмови, простої і блокування. Статистика випуску продукції також змінилась. Спостерігалось відповідне зменшення пропускної здатності та інших характеристик роботи системи (рис.3) [12, 13].



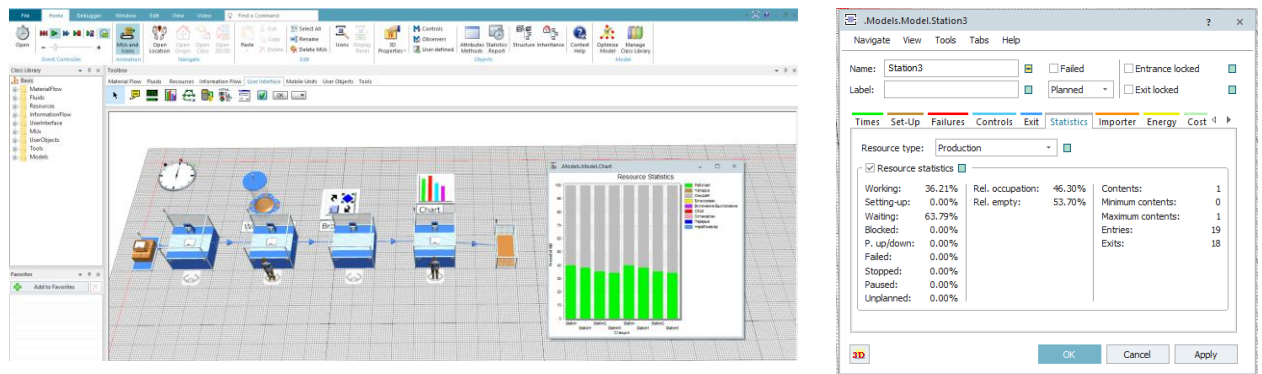


Рис. 3 – Статистика завантаження обладнання після корекції моделей.

Надалі в якості технологічної підготовки створено цифровий двійник деталі і виконано автоматизоване генерування керуючих програм в системі SolidWorksCAM. Нижче наведено фрезерування уступів вух деталі «опора» на фрезерному верстаті з ЧПК Haas VF3. Прийнято наступні налаштування параметрів виконання операції:

1. Налаштування (вибір) інструменту – кінцева монолітна твердосплавна фреза $d=12$ мм, число зубів -4.
2. Налаштування параметрів обробки контуру стінок «провушин» - однократна обробка, попутне фрезерування, схема обробки – зигзаг, глибина проходів в глибину – 6мм (рівний крок).
3. Уточнення режимів обробки -швидкість різання – 226 м/хв; оберти шпинделя – 6000 об/хв; подача на зуб фрези – 0,03 мм/зуб; хвилинна подача фрези при контурному фрезеруванні – 750 мм/хв.
4. Інші параметри, наприклад підведення і виведення інструменту призначені за замовченням.
5. Вихідні параметри операції вказані на вкладці «Оптимізація» (загальний час обробки – 1,45 хв).

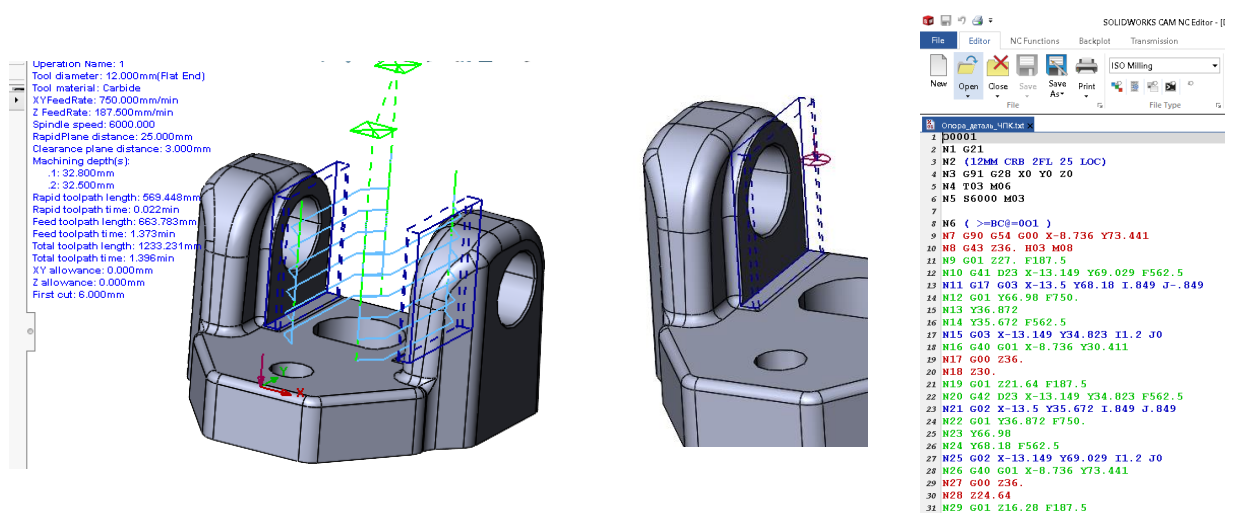


Рис. 4 – Генерування траєкторії руху інструменту і програми керування оброблюваних елементів

Індустрія 4.0 – провідний автоматизовано- технологічний тренд, який базується на впровадженні його і бізнес- процеси в теперішньому часі, а також враховує зміни зовнішніх та внутрішніх факторів. «Розумні» фабрики націлені на серійний випуск виробів, але при збереженні максимальної гнучкості виробництва. Забезпечується це завдяки високому рівню автоматизації і роботизації підприємства.