

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна  
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»  
Кафедра (Машинобудування, транспорту і зварювання)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра


на тему

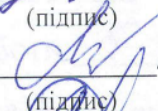
Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення  
продуктивності виготовлення деталі «корпус» на обробному центрі  
IP500ПМФ4 за рахунок розробки нового групового технологічного процесу


(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ-ПОМ23мг  
спеціальності: 015.34 Професійна освіта  
(Машинобудування)

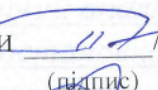
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

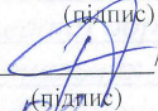
 / Сергій ХОРИН  
(підпис) (ім'я та прізвище)

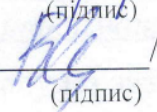
Керівник  / Олександр НАЗАРКІН  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент  / Вікторія КНЯЗЄВА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри  / Олег ПОДОЛЯК  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль  / Антон СКОРКІН  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК  / Валентина СКОРКІНА  
(підпис) (ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
імені В.Н. КАРАЗІНА

Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»  
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання  
Спеціальність 015.34 Професійна освіта (Машинобудування)  
Освітньо-професійна програма Професійна освіта (Машинобудування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТіЗ

О.Л. Подоляк

“12” жовтня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

другого (магістерського) рівня вищої освіти

студенту (ці) Сергію ХОРИНУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення продуктивності виготовлення деталі «корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4 за рахунок розробки нового групового технологічного процесу

затверджена наказом 4801-5/3345 від 12.10. 2024 р.

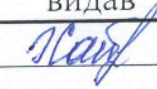
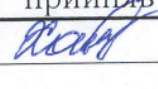
2. Термін здачі магістрантом закінченої роботи “5” грудня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: Креслення деталі типу «Корпус» і механізмів металообробного центра моделі IP500ПМФ4 із системою автоматичного керування, нормативні документи, паспортні дані обладнання, каталоги, стандарти на засоби технічного оснащення..

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити): Вступ. Конструкторсько-технологічний аналіз гнучких виробничих систем для обробки деталей типу «корпус». Постановка задач дослідження. Розробка технологічного оснащення групової операції обробки деталі. Розробка імітаційної моделі ГВМ. Дослідження функціональних характеристик ГВМ. Методичний розділ. Висновки. Список джерел інформації. Додатки..

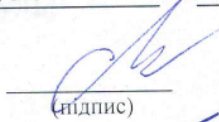
5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів: Аналітичний огляд; Послідовність виконання переходів обробки корпусної деталі на верстаті ГВМ IP500ПМФ4. Обробка поверхонь заготовки у програмі «SPRUTCAM». Вибір ріжучих інструментів. Схема вибору розточувального інструмента. Послідовність виконання переходів обробки. Вибір технологічного і інструментального оснащення. Розробка імітаційної моделі роботи ГВМ, Висновки по роботі.

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
педагогічний	Ірина ХОТЧЕНКО			

7. Дата видачі завдання «12» жовтня 2024 р.

Керівник

  
(підпис)

Олександр НАЗАРКІН  
(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання

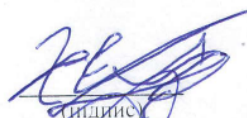
  
(підпис)

Сергій ХОРИН  
(ім'я, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК  
виконання кваліфікаційної роботи

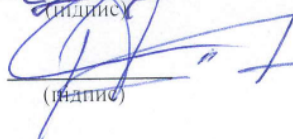
№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1.	Вибір теми й обґрунтування проблеми дослідження. Визначення об'єкта, предмета, мети й завдань.	05.09.24	
2.	Складання плану роботи. Підбор літератури й інших джерел	06.09.24	
3.	Оформлення завдання проектування для затвердження теми кваліфікаційної роботи	09.09.24	
4.	Підготовка аналітичної частини	16.09.24	
5.	Підготовка теоретичної частини	30.09.24	
6.	Розробка дослідницької частини	14.10.24	
7.	Розробка методичного розділу	28.10.24	
8.	Підготовка графічного матеріалу	07.11.24	
9.	Доробка проекту по зауваженнях наукового керівника	13.11.24	
10.	Доробка проекту по зауваженнях консультантів	18.11.24	
11.	Оформлення кваліфікаційної роботи. Підготовка до захисту.	27.11.24	
12.	Захист кваліфікаційної роботи	10.12.24	

Здобувач вищої освіти

  
(підпис)

Сергій ХОРИН  
(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль

  
(підпис)

Антон СКОРКІН  
(ім'я, прізвище)

Олег ПОД, ОЛЖ

Додаток 2 до Порядку проведення перевірки наукових праць, навчально-методичних видань та дипломних робіт (проектів) працівників та здобувачів вищої освіти на наявність запозичень з інших документів (нова редакція)

Введено в дію:

наказ ректора № 0204 -1/088 від 27.02.2020 р.

### Протокол контролю оригінальності дипломної роботи (проекту)

Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення продуктивності виготовлення деталі «корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4 за рахунок розробки нового групового технологічного процесу

студента ХОРІН Сергій Ігорович (назва роботи)  
(прізвище, ім'я та по батькові)  
науковий керівник Назаркін Олександр Анатолійович  
(прізвище, ім'я та по батькові)

В результаті перевірки роботи в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com встановлено наступні значення Коефіцієнтів Подібності

Коефіцієнт Подібності 1: 10,58,  
Коефіцієнт Подібності 2: 8,18,  
Сигнал „Тривога!":  – немає;  – є, кількість разів у тексті \_\_\_\_\_.

Вченою радою факультету (навчально-наукового інституту) затверджено наступні показники оригінальності (за значенням коефіцієнту К1):

не більше 20% – оригінальна робота,  
від \_\_\_% до \_\_\_% – задовільно оригінальна робота,  
від \_\_\_% до \_\_\_% – умовно оригінальна робота,  
більше \_\_\_% – неоригінальна робота.

Відповідно до цього, робота може бути класифікована як:

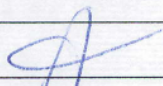
оригінальна,  
 задовільно оригінальна,  
 умовно оригінальна,  
 неоригінальна.

#### Висновок:

- робота може бути допущена до захисту,  
 необхідно провести розгляд Повного Звіту Подібності із залученням фахівців із тематики дипломної роботи (проекту).

#### Примітки Системного Оператора про виявлені запозичення:

Системний Оператор \_\_\_\_\_

  
(підпис)

Скоркін А.О.

(прізвище та ініціали)

28.11.2014  
(дата)

## ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

АРМ – автоматизоване робоче місце;

ГАЛ – гнучкі автоматизовані лінії;

ГВМ – гнучкий виробничий модуль;

ГВМ – гнучкі виробничі модулі;

ГВС – гнучкі виробничі системи

год. – години;

грн. – гривні;

ГТП – груповий технологічний процес;

ЕОМ – електронно-обчислювальна машина;

мм – міліметр;

об – оберти;

од. – одиниці;

п/п – по порядку;

ПР – промисловий робот;

рис. – рисунок;

табл. – таблиця;

тис. – тисяча;

ТП – технологічний процес;

ТПВ – технологічна підготовка виробництва;

УЗП – універсально-збірні пристосування;

УЗПО – універсально-збірна переналагоджуване оснащення

хв. – хвилина;

ЧПК – числове програмне керування;

## РЕФЕРАТ

Дипломна магістерська робота містить 176 сторінок машинного тексту, 94 малюнка, 23 таблиці, 30 джерела інформації, 1 додаток на 9 сторінках.

Ключові слова: ГНУЧКА ВИРОБНИЧА СИСТЕМА: САПР, ЧПУ, ГНУЧКИЙ ВИРОБНИЧИЙ МОДУЛЬ, ГРУПОВИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

Випускна магістерська робота присвячена розробці проекту гнучкої автоматизованої ділянки обробки деталі «КОРПУС».

В проєкті виконаний конструкторсько-технологічний аналіз системи виготовлення деталі «Корпус центрної бабці» на оброблювальних центрах в умовах дрібносерійного виробництва. Розроблені: груповий технологічний процес отримання деталі «Корпус»; управляюча програма виготовлення деталі «Корпус» на оброблювальному центрі IP500ПМФ4; імітаційна модель ОЦ IP500ПМФ4. Підібрані режими різання і технологічне оснащення фірми *SANDVIK CAROMANT*.

Всі розрахунки виконані в системах *Solid Works, TehnoPro, SolidCAM, Prula* і ін.

Результати імітаційного моделювання роботи ОЦ IP500ПМФ4 можуть бути використані при визначенні раціональних умов їх експлуатації.

У методичному розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «сутність технологічного процесу отримання деталі типу «корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4» для студентів спеціальності «професійна освіта. Машинобудування»

## ABSTRACT

Graduation project contains 176 pages of machine text, 94 pictures, 23 tables, 30 information generators, 1 appendix.

Keywords: FLEXIBLE PRODUCTION SYSTEM: SAPR, CHPU, FLEXIBLE PRODUCTION MODULE, GROUP TECHNOLOGICAL PROCESS, IMITATION DESIGN.

Graduation project is devoted to development of project of the flexible automated area of treatment of detail «corps of central grandmother».

In a project the designer-technological analysis of the system of making of detail is executed «Corps» on processing centers in the conditions of melkoseriyynogo production. Are developed: the group technological process of receipt of detail is «corps of central grandmother»; control program of making of detail «Corps» on the processing center IR500PMF4; the simulation model machine processing center IR500PMF4. The modes of cutting and technological rigging of the sandvik caromant firm are neat.

All computations are executed in the *Solid Works*, *TehnoPro*, *SolidCAM*, *Prula systems* and dr.

The results of imitation design of the work machine processing center IR500PMF4 can be used for determination of rational their external environments.

## ЗМІСТ

Перелік позначень і скорочень .....		7
ВСТУП.....		11
1	АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ .....	13
1.1	Аналіз професійної діяльності фахівців машинобудівної галузі	13
1.2	Компетентнісний підхід до підготовки фахівців машинобудівної галузі .....	15
1.3	Висновки до розділу 1 .....	18
2	КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «КОРПУС» .....	19
2.1	Область застосування металорізальних верстатів зі ЧПК для обробки тіл обертання .....	19
2.2	Методи вибору металорізальних верстатів по функціональному призначенню .....	22
2.3	Статистичний аналіз застосовності основних компонентів металорізальних верстатів .....	24
2.4	Мета та завдання випускної роботи магістра .....	30
2.5	Висновки .....	32
3	РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ ГРУПОВОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС» НА ГВМ МОДЕЛІ IP500ПМФ4 .....	33
3.1	Розробка групової технологічної операції обробки деталі типу «КОРПУС» .....	33
3.1.1	Автоматизована розробка керуючої програми вертикальним оброблювальним центром IP500ПМФ4 у системі Sprutcam-2007 для виготовлення деталі «Корпус» .....	44
3.2	Вибір різальних інструмент на групову технологічну операцію	48

	обробки деталі типу «КОРПУС» для ГВМ IP500ПМФ4 .....	
3.3	Вибір технологічного оснащення на групову технологічну операцію обробки деталі типу «КОРПУС» для ГВМ IP500ПМФ4 .....	64
3.4	Розробка транспортно-накопичувальної системи ГВМ IP500ПМФ4 .....	77
2.5	Висновки .....	81
4	РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГВМ IP500ПМФ4 .....	82
4.1	Розробка функціональної моделі ГВМ IP500ПМФ4 .....	82
4.2	Розробка імітаційної моделі верстата IP500ПМФ4 .....	94
4.3	Розробка імітаційної моделі транспортного пристрою .....	99
4.4	Розробка імітаційної моделі накопичувача деталей типу «КОРПУС» .....	101
4.5	Розробка імітаційної моделі ГВМ IP500ПМФ4 .....	104
4.5.1	Текст програми для обробки верхньої площини заготовки для деталі типу «Корпус» на ГВМ IP500ПМФ4.....	110
4.6	Висновки .....	115
5	ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГВМ IP500ПМФ4 ПРИ ОБРОБЦІ ДЕТАЛІ «КОРПУС» .....	116
5.1	Аналіз технологічних характеристик ГПМ IP500ПМФ4 .....	116
5.2	Аналіз точності й піддатливості основних вузлів верстата .....	117
5.3	Аналіз функціональних характеристик транспортного пристрою .....	119
5.4	Аналіз функціональних характеристик накопичувального пристрою .....	126
5.5	Висновки .....	127
6	ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЄКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «СУТНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ДЕТАЛІ ТИПУ «КОРПУС» НА ОБРОБНОМУ ЦЕНТРІ IP5000ПМФ4» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ	

	«ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ»	129
6.1	Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)	130
6.2	Перелік літературних джерел з теми .....	130
6.3	Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття .....	131
6.4	Аналіз базових умов навчання .....	132
6.5	Проектування мотиваційних технологій навчання (характеристика і текст мотивації, використання якої доцільно при викладі навчального матеріалу) .....	133
6.6	Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті .....	134
6.7	Проектування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті .....	135
6.8	Проектування контрольних дій з теми .....	135
6.9	Розробка сценарію факультативного заняття .....	139
6.10	Висновок .....	137
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	138
	СПИСОК ВИКОРИСТОВУВАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	140
	ПЛАКАТИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ.....	167

## ВСТУП

Сучасні металорізальні верстати — це високо розвинені машини, що включають велику кількість механізмів, що й використовують механічні, електричні, електронні, гідравлічні, пневматичні й інші методи здійснення рухів і керування циклом. По конструкції й призначенню важко знайти більш різноманітні машини, чому металорізальні верстати. На них обробляють усілякі деталі — від дрібних елементів годин і приладів до деталей, розміри яких досягають багатьох метрів, — турбін, прокатних станів, теплоходів. Тому й габарити самих верстатів досить різні.

На верстатах обробляють і прості циліндричні, і поверхні, описувані складними математичними рівняннями або задані графічно, наприклад, для криволінійних кулачків, турбінних лопаток, штампів, лопат гвинтів. При цьому досягається висока точність обробки, вимірювана нерідко частками мікрометра. На верстатах обробляють деталі зі сталей і чавунів, з кольорових, спеціальних жароміцних, легених, твердих і інших сплавів, із пластмас, дерева, кварцу, феромагнітних сплавів і інших матеріалів. Обробляють деталі й з радіоактивних матеріалів, коли верстатом доводиться управляти з вилученого від місця обробки пульта, а за процесом спостерігати по телевізору.

Усе більший розвиток одержують верстати із програмним керуванням, у тому числі багатоцільових, що забезпечують високу мобільність виробництва, точність і продуктивність обробки. Автоматика усе ширше застосовується не тільки для підвищення продуктивності процесу обробки, але й для одержання його високих якісних показників. Керування від ЕОМ групою верстатів, можливість оптимізувати процес обробки й автоматично встановлювати необхідні режими обробки з урахуванням мінливих умов також характерно для автоматичних систем сучасних верстатів. Конструкції верстатів і автоматів постійно удосконалюються з обліком усі зростаючих вимог до їхніх технічних характеристик і, насамперед, до точності й продуктивності. При створенні нових верстатів використовуються досягнення верстатобудівної промисловості й науки, а також суміжних областей техніки. До конструкцій

верстатів пред'являються високі вимоги по якості, продуктивності, надійності й безпеки в експлуатації.

У даній випускній роботі на підставі ескізу деталі типу «Корпус» і маршруту її обробки було проведено:

- Конструкторсько-технологічний аналіз системи виготовлення деталі «Корпус» на обробних центрах в умовах дрібносерійного виробництва;
- Розробка групового технологічного процесу одержання деталі типу «Корпус»;
- Розробка керуючої програми обробки деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4;
- Розробка технологічного оснащення процесу виготовлення деталі типу «Корпус»;
- Імітаційне моделювання системи виготовлення деталі типу «Корпус»;

У результаті, була розроблена повна технологічна документація по обробці деталі типу «Корпус» у дрібносерійному виробництві на обробному центрі IP500ПМФ4.

# 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ МАШИНОБУДІВНОЇ ГАЛУЗІ

## 1.1. Аналіз професійної діяльності фахівців машинобудівної галузі

Фахівці галузі машинобудування є надзвичайно перспективними у сучасному розвитку виробництва, оскільки саме вони забезпечують розвиток усіх галузей господарчої діяльності. Україна завжди перебувала на ринку високотехнологічної продукції лідером, і сьогодні відновлює випуск сучасного машинобудівного виробництва у промислових містах країни.

Підготовка бакалаврів і магістрів з машинобудування дозволяє фахівцям працювати на промислових підприємствах і у закладах професійно-технічної та фахової передвищої освіти. Унікальна можливість випускників освітньої програми 015 «Професійна освіта. Машинобудування» полягає у спільному використанні інженерних і педагогічних навичок при підготовці майбутніх кваліфікованих робітників машинобудівного профілю.

В інженерній сфері здобувачі освіти мають знайти себе на посадах:

- інженера у численних виробничих галузях;
- техника-технолога (контролює якість кінцевої продукції, попередньо все розрахувавши);
- інженера з налагодження та випробування обладнання (який стежить за тим, щоб вчасно проводили огляди та ремонт обладнання, розраховує та рекомендує необхідне налаштування на станах).
- інженера-конструктора (передбачає розробку деталей та обладнання, по суті, винахідника всього нового);
- технолога цеху (розробляє документацію з виготовлення якогось виробу).

Об'єктом професійної діяльності інженера-педагога є навчально-виробничий процес професійного закладу освіти, предметом – методика професійної підготовки фахівців машинобудівних підприємств.

Мета магістерської кваліфікаційної дипломної роботи є розробка методики професійної підготовки фахівців машинобудівних підприємств для підвищення продуктивності процесу осьової лезової обробки отворів у багатокомпонентних СП з вуглепластиків, алюмінієвих та титанових сплавів на основі оптимізації технологічних параметрів.

В Україні затверджено освітні стандарти професійної підготовки бакалавра і магістра зі спеціальності 015 «Професійна освіта» (за спеціалізацією «Машинобудування»). Педагог професійної освіти має здійснити навчання, професійну підготовку і перепідготовку сучасних фахівців на виробництві, у закладах професійно-технічної, фахової передвищої та вищої освіти. Орієнтація фахівців на навчальний процес дозволяє акцентувати увагу на сучасних методах і технологіях навчання, на рівень активізації пізнавальної діяльності зобувачів освіти, на якісний і наглядний виклад нового матеріалу. Зазначена в стандарті інтегральна компетентність спрямована на формування під час професійного навчання «здатності вирішувати типові спеціалізовані завдання у професійній освіті або у процесі навчання, що вимагає застосування положень і методів наук про освіту, фундаментальних і прикладних наук галузі відповідно до спеціалізації та може характеризуватись певною невизначеністю умов».

Спеціальна потреба у технологічній складовій професійної підготовки педагогів професійного навчання, є невід'ємною умовою розвитку інженерно-педагогічної освіти. У зв'язку з цим, процес підготовки має включати методи наукового пошуку, проблемності, творчих форм навчально-професійної, навчально-пізнавальної діяльності, розробку професійно-творчих проєктів. знань, умінь, норм і цінностей, але й можливість технологічних засобів для професійно-особистісного розвитку майбутніх педагогів професійного навчання.

## **1.2. Компетентнісний підхід до підготовки фахівців машинобудівної галузі**

Сутність компетентності можна розглядати як узагальнений спосіб дій, заснованих на отриманих знаннях, вміннях використання стандартів, правил виконання завдань; як здатність реалізовувати компетенції, сформовані в ході вивчення педагогічних дисциплін, що забезпечують орієнтацію та управління професійними ситуаціями. Компетентність також забезпечує виконання педагогічних функцій інженера-педагога, організацію взаємодії суб'єктів освітнього процесу, управління навчальним процесом, створення професійно-творчого простору, проектування та реалізацію навчально-професійної діяльності, етапність професійно-пізнавальної діяльності, отримання гарантованого результату підготовки майбутніх фахівців. Компетентність педагога професійного навчання - інтегративна якість їх професійної підготовки.

При розробці теми магістерської кваліфікаційної роботи таким типовим спеціалізованим завданням є здійснення професійної підготовки фахівців машинобудівних підприємств для підвищення продуктивності процесу осьової лезової обробки отворів у багатокомпонентних СП з вуглепластиків, алюмінієвих та титанових сплавів на основі оптимізації технологічних параметрів. Фахівці спеціалізації «Машинобудування» мають досконало знати і вміти застосовувати в предметній області сучасні стандарти, уміти навчити основним положенням фахівців підприємства на підставі навичок застосування сучасних інноваційних технологій навчання. Вибір технології навчання має здійснюватись з урахуванням дидактичної мети, завдань виробництва, рівня підготовленості до сприйняття здобувачів освіти певного рівня, матеріально-технічного обладнання навчальних аудиторій, рівня кваліфікації викладача та ін.

Психолого-педагогічна підготовка сучасного педагога професійної освіти має ґрунтуватися на високому загально культурному рівні, мовній компетентності, комунікативних навичках. Можливість спостерігати і

зрозуміти описувати, ідентифікувати, класифікувати психофізіологічні особливості здобувачів освіти і враховувати результати під час організації навчальної діяльності будуть визначати продуктивність педагогічної праці. Але інформація краще засвоюється, якщо здобувачам притаманно відчуття позитивного емоційного стану, тому здатність створювати розвиваюче освітнє середовище, забезпечувати сприятливий морально-психологічний клімат навчальної діяльності та високий рівень культури її організації є значною компетентністю майбутнього інженера-педагога. Ці компетентності цілеспрямовано формуються через певні програмні результати при вивченні загальної і вікової психології, основ корекційного розвитку особистості, практикумів з комунікативних процесів і педагогічної психології.

Особливу увагу приділяють методичним основам викладання і дидактичним основам професійної освіти. Здобувачі освіти мають засвоїти основні поняття, концепції, закони, освітню теорію та методологію в педагогічній діяльності, провести пробні уроки, пройти педагогічну практику і магістерське педагогічне стажування, що гарантує їм володіння типовими навичками педагогічної діяльності.

Спеціалізація «Машинобудування» є специфічною сферою, тому що сприяє розробці обладнання для різних сфер виробництва. Наприклад, фахівці з машинобудування мають засвоїти знання з підвищення продуктивності процесу осьової лезової обробки отворів у багатокомпонентних СП з вуглепластиків, алюмінієвих та титанових сплавів на основі оптимізації технологічних параметрів. Досконале володіння особливостями механічної обробки ще не гарантує вдалого вирішення проблеми. Необхідно навчити певних фахівців так, аби не витратити багато часу і забезпечити усвідомлення ними значної кількості нової інформації. Знання сучасних технологій навчання дозволяє обрати семінарську форму навчання та відповідні методи й засоби.

Якщо навчальний матеріал дуже складний і має досить великий обсяг, варто застосовувати факультативи чи консультаційні заняття, які протягом

певного часу дозволять розібратися у існуючих проблемах. Уміння застосовувати інформаційне та програмне забезпечення для вирішення професійних завдань відповідно до спеціалізації також тілкі сприяє кращому засвоєнню інформації. Ці уміння здобувачі освіти зі спеціальності

015 «Професійна освіта» отримують при вивченні інформатики та ряду спеціальних профільних дисциплін.

Вільне володіння державною мовою, логічний виклад думки, самостійно спланувати й організувати власну професійну діяльність і діяльність здобувачів освіти відповідно до вимог охорони праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки можливо при застосуванні сучасних інформаційно-комунікаційних технологій для пошуку, обробки та аналізу інформації.

Знання основ психології, педагогіки, а також фундаментальних і прикладних наук (відповідно до спеціалізації) на рівні, необхідному для організації навчально-виробничої діяльності дозволяють педагогам професійного навчання застосовувати сучасні дидактичні та методичні засади організації навчально-виробничої діяльності і обирати доцільні технології та методики в освітньому процесі. Для якісного проведення занять необхідно добирати та застосовувати методики психолого-педагогічного діагностування здобувачів освіти, а також застосовувати отримані результати при планування мотиваційних заходів до навчання, професійного самовизначення та саморозвитку здобувачів освіти. Оцінка стану сформованості професійної компетентності здобувачів освіти також є предметом професійно-педагогічної діяльності інженера-педагога.

### 1.3 Висновки до розділу 1

Отже, для професійної підготовки фахівців, які володіють як предметною специфікою галузі виробництва, так і методикою її навчання існують профільні виші, як Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія», інженерно-педагогічні факультети при деяких технічних і педагогічних вищих закладах освіти. У світі цю проблему підготовку педагогів професійного навчання вирішують інакше: спочатку пропонується повна вища технічна освіта, а після її закінчення відбирають тих, у кого є педагогічні здібності та бажання займатися освітньою діяльністю, та надають їх психолого-педагогічну підготовку протягом ще 3-4 семестрів. Випускники, які добре закінчили курс навчання та пройшли педагогічну практику і стажування на промислових підприємствах та у закладах освіти запрошуються на роботу до професійно-технічних закладів освіти різних рівнів. Сподіваємось, що обидві концепції мають право на існування в практиці підготовки педагогів професійного навчання.

В нашій роботі розглянемо поступово два спеціалізованих розділа і запропонуємо варіант методики професійної підготовки фахівців машинобудівних підприємств з підвищення якості поверхні і точності отворів в пакетах з вуглепластиків і титанових сплавах шляхом оптимізації режимів різання і геометрії інструменту при свердлінні. Дидактичний проєкт факультативного заняття представлено у четвертому розділі роботи.

## 2. КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ГНУЧКИХ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБРОБКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПУ «КОРПУС»

### 2.1 Область застосування металорізальних верстатів зі ЧПК для обробки тіл обертання

Токарський верстат - верстат для обробки переважно тіл обертання шляхом зняття з них стружки при точінні. Токарський верстат - один з найдавніших верстатів, на основі якого створювалися верстати свердлильної, розточувальної й ін. груп. Токарські верстати становлять значну групу металорізальних верстатів, відрізняються більшою різноманітністю. На токарському верстаті можна виконувати різні види токарської обробки: обточування циліндричних, конічних, фасонних поверхонь, підрізування торців, відрізки, розточування, а також свердління і розгортання отворів, нарізування різьб й накатку рифлень, притирання й т.п. Використовуючи спеціальні пристосування, на токарському верстаті можна здійснювати фрезерування, шліфування, нарізування зубів і інші види обробки. На спеціалізованих токарських верстатах обробляють колісні пари, муфти, труби й ін. вироби.

Основні вузли токарського верстата: підстава з коритом для збору охолодної рідини й стружки; станина з напрямними супорта й задньої бабки; нерухлива передня бабка зі шпинделем і коробкою швидкостей, яка може розташовуватися й в іншому місці, наприклад у підставі; пересувна задня бабка, що закріплюється на станині в певному положенні; коробка подач, з'єднана муфтами з ходовим валиком і ходовим гвинтом; фартух з механізмом передачі руху від ходового валика до рейки (або до гвинту подачі поперечного полозка) і з механізмом з'єднання гайки з ходовим гвинтом; супорт, що полягає з каретки, що рухається по напрямних станини, поперечного полозка, що переміщався по напрямних каретки; поворотна частина з напрямними для верхньої каретки, що несе різцетримач. Каретка й поперечний полозок переміщався вручну або автоматично. У токарських верстатах деяких моделей

верхня каретка також переміщається автоматично. У механізмі фартуха передбачене блокування, що виключає одночасне вмикання подачі від ходового валика й ходового гвинта й одночасне вмикання каретки й поперечного ползка. Для швидкого ходу супорта служить додатковий привод ходового валика від електродвигуна через обгінну муфту.

На токарському верстаті в процесі різання обертання заготовки, що закріплюється в затискному патроні або в центрах, здійснюється від привода головного руху, що забезпечує східчасте або безступінчасте регулювання частоти обертання шпинделя для настроювання на необхідну швидкість різання. Поступальне переміщення різального інструменту забезпечується кінематичним ланцюгом руху подачі, перша ланка якої - шпиндель, останнє - зубчасто-рейкова передача (при точінні) або кінематична пара ходовий гвинт - маткова гайка (при нарізуванні різьб). Настроювання подачі проводиться за допомогою коробки подач (при точінні) або установкою змінних зубчастих коліс вузла настроювання подачі - гітари верстата (при нарізуванні різьб).

Шпиндельний вузол виконується жерстким і вибростійким. Опорами шпинделя звичайно служать підшипники кочення. У прецизійних токарських верстатах застосовують гідростатичні підшипники. На передньому кінці шпинделя може встановлюватися планшайба або патрон, у яких закріплюють заготовки. Задня бабка використовується при обробці заготовок у центрах, а також для закріплення інструмента при свердлінні, зенкуванні й розгортанні.

У привод головного руху токарських верстатів можуть входити одне або багатошвидкісний асинхронний електродвигун і багатоступінчаста коробка швидкостей або механічний варіатор або регульований електродвигун постійного струму й коробка швидкостей (звичайно у важких токарських верстатах). Іноді в токарських верстатах застосовують інші приводи (наприклад, гідравлічні).

Вимоги автоматизації дрібносерійного виробництва привели до розвитку токарських верстатів із числовим програмним керуванням (ЧПК). Ці верстати мають деякі особливості. Поряд із традиційною застосовується

компонування, при якому станина має похилі напрямні, що полегшує видалення стружки й захист робочого простору. Зона різання закрита кожухами. Програмується: перемикання швидкостей шпинделя, поздовжні й поперечні переміщення супорта з безступінчастим регулюванням подачі, швидкі переміщення супорта, поворот револьверної головки, пуск, зупинка й реверс привода головного руху, автоматична зміна інструмента (при наявності багатоінструментального магазину). У деяких центрових верстатах застосовуються самозатискні повідкові патрони й автоматизовані задні бабки. У багатьох випадках верстати мають поворотні револьверні головки з індивідуальним електро або гідроприводом. Подачі можуть здійснюватися від крокових електродвигунів з гідропідсилювачами, двигунів постійного струму, від гідродвигунів; застосовують ходові гвинти кочення (кульові). Інструменти налагоджують поза верстатом за допомогою оптичних пристроїв або пристосувань для настроювання різців по індикаторах або шаблонах. На верстаті роблять тільки зміну й закріплення попередніх налагоджених блоків або всього різцетримача.

Універсальні токарські верстати застосовують в основному в умовах одиничного й дрібносерійного виробництва. При оснащенні токарських верстатів спеціальними пристосуваннями (гідро - або електрокопіювальними супортами, швидкозатискними автоматизованими патронами й ін.) область їх застосування поширюється на серійне виробництво. У масовому виробництві застосовують токарські й револьверні автомати й напівавтомати. Обслуговування автомата зводиться до періодичного налагодження, подачі матеріалу на верстат і контролю оброблюваних деталей. У напівавтоматі не автоматизовані рухи, пов'язані із завантаженням і зняттям заготовок. Автоматичне керування робочим циклом цих верстатів здійснюється за допомогою розподільного вала, на якому встановлені кулачки.

За принципом здійснення допоміжних (холостих) рухів автомати й напівавтомати можна розділити на 3 групи. Перша - верстати, що мають 1 розподільний вал, що обертається з постійної для даного настроювання

частотою; вал управляє робітниками й допоміжними рухами. Ця схема застосовується в автоматах малих розмірів з невеликим числом холостих рухів. Друга група - верстати з 1 розподільним валом, що мають 2 частоти обертання: малу при робітників і більшу при холостих операціях. Звичайно ця схема застосовується в багатошпindelних автоматах і напівавтоматах. Третя група - верстати, що мають, крім розподільного вала, швидкохідний допоміжний вал, що здійснює холості рухи.

## **2.2 Методи вибору металорізальних верстатів по функціональному призначенню**

Металорізальні верстати призначені для обробки різанням різних поверхонь деталей машин: зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання, плоских, фасонних, гвинтових і інших

Вибір металорізальних верстатів виконуємо виходячи з наступних вимог:

- звертаємо увагу на технологічні методи обробки поверхонь;
- потужність двигуна з урахуванням коефіцієнта корисної дії повинна бути більше потужності різання;
- габарити робочого простору повинні дозволяти робити обробку як можна більшого числа поверхонь за 1-й установ;
- тип устаткування повинен відповідати типу виробництва;
- кількість інструментів не повинна перевищувати ємність інструментального магазину верстата й ін.

Класифікація верстатів з ЧПК:

- фрезерні токарські токарно-фрезерні електроерозійні для будь-яких завдань.

По характеру виконуваних операцій і застосовуваному різальному інструменту металорізальні верстати діляться на наступні групи:

- 1) токарські, у тому числі із числовим програмним керуванням (ЧПК);
- 2) свердлильно-розточувальні, у тому числі зі ЧПК;

- 3) шліфувальні, у тому числі зі ЧПК й полірувальні;
- 4) комбіновані;
- 5) зубообробні; і резьбообробні;
- 6) фрезерні, у тому числі фрезерно-свердлильні й фрезерно-свердлильно-розточувальні зі ЧПК;
- 7) стругальні, довбальні й протяжні;
- 8) розрізні;
- 9) різні.

По технологічних ознаках розрізняють верстати:

- 1) універсальні, у тому числі зі ЧПК, службовці для різної обробки деталей багатьох найменувань;
- 2) широкого призначення- для виконання певних операцій на деталях багатьох найменувань;
- 3) спеціалізовані — для обробки деталей одного найменування;
- 4) спеціальні — для обробки однієї конкретної деталі.

По масі верстати діляться на три категорії:

- 1) звичайні масою до 10 т;
- 5) великі масою від 10 до 30 т, за винятком внутрішншліфувальних, шліфувально - притирочних (хонингувальних) і зубообробних, для яких гранична маса становить 20 т;
- 6) важкі масою від 30 до 100 т, за винятком категорій, перерахованих у групі «б», для яких мінімальна маса рівна 20 т,

По точності роботи верстати діляться на п'ять класів:

- 1) клас Н — верстати нормальної точності (сюди ставиться більшість універсальних верстатів);
- 7) клас П — верстати підвищеної точності, виготовлені на базі верстатів нормальної точності, але при підвищених вимогах до точності виготовлення відповідальних деталей верстата і якості складання й регулювання;

8) клас В — верстати високої точності, що досягається за рахунок спеціальної конструкції окремих вузлів, високих вимог до точності виготовлення деталей, до якості складання й регулювання вузлів і верстата в цілому;

9) клас А — верстати особливо високої точності, при виготовленні яких пред'являються ще більш тверді вимоги, чому при виготовленні верстатів класу В;

10) клас С — верстати особливо точні або майстер-верстати, призначені для виготовлення деталей, що визначають точність верстатів класів А і В.

Для забезпечення необхідної точності роботи верстати класів А, У і С установлюють у спеціальних термоконстантні (з автоматично регульованою постійною температурою й вологістю) приміщеннях.

### **2.3 Статистичний аналіз застосовності основних компонентів металорізальних верстатів**

Типична компонентна структура ГВС обов'язково містить у собі п'ять аспектів

1. Обробка на верстатах ведеться в автоматичному режимі за допомогою системи ЧПК.
2. Є пристрій для завантаження – розвантаження оброблюваної деталі у верстата.
3. Є транспортний пристрій для автоматичної передачі деталі між операціями.
4. Є ЕОМ для контролю й регулювання технологічного процесу.
5. Організоване програмне забезпечення системи.

По цим визначенню необхідною умовою є наявність автоматичного міжопераційного транспорту й систем ЧПК. Головний зміст ГВС полягає в об'єднанні системи прямого ЧПК і транспортної системи.

На рис. 2.1 показана блок - схема прямого ЧПК в узагальненому виді, а на рис. 2.2 показана блок – схема системи керування ГВС. Система прямого ЧПК призначена для безпосереднього керування від ЕОМ групою металорізючих верстатів. Будь-яка вхідна інформація обробляється на ЕОМ і видається у вигляді вхідній інформації, відповідно до якої йде автоматична обробка на верстатах зі ЧПК.

Якщо в структуру ГВС входять багатоцільові верстати, то за одну установку деталі виконується кілька операцій, і для незалежного завантаження верстата дуже легко організувати транспортування деталей, причому час на транспортування скорочується, тому що воно перекривається часом обробки. Тому стає очевидної універсальність систем, у структуру яких входять багатоцільові верстати.

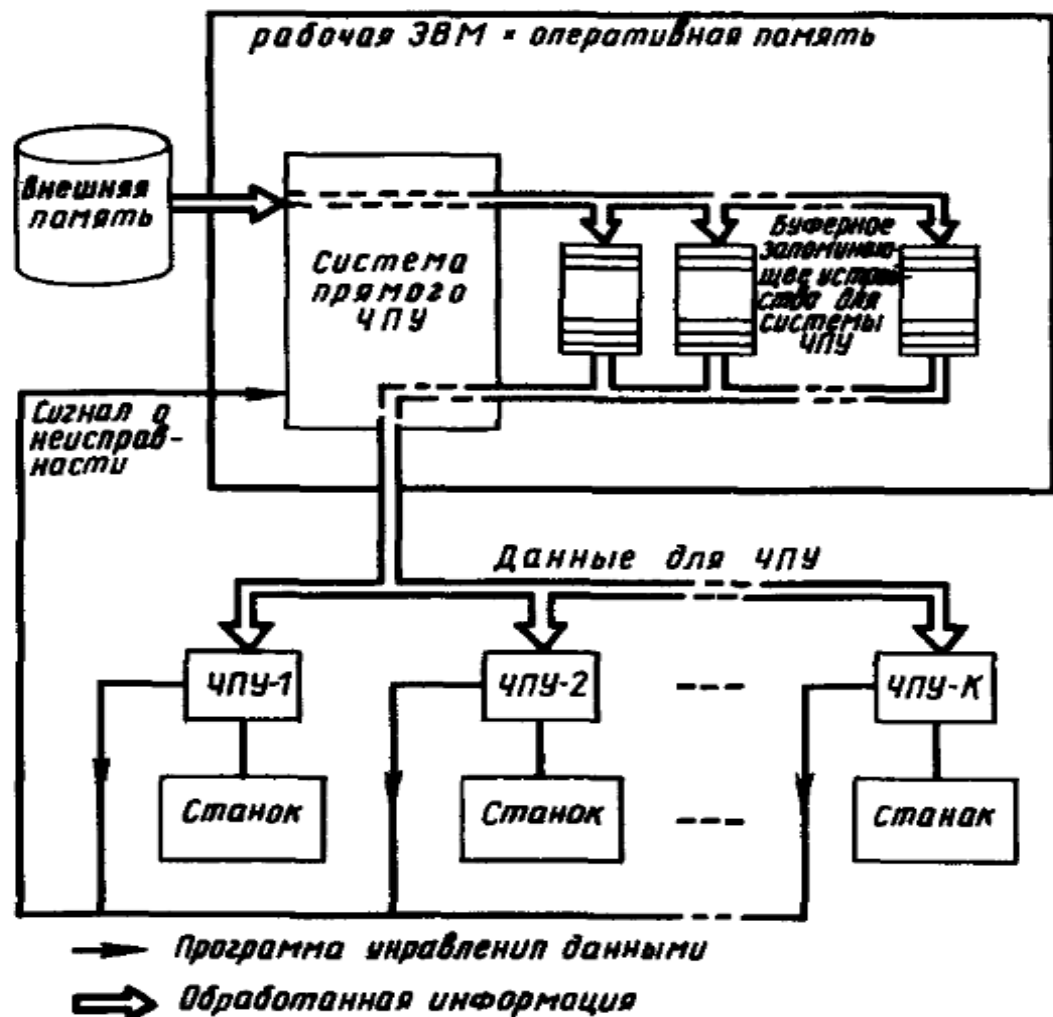


Рисунок 2.1- Система прямого ЧПК

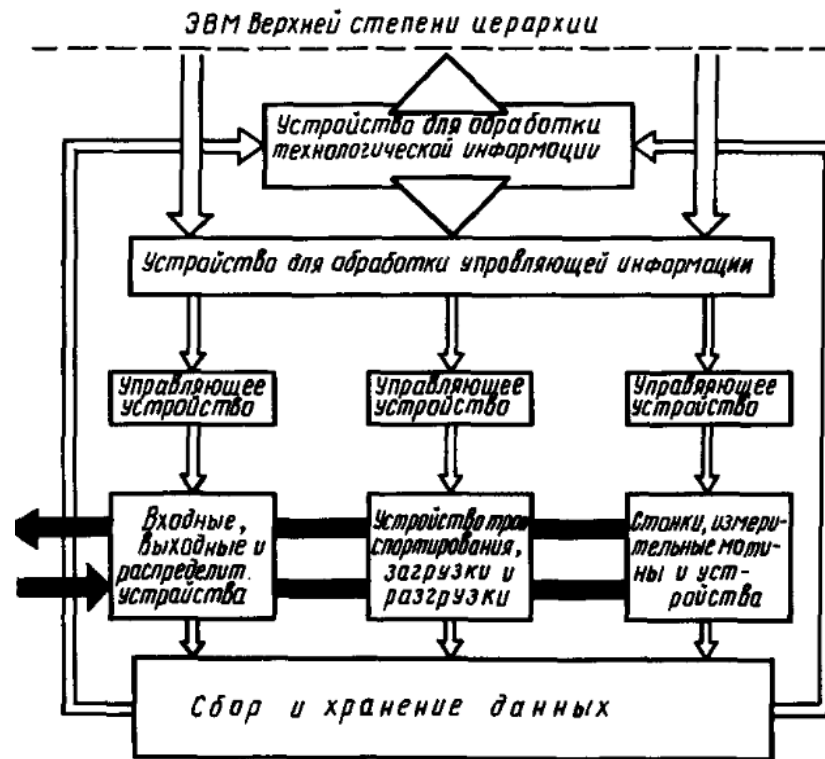


Рисунок 2.2 - Блок схема ГВС ( черною лінією позначені потоки деталей, а світлими потоки інформації).

Було проаналізовано, яку частку від усього встаткування в різних системах становлять багатоцільові верстати (рис.2.3). В 42% систем використовуються практично тільки багатоцільові верстати. Багатоцільові верстати майже не входять у структури гнучких автоматичних ліній, де в основному використовується одноцільові верстати (таких систем 25%).

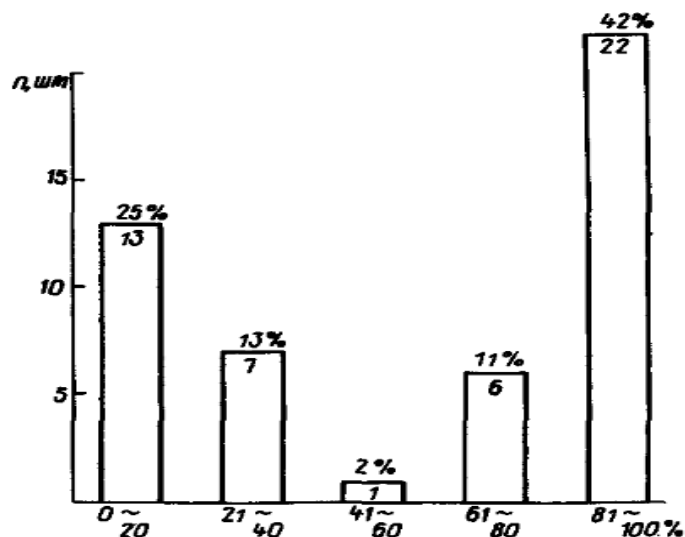


Рисунок 2.3 - Питова вага багатоцільових верстатів (в % від усіх верстатів системи) (проаналізовано 49 систем з 53).

На рис. 2.4. представлені результати цього аналізу. На частку багатоцільових верстатів доводяться 55% усього верстатного парку ГВС. Якщо врахувати ще й спеціалізовані верстати, то їх частка складе 65% від усіх зайнятих у ГВС верстатів. Таким чином, багатоцільові верстати стали необхідним елементом ГВС, вони становлять їхнє ядро, і вони найбільш працездатні.

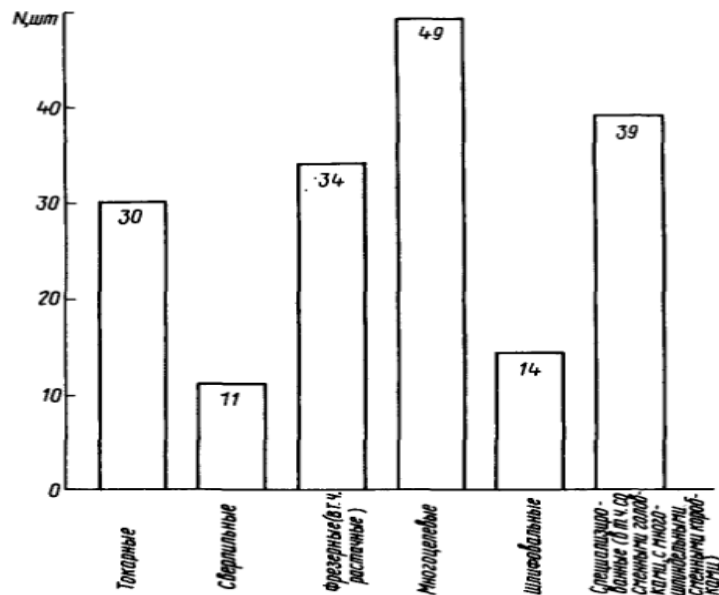


Рисунок 2.4 - Типи верстатів використовуваних у ГВС Європи й США

До основних характеристик компонувань багатоцільових верстатів ставляться:

- Можливість виконання декількох технологічних операцій;
- Можливість обробки декількох площин;
- Можливість керування по декілька координатам.

Багатоцільові верстати підрозділяються по розташуванню осі головного привода на горизонтальні й вертикальні. Звичайне положення осі головного привода збігається з напрямком координати Z, а напрямком робочої подачі збігається з координатою X. Інший напрямок робочої подачі можливо по координаті. Різні способи організації робочої подачі зведені в табл. 2.2..

По координаті Y у більшості випадків переміщення нагору й униз виконує шпіндельна головка, що перебуває на осі головного привода.

Наведені в таблиці 2.2. дані ілюструються на рис. 2.7. Модель 1 являє приклад найбільш загального типу горизонтального багатоцільового верстата. Майже всі середні й малогабаритні багатоцільові верстати ставляться до цього типу. Проблемою в цьому випадку є мала маневреність консолі стола. У моделях 2 і 3 усі переміщення відбуваються відносно стійки, яка може бути оснащена поворотним столом. Також багатоцільові верстати зустрічаються найбільше часто. Ці верстати легко компонуються в системи, тому вони дуже широко використовуються в сучасних ГВС. Типи верстатів 4,5,6 відрізняються незалежністю переміщення по координатних осях. Багатоцільові верстати таких типів бувають середньо- або великогабаритні. Облаштований накопичувачем супутників і пристроєм для їхньої заміни, такий верстат є основою гнучкого виробничого модуля. В основному в промисловості застосовуються саме такі багатоцільові верстати. Верстати 7 називають верстатами зведеного типу. Це прості багатоцільові верстати, які з'явилися одними з перших.

Типи компонувань багатоцільових верстатів показані на рис. 2.5

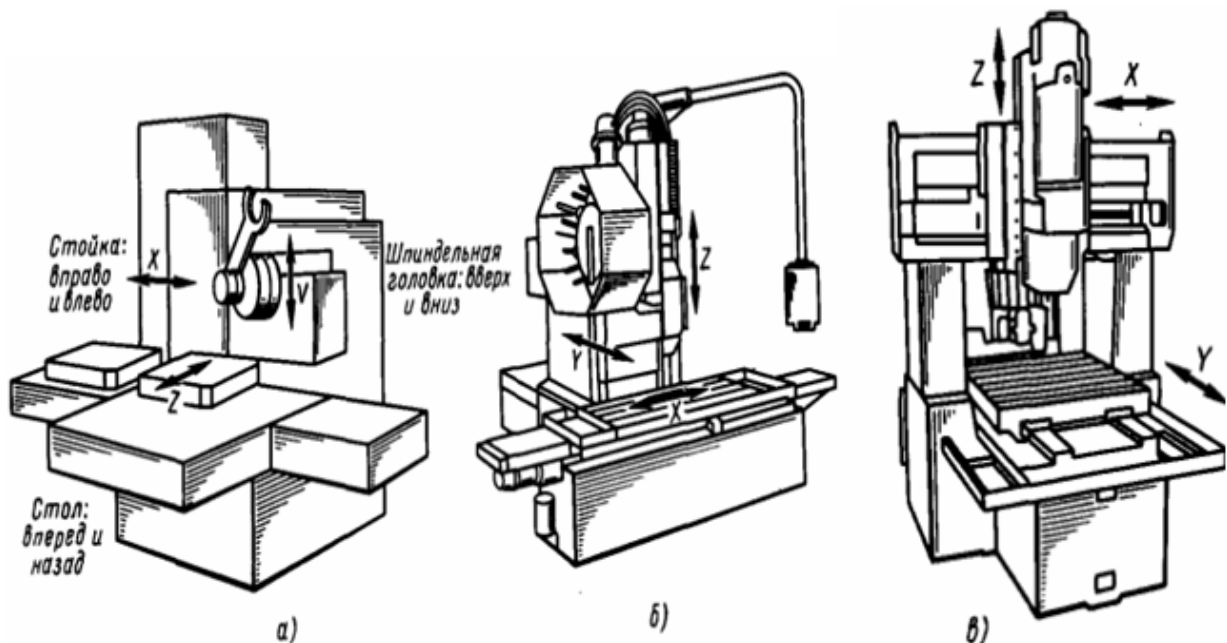


Рисунок 2.5 - Типи багатоцільових верстатів  
а –горизонтальний ; б –вертикальний; в –портальний

У таблиці 2.1 показані результати аналогічного дослідження вертикальних багатоцільових верстатів. Типи вертикальних верстатів

показано на рис. 2.6. Позицією 1 на рис. 2.6 відзначена сама типова конструкція верстата з так званим складеним столом. Цифрою 2 позначений верстат, у якому переміщення по координатних осях незалежні. Цифрою 3 - типовий верстат з рухливою стійкою.

Таблиця 2.1 - Способи організації подач у вертикальному багатоцільовому верстаті.

Тип		Координата			Примечание
		X	Y	Z	
Сочетания относительных перемещений узлов станка	1	Стол	Стол	Бабка	Составной стол
	2	Стол	Стойка	Бабка	Подвижная стойка
	3	Стойка	Стойка	Бабка	

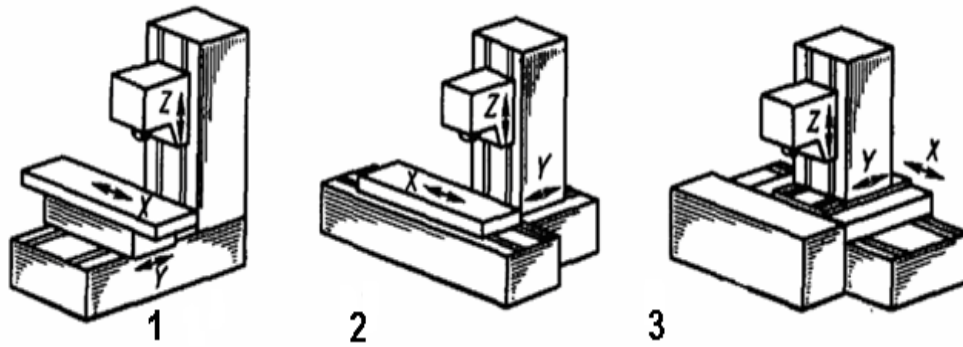


Рисунок 2.6 - Компонування вертикальних багатоцільових верстатів.

У цьому випадку для обробки деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4 підходящим є горизонтальний багатоцільовий верстат з компонуванням позначеної цифрою 4 на рис. 2.7.

Таблиця 2.2 - Способи організації подач у горизонтальному багатоцільовому верстаті

Тип		Координата			Примечание
		X	Y	Z	
Сочетания относительных перемещений узлов станка	1	Стол	Бабка	Стол	Составной стол Подвижная стойка
	2	Стойка	Бабка	Стойка	
	3	Стойка	Бабка	Шпиндель	
	4	Стол	Бабка	Стойка	Подвижная стойка
	5	Стойка	Бабка	Стол	
	6	Стол	Бабка	Шпиндель	
	7	Стол	Бабка	Шпиндель	
		Стол			Двойное перемещение

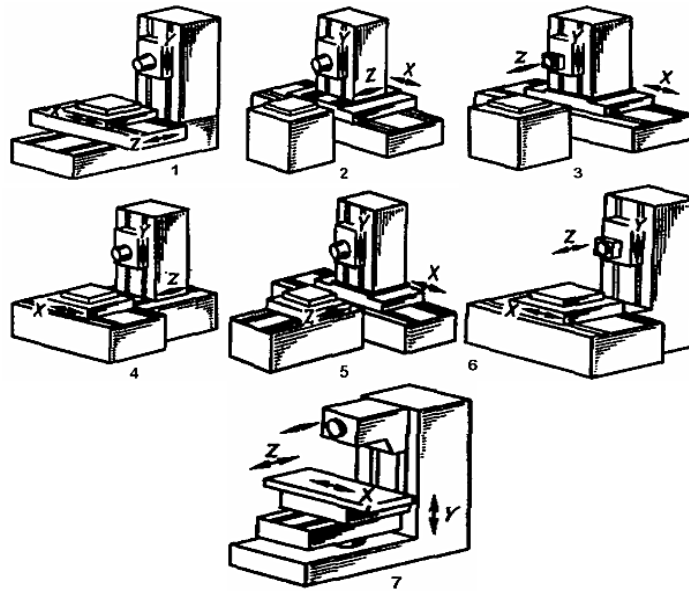


Рисунок 2.7 - Компонування горизонтальних багатоцільових верстатів

На рис. 2.8 показаний розподіл багатоцільових верстатів (n, шт.) залежно від способу організації робочих подач по координатних осях. У більшості випадків по осі X подачу виконує стіл верстата по осі Y – шпиндельна головка. А по осі Z – стійка або супорт.

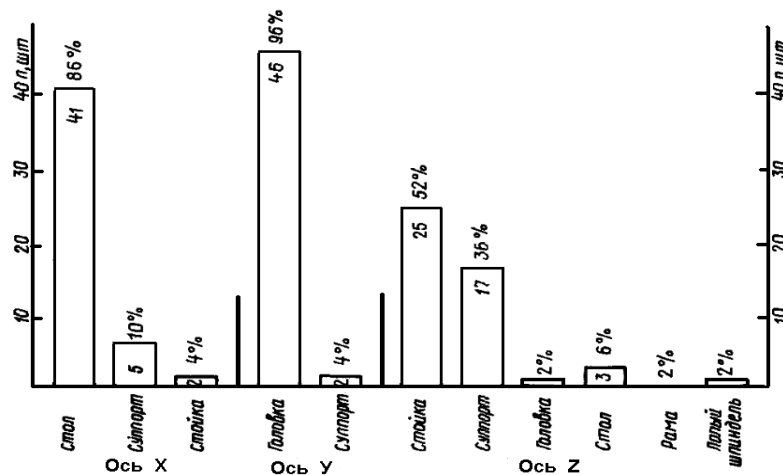


Рисунок 2.8 - Гистограма розподілу горизонтальних багатоцільових верстатів (n, шт.) залежно від способу організації робочих подач.

## 2.4 Мета й завдання випускної роботи магістра

Ефективність виробництва, його технічний прогрес, якість продукції, що випускається, багато в чому залежать від розвитку виробництва нового обладнання, машин, верстатів і апаратів, від усякого впровадження методів

техніко-економічного аналізу, який забезпечує розв'язок технічних питань і економічну ефективність технологічних і конструкторських розробок.

Основною метою випускної роботи є підвищення продуктивності ділянки механічної обробки різанням деталей типу «Корпус» на основі застосування групових методів обробки в умовах дрібносерійного автоматизованого виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні завдання:

- виконати аналіз літературних даних по даній тематиці;
- розробити технологічну документацію для обробки деталей типу «Корпус» в умовах дрібносерійного автоматизованого виробництва;
- підібрати технологічне оснащення для базування й транспортування об'єкта обробки;
- вибрати основне й допоміжне технологічне устаткування;
- виконати моделювання системи виготовлення деталі «Корпус»;
- виконати нормування процесу обробки виробу «Корпус»; на обробному центрі IP500ПФМ4.

При розробці технологічної документації необхідно скласти груповий маршрут обробки деталей, далі на його підставі розробити групові технологічні операції. Для складання повного технологічного процесу необхідно визначити припуски на операціях і режими різання для обробки деталі «Корпус».

Необхідно враховувати особливості конструкції, габарити оброблюваних деталей для каблука основного й допоміжного устаткування, пристрою, а також для вибору способу транспортування й робота, яка буде виконувати перенос деталей і заготовок.

За допомогою імітаційного моделювання необхідно визначити взаємне розташування всіх елементів технологічного процесу, а також час, який буде витрачатися на допоміжні дії.

## 2.5 Висновки

Прогрес в області обчислювальної техніки дозволяє застосовувати верстати зі ЧПК в умовах дрібносерійного виробництва там, де дотепер застосовувалися тільки універсальні металорізальні верстати. Висока надійність сучасних систем програмного керування дозволяє гарантувати повторення розмірів оброблюваних деталей з високою точністю. Одна людина може обслуговувати цілу групу верстатів зі ЧПК. Таким чином, верстати зі ЧПК дозволяють не тільки підвищити точність оброблюваних деталей, але й багаторазово підвищити продуктивність, праці.

Продуктивність праці на верстатах зі ЧПК підвищується не тільки за рахунок можливості їх багатOVERSTATного обслуговування, але й за рахунок того, що на них можна здійснювати такі операції, які на звичайних універсальних верстатах були б нездійсненні. Наприклад, якщо потрібно обробити отвір з більшим припуском, на універсальному розточувальному верстаті довелося б здійснювати велика кількість проходів розточувальним різцем і це зайняло б багато часу. На верстаті зі ЧПК великий припуск знімається кінцевою фрезою, що робить шлях по круговій траєкторії. У багатьох випадках така операція може бути не тільки попередньою, але й остаточною.

Продуктивність праці при заміні розточення фрезеруванням підвищується в багато разів. Наведений приклад свідчить також про те, що на верстатах зі ЧПК виготовлення деталей, що мають криволінійну або просторово складну форму, не викликає серйозних утруднень. Це справедливо для верстатів, у яких можлива одночасна робота із двом координатам. Є верстати, у яких можливе переміщення одночасне в одному, у дві, трьох і іноді в більшій кількості напрямків.

На автоматизованих ділянках з верстатів зі ЧПК механізуються операції контролю деталей, складування заготовок і деталей збірних пристосувань, операції збору стружки, очищення від стружки пристосувань і оброблюваних деталей і ін. Впровадження верстатів із числовим програмним керуванням, є одним з основних засобів підвищення продуктивності праці на підприємствах із дрібносерійним характером виробництва.

### 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЦЕННЯ ГРУПОВОЇ ОПЕРАЦІЇ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС» НА ГВМ МОДЕЛІ IP500ПМФ4

#### 3.1 Розробка групової технологічної операції обробки деталі типу «КОРПУС»

Технологічна підготовка виробництва (ТПВ) - сукупність заходів, які забезпечують технологічну готовність виробництва. Остання визначається наявністю на підприємстві повних комплектів конструкторської й технологічної документації й СТО, необхідних для здійснення заданого обсягу випуску продукції із установленими техніко-економічними показниками.

У процесі конструювання виробничого процесу розроблювачі в максимально припустимих границях повинні враховувати конкретні виробничі умови підприємства-виготовлювача:

- наявність уніфікованих, стандартних деталей і складальних одиниць, виготовлених підприємством або підприємствами-суміжниками;
- наявність засобів технологічного оснащення й контролю;
- наявність технологічного й нестандартного встаткування, транспортних засобів і т.п.

В одиничному й дрібносерійному виробництвах продовжують експлуатувати досить прості по конструкції універсальні верстати з ручним керуванням. Підвищення продуктивності на цих верстатах досягається шляхом оснащення верстатів спеціальними пристосуваннями й інструментами, частковою автоматизацією деяких переходів. При обслуговуванні верстатів оператор є активною ланкою в технологічному ланцюжку. Він визначає послідовність ходів, здійснює вибір і перемикання частот обігу шпинделя й деякою мірою є розроблювачем процесу.

Розрізняють чотири основні джерела підвищення ефективності виробництва й економії: застосування прогресивних технологічних процесів; збільшення продуктивності встаткування; зниження трудових витрат;

економія, одержувана від проведення організаційно-технічних заходів і поліпшення якості виробів, які випускаються.

Створення й впровадження ЦПК є одним з основних напрямків розв'язку проблеми підвищення продуктивності роботи й скорочення частки ручної роботи, підвищення якості продукції, що випускається, у першу чергу в умовах дрібносерійного й серійного виробництва.

Границі між областями застосування верстатів усереднені й можуть зміщатися під впливом факторів (складність деталей, їх розміри й т.п.). Такий підхід відповідає на запитання про місце багатofункціональних верстатів (МВ) у сучасному виробництві (рис. 3.1).

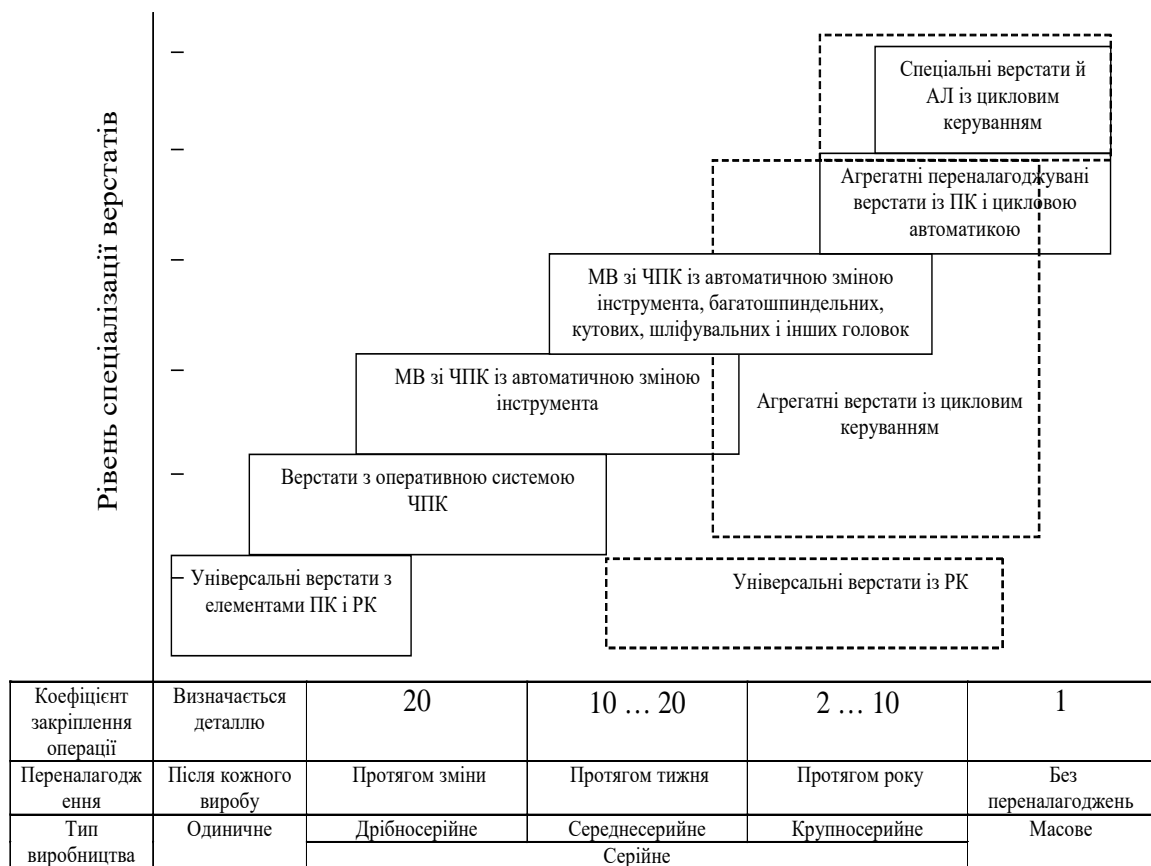


Рисунок 3.1 - Спеціалізація верстатів для обробки корпусних деталей: ПК - програмне керування; РК - ручне керування.

Переважне поширення одержали гнучкі виробництва для обробки корпусних деталей. Це пояснюється наступним: корпусні деталі є найбільш трудомісткими при виготовленні, і їх обробка включає значне число операцій, пов'язаних з перевстановленням, закріпленням, контролем операцій після перевстановлень і ін.

Усе це сприяло появі багатоопераційних верстатів зі ЧПК з автоматичною зміною інструмента, які дозволяють концентрувати велика кількість переходів за один прохід. Застосування таких верстатів сприяло зниженню допоміжного часу при обробці корпусних деталей, а отже - зниженню собівартості деталей.

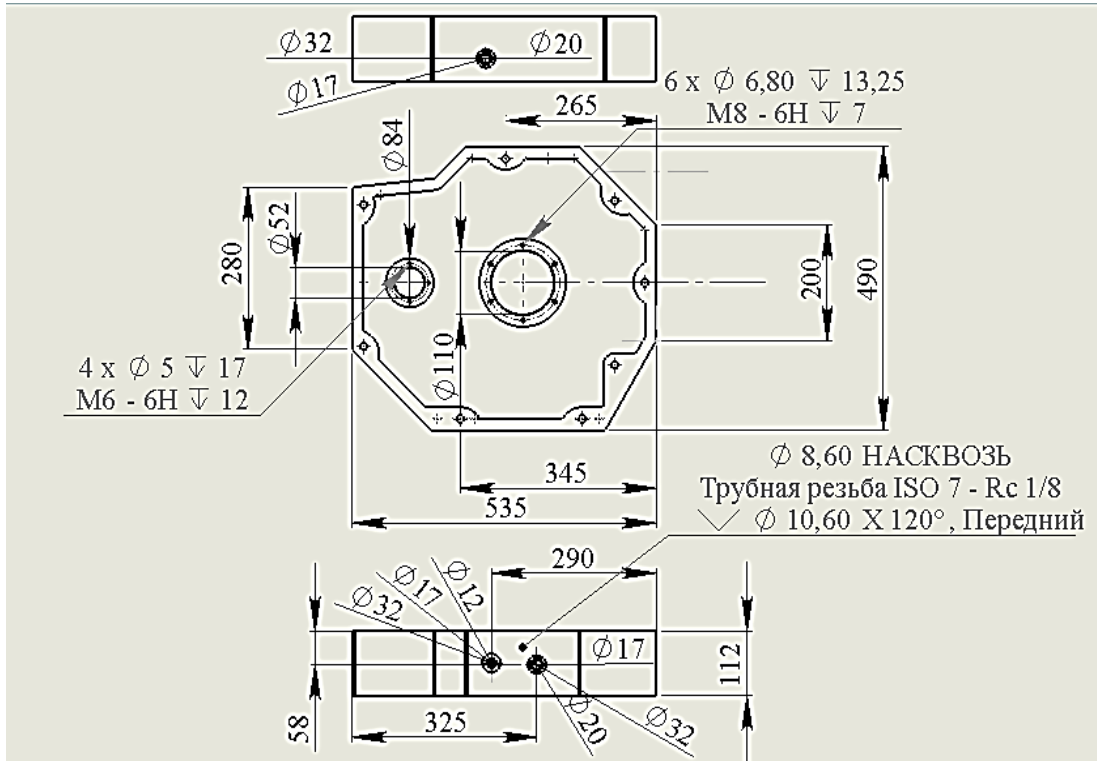
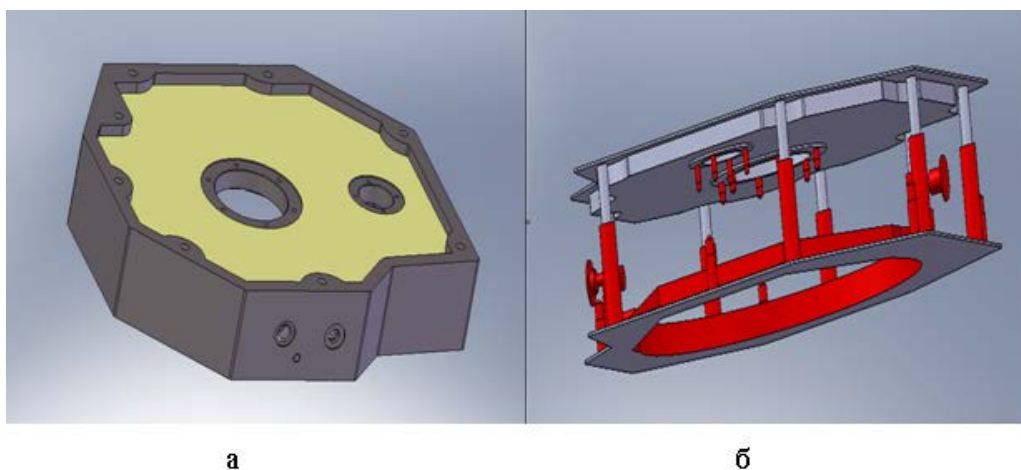


Рисунок 3.2 - Креслення деталі типу «Корпус».



а

б

Рисунок 3.3 - а) деталь типу «Корпус» в 3D графіці, б) припуски для деталі типу «Корпус».

Виготовлення готової деталі – це є процес уточнення заготовки до готової деталі. Тому для кожної поверхні необхідно визначити коефіцієнт

уточнення, дорівнює відношенню погрішності заготовки до погрішності деталі.

$$\varepsilon = \Delta_{\text{заг}} / \Delta_{\text{дет}} = IT_{\text{заг}} / IT_{\text{дет}}, \quad (3.1)$$

звідси кількість етапів обробки поверхні може бути визначене по емпіричній залежності.

$$n = \frac{\lg \varepsilon}{0,46}. \quad (3.2)$$

Другий шлях визначення кількості етапів обробки поверхні заснований на розрахунках по формулі:

$$\varepsilon = T_3 / T_\partial = \frac{T_3}{T_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \dots \cdot \frac{T_{m-1}}{T_\partial} = \varepsilon_1 \varepsilon_2 \dots \varepsilon_n = \prod_{i=1}^n \varepsilon_i, \quad (3.3)$$

- де  $\varepsilon$  – загальне уточнення;  $\varepsilon_i$  – окремі уточнення на кожному щаблі;  $n$  – число етапів (стадій) обробки;  $T_3, T_\partial, T_i$  – допуски розміру заготовки, деталі, окремого етапу обробки. При розподілі загального уточнення по етапах слід ураховувати наступні типові рекомендації:
  - для першого щабля чорнової обробки досяжні величини уточнення  $\varepsilon = 4 \dots 6$ ;
  - для проміжної напівчистої обробки  $\varepsilon = 3 \dots 4$ ;
  - для наступних чистових стадій  $\varepsilon = 1,5 \dots 2$ .

Таким чином, представляючи загальне уточнення у вигляді добутку співмножників згідно з наведеними рекомендаціями, можна визначити кількість етапів обробки окремої поверхні.

Третій шлях – використання типових планів обробки окремих поверхонь, рекомендованих довідниками й технічною літературою. Незалежно від того, яким способом призначені плани обробки окремих поверхонь, окремі етапи обробки можна виконувати як на різних переходах однієї операції, так і на різних технологічних операціях. Внаслідок того, що на верстатах зі ЧПК можна робити як попередню, так і остаточну обробку великої кількості поверхонь, у програмі необхідно передбачати перерву, на

якій слід здійснити розкріплення деталі з витримкою або з перенесенням подальшої обробки на іншу операцію. При цьому слід визначити стан базових поверхонь у відношенні їх «короблення» й відведення інших оброблюваних поверхонь від цих баз. Якщо відбувається тільки відведення оброблюваних поверхонь без «короблення» баз, то розкріплення дозволить деталі пожелобитися, а виникле «покоробиться» буде вилучено наступною обробкою. Якщо ж відбувається «короблення» й базових поверхонь, то їх необхідно обробити начисто, і вже потім використовувати для остаточної обробки основних поверхонь.

На етапі компонування маршрутного технологічного процесу й первісного формування операцій здійснюються наступні заходи:

- розподіляються етапи обробки окремих поверхонь по етапах маршруту ( якщо буде потреба – включення додаткових установок або етапів обробки);
- установа послідовності й уточнення умов виконання (верстат; схема установки; число установок або технологічних операцій; перелік оброблюваних поверхонь для кожної установки або точності, шорсткості і якості позиції; вихідні параметри поверхонь);
- включення в маршрут допоміжних операцій (контроль, маркірування, консервація і інш.);
- складання маршрутно́ї карти.

Перший установ вибирається з умови найбільш зручного базування на задалегідь підготовлені чорнові або чистові бази. При першому установі, виконуваному від чорнової бази, роблять обробку поверхонь, використовуваних у якості технологічних баз при подальшій обробці.

Важливим завданням визначення послідовності операцій є забезпечення обробки заготовки з найменшим числом установок. Після визначення необхідної кількості й послідовності установок визначається послідовність обробки по зонах, утворених конструктивними особливостями заготовки (внутрішній і зовнішній контури, вікна, кишені, припливи й т.п.).

У кожній зоні виділяються окремі елементи(внутрішній контур і зовнішній контур, кишеня, торець, вікна, кріпильні отвори), для яких установлюються вид обробки (чорновий, чистовий) і необхідні типорозміри різальних інструмент.

Елементи, оброблювані одним інструментом, групуються по всій деталі для ухвалення рішення: робити обробку даним інструментом по всіх чи зонах обробляти елементи однієї зони різними іструментамі. При цьому рівняються тимчасові витрати на зміну й холості ходи інструмента з основним часом обробки.

Послідовність обробки по зонах визначається конструкцією деталі. При цьому необхідно керуватися принципом максимальної твердості заготовки на кожній ділянці обробки. Обробку деталей з ребрами доцільно починати із фрезерування торців ребер до обробки контуру заготовки, тому що на цьому етапі ребра мають більшу твердість. Обробку внутрішнього контуру заготовки слід робити від центру до периферії. Точіння заготовки необхідно починати з більш твердої частини (більшого діаметра).

Особливості проектування технологічних процесів для обробних центрів

На обробних центрах, як правило, обробляються корпусні деталі, у яких основні вимоги пред'являються до неплщинності, взаємного розташування площин, точності розташування й розмірів головних отворів.

Для обробки заготовок з більшою кількістю сторін потрібне наявність відповідного компонування верстатів – вертикальних, горизонтальних, з поворотними або глобусними столами її значення при виборі моделі обробного центру має конструкція заготовки, взаємне розташування площин, їх форма, що допускає можливість обробки на прохід, що вимагає додаткового врізання інструмента, або обробки по контуру. На вибір моделі обробного центру також впливає кількість інструментів, необхідних для обробки деталі й можливість їх розміщення в магазині верстата. Крім загальних положень, що

стосуються розробки технології для верстатів фрезерної групи, проектування технологічних процесів для обробних центрів має ряд специфічних рис.

Корпусні деталі характеризуються наявністю внутрішніх напружень, обумовлених методами одержання заготовок, а також процесами їх перерозподілу в процесі механічної обробки. Деталі з алюмінієвих сплавів проходять процес штучного або природнього старіння в ході технологічного процесу. Деталі із чорних сплавів у результаті знімання припуску й перерозподілу внутрішніх напружень можуть перетерплювати більше жолоблення.

Якщо вимога стабілізуючого старіння відсутня у конструкторській документації, то можливості обробних центрів дозволяють обробити заготовку за одну операцію. Однак при розкріпленні деталі після обробки можливо її жолоблення, втрата точності оброблених поверхонь і їх (неплощинність, овальність і т.п.) відносного положення. Для запобігання цього необхідно при обробці корпусних, маложорстких деталей, при однобічній обробці довгомірів передбачати поділ технологічного процесу на попередній і остаточний етапи, виконувані на різних верстатах з обов'язковим розкріпленням деталі. Після розкріплення деталі відбувається її жолоблення й, можливо, порушення точності базових поверхонь. Укряй небажаним засобом усунення таких жолоблень, особливо для відповідальних несучих деталей, є рихтування, що вносить нові напруги, що знижує короточасну й тривалу міцність.

«Короблення» усувають чистою обробкою баз (при якій деформації деталі від сил затискача повинні бути мінімальним), і тільки після цього проводиться остаточна обробка.



Рисунок 3.4 – Разновиды поверхностей САПР Технопро.

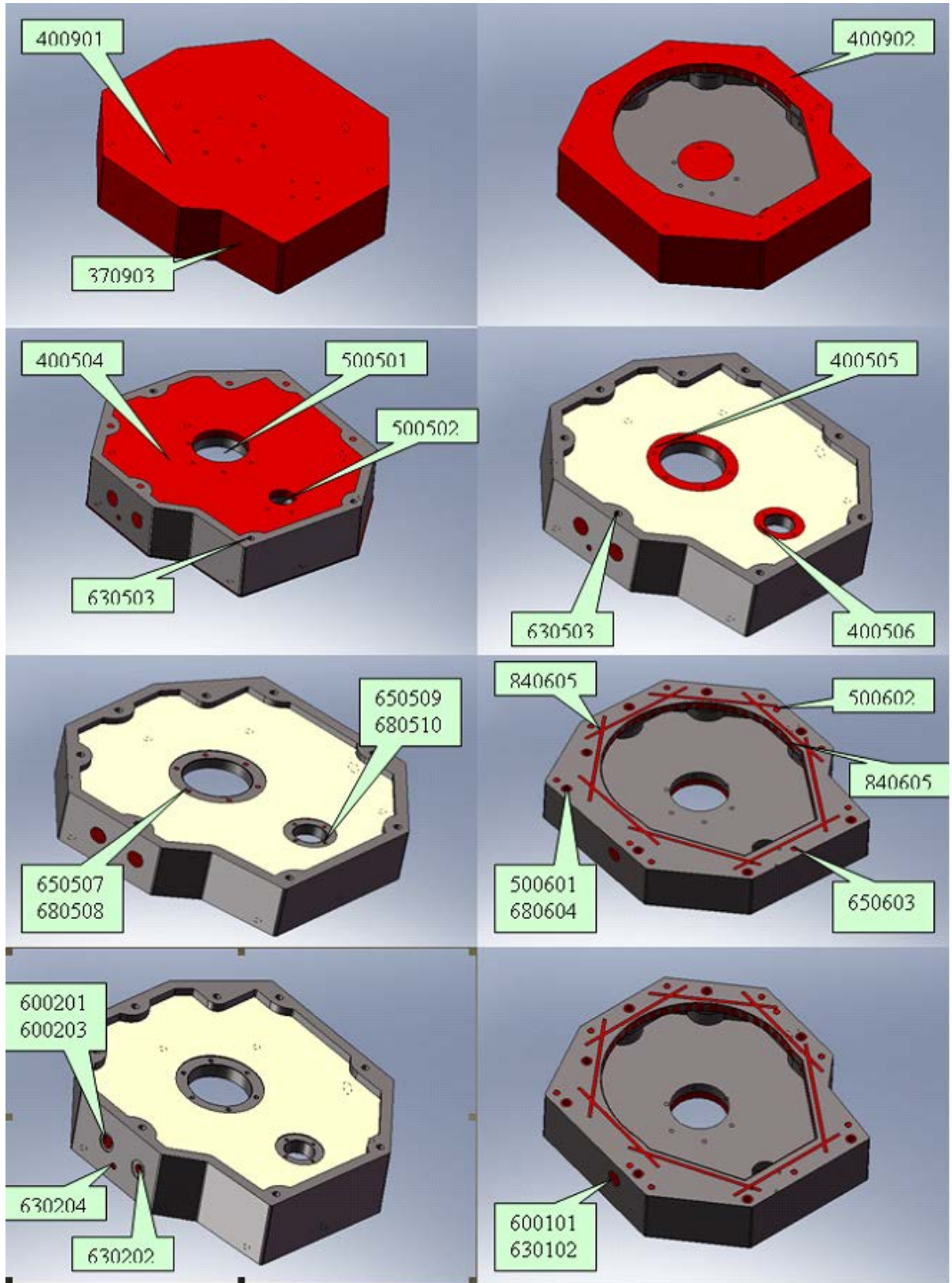


Рисунок 3.5 - Кодування поверхонь деталі типу «Корпус».

Таблиця 3.1 - Послідовність виконання переходів обробки корпусної деталі на верстаті ГВМ IP500ПМФ4.

Операція	Зміст або найменування операції.	Верстат, устаткування	Оснащення
005	2.Лиття.		
010	2.Обрубка виливки.		
	2. Очищення виливки.		
015	Малярська.		
020	2. Фрезерувати верхню площину попередньо по чорновому.(400901)	Поздовжньо-фрезерний 6М610Ф11	Пристосування
	2. Фрезерувати нижню площину начорно.(400902)	Поздовжньо-фрезерний 6М610Ф11	Налагодження УЗПО
025	2. Точіння по контуру чорнове.(370903)	Токарний	Пристосування
030	2. Координатне розточування 1 отвір Ø110 по чистове на верхню площину остаточно.(500501)	Токарно-карусельний зі ЧПК 1 К512ПФ3	Налагодження УЗПО
	2.Координатне розточування 1 отвір Ø49 по чистове на верхню площину остаточно.(500502)		
	3. Свердлити М14×2.0 в 3 отворах остаточно. Ø13.(630503)		
035	2. Свердлити М14×2.0 в 5 отворах остаточно. Ø13 (630503)	Багатоцільовий зі ЧПК й інструментальним магазином IP500ПМФ4	Налагодження УЗПО
	Фрезерувати площина (400504) остаточно		
	3. Фрезерування площини торцевою фрезою чистове.(400505) Фрезерувати торцеві виступи, протилежні площини Е. Фрезерування площини торцевою фрезою чистове (400506) із припуском 2 мм. Фрезерувати торцеві виступи, протилежні площини Е, із припуском 2 мм під старіння.		
	4. Свердлити М8 у шести отворах. Ø 6,85 на . площина Ж. остаточно до глибини 13,25.(650507)		
	5. Нарізати різьбу М8 у шести отворах. Ø8×7mm остаточно.(680508)		
	6. Свердлити М6 в 4 отворах Ø5 на . площина Г остаточно. до глибина 17mm.(650509)		
	7. Нарізати різьбу М8 в 4 отворах остаточно Ø6 ×12 остаточно.(680510)		

Операція	Зміст або найменування операції.	Верстат, устаткування	Оснащення
040	2. Притупити гострі крайки.	Верстат	
045	2. Промивання.		
050	2. Транспортування.		
055	2. Розсвердлити вісім отворів $\varnothing 13$ до $\varnothing 20$ . до глибина 72mm на нижню площину.(500601)	Багатоцільовий зі ЧПК й інструментальним магазином IP500ПМФ4	Налагодження УЗПО
	2. Свердлити два отворів $\varnothing 12$ mm до глибина 20mm.(500602)		
	3. Свердлити вісім отворів $\varnothing 10,20$ глибиною 36mm.(650603)		
	4. Нарізати різьбу в 8 отворах остаточно $\varnothing 12 \times 25$ остаточно. (680604)		
	5. Гостріння зовнішньої канавки по чорнове (840605)		
	6. Точіння фасонним різцем чистове. (780606)		
060	2. Шліфувати верхню площину остаточно.(400511)	Плоскошліфувальний 3Д722Ф2	Пристосування
	2. Шліфувати нижню площину остаточно. (400607)	Плоскошліфувальний 3Д722Ф2	Пристосування
065	2.Фрезерування площини торцевою фрезою чистове $\varnothing 32$ глибиною 2 мм. с лівої сторони(600101)	Багатоцільовий зі ЧПК й інструментальним магазином IP500ПМФ4	Налагодження УЗПО
	2.Свердління зі знятому фаски з лівої сторони. $\varnothing 17 \times 18$ мм в одному отворі. (630102)		
070	2.Фрезерування двох площин торцевою фрезою чистове $\varnothing 32$ глибиною 2 мм. с правої сторони. (600201)		
	2.Східчасте свердління й обробка фаски в одному отворі із правої сторони. $\varnothing 8,5 \times 31,5$ . $1,6 \times 60$ . $\varnothing 17 \times 6$ мм .(630202)		
	3.Свердління зі знятому фаски із правої сторони. $\varnothing 17 \times 20$ мм в одному отворі. 630203)		
	4.Східчасте свердління й обробка фаски в одному отворі із правої сторони. $\varnothing 8,6 \times 32,6$ . $1,6 \times 60$ . $\varnothing 10,60 \times 7$ мм (630204)		
075	2. Притупити гострі крайки	Верстат	
080	2. Технічний контроль		
085	2. Нанесення антикорозійного покриття		

В операції 020 – фрезеруємо верхню й нижню частину заготовки. В операції 025 точимо по чорновому по контуру заготовки. Після закінчення обробки заготовки вона подається на верстат IP500ПМФ4.

В операції 030 обробляються отвори під кріплення деталей «КОРПУС» на пристосуванні. Наступною операцією - 035 - обробляються базові площина й отвору верхньої частини заготовок. Операція 045 - промивання оброблених деталей. Операція 050 – заміна верхньої оброблюваної площини на нижню площину заготовки. В операції 055 - обробляються отвори. Операція 060 - виконується шліфування . Операція 065 - виконується обробка кріпильного отвору з лівого боку. Операція 070 - виконується обробка кріпильних отвору із правого боку. Операція 075 – виконується притуплення гострих краєнок на поверхні заготовки. Операція 080 - виконується технічний контроль.

3.1.1 Автоматизована розробка керуючої програми вертикальним оброблювальним центром IP500ПМФ4 у системі Sprutcam-2007 для виготовлення деталі «Корпус»

Для того, щоб розробити керуючу програму для обробки якої-небудь деталі, необхідно спершу змоделювати в системі *SPRUTCAM* цю обробку. Для цього необхідно створити креслення в програмі Solidworks, потім на підставі цього креслення необхідно створити потрібну операцію (рис. 3.6) у програмі *SPRUTCAM*.

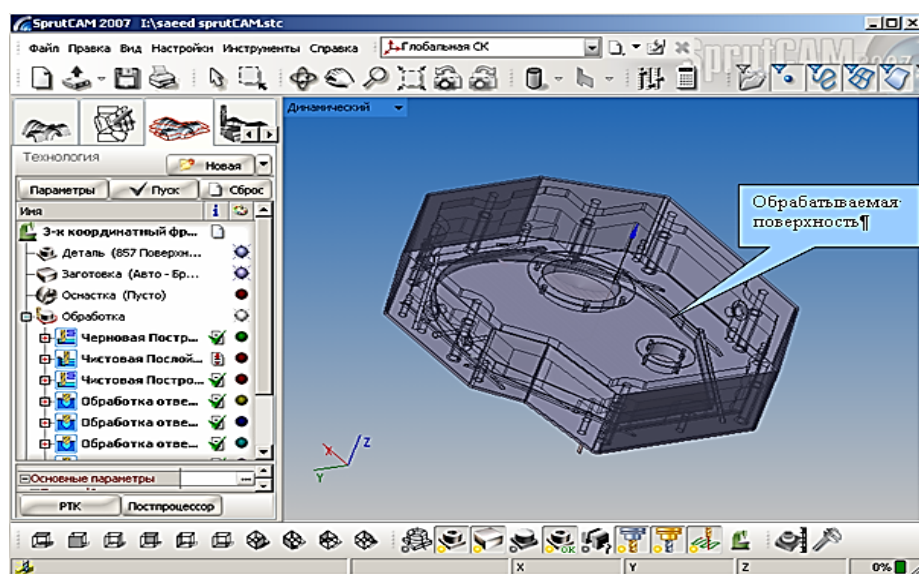


Рисунок 3.6 - Створення нової операції в програмі Sprutcam

Далі відкривається програма Sprutcam, у якій послідовно необхідно внести всі дані про операцію (перехід): умови, при яких буде виконуватися обробка, а також указати заготовку й деталь, отриману після операції. Також вибирається інструмент і режими обробки (рис. 3.7), після чого виконується розрахунки й збереження необхідної програми й даних у цілому.

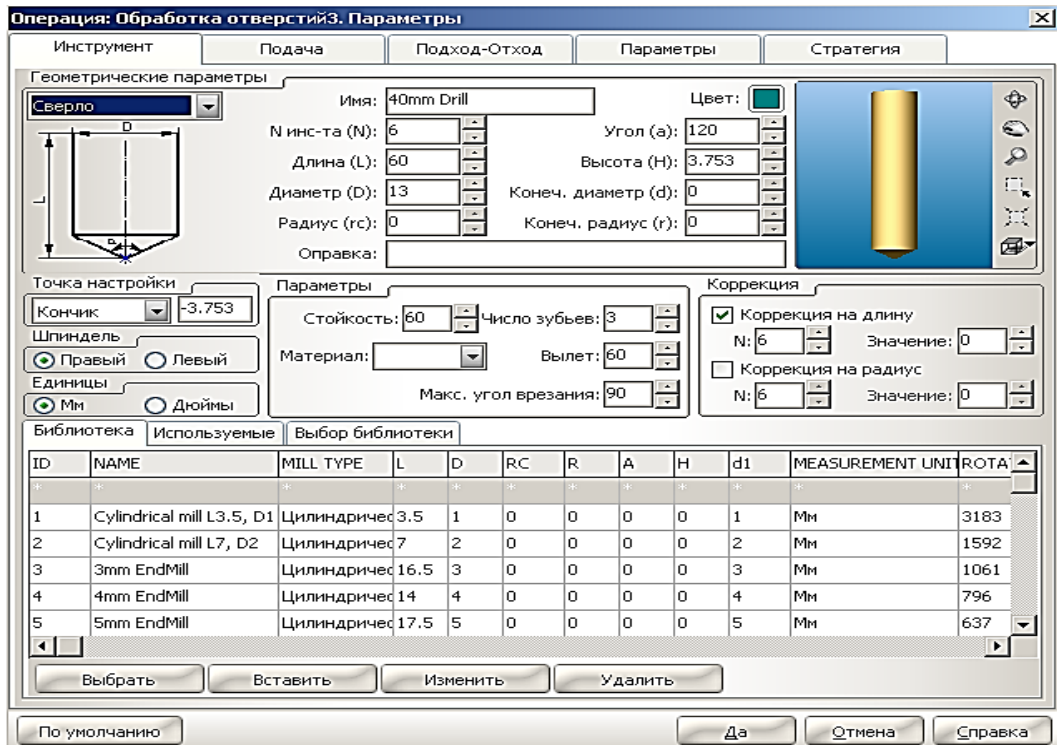


Рисунок 3.7- Вибір інструмента для операції 030 – перехід 003

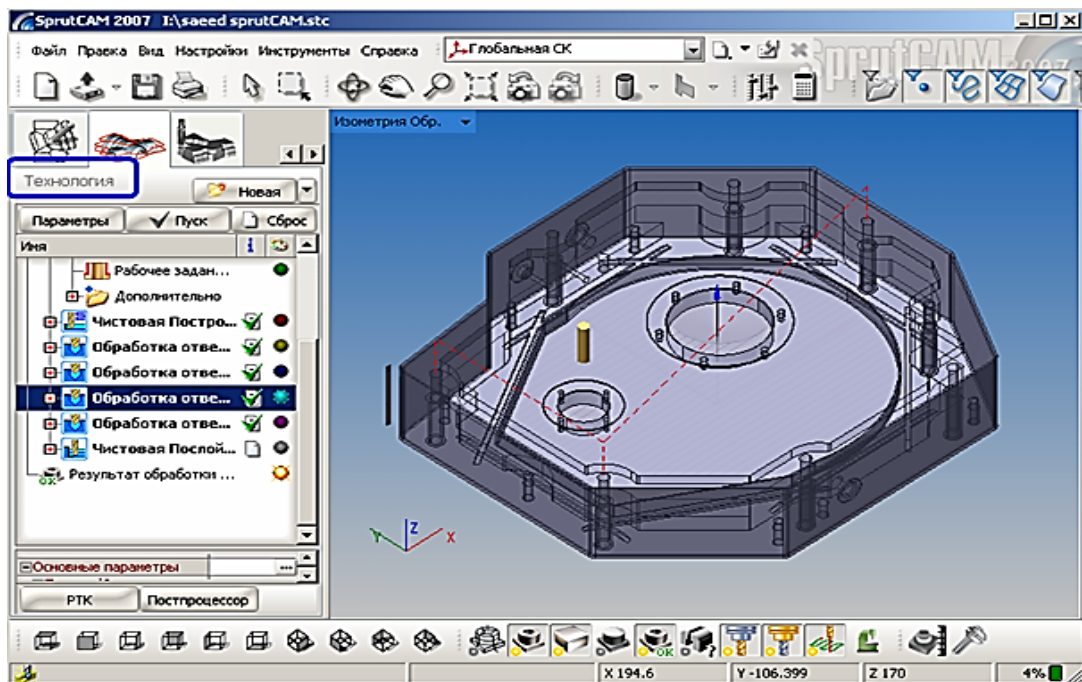


Рисунок 3.8 – Обробка отворів для операції 030 – перехід 003 у програмі Sprutcam

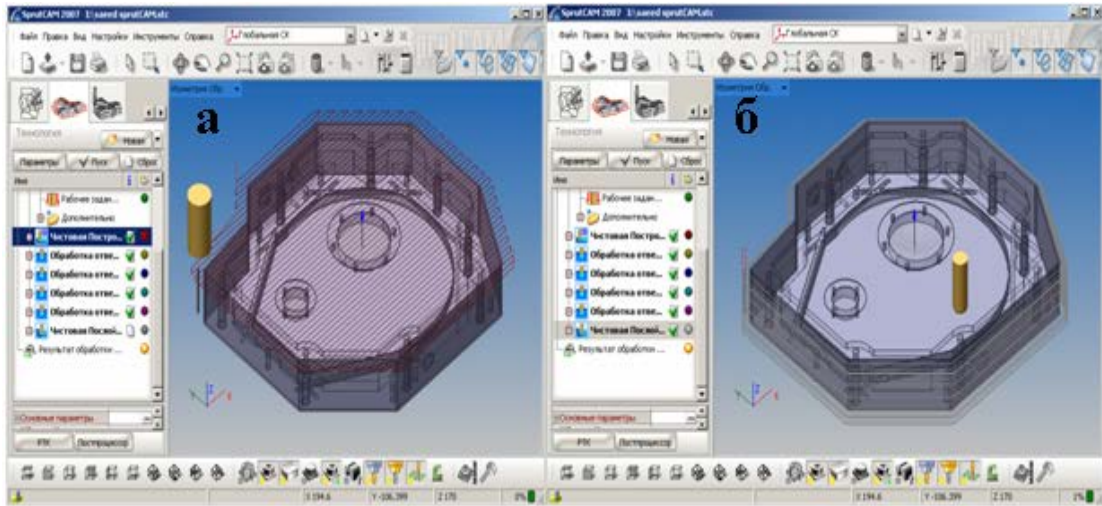


Рисунок 3.9 - Обработка дежких поверхонь заготовки для деталі типу «Корпус» у програмі Sprutcam

На рис. 3.9 а показана операція 020 – перехід 002.

На рис. 3.9 б показана операція 025.

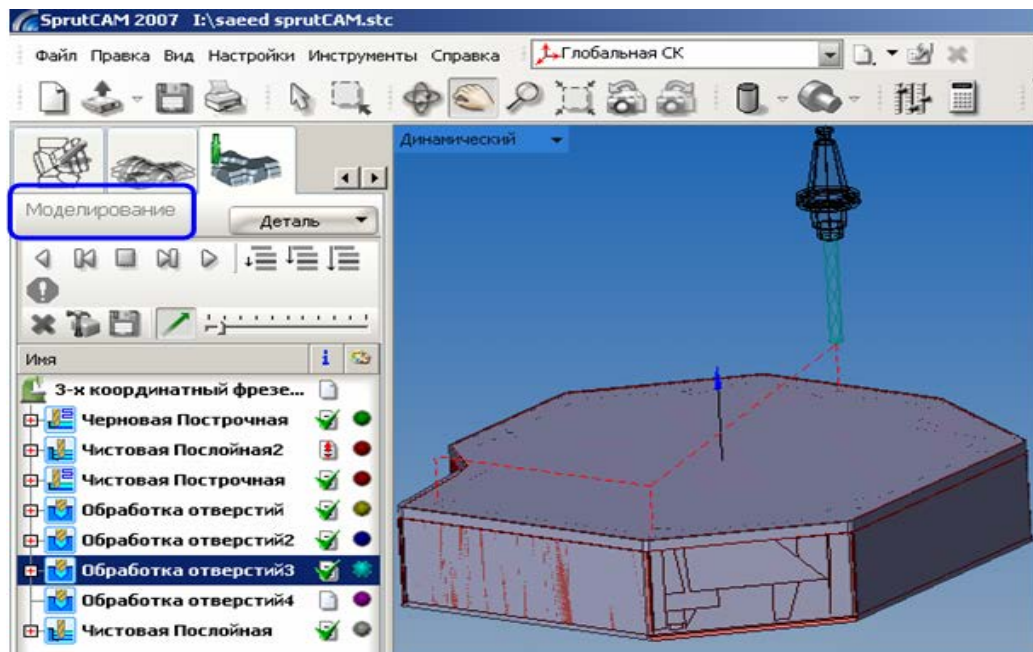


Рисунок 3.10 – Обработка отворів для операції 030 – перехід 003 у програмі Sprutcam

Для того, щоб задати операцію обработки заготовки по контуру (операції 025) нажать кнопку «Технологія» (рис. 3.9 а) . А для того, щоб переглянути програму обработки деталі, необхідно нажать кнопку «Модельювання» (рис. 3.10). Далі на екрані з'явиться вікно із зображенням обработки заготовки по

контур. Аналогічно для операція 020 – перехід 001 і операція 030 – перехід 003.

Вищевказаним способом моделюється повна обробка всієї деталі, а отримана програма відправляється на ЕОМ верстата.

Прикладом отриманої програми керування за допомогою системи Sprutcam є програма обробки основного отвору деталі «Корпус»:

```

1: PPFUN   TECHINFO(58), 250, -77.600, -207.200, 114, 194.600, 242.800, 170, 170,
117.753, -2, 0, -272.500, -232.298, -2, 272.500, 266.702, 114, 3, 0, 0.010, 0.020, 0, 0, 8, 7, 13, 90,
2.047, 0, 7, 0, 0, 0, 2, 333, 10000, 200, 100, 100, 200, 100, 600, 1373.521, 0.312, 547.376, 0,
2: COMMENT "Обробка отворів4"
3: LOADTL  N 7, X 0, Y 0, Z 0, D 13, M -7, K 7, L 90, P 0, A 120, R 0, H 3.753, RC 0, PLANE
XY(33), Dur 60
4: COMMENT "@40mm Drill"
5: PLANE   XY(33)
6: SPINDL  ON(71), NO 333, K 0, MODE RPM(0)
7: CUTCOM  ON(71), LENGTH(9) 7, X 0, Y 0, Z 0, N 0, K 0, M 0, LEFT(8)
8: RAPID   N 10000
9: GOTO.abs X 2.400, Y 242.800, Z 170
10: RAPID  N 10000
11: GOTO.abs X 2.400, Y 242.800, Z 170
12: COOLNT  ON(71), N 1
13: CYCLE   DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
14: RAPID   N 10000
15: GOTO.abs X 194.600, Y 169.800, Z 170
16: CYCLE   DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
17: RAPID   N 10000
18: GOTO.abs X 194.600, Y -114.200, Z 170
19: CYCLE   DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
20: RAPID   N 10000
21: GOTO.abs X 137.600, Y -207.200, Z 170
22: CYCLE   DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
23: RAPID   N 10000
24: GOTO.abs X -77.600, Y -207.200, Z 170

```

25: CYCLE DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),  
 0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600  
 26: RAPID N 10000  
 27: CYCLE OFF(72)  
 28: COOLNT OFF(72), N 1  
 29: RAPID N 10000  
 30: CUTCOM OFF(72), LENGTH(9) 0, X 0, Y 0, Z 0, N 0, K 0, M 0, LEFT(8)  
 31: SPINDL OFF(72), NO 0, K 0  
 32: FINI

### 3.2. Вибір ріжучих інструментів на групову технологічну операцію обробки деталі типу «КОРПУС» для ГВМ IP500ПМФ4

При обробці деталей типу «Корпус» на оброблювальному центрі IP500ПМФ4 виконуються: фрезерування, свердління, розточування й нарізування різьб.

Для обробки деталі типу «Корпус» застосовуються різальні інструмент компанії «Sandvik Coromant».

Вибір інструмента для фрезерування проводиться за схемою (рис. 3.11) визначення виду фрезерування відповідно типу операції (рис. 3.12):

- торцеве фрезерування (рис. 3.12, а);
- фрезерування уступів (рис. 3.12, б);
- профільне фрезерування (рис. 3.12, в);
- фрезерування пазів або отворів (рис. 3.12, г);
- різьбофрезерування (рис. 3.12, д).



Рисунок 3.11 - Можливі види фрезерування.

Підбирається найбільш оптимальний інструмент, з погляду продуктивності й надійності обробки.

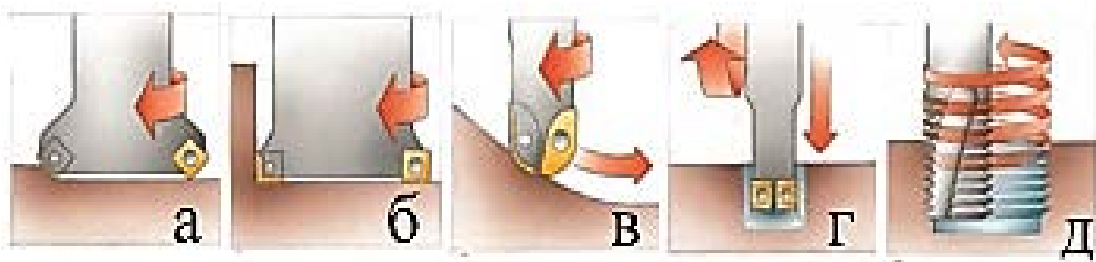


Рисунок 3.12 - Визначення видів фрезерування.

Визначення групи оброблюваного матеріалу по ISO (рис. 3.13):

- сталь (P);
- нержавіючий сталь (M);
- чавун (K);
- алюміній (N);
- вогнетривкі й титанові сплави (S);
- матеріали високої твердості (H).

ISO	Краткая характеристика материала	СМС	Стали и сплавы по ГОСТ
<b>K</b>	<b>Чугун</b>		
	серый ферритного класса	08.1	СЧ10, СЧ15, СЧ18, АЧС-3
	серый перлитного класса	08.2	СЧ21, СЧ24, СЧ25, СЧ30, СЧ35, АЧС-1, АЧС-2
	высокопрочный ферритного класса	09.1	ВЧ35, ВЧ40, ВЧ45
	высокопрочный перлитного класса	09.2	ВЧ50, ВЧ60, ВЧ70, ВЧ80, ВЧ100
	ковкий ферритного класса	07.1	КЧ37-12, КЧ35-10, КЧ30-6, КЧ33-8, АЧК-1
	ковкий перлитного класса	07.2	КЧ50-5, КЧ55-4
<b>K-N</b>	<b>Алюминиевые сплавы</b>		
	алюминий чистый	30.3	А999-А95, А85, А7-А0, АД1, АД0
	деформируемые алюминиевые сплавы	30.11 мягкие 30.12 закал. + старение	Амц, Амг2, Амг3, Амг5, Амг6, АД31, Д1, Д16, АК4, АК6, АК8, В95
	литейные алюминиевые сплавы Si<13%	30.21 мягкие 30.22 закал. + старение	АЛ3, АЛ5, АЛ32, АК52М, АЛ8, АЛ23, АЛ23-1, АЛ27, АЛ27-1, АЛ28, АЛ7, АЛ19, АЛ33, ВАЛ10, АЛ1, АЛ21, АЛ24
	силумины Si>8%	30.41	АЛ2, АЛ4, АЛ9, АЛ34

Рисунок 3.13 - Відповідність марок металів за ДЕРЖСТАНДАРТ класифікаціям ISO і СМС.

Вибір типу фрези. Спочатку вибирається крок зубів фрези:

- як перший вибір рекомендується нормальний крок зубів;
- при роботі з більшими вильотами й у нестабільних умовах слід вибирати великий крок зубів;
- при обробці матеріалів, які дають елементну стружку, рекомендується вибирати дрібний крок зубів фрези.

Далі вибирається тип кріплення.

Підбираються ріжучі пластини. Вибирається геометрія передньої поверхні пластин відповідно операції (рис. 3.14):

- геометрія L - для чистової обробки. Коли необхідно знизити зусилля різання при легких умовах обробки;
- геометрія M - для напівчистової обробки. Універсальна геометрія для різноманітних умов обробки;
- геометрія H - для чорнової обробки. Для важкої обробки поверхонь із кувальною або ливарною кіркою, а також при небезпеці вібрацій.

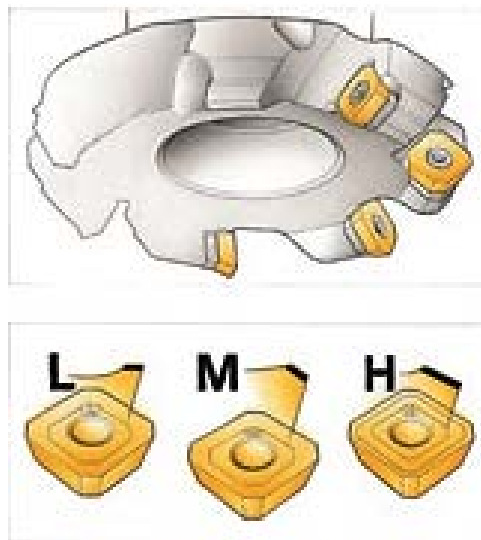


Рисунок 3.14 - Вибір геометрії пластин.

Прикладом вибору різального інструмента для фрезерування буде вибір профільної фрези для операції 020 - переходу 001, 002.

Залежно від типу оброблюваної поверхні, матеріалу деталі вибираємо тип фрези (рис. 2.15).
























































	CoroMill II® 290 Стр. 040 	CoroMill II® 200 Стр. 060 	CoroMill II® 300 Стр. 055 	CoroMill II® 210 Стр. 044 	CoroMill® по сферическим концам Стр. 048 
Глубина резания (вд), мм	12, 18	5/8/8/10	1/4/8	1,2/2	8,8 - 44,8
Ø <sub>c</sub>	Ø <sub>c</sub> 25 - 100 мм	Ø <sub>c</sub> 25 - 50 мм Ø <sub>c</sub> 50 - 180 мм	Ø <sub>c</sub> 10 - 42 мм	Ø <sub>c</sub> 25 - 100 мм	Ø <sub>c</sub> 10 - 50 мм
Обрабатываемый материал	<b>N</b>	<b>P M K N S H</b>	<b>P M K N S H</b>	<b>P M K S H</b>	<b>P M K</b>
 Торцевое фрезерование	 -	 -  -  -		 -  -  -	
 Фрезерование углубов	 -  -	 -		 -	
 Профильное фрезерование	 -  -  -	 -  -  -	 -  -  -	 -  -  -	 -  -  -
 Фрезерование пазов	 -	 -	 -	 -	 -
 Другие виды фрезерования	 -	 -	 -	 -	 -
Продолжение ...					
- Лучший выбор		 Торцевое фрезерование	 Тонкий стружка		
- Хороший выбор		 Прерывчатое фрезерование	 Фрезерование впаду		
- Допускается использовать		 Фрезерование с большими вылетами	 Фрезерование углубов		

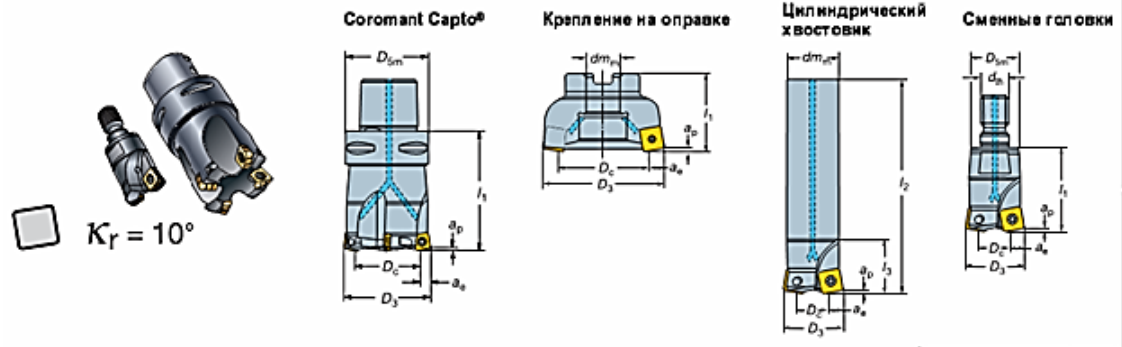
Рисунок 3.15 - Вибір типу фрези.

Даний тип фрези вибраний тому, що він підходить для обробки як чавуну, так і алюмінію. А також ця фреза рекомендується для обробки складного профілю.

Далі вибираємо тип кріплення - циліндричний хвостовик, а також крок зубів: у цьому випадку є тільки один варіант для необхідного діаметра фрези (рис. 3.16).

Після, здійснюється вибір пластин (рис. 32.16): визначаємо геометрію пластини - геометрія Н - для чорнової обробки, для важкої обробки поверхонь із ливарною кіркою, оскільки заготовка отримана лиття.

Фрезы для работы с большими подачами и плунжерного фрезерования  
 Диапазон диаметров 25 - 100 мм



E1	D3	Код	Нормальный шаг	Мелкий шаг	Размеры, мм										n <sub>max</sub>
					D <sub>5m</sub>	Размер	D <sub>3m</sub>	d <sub>1m</sub>	l <sub>1</sub>	b	l <sub>2</sub>	Max a <sub>0</sub>	a <sub>0max</sub>	l <sub>3</sub>	
Coroant Capto															
09	36	R210-036C3-09M	2	R210-036C3-09H	3	0.4	21.9	C3	32	50		1.2	8	30900	
	42	R210-042C4-09M	3	R210-042C4-09H	4	0.6	27.9	C4	40	60		1.2	8	27600	
	52	R210-052C5-09M	4	R210-052C5-09H	5	1.4	37.9	C5	50	70		1.2	8	24000	
	66	R210-066C6-09M	6	R210-066C6-09H	6	2.1	51.9	C6	63	72		1.2	8	21300	
14	52	R210-052C5-14M	3	R210-052C5-14H	3	1.2	28	C5	50	70		2	13	20800	
	66	R210-066C6-14M	4	R210-066C6-14H	5	2.3	42	C6	63	72		2	13	17700	
	82	R210-082C8-14M	5	R210-082C8-14H	6	3.4	58	C8	80	80		2	13	15100	
Крепление на оправке															

Рисунок. 3.16 - Вибір параметрів фрезы.



E0	Код	P												M				K				N				S				H				Размеры, мм	
		GC	GC	GC	GC	ST	GC	GC	GC	GC	ST	GC	GC	GC	GC	ST	GC	GC	GC	GC	ST	GC	GC	GC	GC	ST	GC	GC	GC	GC	ST	IC	s		
Получистовая обработка	05	R300-0517E-MM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	1.7				
		R300-0517E-PM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5	1.7				
	07	R300-0720E-MM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	1.99				
		R300-0720E-PM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	1.99				
		R300-0724E-MM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	2.38				
		R300-0724E-PM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7	2.38				
	08	R300-0828E-MM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	2.78				
		R300-0828E-PM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	2.78				
		R300-0828M-MM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	2.78				
		R300-0828M-PM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	2.78				
	10	R300-1032E-MM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	3.18				
		R300-1032E-PM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	3.18				
		R300-1032M-MM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	3.18				
		R300-1032M-PM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	3.18				
	12	R300-1240E-MM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	3.97				
		R300-1240E-PM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	3.97				
	R300-1240M-MM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	3.97					
	R300-1240M-PM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	3.97					
16	R300-1648E-MM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	4.76					
	R300-1648E-PM	*			*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	4.76					
	R300-1648M-MM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	4.76					
	R300-1648M-PM				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	4.76					
Тяжелая	08	R300-0828M-KH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	2.78					
		R300-0828M-MH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	2.78					
		R300-0828M-PH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8	2.78					
	10	R300-1032M-KH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	3.18					
		R300-1032M-MH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	3.18					
		R300-1032M-PH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	10	3.18					
	12	R300-1240M-KH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	3.97					
		R300-1240M-MH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	3.97					
		R300-1240M-PH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	12	3.97					
	16	R300-1648M-KH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	4.76					
	R300-1648M-MH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	4.76						
	R300-1648M-PH				*	*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	16	4.76						

Пример заказа: 10 штук R300-0517E-MM 2040  
 \* = Первый выбор

Рисунок 3.17 - Вибір пластин для фрезерування профільною фрезою.

Далі здійснюється вибір інструментів для фрезерування за аналогічною схемою для інших переходів операції 020, а результати затають у зведену таблицю 3.2

Вибір кінцевих фрез відрізняється від вибору торцевих і профільних тим, що спочатку вибирається твердий сплав відповідно матеріалу заготовки, далі вибирається вид фрезерування, а потім вибирається фреза по розміру обробки.

Вибір свердлів проводиться за наступною схемою (рис. 3.18):

Визначення діаметра і глибини свердління й знаходження цих параметрів у таблицях.

Вибір типу свердла для виконуваної операції - чорнової або чистової обробки. Потім перевіряється, чи підходить вибраний свердел для матеріалу, який підлягає обробці.

Вибір типу хвостовика. Необхідно вибрати тип хвостовика, який відповідає встаткуванню, на якому буде робитися свердління.

Остаточний вибір свердла. Коли вибраний тип свердла, який задовольняє вимогам виконуваної операції, необхідно знайти той діапазон діаметрів, який потрібний, і остаточно визначити код свердла.

Вибір ріжучої пластини, якщо необхідно. Необхідно знайти ріжучу пластину для вибраного діаметра свердла, підібрати геометрію й марку сплаву відповідно рекомендаціям для конкретного оброблюваного матеріалу.



Рис. 3.18 - Послідовність вибору свердлів.

Приклад вибору свердлів буде виконуватися для операції 030 - переходу 003.

Спочатку вибираємо вид свердла відповідно марці оброблюваної деталі й геометрії отвору (рис. 3.19). Далі вибираємо тип свердла (рис. 3.20) і тип хвостовика, а також спосіб підведення ЗОТС.

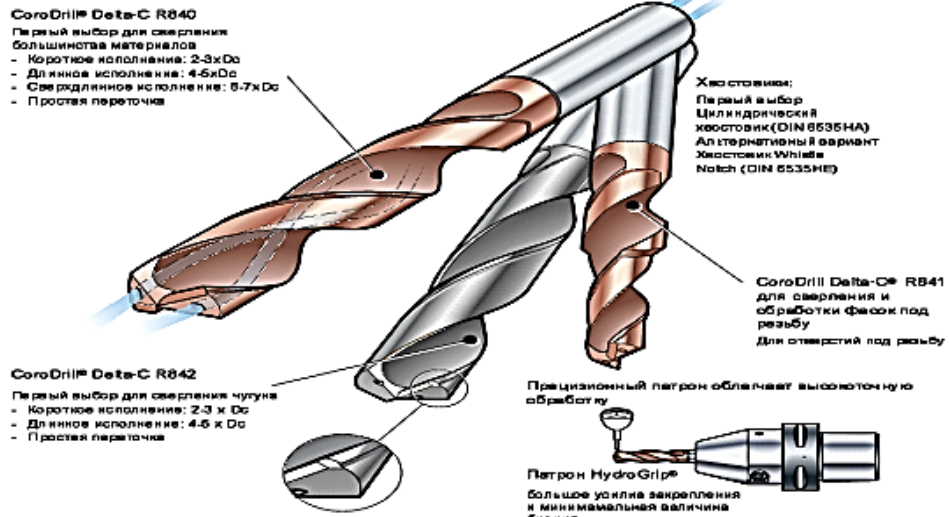
За аналогічною схемою проводимо вибір свердлів для інших переходів операції 020, де застосовується даний вид різального інструменту.

	CoroDrill® Delta-C			Coromant Delta	CoroDrill® 880	
Стр.	E6	E30	E25	E37	E45	
$D_c$ мм	0.30-20.00	3.00-16.00	5.00-14.00	3.35-15.00	9.50-30.40	16.5-29.5
Глубина сверления	2 - 7 x $D_c$	2 - 5 x $D_c$	2 - 7 x $D_c$	2 - 3 x $D_c$	3.5 - 5 x $D_c$	2 - 4 x $D_c$
Обрабатываемый материал						
Точность отверстия	IT8-10		IT8-9	IT8-10	IT13 IT11 *)	
Чистота поверх. Ra	1-2 мкм		1-2 мкм	1-4 мкм	1-5 мкм	
 Обычное сверление	***			***	***	
 Ступенчатое сверление и обработка фаски			 ***  *** <i>Tinder Made</i>	 **		
Технологические возможности	 *			 *	 ***	
	 *			 *	 ***	
	 **			 **	 ***	

\*) При предварительной настройке.

*** = Лучший выбор		Сверление наклонной поверхности		Радиальное смещение
** = Хороший выбор		Сверление пересекающихся отверстий		Сверление пакетов
* = Допускается использовать		Сверление неполных отверстий		Трепанация

Рисунок 3.19 - Вибір типу свердла.



**CoroDrill® Delta-C 4 – 5 × D<sub>c</sub> -R840**

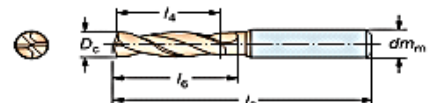
Сверла с цилиндрическим хвостовиком



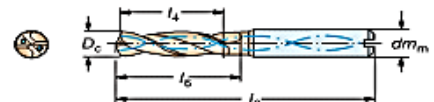
Диаметр сверла: 3.00-20.00 мм  
 Макс глубина сверления: 4 – 5 x D<sub>c</sub>  
 Покрытие: TiN/TiAlN многослойное  
 Точность отверстия: IT8-9-10  
 Чистота поверхности: Ra 1-2 мкм  
 СОЖ: Эмульсия или масло

Стандартное исполнение: DIN 6537  
 Допуски: d<sub>m</sub> = h8  
 D<sub>c</sub> = m7:  
 D<sub>c</sub> 8.01-10 +0.021/+0.006  
 D<sub>c</sub> 10.01-18 +0.025/+0.007

Наружный подвод СОЖ



Внутренний подвод СОЖ



d<sub>m</sub> = рекомендуемая глубина сверления

11	1/2-13 UNC	R840-1100-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1100-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.1		R840-1110-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1110-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.11	7/16								R840-1111-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.2		R840-1120-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1120-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.3		R840-1130-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1130-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.4		R840-1140-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1140-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.5		R840-1150-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1150-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.5	29/64								R840-1151-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.6	1/2-20 UNF	R840-1160-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1160-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.7		R840-1170-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1170-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.8		R840-1180-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1180-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
11.9	16/32	R840-1190-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1190-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
12		R840-1200-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1200-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	12	118	51	71
12.1		R840-1210-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1210-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
12.2		R840-1220-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1220-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
12.3	31/64	R840-1230-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1230-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
12.4		R840-1240-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1240-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
12.5		R840-1250-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1250-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
12.6		R840-1260-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1260-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
12.7		R840-1270-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1270-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
12.8		R840-1280-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1280-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	55	77
13		R840-1300-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1300-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
13.1	33/64								R840-1310-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
13.2		R840-1325-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1325-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
13.5	17/32	R840-1350-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1350-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
13.7		R840-1375-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1375-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
13.8		R840-1380-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1380-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
13.8	35/64								R840-1389-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
14		R840-1400-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1400-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	14	124	56	77
14.2		R840-1425-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1425-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	59	83
14.2									R840-1426-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	59	83
14.5	9/16	R840-1450-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1450-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	59	83
14.6									R840-1459-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	59	83
14.6	37/64								R840-1475-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	59	83
14.7		R840-1475-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1475-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	59	83
14.8		R840-1480-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1480-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	59	83
15		R840-1500-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1500-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	60	83
15.5		R840-1550-50-A0A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	R840-1550-50-A1A	☆	☆	☆	☆	☆	☆	16	133	60	83

Рисунок 3.20 - Вибір сверла для операції 020 - переходу 003.

Визначення режимів різання робимо на основі переходів кожної операції технологічного процесу, розроблених раніше. Вибір режимів

виконуємо по даними, наданою компанією «Sandvik Coromant», оскільки використовувати різальний інструмент будемо цієї ж фірми. Підставляючи знайдені дані в програму CoroGuide одержимо рекомендації з режимів різання:



Рисунок 3.21 - Стартовое вікно програми Coroguid.

У даному вікні ми вибираємо мову для зручності подальшої роботи, одиниці виміру й вибираємо пункт «Розрахунки режимів різання».



Рисунок 3.22 - Вікно «Розрахунки режимів різання».

У вікні «Розрахунки режимів різання» можна вибрати потрібний тип операції. У цьому випадку нас цікавить меню обробка отвору для одержання розрахунків режимів різання для операції 030 – перехід 003.



Рисунок 3.23 - Вікно «Розрахунки режимів різання» для обробки отворів.

У вікні «Розрахунки режимів різання» для обробки отворів (рис.3.23) ми вибираємо тип отвору й свердел, натискаємо на кнопку №4 з написом - «Режими різання для Свердління/розточування» з'являється вікно «Свердління» (Рис 3.24).

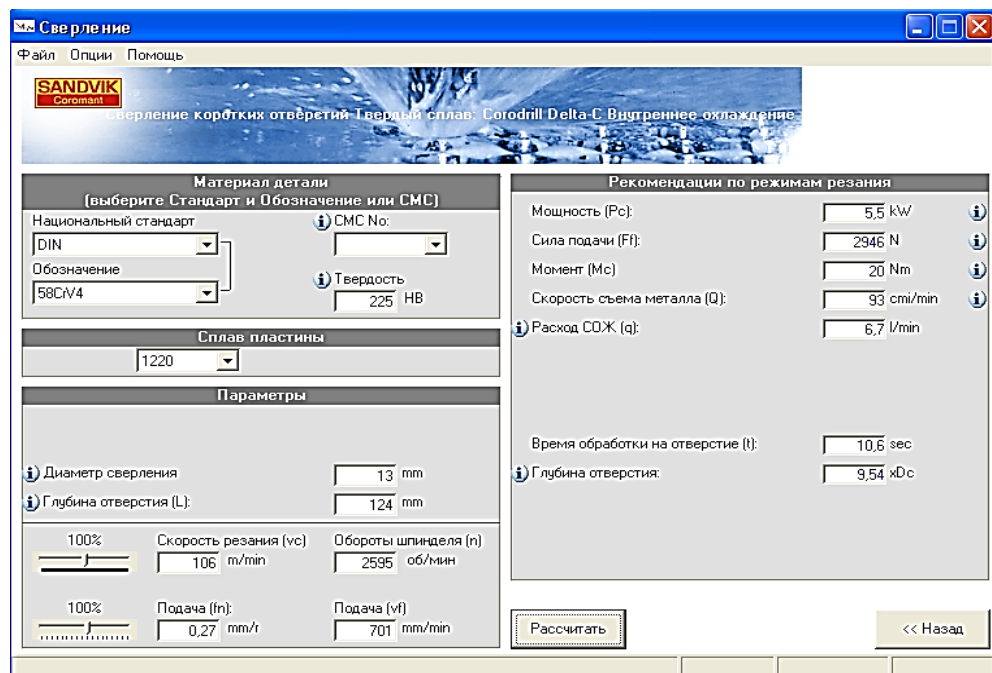


Рисунок 3.24 - Вікно «Свердління» для розрахунків режиму різання.

У вікні «Свердління» підставляємо дані отримані вище з рис. 3.19 і рис. 2.20 одержуємо рекомендація з режимів різання для операції 030 – перехід 003.

Також, в операції на оброблювальному центрі є переходи, на які обробляються отвори більших діаметрів. У таких випадках використовують розточувальний інструмент.

Вибір розточувального інструмента виконується за наступною схемою (рис. 3.25):

Визначення виду розточування. Знаходження необхідного типу операції в таблиці відповідно параметрам і матеріалу оброблюваного отвору, операційних обмежень і встаткування.

Визначення виду інструмента. Серед номенклатури інструмента для заданого типу операції, потрібно вибрати необхідний тип, який відповідає вимогам чистової або чорнової обробки.

Визначення діапазону діаметрів розточування й вимог до отвору. Вибрати по таблиці діапазон діаметрів, які розточують конкретної операції, що задовольняє, вимогам по шорсткості й точності.

Визначення головного кута в плані. Виходячи із прийнятого кута в плані, вибирається по таблиці відповідний повзун-вставка. Також необхідно визначити найбільш підходящий тип пластини.

Вибір корпусу розточувального інструмента. В основі вибору корпусу лежать:

- розмір з'єднання;
- глибина розточування.

Вибір ріжучої пластини. Ріжуча пластина за формою й розміром повинна відповідати рекомендаціям таблиць, по яких здійснюється вибір розточувального інструмента. Вибір марки сплаву ріжучої пластини робиться, виходячи з параметрів оброблюваного матеріалу й умов обробки.

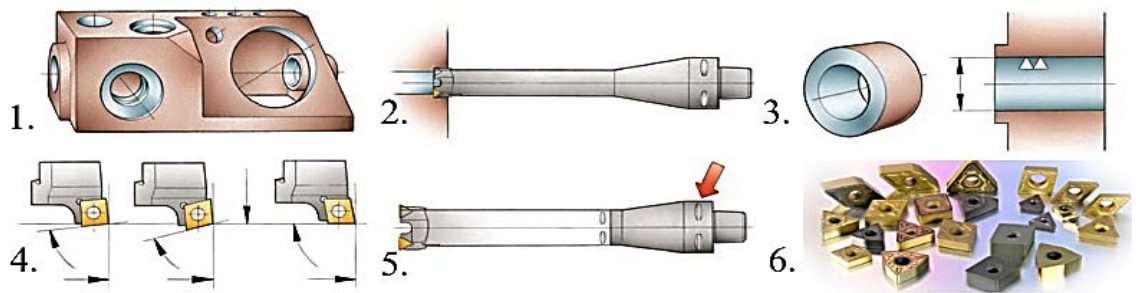
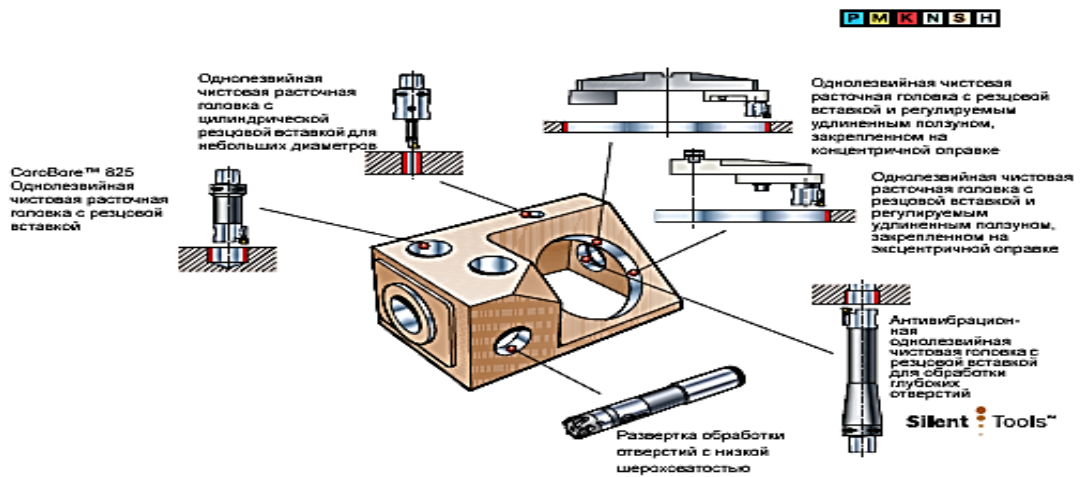


Рисунок 3.25 - Схема вибору розточувального інструмента.

Приклад вибору розточувального інструмента виконано для операції 030 - переходів 001 і 002.

Спочатку вибирається тип операції - у цьому випадку чистове розточування. Відповідно операції вибирається тип розточувального інструмента (рис. 3.26).

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЧИСТОВОГО РАСТАЧИВАНИЯ



Диапазон диаметров	Чистовой расточной инструмент					Антивибрационный чистовой расточной инструмент		Развертка Roamer™ 930
	3-42 мм	CoroBare™ 825 23-176.6 мм	150-274.6 мм	250-575 мм	250-975 мм	25.0-103.5 мм	59.5-269.5 мм	
Стр.	F30	F25	F28	F36	F38	F33	F35	F47
Глубина растачивания	5 x Dc	3.5 x Dc	3 x D <sub>ext</sub>	400 мм	400 мм	6 x Dc	600-700 мм	45-105 мм
Точность отверстия	IT6	IT6	IT7	IT7	IT7	IT7	IT7	H7
Подвод СОЖ	Внутренний				Наружный	Внутренний		Внутренний
Вид растачивания	Одной режущей кромкой							
Тип пластины	SoloTurn® 107 SoloTurn® 111							

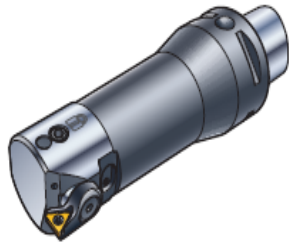
Рисунок 3.26 - Вибір виду розточувального інструмента.

Далі на підставі розміру, який розточується, визначається тип резцової вставки й корпуса (рис. 3.27).

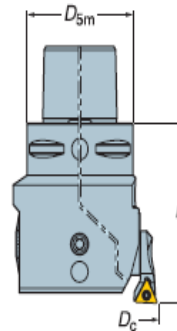
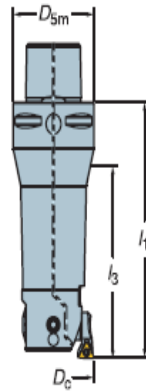
## CoroBore™ 825

Диапазон растачиваемых диаметров 23 - 176.6 мм

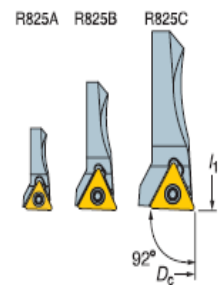
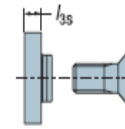
Coromant Capto®



Диапазон растачиваемых диаметров: 23-176.6 мм  
Точность отверстия: IT6  
Дискретность регулировки: 0.002 мм  
Подвод СОЖ: внутренний



Комплект увеличительных проставок



Регулировка производится только от центра к периферии.

$l_1$  = программируемая длина

Диапазон диаметров <sup>1)</sup>	Главный угол в плане $\kappa$	Типоразмер корпуса	Тип пластины <sup>2)</sup>	Резцовая вставка	Удлиненный ползун	Корпус	Размеры, мм				
				Код	Код	Код	$\frac{D_c}{mm}$	$D_{5m}$	$l_1$	$l_3$	$l_{3s}$
23-29	92	C3	TP...06	R825A-AF11STUP06T1A	825A-030A	C3-R825A-AAA065A	0.28	32	76	<sup>3)</sup>	3.0
29-35 <sup>4)</sup>		C4	TC...06	R825A-AF11STUC06T1A		C4-R825A-AAA074A	0.45	40	85	<sup>3)</sup>	3.0
28-36	92	C3	TP...06	R825A-AF11STUP06T1A	825A-030A	C3-R825A-AAB072A	0.38	32	83	<sup>3)</sup>	3.0
34-42 <sup>4)</sup>		C4	TC...06	R825A-AF11STUC06T1A		C4-R825A-AAB084A	0.56	40	95	<sup>3)</sup>	3.0
35-45	92	C3	TP...09	R825B-AF17STUP0902A	825B-036A	C3-R825B-AAC031A	0.28	32	48	<sup>3)</sup>	3.6
42-52 <sup>4)</sup>		C4	TC...09	R825B-AF17STUC0902A		C4-R825B-AAC066A	0.61	40	83	<sup>3)</sup>	3.6
44-56	92	C4	TP...09	R825B-AF17STUP0902A	825B-036A	C4-R825B-AAD039A	0.53	40	56	<sup>3)</sup>	3.6
51-63 <sup>4)</sup>		C5	TC...09	R825B-AF17STUC0902A		C5-R825B-AAD081A	1.14	50	98	<sup>3)</sup>	3.6
55-70	92	C5	TP...11	R825C-AF23STUP1103A	825C-048A	C5-R825C-AAE043A	0.98	50	66	<sup>3)</sup>	4.8
			TC...1102	R825C-AF23STUC1102A							
64.6-79.6 <sup>4)</sup>		C6	TC...1103	R825C-AF23STUC1103A		C6-R825C-AAE097A	2.27	63	120	<sup>3)</sup>	4.8
69-87	92	C5	TP...11	R825C-AF23STUP1103A	825C-048A	C5-R825C-AAF047A	1.38	50	70	<sup>3)</sup>	4.8
			TC...1102	R825C-AF23STUC1102A							
78.6-96.6 <sup>4)</sup>		C6	TC...1103	R825C-AF23STUC1103A		C6-R825C-AAF055A	1.87	63	78	<sup>3)</sup>	4.8
86-107	92	C5	TP...11	R825C-AF23STUP1103A	825C-048A	C5-R825C-AAG053A	2.17	50	76	<sup>3)</sup>	4.8
95.6-116.6 <sup>4)</sup>			TC...1102	R825C-AF23STUC1102A							
		C6	TC...1103	R825C-AF23STUC1103A		C6-R825C-AAG067A	2.62	63	90	<sup>3)</sup>	4.8

Рисунок 3.27 - Вибір розточувального інструмента.

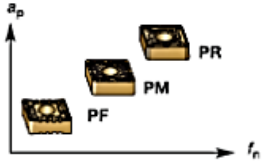
За рекомендацією при виборі інструмента вибираємо тип пластини (рис. 3.28).

Далі, за аналогічною схемою, проводимо вибір розточувального інструмента для переходів операції O30, і з'являємо отримані дані у зведену таблицю 3.2.

Пластины для общего точения

Пластины с задними углами CoroTurn® 107

Черновая обработка



См. стр. A18.

Wiper TECHNOLOGY

См. стр. A18.

P M K N S H

	ТСМТ-MR	ТСМТ-KR	ТСМТ-UR	VBMT-PR	VBMT-MR	VBMT-KR
Код	11-22	11-22	11	16	16	16
Стр.	A51	A51	A51	A53	A53	A53

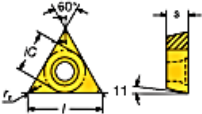
Пластины с задними углами CoroTurn 111

Чистовая обработка

	CPMT-PF	CPMT-MF	CPMT-KF	DPMT-PF	DPMT-MF	DPMT-KF	TPMT-PF	TPMT-MF	TPMT-KF	VCMT-PF
Код	06	06-09	06	07	07	07	06-16	06-16	06-16	11
Стр.	A54	A54	A54	A55	A55	A55	A56	A56	A56	A57

CoroTurn® 111

Треугольная пластина






		Код	P		M		K		S	
			GC	CT	GC	CT	GC	CT	GC	CT
Чистовая обработка		06	TRMT 06 T1 02-PF		*					
			TRMT 06 T1 04-PF	*	*	*				
		09	TRMT 09 02 02-PF		*					
			TRMT 09 02 04-PF	*	*	*				
		11	TRMT 11 03 02-PF		*					
			TRMT 11 03 04-PF	*	*	*				
		16	TRMT 16 T3 04-PF	*	*					
		06	TRMT 06 T1 02-MF		*				*	
			TRMT 06 T1 04-MF		*	*			*	
		09	TRMT 09 02 02-MF		*				*	
			TRMT 09 02 04-MF	*	*	*			*	
		11	TRMT 11 03 02-MF		*	*	*		*	
		TRMT 11 03 04-MF	*	*	*	*		*		
	16	TRMT 16 T3 04-MF		*			*			
	06	TRMT 06 T1 04-KF		*				*		
	09	TRMT 09 02 04-KF		*				*		
	11	TRMT 11 03 04-KF		*				*		
	16	TRMT 16 T3 04-KF		*				*		

Рисунок 3.28- Вибір пластини для розточувального інструмента.

Таблиця 3.2- Послідовність виконання переходів обробки корпусної деталі на верстаті ГВМ IP500ПМФ4.

Операція	Зміст або найменування операції.	Тип інструмент	Код інструмент
005	2.Лиття.		-----
010	2.Обрубка вилівка.		-----
	2. Очищення вилівка.		
015	Малярська.		-----
020	2. Фрезерувати верхню площину попередньо по черновому.(400901)	Фреза торцева	Coro Mill210 R210-100Q32-14M

Операція	Зміст або найменування операції.	Тип інструмент	Код інструмент
	2. Фрезерувати нижню площину начорно.(400902)	Фреза торцева	Coro Mill210 R210-100Q32-14M
025	2. Гостріння по контуру чорнове.(370903)	Різець	
030	2. Координатне марнування 1 отвір Ø110 по чистове на верхню площину остаточно.(500501)	Різець розточувальний	Coro Bore 825B-036A
	2.Координатне марнування 1 отвір Ø49 по чистове на верхню площину остаточно.(500502)	Різець розточувальний	Coro Bore 825 C-048A
	3. Свердлити M14x2.0 в 3 отворах остаточно. Ø13.(630503)	Свердло	oro Drill Delta-c 840-1300-50-AOA
035	2. Свердлити M14x2.0 в 5 отворах остаточно. Ø13.(630503)	Свердло	oro Drill Delta-c 841 під різьбу
	Фрезерувати площина (400504) остаточно	Фреза торцева	oro Mill 210 R210-52c5-14M
	3. Фрезерування площини торцевою фрезою чистове.(400505) фрезерувати торцеві виступи, протилежні площини E, Фрезерування площини торцевою фрезою чистове (400506) із припуском 2 мм. фрезерувати торцеві виступи, протилежні площини E, із припуском 2 мм під старіння.	Фреза торцева	Coro Mill 210 R210-052c5-14M
	4. Свердлити M8 у шести отворах. Ø6,85 на . площина Ж. остаточно до глибина 13,25.(650507)	Свердло	Coro Drill Delta-c R841 під різьбу
	5. Нарізати різьбу M8 у шести отворах. Ø8 x 7mm остаточно.(680508)	Свердло	Coro Drill Delta-c R841 під різьбу
	6. Свердлити M6 в 4 отворах Ø5 на . площина Г остаточно. до глибина 17mm.(650509)	Свердло	Coro Drill Delta-c R841 під різьбу
	7. Нарізати різьбу M8 в 4 отворах остаточно Ø6 x 12 остаточно.(680510)	Свердло	Coro Drill Delta-c R841 під різьбу
040	2. Притупити гострі крайки.	-----	-----
045	2. Промивання.	-----	-----
050	2. Транспортування.	-----	-----
	Зміст або найменування операції.	Тип інструмент	Код інструмент
055	2. Розсвердлити вісім отворів Ø13 до Ø20. до глибини 72mm на нижню площину.(500601)	Свердло	Coro –mant u R416.2-0580L40-21 E54
	2. Свердлити два отворів Ø12mm до глибина 20mm.(500602)	Свердло	Coro –mant Delta R412.5-0580L40-21 E54

Операція	Зміст або найменування операції.	Тип інструмент	Код інструмент
	3. Свердлити вісім отворів $\varnothing 10,20$ глибиною 36mm.(650603)	Свердло	Coro –mant Delta R412.5-0580L40-21 E54
	4. Нарізати різьбу в 8 отворах остаточно $\varnothing 12 \times 25$ остаточно.(680604)	Свердло	
	5. Точіння зовнішньої канавки по чорнове(840605)	Різець	
	6. Точіння фасонним різцем чистове.(780606)	Різець	
060	2. Шліфувати верхню площину остаточно.(400511)	-----	-----
	2. Шліфувати нижню площину остаточно.(400607)	-----	-----
065	2.Фрезерування площини торцевою фрезою чистове $\varnothing 32$ глибиною.2 мм. с лівої сторони (600101)	Фреза торцева	Coro Mill210 R210-025A20-09M
	2.Свердління зі знятому фаски з лівої сторони. $\varnothing 17 \times 18$ мм в одному отворі. (630102)	Свердел	Coro –mant U4xdc R416.2-0170AS5-41
070	2.Фрезерування двох площин торцевою фрезою чистове $\varnothing 32$ глибиною.2 мм. с правої сторони.(600201)	Фреза торцева	Coro Mill210 R210-025A20-09M
	2.Східчасте свердління й обробка фаски в одному отворі із правої сторони. $\varnothing 8,5 \times 31,5$ . 1,6 $\times$ 60 . $\varnothing 17 \times 6$ мм .(630202)	Свердло під головки гвинтів	Coro –mant u R416.21-0130L25-21
	3.Свердління зі знятому фаски із правої сторони. $\varnothing 17 \times 20$ мм в одному отворі. 630203)	Свердло	Coro –mant U4xdc R416.2-0170AS5-41
	4.Східчасте свердління й обробка фаски в одному отворі із правої сторони. $\varnothing 8,6 \times 32,6$ . 1,6 $\times$ 60 . $\varnothing 10,60 \times 7$ мм .(630204)	Свердло під головки гвинтів	Coro –mant u R416.21-0130L25-21
075	2. Притупити гострі крайки	-----	-----
080	2. Технічний контроль	-----	-----
085	2. Нанесення антикорозійного покриття	-----	-----

### **3.3 Вибір технологічного оснащення на групову технологічну операцію обробки деталі типу «КОРПУС» для ГВМ IP500ПМФ4**

Базування спеціальних або універсально-складальних пристосувань на верстатах фрезерної групи здійснюється або по трьом площинам, або по площині й двом отворах.

Пристосування на верстаті встановлюється декількома способами:

- У першому способі орієнтація здійснюється за допомогою координатної плити, що має базові отвори й жорстко закріпленої на столі верстата. Пристосування встановлюється за допомогою штирів, що фіксують його по отворах у плиті.

- При другому способі пристосування базується по центральному отвору. Установка інструмента у вихідну точку верстата й шпонкою по поздовжньому пазові здійснюється за допомогою спеціального установа, закріпленого в корпусі пристосування.

- Третій спосіб орієнтації пристосування на столі верстата здійснюється по центральному поздовжньому пазові за допомогою двох шпонок; при цьому необхідний упор для фіксації поздовжнього положення.

Важливою вимогою є забезпечення максимальної твердості технологічної системи. Це досягається зменшенням висоти крапки додатка зусилля різання над опорними крапками базування за рахунок використання опор, що підводяться, а також зменшенням вильоту кінцевих фрез.

Основною технологічною базою при обробці корпусних деталей ( у тому числі й деталей типу «Корпус») є площина. Для реалізації повної схеми базування використовуються три отвори, перпендикулярно розташованих даної площини. Такий комплект технологічних баз є найбільш простим для реалізації конструкції пристосування.

Вищевказаний спосіб базування щонайкраще підходить для обробки деталі типу «Корпус», даної в завданні дипломного проекту, оскільки деталь типу «Корпус», має зручне розташування базових елементів (рис. 3.29) - нижню площину й три отвору.

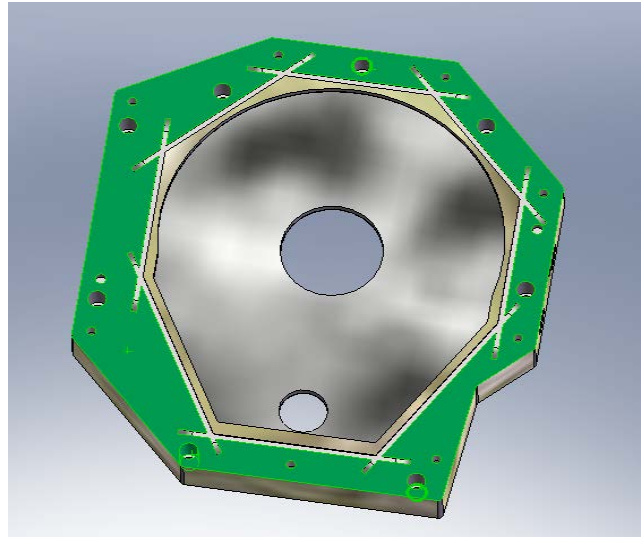
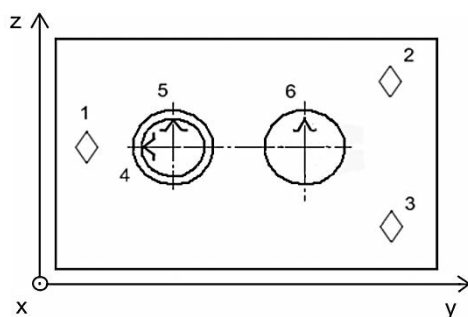


Рисунок 3.29 - Елементи базування деталі типу «Корпус» (виділені зеленим кольором).

Базування здійснюється по площині й двом пальцям (циліндричним), при цьому заготовка втрачає 6 ступенів волі (рис. 3.30). Площина реалізується у вигляді трьох крапок (трьох опор).

Крім базування - орієнтування деталі в системі верстата, деталь необхідно закріпити в пристосуванні, щоб орієнтація не мінялася під час обробки. Кріплення заготовки до пристосування здійснюється болтами й гайками.



$$\begin{aligned}
 1, 2, 3 & - \begin{matrix} \updownarrow x \\ \curvearrowright y \\ \curvearrowright z \end{matrix} \\
 4, 5 & - \begin{matrix} \updownarrow y \\ \updownarrow z \end{matrix} \\
 6 & - \begin{matrix} \curvearrowright x \end{matrix}
 \end{aligned}$$

Формула базування:

$$3+2+1=6$$

- опорна ТБ (6)
- двійна опорна ТБ (4, 5)
- установочна ТБ (1, 2, 3)

Рисунок 3.30 - Схема базування деталі «Корпус».

Для верстатів зі ЧПК застосовується спеціальне оснащення, яке забезпечує високу точність оброблюваних поверхонь, а також зменшення основного й допоміжного часу при обробці.

До пристосувань для верстатів зі ЧПК пред'являється ряд специфічних вимог, обумовлених особливістю цих верстатів, недотримання яких значно знижує ефективність застосування верстатів зі ЧПК.

Пристосування повинні мати підвищену розмірну точність. Погрішності базування й закріплення, які виникають при установці заготовок у пристосування, повинні бути зведені до мінімуму. Для можливості використання повної потужності верстата на чорнових операціях пристосування повинні мати підвищену твердість. У той же час конструкція пристосування повинна забезпечити одержання високої точності на чистових операціях.

Для обробки деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4 застосовуємо пристосування, зібране з комплекту зображеного на рис 3.32.

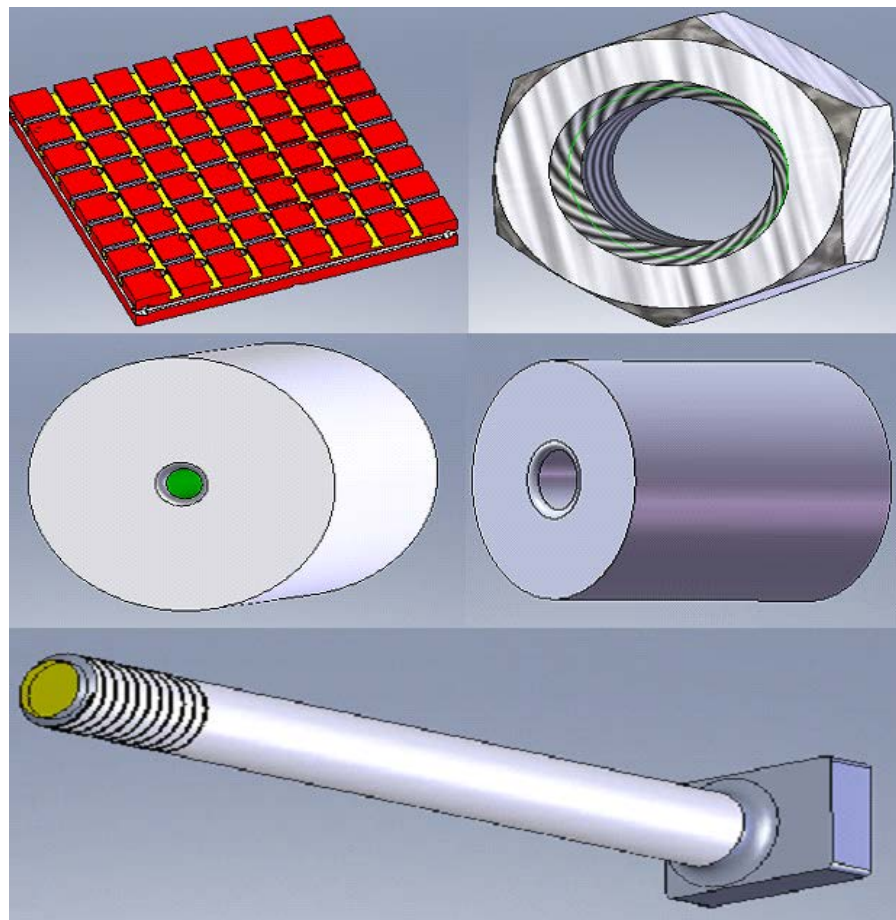


Рисунок 3.31 - Елементи пристосування для обробки «Корпус».

Оскільки даний вид оснащення має більшу гнучкість, і у відмінності від спеціальних пристроїв, меншу вартість ( тому що даний вид пристосування можна використовувати й для інших деталей), його часто застосовують в умовах дрібносерійного й одиничного виробництва. Це пристосування використовується на всіх переходах при обробці деталі на обробному центрі.

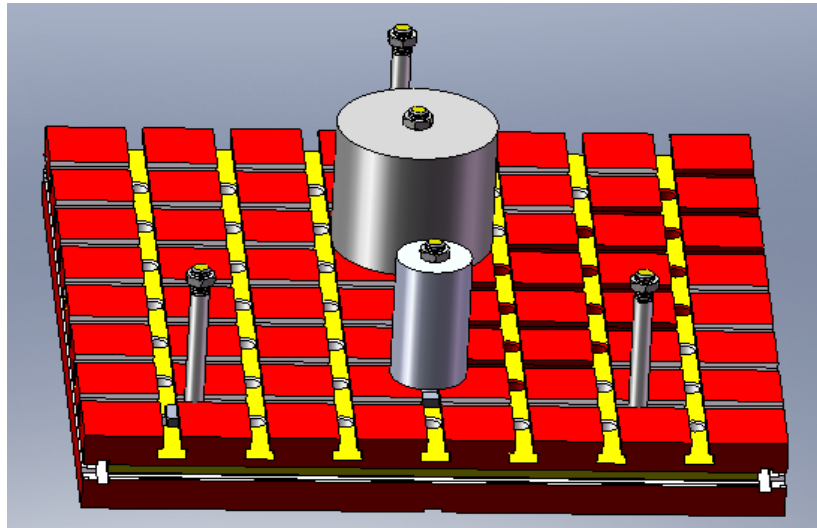


Рисунок 3.32 - Зовнішній вигляд плити, на яку встановлюється заготовка

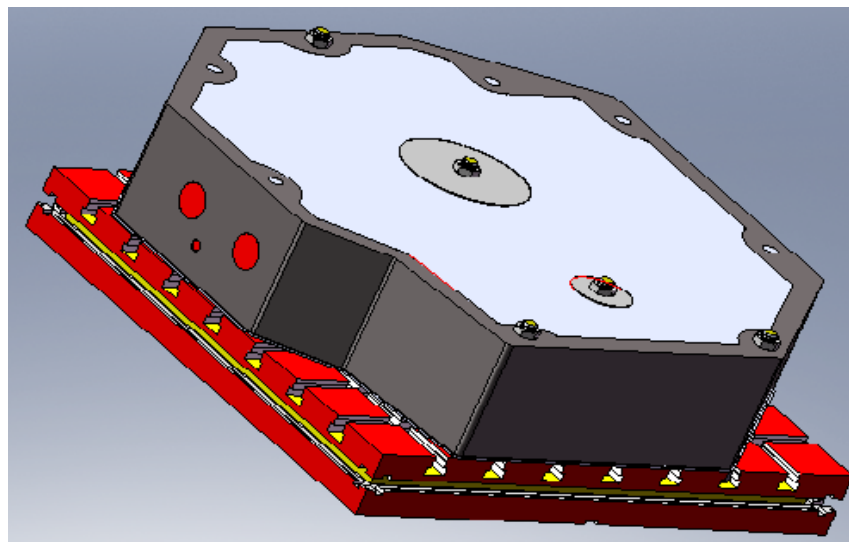


Рисунок 3.33 - Зовнішній вигляд пристосування для обробки деталі типу «Корпус».

На рис 3.33 показане як закріплюється на плиті заготовка.

Оскільки даний вид оснащення має більшу гнучкість, і у відмінності від спеціальних пристроїв, меншу вартість ( тому що даний вид пристосування можна використовувати й для інших деталей), його часто застосовують в

умовах дрібносерійного й одиничного виробництва. Це пристосування використовується на всіх переходах при обробці деталей на оброблювальному центрі.

Часто сучасні верстати зі ЧПК комплектуються додатковим оснащенням, керованою від вбудованого УЧПК. Це, наприклад, установлювані на, що дозволяють змінювати кут стіл верстата поворотні пристрої (рис. 3.34), орієнтації закріпленої деталі в ході обробки і які забезпечують точність позиціонування 10-20 кутових секунд.

Допоміжне оснащення для зміни орієнтації й привода інструмента включає різні головки (рис. 3.35), що додають верстату 1-3 додаткові ступені волі. Так, кутові шпиндельні головки (рис 3.35, а) забезпечують можливість фрезерування, свердління, нарізування різьблення під кутами, недоступними зі ст рони основного шпинделя.



Рисунок 3.34 - Програмно керовані поворотні пристрої для верстатів зі ЧПК фрезерної групи

Ще більш широкими можливостями обробки важкодоступних поверхонь мають головки з регульованим кутом повороту (рис. 3.35, б).

Прискорювальні головки (рис. 3.35, в) дозволяють в 2-12 раз побільшати швидкість обертання шпинделя, що значно підвищує продуктивність при обробці дрібних конструктивних елементів на великих корпусних деталях. Їхнє застосування ефективно також для обробки композиційних матеріалів на основі скло - і вуглепластиків.



Посадкові й приєднувальні бази за допомогою 3D графіки, є:

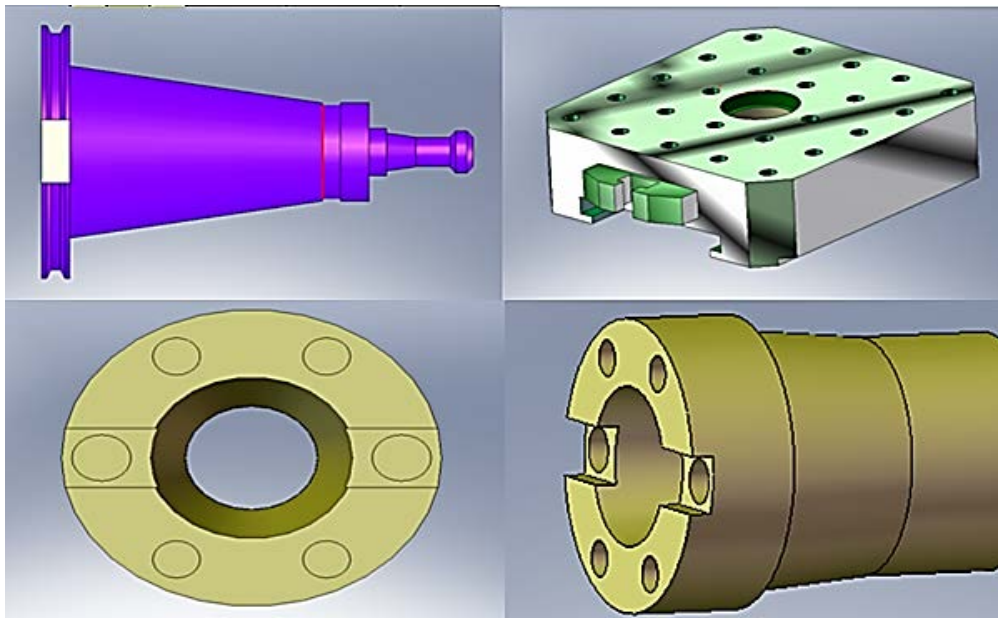


Рисунок 3.34-б – Посадкові й приєднувальні бази за допомогою 3D графіки

Стіл розміром 500×500 мм дозволяє робити обробку деталі будь-якої складності й конфігурації з п'яти сторін за один установ. Для установки й кріплення деталей на поверхні стола-супутника є сітка різьбових отворів. на верстаті робоча поверхня стола-супутника розташована вертикально, що дозволяє ефективно здійснює збирання стружки й очищення деталей.

Вибір інструментального оснащення здійснюється за наступною схемою:

Визначити тип інструментального оснащення. Вибрати модульне або цільне інструментальне оснащення.

Вибрати тип адаптера. Використовуючи оглядову таблицю для вибору патрона, відповідно типу виконуваної операції й застосовуваного встаткування.

Визначити типорозмір модульного з'єднання. На відповідній сторінці необхідно вибрати:

- потрібний розмір з'єднання;
- адаптер.

Вибрати базову рукоятку. Використовуючи оглядову таблицю для вибору базової рукоятки, відповідно до застосовуваного встаткування, вибрати патрон, який відповідає необхідному типу з'єднання.

Вибрати перехідники, якщо це необхідно. Перехідники й подовжувачі потрібно застосовувати при необхідності збільшення вильоту інструмента.

На рис 2.35 зображено обране інструментальне оснащення для обробки деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4.

Основне завдання допоміжного інструмента – надійна фіксація різального інструменту в шпинделі й передача йому крутного моменту від верстата. У якості допоміжного інструмента на операціях фрезерування використовують патрони й оправлення.

Оправлення головним чином призначені для операцій з більшими зусиллями різання, таких як торцеве фрезерування, Фрезерування пазів дисковими фрезами, розточування отворів великого діаметра. Елементом, що передають крутний момент в оправлень є шпонка, яка запобігає проворот різального інструменту щодо оправлення. Цим забезпечується надійне закріплення й передача крутного моменту. Однак оправлення не здатні забезпечити гарне центрування інструмента, тому основне їх застосування – чорнові операції з видаленням основного обсягу матеріалу.

Патрони забезпечують краще центрування й звичайне використовуються для затиснення різальних інструмент невеликого розміру. Слід розрізняти патрони з механічним кріпленням різального інструменту (для свердлів, інструментів з конічними хвостами типу конусів морзе, Whistle, Notch, Weldon і ін.).

Особлива увага слід приділити цанговим патронам, які найбільше часто використовуються при роботі на верстатах зі ЧПК. Принцип дії такого патрона простий рис (3.36). В конічний отвір 4 патрона 1 вставляються змінні цанги 3. Цанга має циліндричний отвір в яке встановлюється циліндричний хвостовик ріжучого інструменту (діаметр хвостовика різального інструменту повинен відповідати номеру цанги). При затягуванні гайки 2 тиск передається

на торець цанги, що приводить до видавлювання останньої в кінчній отвір патрона й стиску в радіальному напрямку.

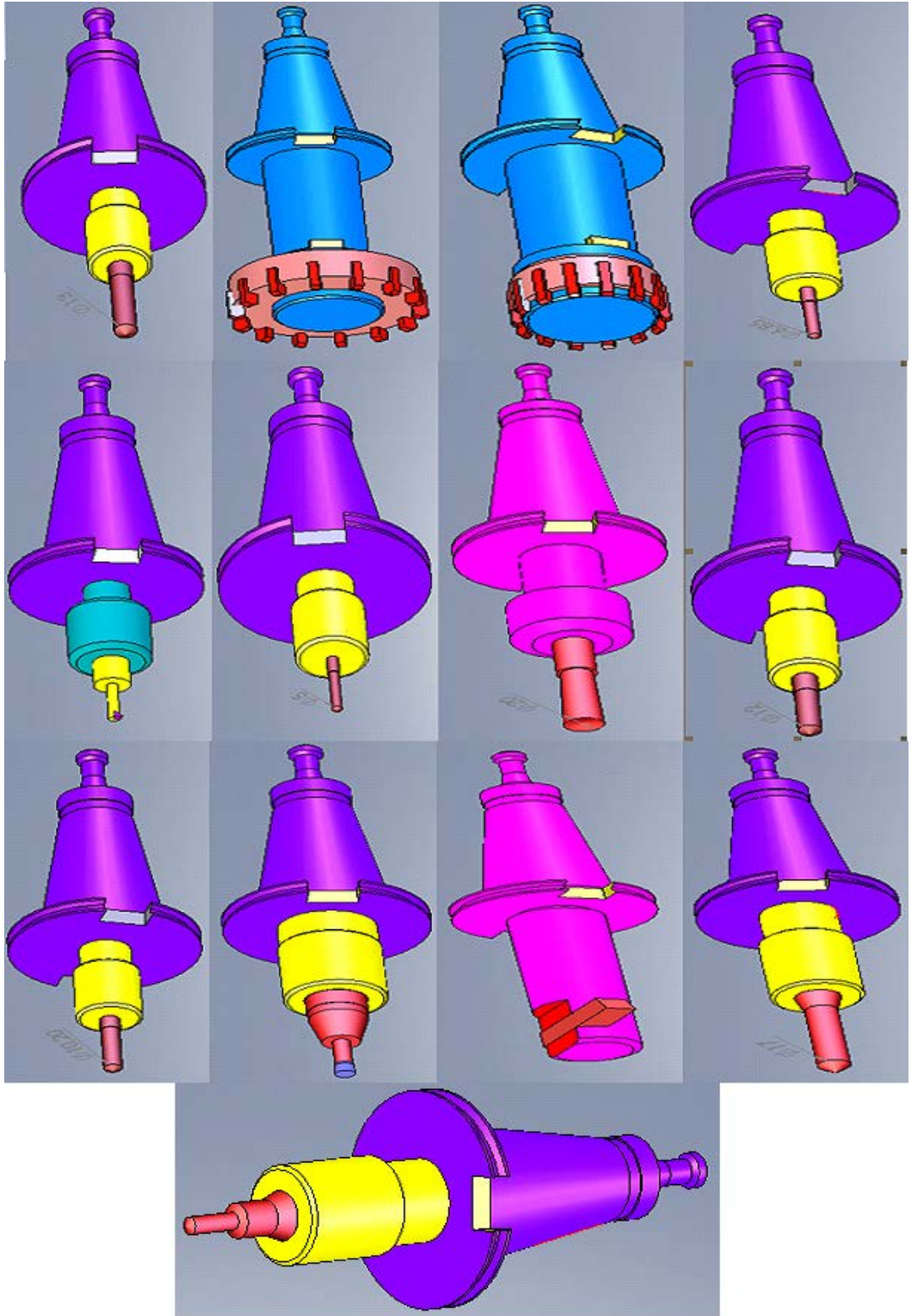


Рисунок 3.35 - Вибір інструментального оснащення для обробки деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4

Стискуючись, цанга 3 передає тиск на циліндричний хвостовик різального інструменту й надійно його закріплює. Після зняття тиску (відкручування гайки) із цанги, на розтискається й дозволяє витягти різальний інструмент із патрона.

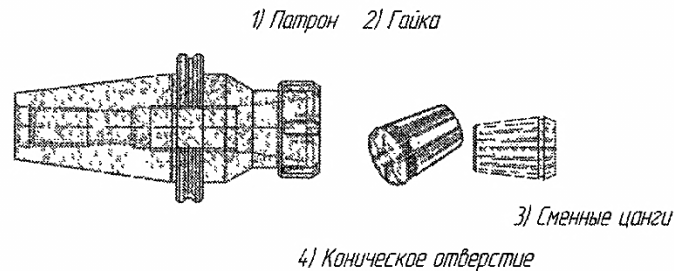


Рисунок 2.36 - Цанговый патрон і змінні цанги

Основна перевага цангового патрона - здатність здійснювати закріплення широкого діапазону ріжучих інструментів за допомогою комплекту змінних цанг. У комплекті цанг до тому самому патрону, як правило можна знайти цанги для закріплення інструментів із хвостовиками від 6 до 30 мм і більш. Цанга робить гарне центрування інструмента й надійне закріплення, однак погано збалансована для швидкісних методів обробки.

Від допоміжного інструмента залежать: стійкість ріжучого інструмента. Стабільність технологічного процесу, точність і якість обробки.

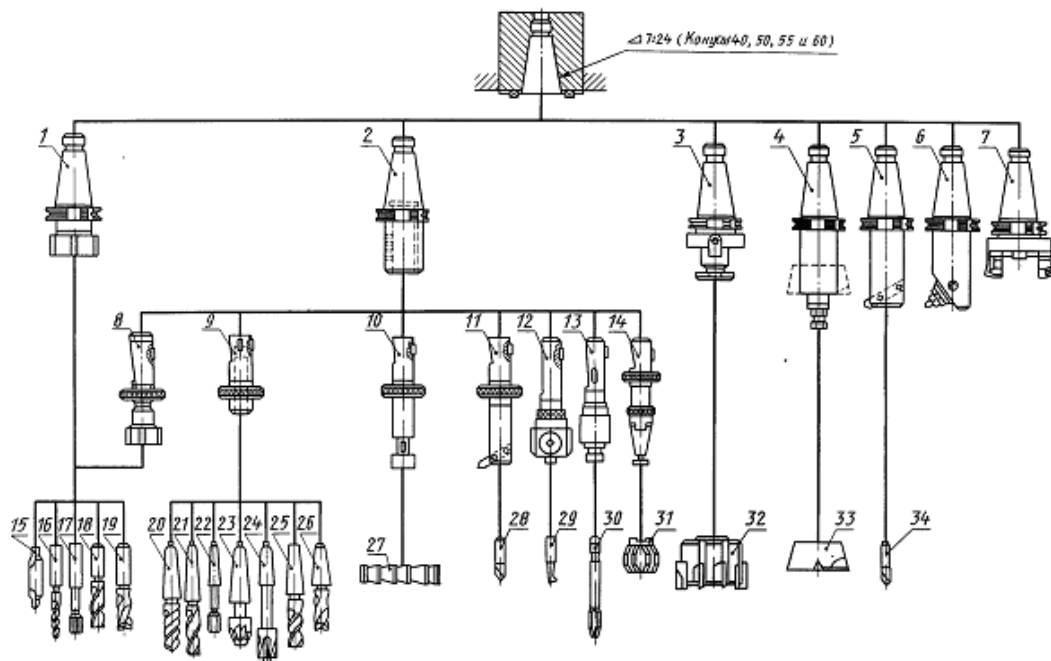


Рисунок 3.36 – Типовий технологічний комплект для багатоцільових свердлильно – фрезерно-розточувальних верстатів зі ЧПК.

Таблиця 3.3 - Позначення для типовий технологічний комплект для багатоцільових свердлильно – фрезерно-розточувальних верстатів зі ЧПК.

№ розділ	Найменування	Призначення ДЕРЖСТАНДАРТ або ММ
1	Патрон цанговий з конусом 7:24	Діапазон затискача Ø5...20 мм
2	Державка з конусом 7:24	Для регульованих патронів, втулок і оправлень
3	Оправлення з конусом 7:24	Для насадних фрез
4	Оправлення з конусом 7:24	Для підтискних пластин
5	Оправлення з конусом 7:24	Розточувальна, напівчистова
6	Оправлення з конусом 7:24	Розточувальна, чистова
7	Гловки з конусом	Розточувальна, двузуба
8	Патрон регульований цанговий	Діапазон затискача Ø5...25 мм
9	Втулка регульована з конусом	Універсальна
10	Оправлення регульоване	Для дискових фрез
11	Оправлення регульоване	Розточувальна, напівчистова
12	Патрон регульований	Розточувальної
13	Патрон регульований	Різьбонарізний
14	Оправлення регульоване	Для зенкерів і розгорнень
15	Свердел	ДЕРЖСТАНДАРТ 14952-75
16	Свердел	ДЕРЖСТАНДАРТ 10902-77
17	Розгорнення	ДЕРЖСТАНДАРТ 1672-80
18	Фреза	ДЕРЖСТАНДАРТ 9140-70
19	Фреза	ДЕРЖСТАНДАРТ 16463-80E
20	Свердел	ДЕРЖСТАНДАРТ 10903-77
21	Зенкер	ДЕРЖСТАНДАРТ 12469-71
22	Розгорнення	ДЕРЖСТАНДАРТ 1672-80
23	Зенковка	ММ 727-80
24	Зенковка	ДЕРЖСТАНДАРТ 19999-74
25	Фреза	ДЕРЖСТАНДАРТ 17026-77
26	Фреза	ДЕРЖСТАНДАРТ 9140-78
27	Фреза	ДЕРЖСТАНДАРТ 3755-78
28	Різець	ДЕРЖСТАНДАРТ 10044-73
29	Різець	ММ 669-64
30	Мітчик	ДЕРЖСТАНДАРТ 3266-61
31	Розгорнення	ДЕРЖСТАНДАРТ 883-80
32	Фреза	ДЕРЖСТАНДАРТ 1092-80
33	Пластина підрізна	ММ 3351-62
34	Різець	ДЕРЖСТАНДАРТ 16044-70

У програмі Coroguid існують наступні функції:

- Пошук по області застосування.
- Пошук продукту
- Розрахунки режимів різання.

Для розрахунків параметрів оправлення ми вибираємо функцію «Пошук по області застосування» і підфункцію «Оснащення».



Рисунок 3.37 - Стартовое вікно програми Coroguid.

У даному вікні ми вибираємо мову для зручності подальшої роботи, одиниці виміру й вибираємо пункт «Пошук по області застосування».

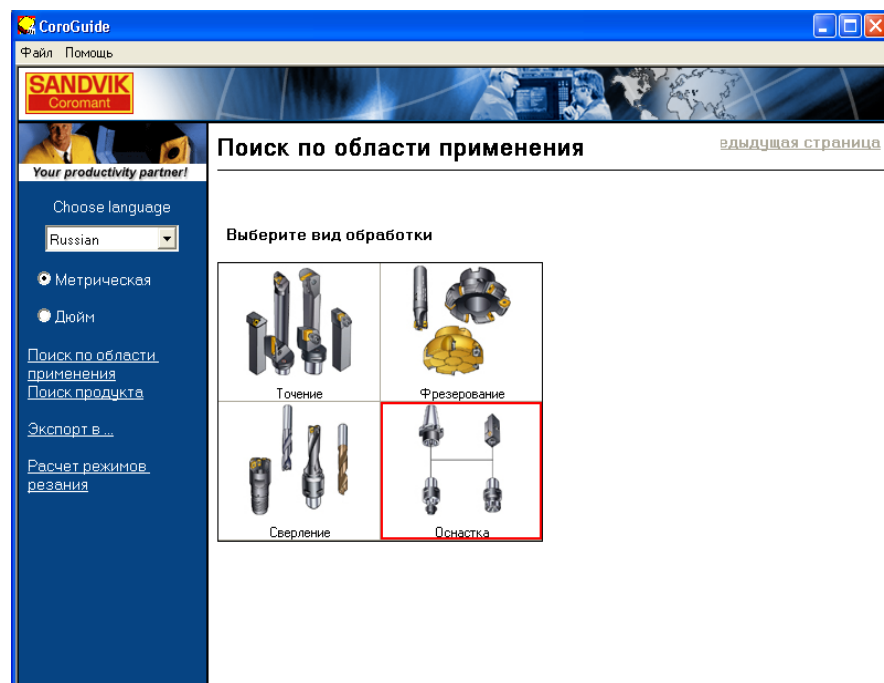


Рисунок 3.38 - Вікно «Пошук по області застосування» програми Coroguid

У вікні «Пошук по області застосування» ми вибираємо вид обробки – «Оснащення».

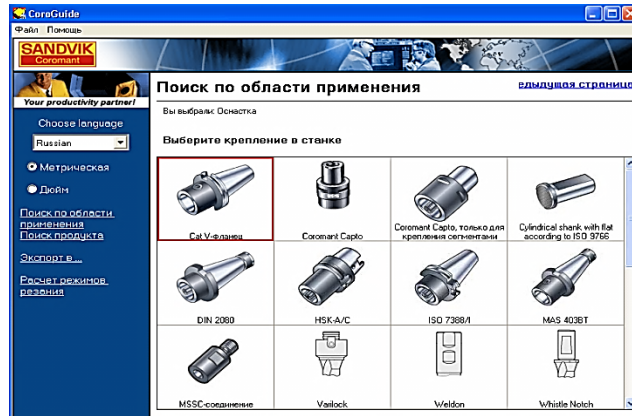


Рисунок 3.39 - Вікно «Пошук по області застосування» програми Coroguid для вибору кріплення

При натисканні на віконце з надписом «Оснащення» з'явиться віконце «Вибір кріплення у верстаті», у якому ми вибираємо підходяще оправлення для нашого інструмента. У цьому випадку для операції 035- прохід 002 це оправлення показана на рис. 3.39.

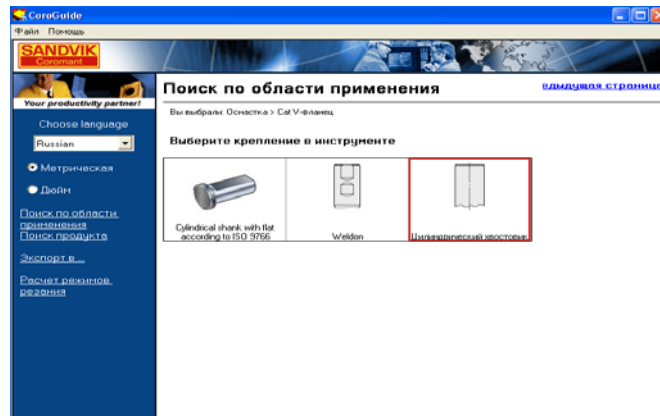


Рисунок 3.40 - Вибір кріплення в інструменті.

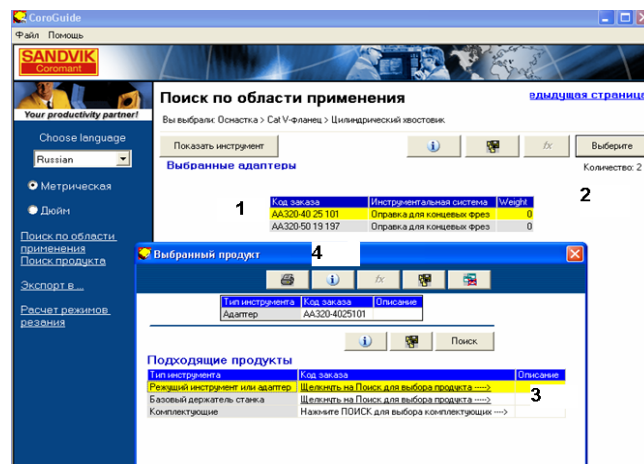


Рисунок 3.41 - Вибір інструмента

Після вибору кріплення в інструменті з'являється вікно, у якому необхідно виконати наступні дії:

- 11) Оправка для кінцевих фрез
- 12) Натискаємо на кнопку «Виберете», після чого з'являється в іконце «Обраний продукт»
- 13) У вікні «Обраний продукт» вибираємо тип інструмента.
- 14) Натискаємо на кнопку зі значком «і», після чого з'являється вікно із кресленням оправлення і її параметри.

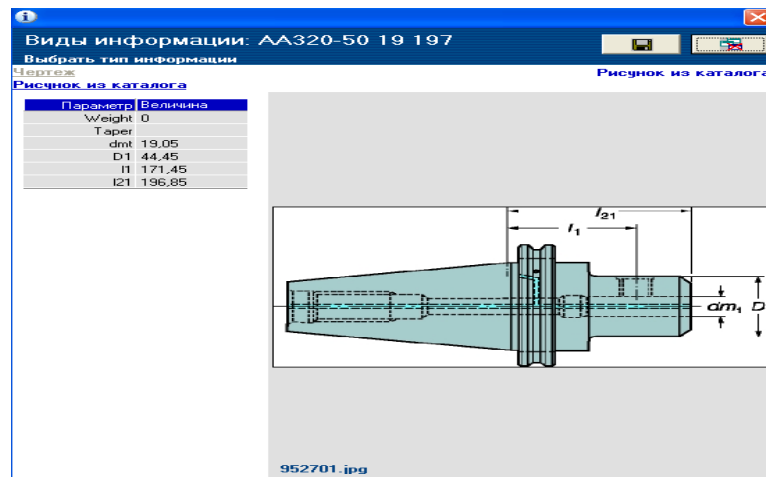


Рисунок 3.42 - Обраний інструмент

### 3.4 Розробка транспортно-накопичувальної системи ГВМ IP500ПМФ4

В автоматизованому виробництві передачу заготовок забезпечують міжопераційні транспортні системи: гравітаційні — для заготовок з масою до 10 кг; із приводними функціональними роликами або підвісними конвеєрами, що штовхають, — при більшій масі.

Завантаження або розвантаження заготовок після обробки виконує штовхач.

На IP500ПМФ4 пристрій для зміни ПС є поворотним і встановлене із правої сторони верстата.

Пристосування- супутник (ПС), використований на верстаті, показаний на рис. 3.43, пристрій для автоматичної зміни ПС — на рис. 3.43.

ПС 11 (див. рис. 5.28) установлюють на платформу 7 (місткістю 2 ПС), на якій змонтовані гідроциліндри 10 і 13, штоки яких мають І-образні захвати 14 і 6.

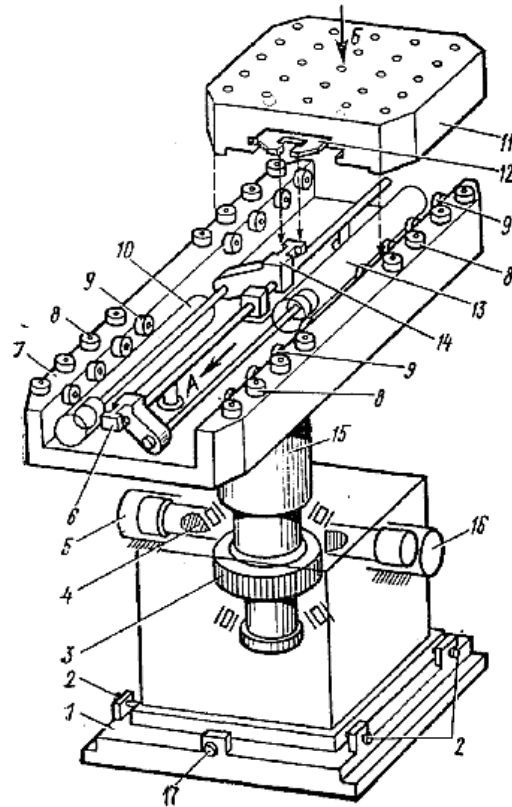


Рисунок 3.43 - Пристрій для автоматичної зміни ПС.

При установці на платформу (переміщення по стрілці *Б*) ПС своїм фігурним вирізом 12 входить у зачеплення із захватом 14 штока. На платформі ПС базується на роликах 9 і центрується ( по бічних сторонах) роликами 8 (вихідне положення ПС у позиції очікування) . Переміщення штока гідроциліндра 10 обумовлює кочення ( по роликах) ПС.

При висуванні штока гідроциліндра 13 захват 6 переміщується ( по напрямній штанзі) і котить ПС по роликах *У* и 8 (у напрямку стрілки *А*) на поворотний стіл верстата, де ПС автоматично опускається на фіксатори. У результаті захват 6 вийде із зачеплення із ПС і стіл верстата (із закріпленням на ньому ПС) на швидкому ході переміститься в зону обробки.

Заготовку закріплюють на ПС під час обробки попередньої заготовки (коли ПС перебуває в позиції очікування) або заздалегідь поза верстатом.

Після того, як заготовка буде оброблена, стіл верстата автоматично ( на швидкому ході) пересувається вправо до пристрою для зміни ПС і

зупиняється в положенні, коли фігурний паз ПС виявиться під захватом 6. Гідроциліндр поворотного стола розфіксує ПС, після чого ПС увійде в зачеплення із захватом 6. Потім масло надходить у штокову порожнину гідроциліндра 13, шток зміщується в крайнє праве положення й переміщує ПС із заготовкою на платформу 7, де вже перебуває ПС із новою заготовкою. Щоб поміняти ПС місцями, платформа повертається на 180° (на стійці 15) зубчастим колесом 3, сполученим з рейкою 4, що приводиться в рух гідроциліндрами 5 і 16.

Платформу 7 точно вивіряють щодо поворотного стола верстата за допомогою регулювальних болтів 2 і 17, укручених у виступи базової плити, нерухомо закріпленої на фундаменті.

Верстат серії IP оснащений інструментальним магазином з вертикальною віссю обертання й маніпулятором (автооператором) зміни інструментів, що мають уніфіковану конструкцію.

На вертикальній стійці верстата зі ЧПК зверху перебуває магазин інструмента, попереду зміна інструмента й корпус маніпулятора, за допомогою яких інструмент подається на шпиндель.

У магазині перебувають підходящі інструменти для обробки деталі. Магазин обертається навколо осі Z, що дозволяє йому за допомогою обертання передавати необхідний інструмент.

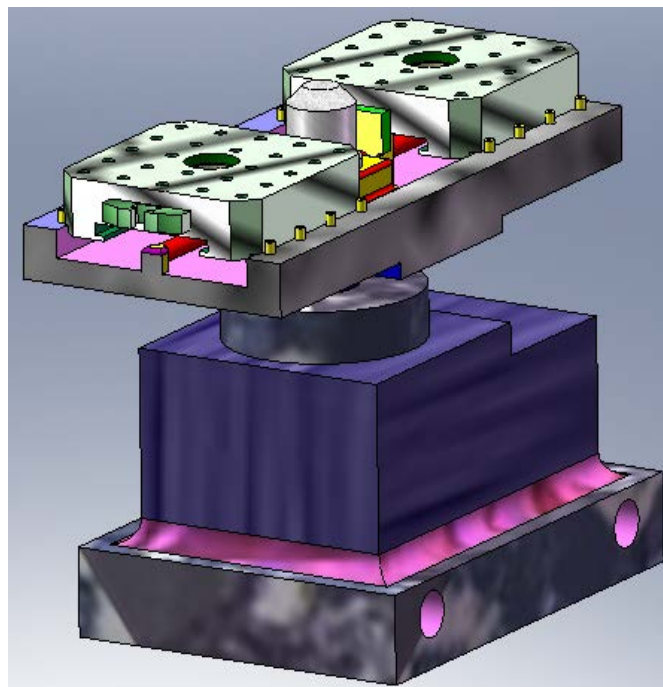


Рисунок 3.44 - Стіл накопичувач IP500 ПМФ4-09 в 3D у програмі Solidworks

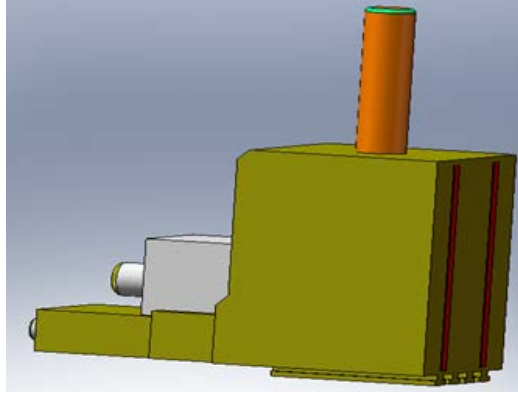


Рисунок 3.45 - Вертикальна стійка верстат зі ЧПК мод. IP500 ПМФ4-09

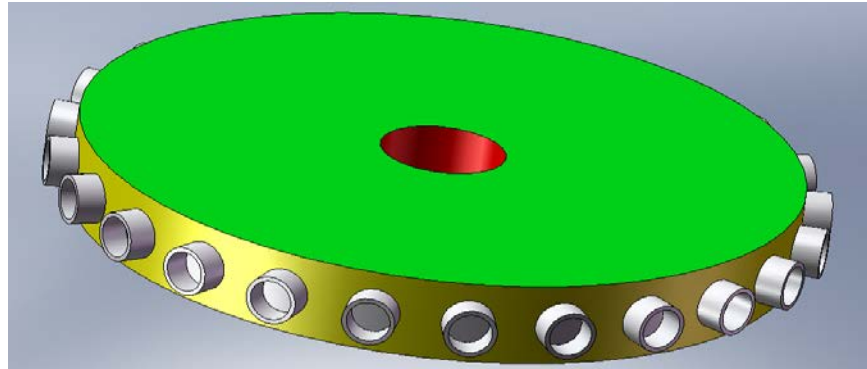


Рисунок 3.46 - Магазин інструмента IP500 ПМФ4-09 в 3D

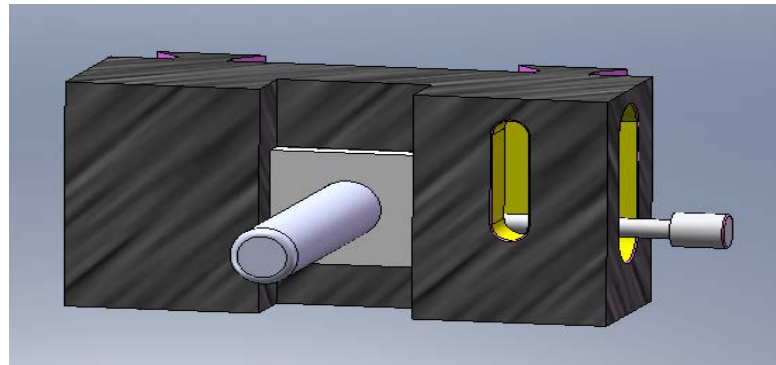


Рисунок 3.47 - Зміна інструмента IP500 ПМФ4

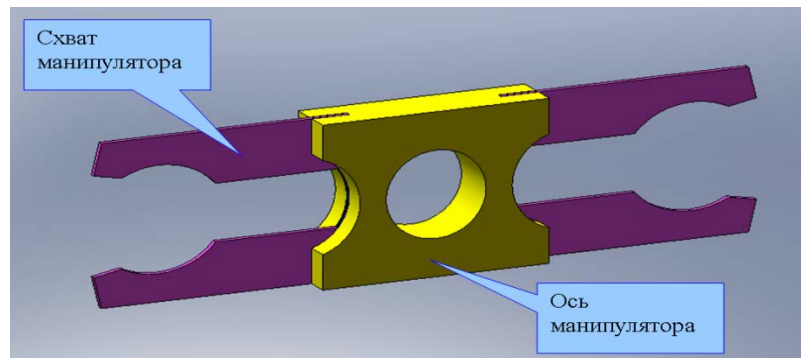


Рисунок 3.48- Вісь і Схват маніпулятора IP500 ПМФ4-09

Вісь маніпулятора обертається на корпусі маніпулятора, що дозволяє схватам маніпулятора захопити обраний інструмент із магазину інструментів.

За допомогою зміни шпинделя шпиндель піднімається на задане відстань для одержання інструмента зі схватов маніпулятора й обробки деталі на в заданих координатах осі Y.

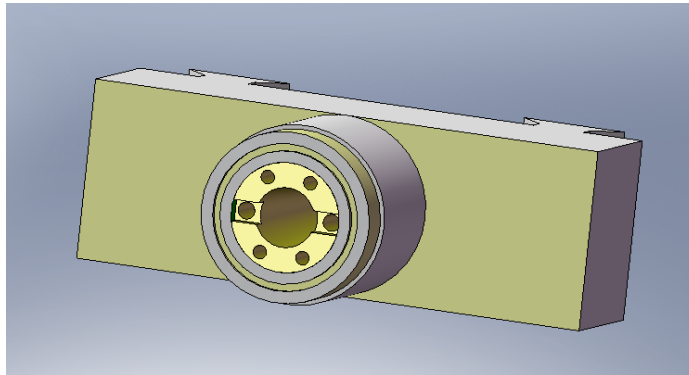


Рисунок 2.49 - Зміна шпинделя IP500 ПМФ4-09

### 3.5 Висновки

У другому розділі випускної роботи була виконана розробка групового технологічного процесу одержання деталі «Корпус» в умовах дрібносерійного виробництва.

Для деталі типу «Корпус» спочатку був складений загальний маршрут її одержання, у якому задавалася послідовність обробки кожної поверхні деталей. Далі, у відповідності від виду поверхні, вибирався спосіб її обробки, і, як наслідок, було вибрано металорізальне встаткування. Результатом стало формування групових операцій, які характеризуються спільністю встаткування, пристосування, а також застосування однієї номенклатури різальних інструментів на різних операціях для деталі.

Крім оснащення були певні необхідні для обробки значення припусків і режимів різання, відповідно вимогам до деталей по точності й шорсткості.

#### 4. РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГВМ IP500ПМФ4

До складу організаційно-технологічної системи виготовлення деталі «Корпус» входять: оброблювальний центр IP500ПМФ4;, стіл-накопичувач, а також пристрій для автоматичної зміни поворотного стола.

Для розміщення на ділянці обробки деталі типу «Корпус» заготовок, а також готових деталей необхідна наявність накопичувача. У цьому випадку накопичувачем є поворотний стіл. На столі розташовані пальці для правильного позиціонування пристосування із заготовкою. Точне позиціонування в цьому випадку необхідно для точного захвата маніпулятором заготовки із пристосуванням.

Пристрій для автоматичної зміни, який здійснює переміщення заготовки із пристосуванням до робочої зони верстата, установку на елементи базування стола верстата, зняття після обробки пристосування з деталлю, а також переміщення деталі в накопичувач.

Обробний центр IP500ПМФ4 - верстат, який безпосередньо здійснює обробку деталі типу «Корпус».

За допомогою програми Solidworks була змодельована імітаційна модель системи виготовлення деталі «Корпус», у яку ввійшли перераховані вище елементи.

##### **4.1 Розробка функціональної моделі ГВМ IP500ПМФ4**

Багатоцільовий спеціальний верстат IP 500ПМФ4 (свердлильно-фрезерно-розточувальної горизонтальний верстат) з контурною системою програмного керування, автоматичною зміною інструмента й столів-супутників, призначений для високопродуктивної обробки корпусних деталей з різних матеріалів.

Широкі діапазони частоти обертання шпинделя й швидкостей подач, наявність поворотного стола, високий ступінь автоматизації допоміжних робіт розширюють технологічні можливості верстатів і дозволяють використовувати їх у складі гнучких продуктивних систем.

Загальний вид якого показаний на рис. 4.2. Верстат модель IP500 ПМФ4, з контурно-позиційною системою числового програмного керування, автоматичної зміною інструмента й оброблюваних деталей, призначений для обробки деталей просторової конфігурації із чорних і кольорових металів.

Призначений для високопродуктивної обробки корпусних деталей масою до 700 кг із конструкційних матеріалів від легких сплавів до високоміцних сталей.



Рисунок 4.1 - Обробний центр IP500ПМФ4

Широкий діапазон частоти обертання шпинделя й швидкостей подач дозволяє робити свердління, зенкування, розгортання, розточування точних отворів, зв'язаних координатами, фрезерування по контуру з лінійною й круговою інтерполяцією, нарізування різьб мітчиками.

Наявність поворотного стола, установлюваного з високою точністю ( $\pm 5$  із через  $5^\circ$ ), розширює технологічні можливості верстата, дозволяє обробляти співвісні отвори консольним інструментом.

Підвищений ступінь точності верстата (клас II) забезпечує обробку отворів по 7, 8 квалітетам точності із шорсткістю поверхні  $Ra = 2,5$  мкм.

Категорія якості верстата — вища.

Високий ступінь автоматизації допоміжних функцій зграйка включає автоматичну зміну інструмента й оброблюваних деталей, дозволяє вбудовувати його в автоматичну лінію з керуванням від ЕОМ.

Усі вузли верстата змонтовані на жорсткий Т - подібної станині, яка є загальною підставою.

Лобова безконсольна шпindelьна бабка розташована усередині порталльної стійки.

Поворотний індексований стіл переміщається по окремій станині, яка кріпиться на загальній підставі (станина верстата).

Пристрій автоматичної зміни інструмента з інструментальним магазином барабанного типу монтується на верхньому торці стійки.

Усі базові деталі мають «обребренную» конструкцію й забезпечують максимальну твердість і вібростійкість при високопродуктивній обробці, гарантують тривале збереження точності.

Твердий шпindelь із діаметром під переднім підшипником 105 мм і конусом № 50 виготовлений із цементованої сталі з високою поверхневою твердістю (HRC 62). Шпindelь монтується в окремому корпусі на прецизійних циліндро-роликових і завзято-радіальному кульковому підшипниках, що забезпечує оптимальну точність, твердість і вібростійкість.

Гідромеханічний пристрій затискача інструмента в шпindelі гарантує надійність і швидкодія кріплення різального інструменту із зусиллям 1250 кг.

Привод шпindelя верстата здійснюється двоступінчастою коробкою швидкостей від електродвигуна постійного струму потужністю 14 кВт. У діапазоні 21 —174 хв<sup>-1</sup> на шпindelі забезпечується постійний момент, а в діапазоні 182-3000 хв<sup>-1</sup> — постійна потужність.

Автоматична орієнтація шпindelя з керуванням від ЧПК й механічною фіксацією розширює технологічні можливості верстата, дозволяє робити цілу серію технологічних циклів, у яких необхідно відвести різець від робочої поверхні, не ушкоджуючи виріб.

Переміщення рухливих вузлів по осях X, Y, Z здійснюється від високомоментних електродвигунів з постійними магнітами, які через пружні муфти високої твердості безпосередньо з'єднані із прецизійними кульковими гвинтовими парами, що володіють навантажувальною здатністю, твердістю й довговічністю.

«Силове втримання» вузлів при різанні здійснюється приводом, що стежить, що виключає необхідність застосування затискних пристроїв.

Зроблені електроприводи подач забезпечують постійне ( до 0,2 с) час розгону й гальмування, а отже, і мінімальний час обробки запрограмованих переміщень.

Позиціонування здійснюється одночасно по трьом координатним осям X, Y, Z.

У рухливих вузлах верстата застосована система комбінованих напрямних, полягають із прецизійних роликових опор кочення, установлених з попереднім натягом, і антифрикційного полімерного матеріалу, що володіє низьким коефіцієнтом тертя й високою здатністю, що демпфірує, що гарантує високу точність позиціонування, стійкість верстата при різанні на максимальних режимах обробки. Напрямні виготовлені з високоякісної загартованої сталі й відшліфовані з високою точністю й чистотою поверхні.

Телескопічний захист, установлена на всіх координатних переміщеннях, надійно захищає напрямні й кулькові гвинтові пари від влучення стружки й мастильно-охолодної рідини й забезпечує тривале збереження точності верстата. Безпосередньо кулькові гвинти й накладні напрямні постачені спеціальними засобами для захисту їх від влучення стружки та убруду.

Вбудований поворотний індексований стіл має 72 позиції через 5°. Установка стола відбувається в автоматичному режимі.

Застосування як індексуючого елемента спеціальної муфти з торцевими зубами в комбінації з гідравлічним пристроєм затискача стола гарантує точність повороту й надійність фіксації.

Для установки й кріплення деталей на поверхні плити-супутника є сітка для різьбових отворів.

Пристрій автоматичної зміни інструментів, розташоване поза робочою зоною, складається з обертового інструментального магазину барабанного типу з кодованими гніздами ємністю на 30 інструментів і маніпулятора.

Вибір інструмента в будь-якій послідовності з наступної гідромеханічною фіксацією інструментального магазину здійснюється під час механічної обробки.

Автоматична зміна плит-супутників забезпечує роботу верстатів в автоматичному режимі, крім з технологічного циклу обробки час на установку й зняття деталей.

Окремо вартє гідромеханічне поворотне (на  $180^\circ$ ) пристрій, установлене у верстата праворуч, служить для завантаження-розвантаження, орієнтації й фіксації плити-супутника на поворотному столі верстата.

Робота гідравлічних механізмів на верстаті забезпечується аксіально-поршневим насосом змінної продуктивності з автоматичним регулюванням витрати масла ( $Q_{\max} = 46$  л/хв,  $P_{\max} = 60$  кгс/см<sup>2</sup>), що гарантує швидкодія виконавчих органів (автоматичної зміни інструментів) і зменшує нагрівання робочої рідини.

Керування гідроциліндрами всіх робочих органів допоміжних рухів проводиться за допомогою блокової гідроапаратури.

У гідросистемі верстата вбудований гідроаккумулятор з еластичним мішком, що забезпечує зрівноважування шпиндельної бабки. Масло гідросистеми прохолоджується в теплообміннику з повітряним охолодженням.

Пневмосистема верстата призначена для обдування повітрям конусів шпинделя та інструмента, базових платиків поворотного стола й базових поверхонь плит-супутників при їхній автоматичній зміні. Робота пневмосистеми здійснюється автоматично з керуванням від системи ЧПК перемиканням повітророзподільників.

Змащення всіх тертьових деталей верстата й підшипників шпинделя — автоматична централізована дозована від окремої установки; шестірень і підшипників головного привода — безперервна циркуляційна від окремого насоса, розташованого в гідростанції.

У верстаті передбачені подача рідкої й розпиленої мастильно-охолодної рідини в зону різання й стік в окремо вартій бак по сигналу зі ЧПК. Зона різання має огороження для захисту оператора й навколишнього середовища від розбризкування емульсії.

Пристрій автоматичного збирання стружки виключає витрати робочого часу на збирання стружки вручну й полегшує умови праці робітника-верстатника.

- IP500 ПМФ4-09 - базова модель із двохрестним накопичувачем столів-супутників з верхньою межею обертів шпинделя до 3000 про/хв.
- IP500 ПМ1Ф4-09 - базова модель із восьмимісним накопичувачем столів-супутників і верхньою межею обертів шпинделя до 3000 про/хв.
- IP500 ПМФ4-29 - базова модель із двохрестним накопичувачем столів-супутників з верхньою межею обертів шпинделя до 5300...7000 хв<sup>-2</sup>.
- IP500 ПМ1Ф4-29 - базова модель із восьмимісним накопичувачем столів-супутників і верхньою межею обертів шпинделя до 5300...7000 хв<sup>-2</sup>.

Верстат мають безконсольну вертикально-рухливу шпиндельну бабку, розташовану усередині повздошно-рухливої стійки й поперечно-рухливий поворотний стіл з можливістю обертання навколо двох взаємно перпендикулярних осей.

Обробка деталей на верстатах ведеться з п'яти сторін за один установ. На верстатах виконуються: свердління, зенкування, розгортання й розточування отворів по точних координатах під будь-яким кутом друг до друга й до робочої поверхні стола, фрезерування прямолінійних і криволінійних поверхонь і пазів просторово складної конфігурації, нарізування різьблення мітчиками, фрезами й вихровими голівками.

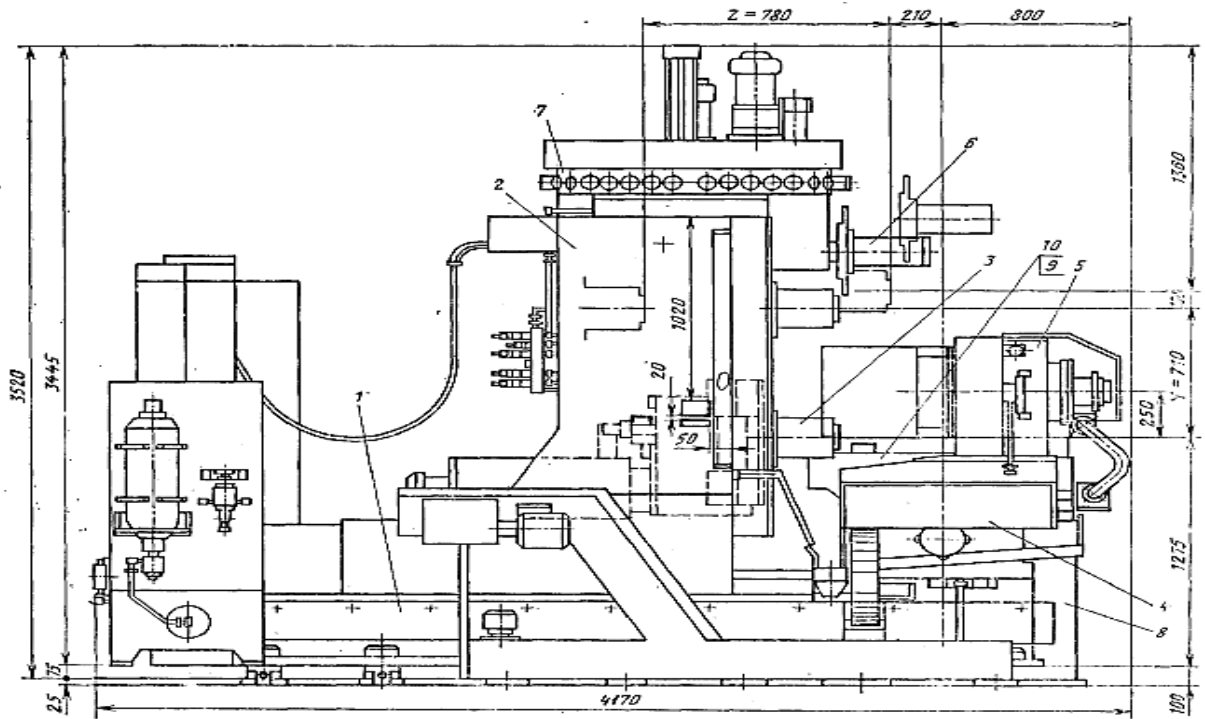


Рисунок 4.2 - Загальний вид IP500 ПМФ4

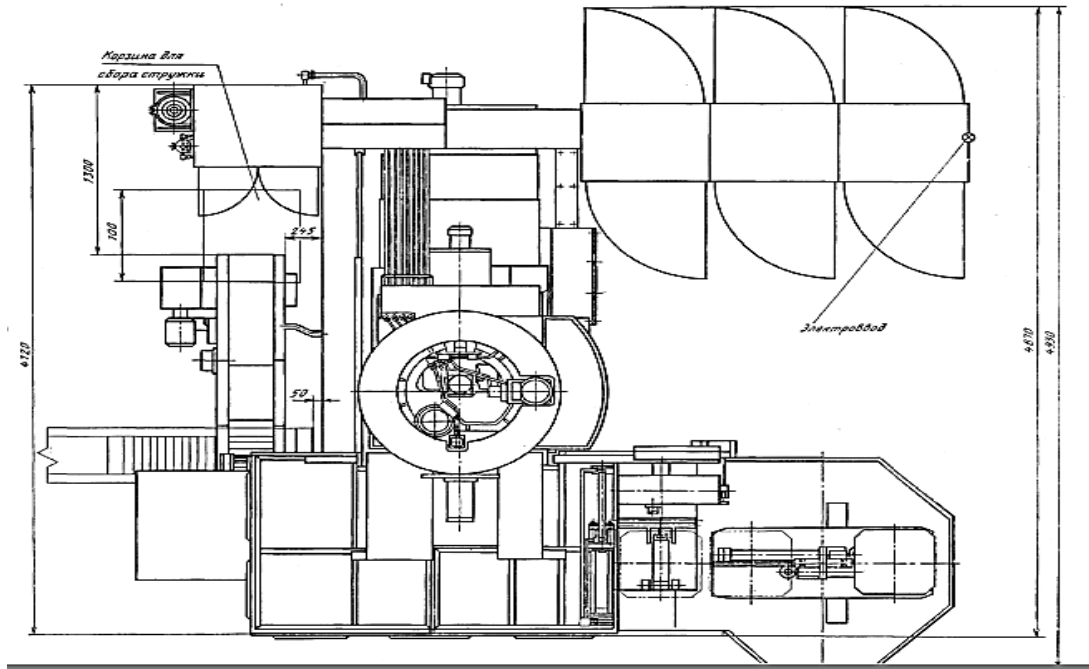


Рисунок 4.3 - Загальний вид верстата (вид зверху) із двомісним накопичувачем

Конструктивні особливості :

Усі вузли змонтовані на твердій Т- подібній станина, яка є загальною опорою; шпindelна бабка, переміщувана вертикально (вісь В), розташована усередині порталної стійки, переміщуваної по станині подовжньо (вісь Z);

Вертикально розташований поворотний стіл (вісь А) змонтований на поворотній плиті (вісь В), що переміщається в поперечному напрямку (вісь Х) по окремій станині, яка кріпиться на загальній підставі, що дозволяє робити обробку деталі з п'яти сторін за один установ, а також вести обробку деталі під любимо кутом до дзеркала стола;

Інструментальний магазин барабанного типу розташований на верхньому торці стійки. Шпindel змонтований на прецизійних циліндро роликів підшипниках, забезпечує оптимальну точність, твердість і вібростійкість.

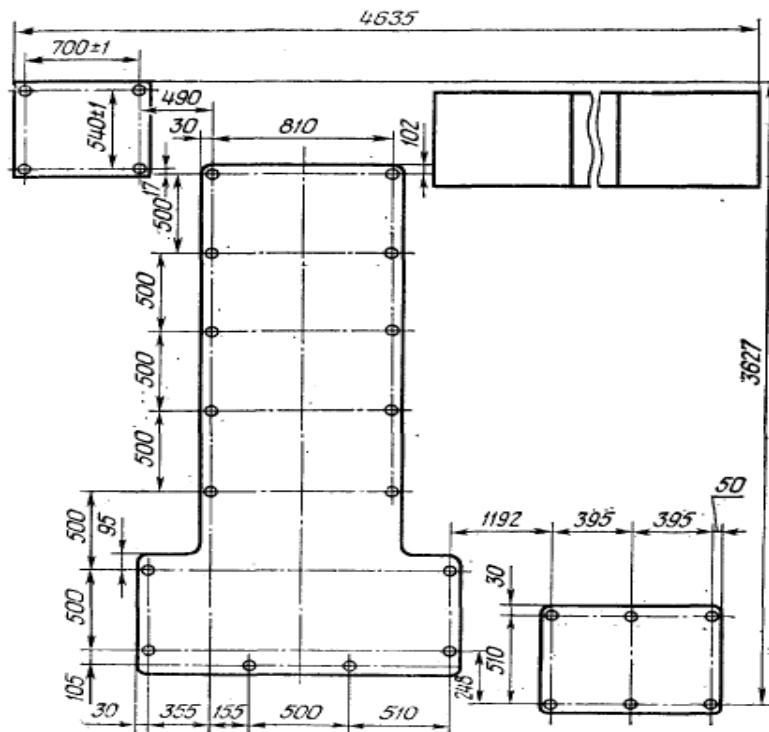


Рисунок 4.4 - Настановне креслення на IP500 ПМФ4-09

Моделювання IP500 ПМФ4-09 виконувалося програмах Solidworks 2007 (рис. 4.5).

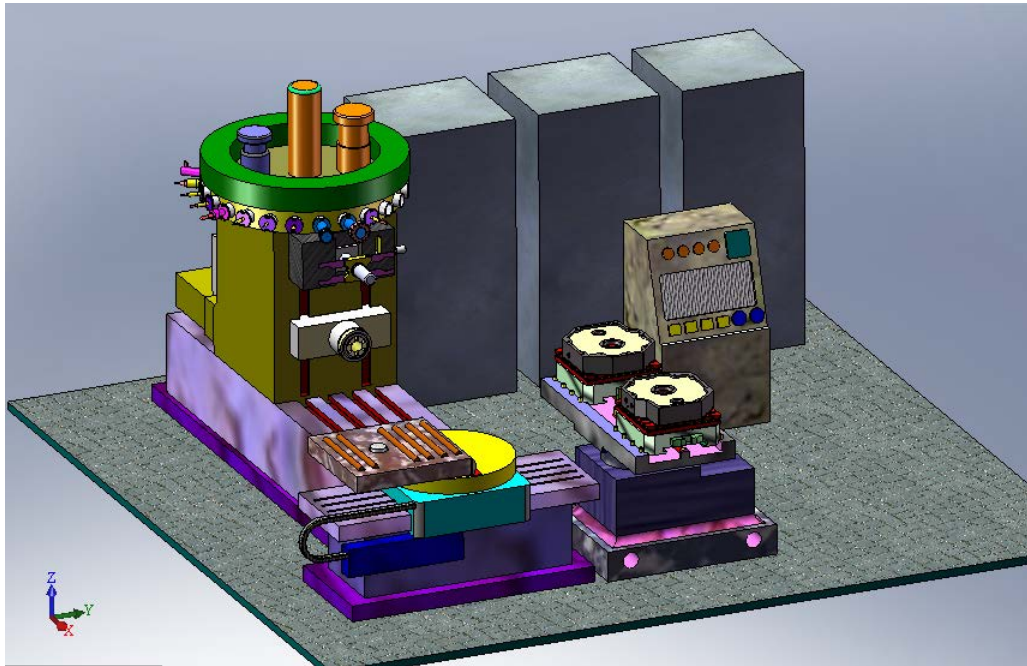


Рисунок 4.5 - Зовнішній вигляд імітаційної моделі IP500 ПМФ4-09 виконана в Solidworks 2007

Основними вузлами даного верстата, проєктованими за допомогою 3D графіки, є:

- Станина верстата зі ЧПК мод. IP500 ПМФ4-09; (Рис. 4.6)
- Вертикальна стійка верстат і стіл-накопичувач; (Рис. 4.7)

Підстава верстата, на якому розташовані вертикальна стійка й зміна поворотного столу. (рис. 4.7):

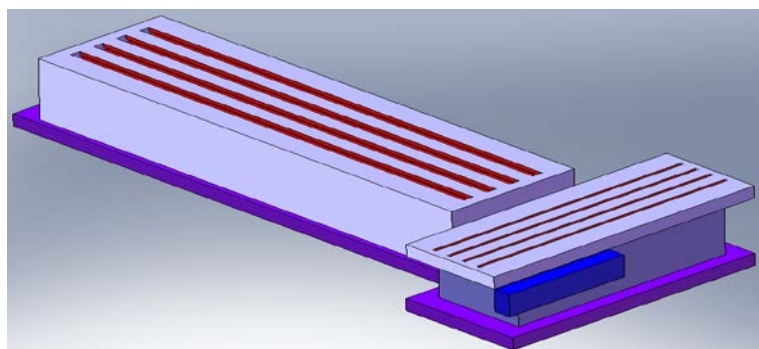


Рисунок 4.6- Станина верстата IP500 ПМФ4-09

На вертикальній стійці верстата зі ЧПК зверху перебуває Магазин інструмента, попереду зміна інструмента й корпус маніпулятора, за допомогою яких інструмент подається на шпиндель.

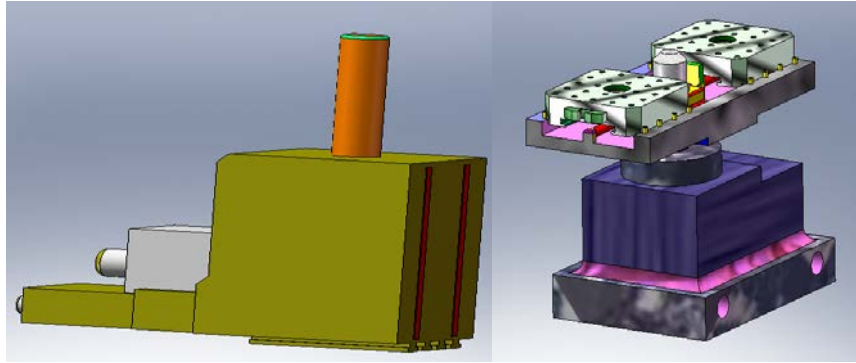


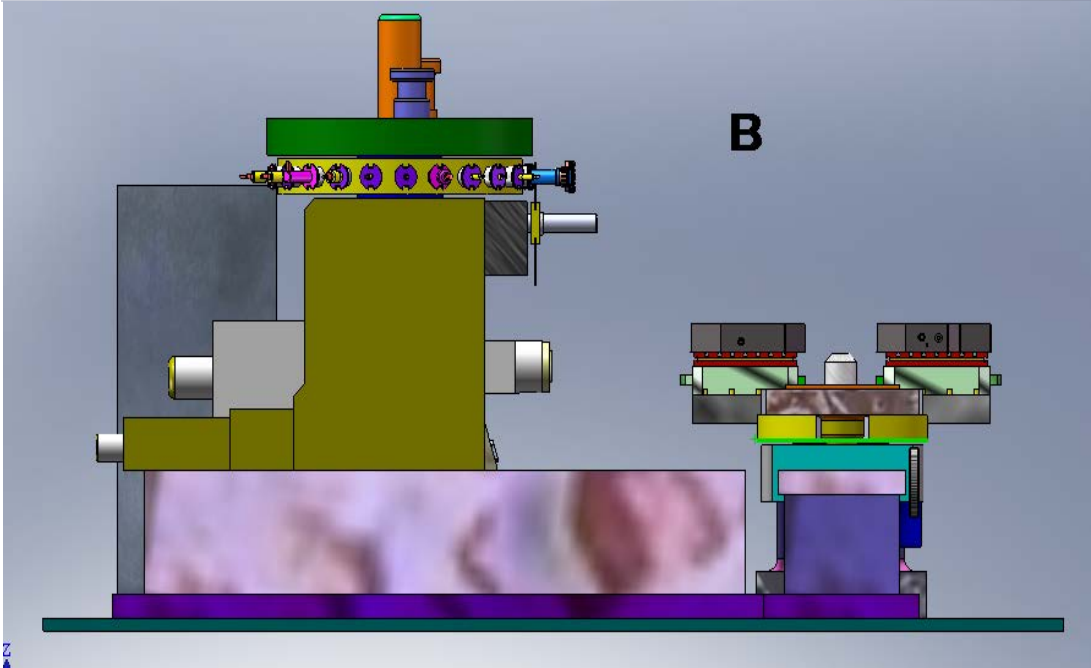
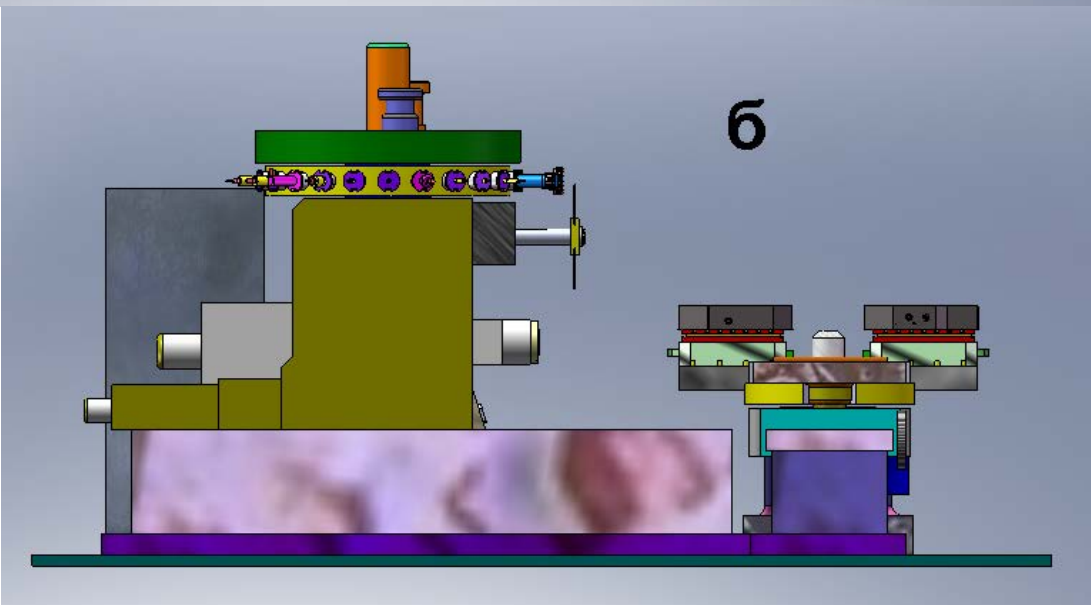
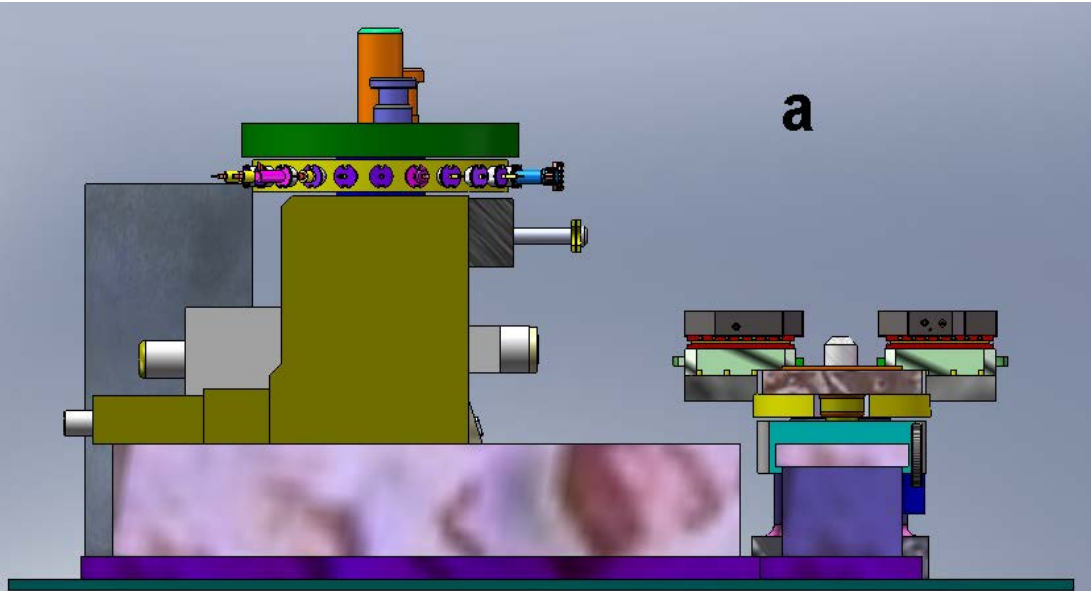
Рисунок 4.7 - Вертикальна стійка і стіл-накопичувач верстата зі ЧПК мод. IP500 ПМФ4-09

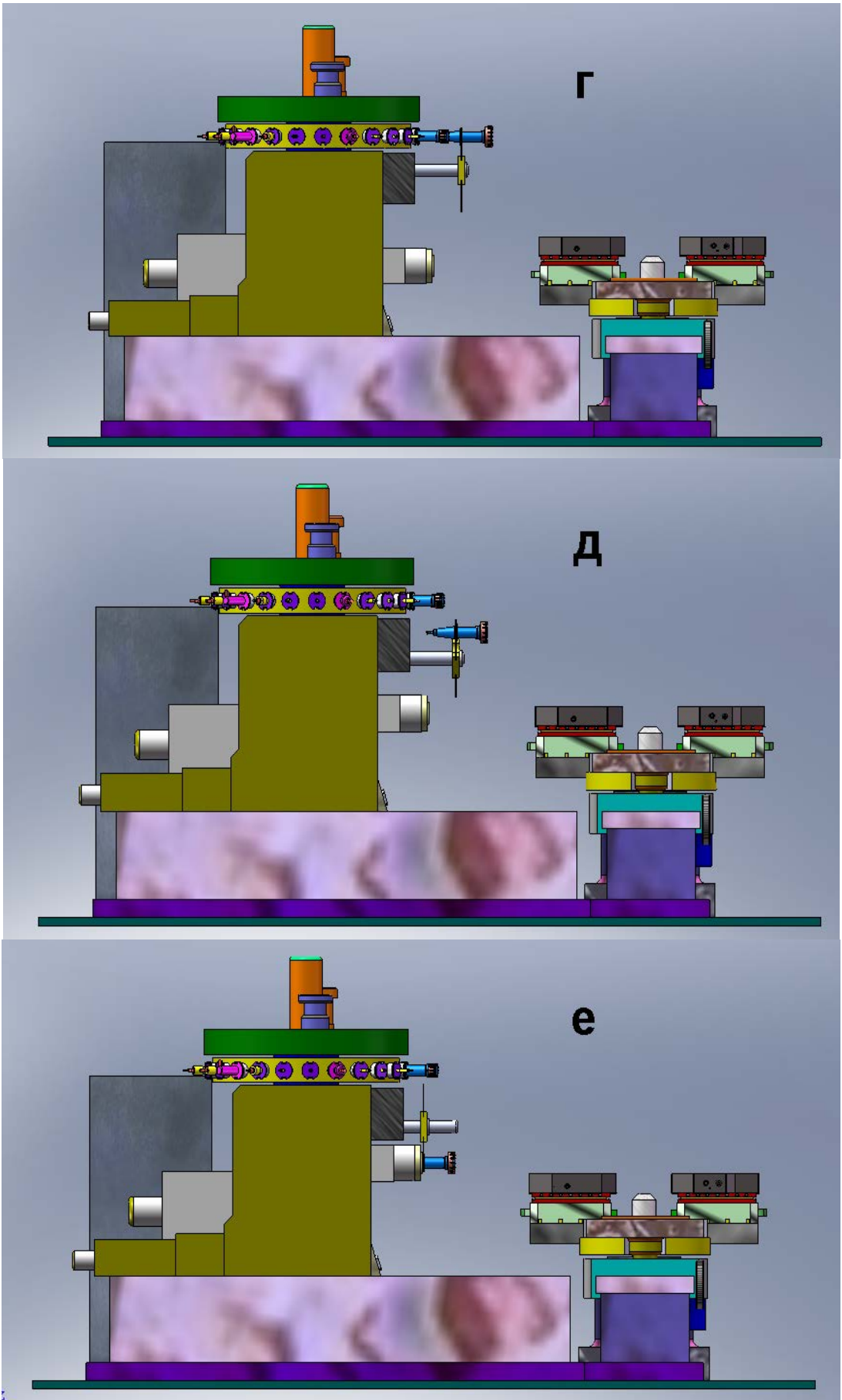
Магазин інструмента, відповідальний за зміну інструмента шляхом обертання власної осі.

Типовий робочий цикл IP500 ПМФ4-09 при зміні заготовки на багатоцільовому спеціальним верстатом зі ЧПК містить у собі наступні етапи:

Завантаження деталі на стіл накопичувач — подати заготовку на підставу верстата — установка заготовки у вихідну точку — переміщення заготовки у вертикальне положення — закріплення деталі на поворотному столі — установка заготовки в задане положення — захват інструмента й подача його на шпиндель — переміщення зміни шпинделя в задане положення — горизонтальне переміщення вертикальної стійки на задану відстань — початок циклу обробки на верстаті.

Усі крайні положення вузлів верстата показані на рис. 4.8 Положення *a* – початкове положення всіх вузлів верстата; положення *б* – поворот інструментального магазину й висування маніпулятора; положення *в* – захвата маніпулятором інструмента; положення *г* – добування маніпулятором інструмента; положення *д* – поворот маніпулятора на 180°; положення *е* – установка інструментів у шпиндель; положення *ж* – відвід маніпулятора; положення *з* – поворот маніпулятора у вихідне положення; положення *и* – переміщення шпинделя (і його обіг) до закріпленої заготовки за допомогою вертикальної стійки; положення *й* - повернення всіх вузлів у вихідне положення. Також під час завантаження/розвантаження інструмента переміщуються поздовжній і поперечний столи для завантаження/розвантаження заготовки.





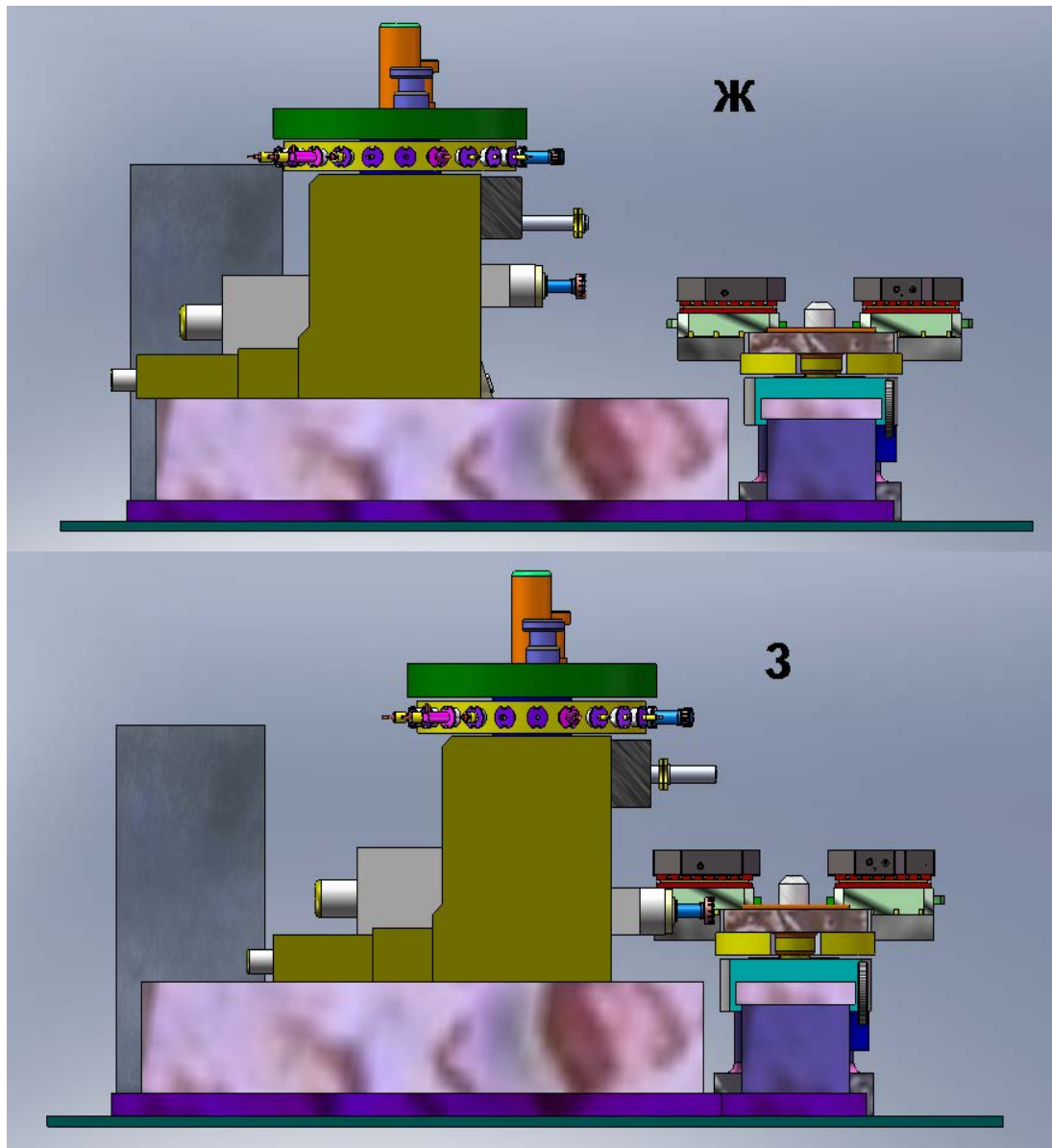


Рисунок 4.8 - Положення основних вузлів обробного центру IP500ПМФ4

#### 4.2 Розробка імітаційної моделі верстата IP500ПМФ4

Розробка імітаційної моделі здійснювалася за допомогою програми Createmodul v2.75.5. Послідовність створення моделі наведена нижче.

Грунтуючись на креслення, була розроблена імітаційна модель верстата IP500ПМФ4 (рис. 4.9).

Перед початком розробки програми всі елементи, розроблені й сполучені в Solidworks переводимо у формат STL.

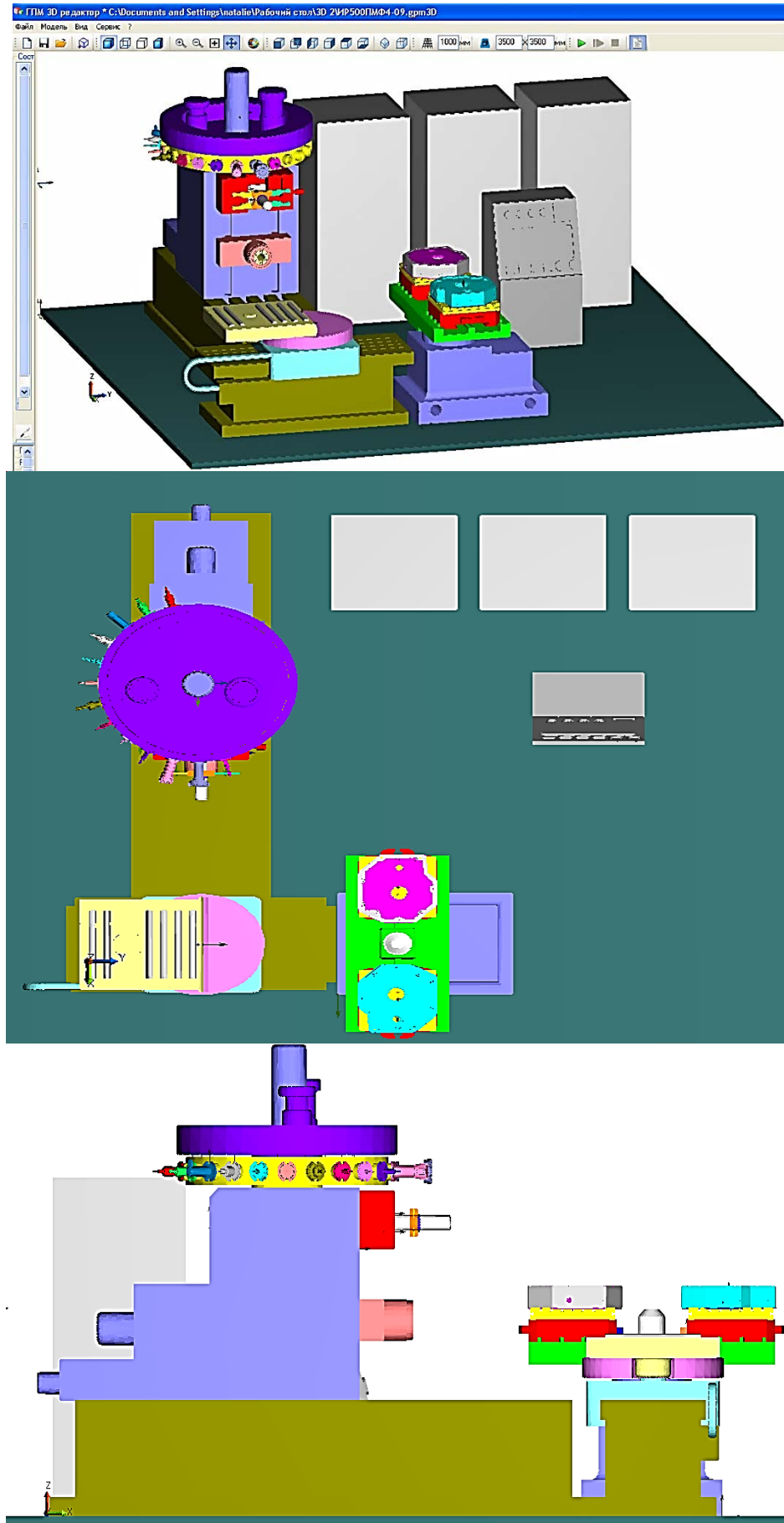



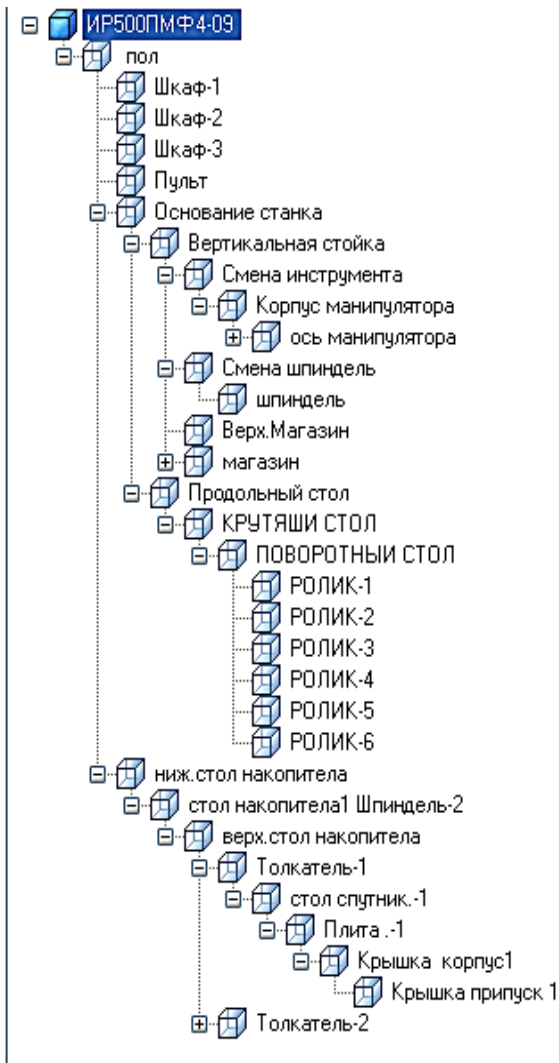


Рисунок 4.9 - Імітаційна модель верстата IP500 ПМФ4-09 виконаний в Createmodul

Відкриваємо Createmodul і за допомогою кнопки “Додати модель”  на панелі інструментів додаємо всі елементи моделі, при необхідності перейменовуємо їх, виділивши необхідну назву й нажавши кнопку “Перейменувати” , уписуємо необхідну назву й натискаємо “Застосувати” .

#### Текст програми для побудови моделі й редагування назви елемента



```
[Init]
им'я=IP500ПМФ4-09
1#1= підлога
2#2=Шафа-1
2#3=Шафа-2
2#4=Шафа-3
2#5=Пульт
2#6=Підстава верстата
3#7=Вертикальна стійка
4#8=Зміна інструмента
5#9=Корпус маніпулятора
6#10=вісь маніпулятора
7#11=Шайба
7#12=Схват маніпулятора-1
7#13= Схват маніпулятора-2
7#14=Схват маніпулятора-3
7#15=Схват маніпулятора-4
4#16=Зміна шпиндель
5#17=шпиндель
4#18=Верх.Магазин
4#19=магазин
5#20=Ін.оправлення 2
5#21=Ін.оправлення 3.5.9
5#22=Ін.оправлення 4
5#23=Ін.оправлення 6
5#24=Ін.оправлення 7
5#25= Ін.оправлення 8
5#26=Ін.оправлення 10
5#27=Ін.оправлення 11
5#28=Ін.оправлення12
5#29=Ін.оправлення 13
5#30=Інст.оправлення 1
5#31=Інст.оправлення 15
5#32= Інст.оправлення 14
3#33=Поздовжній стіл
4#34=ОБЕРТ. СТИЛ
5#35=ПОВОРОТНЫЙ СТИЛ
6#36=РОЛИК-1
6#37=РОЛИК-2
6#38=РОЛИК-3
6#39=РОЛИК-4
6#40=РОЛИК-5
6#41=РОЛИК-6
2#42=ниж.стіл накопичувача
3#43=стіл накопичувача1 Шпиндель-2
4#44=верх.стіл накопичувача
5#45=Штовхач-1
6#46=стіл супутник.-1
7#47=Плита.-1
8#48=Кришка корпус1
9#49=Кришка припуск 1
5#50=Штовхач-2
6#51=стіл супутник.-2
7#52= Плита-2
8#53= Кришка корпус2
9#54=Кришка припуск 2
```

Рисунок 4.10 - Дерево побудови моделі й редагування назви елемента

Далі для наочності роботи модуля змінюємо колір кожного елемента, виділивши необхідний і нажавши на ньому правою кнопкою миші, після чого з'явиться вікно з можливими для вибору квітами.

Установлюємо взаємозв'язок елементів, перетаскуючи їх мишею так щоб у дереві вікна “Состав модуля” елементи моделі перебували в ієрархічному взаємозв'язку друг від друга.

Вікно «Состав модуля» з деревом моделі показане на рис. 4.10.

При необхідності можна перемістити елементи до початку створення програми за допомогою вкладки “Положення об'єктів на сцені” (рис. 4.11).

Після розміщення елементів у дереві моделі й на сцені встановлюємо локальні осі для кожного елемента (рис. 4.12).

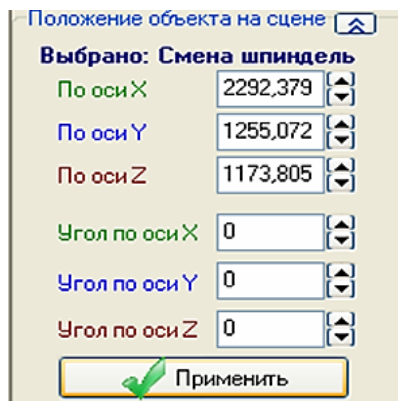


Рисунок 4.11 - “Положення об'єктів на сцені”

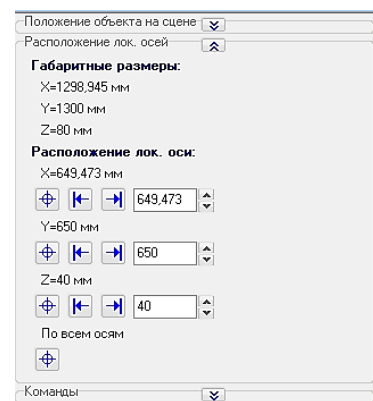



Рисунок 4.12 - “Розташування локальних осей”

Натискаємо кнопку “Програма”  на панелі інструментів і за допомогою вкладки “Команди” описуємо необхідні рухи кожного елемента, що переміщається, модуля один по одному на необхідну відстань.






Наприклад, при зрушенні вибираємо елемент із, що випадає меню “Вибір об'єкта”, задаємо параметри зрушення по необхідних осях, швидкість переміщення в секундах і величину роботи в джоулях. Натискаємо кнопку “Додати” і у вікні програми з'являється команда на зрушення із заданими параметрами (рис. 3.13):

У редакторі Createmodul v2.75.5 можна використовувати такі команди: “Зрушення”, “Поворот”, “Прив'язка”, “Сховати/Показати”, “Очікування”, “Умова”, “Цикл”, “Команда”, “Одночасно”.

Усі команди задаються аналогічно шляхом вибору необхідних параметрів у кожному вікні вкладки.

У вікні “Програма” можна встановити покроковий режим, установивши “галочку” напроти його назви, ця функція зручна у використанні на етапі налагодження програми. Після закінчення написання програми натискаємо кнопку пуск, попередньо забравши “галочку” з покрокового режиму й спостерігаємо її виконання. Під час пуску програми при необхідності можна натиснути кнопки “Пауза” або “Стоп”. Так само в цій вікні розраховується основний час  $T$  в секундах і хвилинах і час на кожній працюючій у цей момент позиції.

Для редагування програми ліворуч від її тексту розташовані кнопки:

-  – змінити
-  – додати нижче
-  – перемістити на гору
-  – перемістити вниз
-  – вилучити

Вікно “Програма” має вигляд (рис. 4.14):

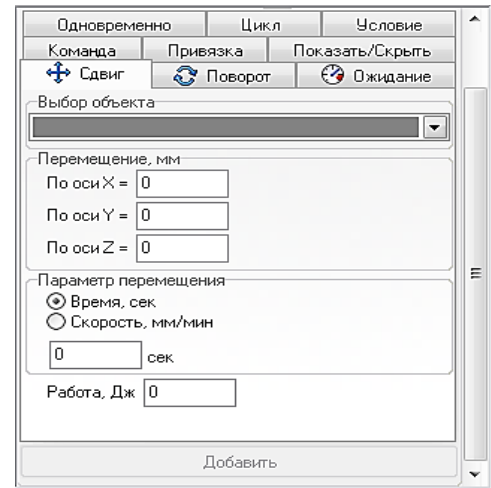


Рисунок 3.13 - Вкладка “Команди”

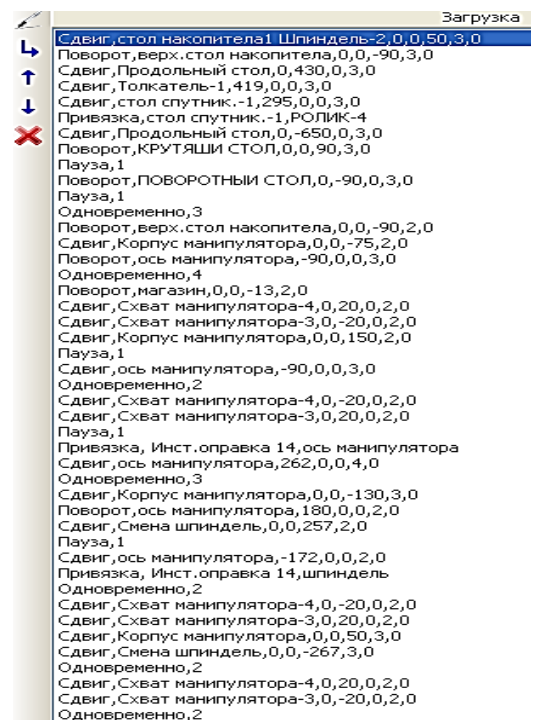


Рисунок 4.14 - Вікно “Програма”

### 4.3 Розробка імітаційної моделі транспортного пристрою

На рис. 4.15 показана імітаційна модель магазину з набором інструментів для обробки деталі типу корпус на IP500ПМФ4. Його функція полягає в передачі за допомогою обертання необхідних інструментів на захвата.

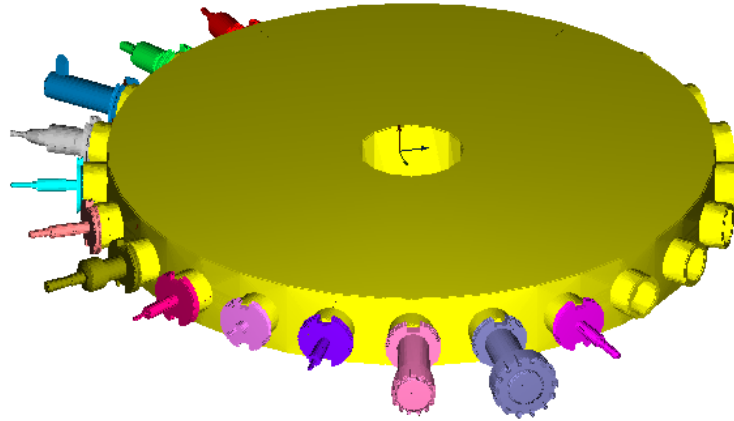


Рисунок 43.15 - Магазин з інструментами

На рис 4.16 показана імітаційна модель роботи зміна інструмента. Вісь маніпулятора обертається навколо осі X, що дозволяє схватам маніпулятора захопити інструмент із магазину й передати його на шпиндель. На рис 4.16 а Корпус маніпулятора піднімається нагору на задану відстань.

На рис. 4.16 б схват маніпулятора стискується, що дозволяє йому захопити інструмент із магазину інструментів, після захвата інструмента вісь маніпулятора рухається вперед, ця дію дозволять витягти інструмент із магазину інструментів.

На рис. 4.16 у зміна шпинделя піднімається й вісь маніпулятора повертається на  $90^\circ$ .

На рис. 4.16 г - вісь маніпулятора пересувається назад і передає інструмент на шпиндель, схват маніпулятора розтискається й відпускає інструмент, зміна шпинделя опускається вниз на задану відстань.

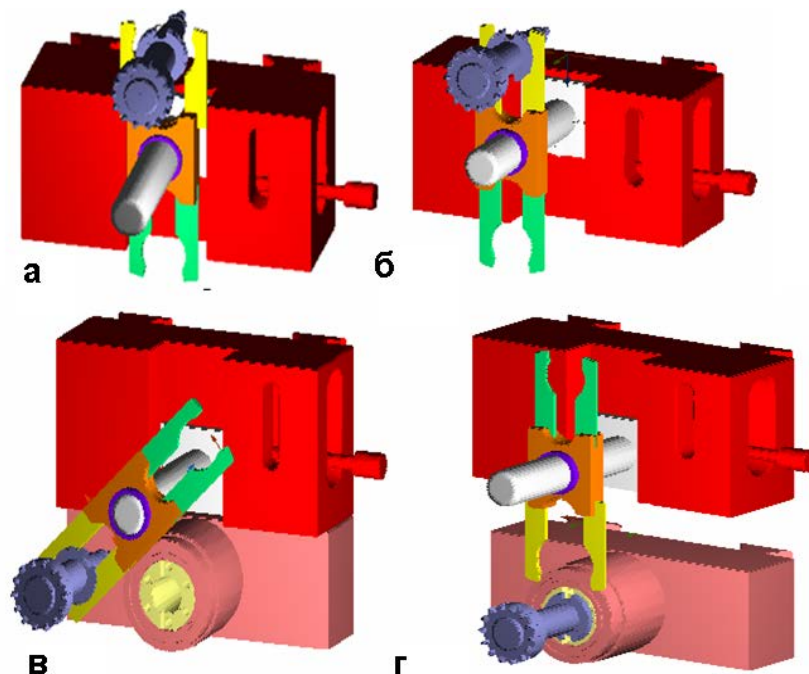


Рисунок 4.16 - Робота схватов маніпуляторів

Після установки інструмента на шпиндель він починає обертатися й вертикальна стійка рухається вперед на задану відстань для обробки заготовки (рис. 4.16).

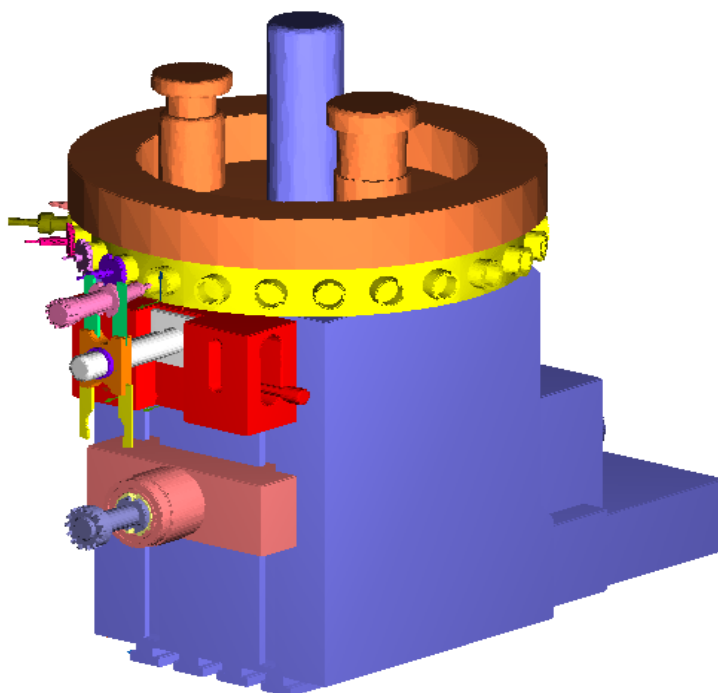


Рисунок 4.17 - Вертикальна стійка

На рис 4.18 показано як за допомогою штовхача супутниковий стіл, на якому закріплена заготовка пересувається

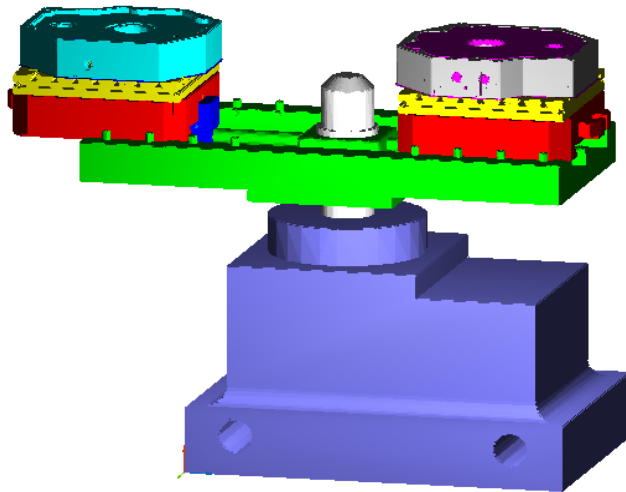


Рисунок 4.18 – Стіл накопичувач

#### 4.4 Розробка імітаційної моделі накопичувача деталей типу «КОРПУС»

На рис. 4.20 Показаний стіл накопичувач, який за допомогою шпинделя може підніматися й спускатися, а так само повертається на  $180^\circ$ , що дозволяє передавати заготовки.

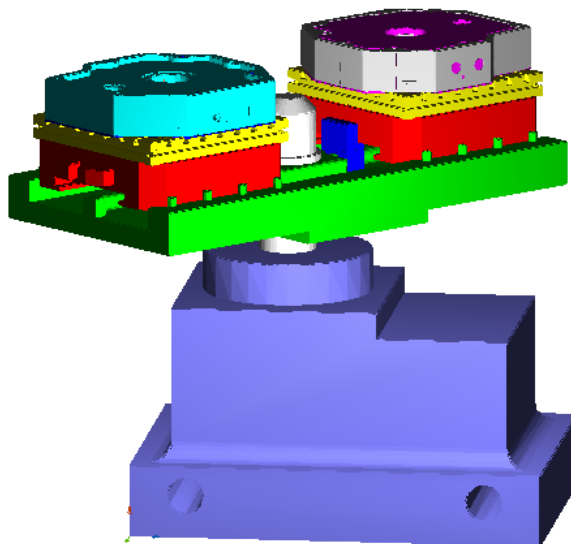


Рисунок 4.19 - Стіл накопичувач

На рис. 4.20 – Показане як за допомогою поворотного стола сменоповоротний стіл, який перебуває на столі, що крутить пересуваються до столу-накопичувача з якого на заміна поворотний стіл передає супутниковий стіл із заготовкою.

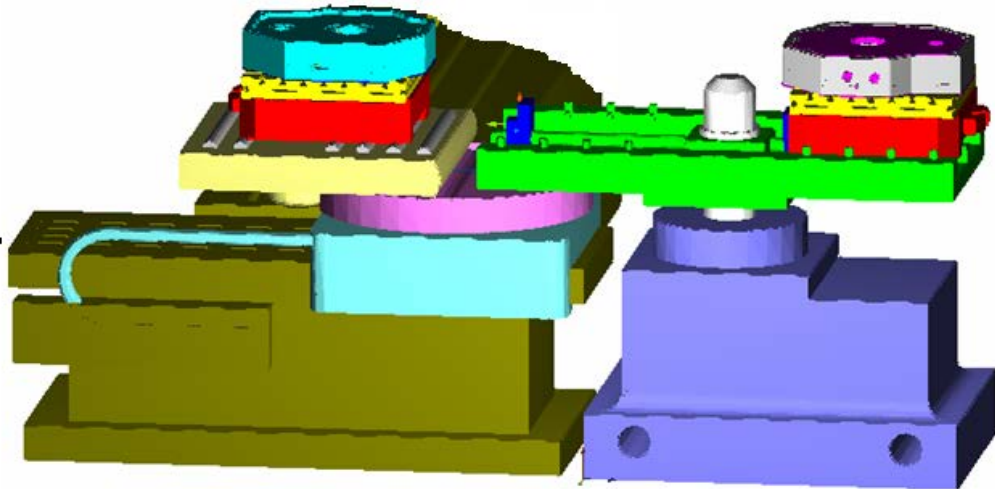


Рисунок 4.20 - Вікно “Програма”

На рис 4.21 – Показане як поздовжній стіл пересувається на задану відстань від столу накопичувача стіл, що й крутить, повертається на 90°.

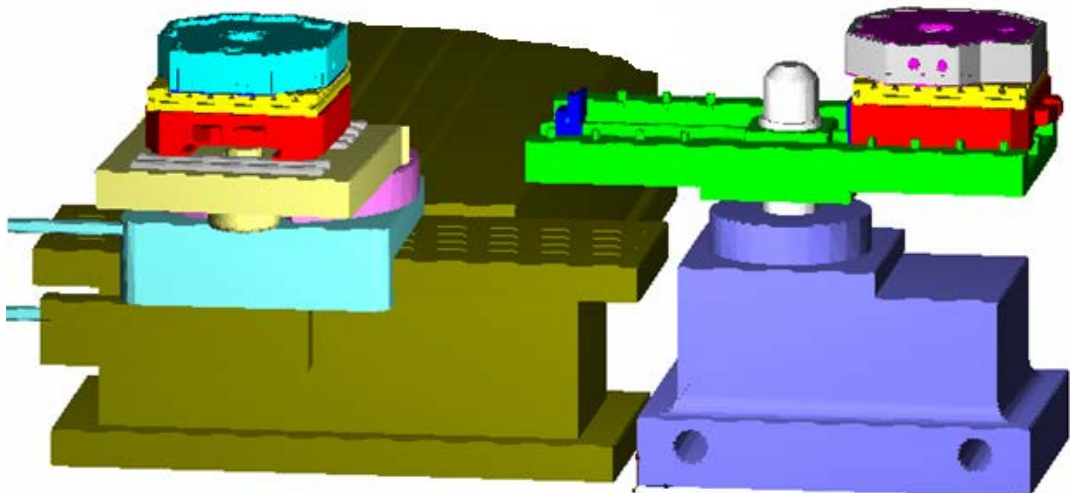


Рисунок. 3.21 - Вікно “Програма”

На рис 4.21 – Показане як заміна поворотний стіл міняє своє положення з горизонтального на вертикальне.

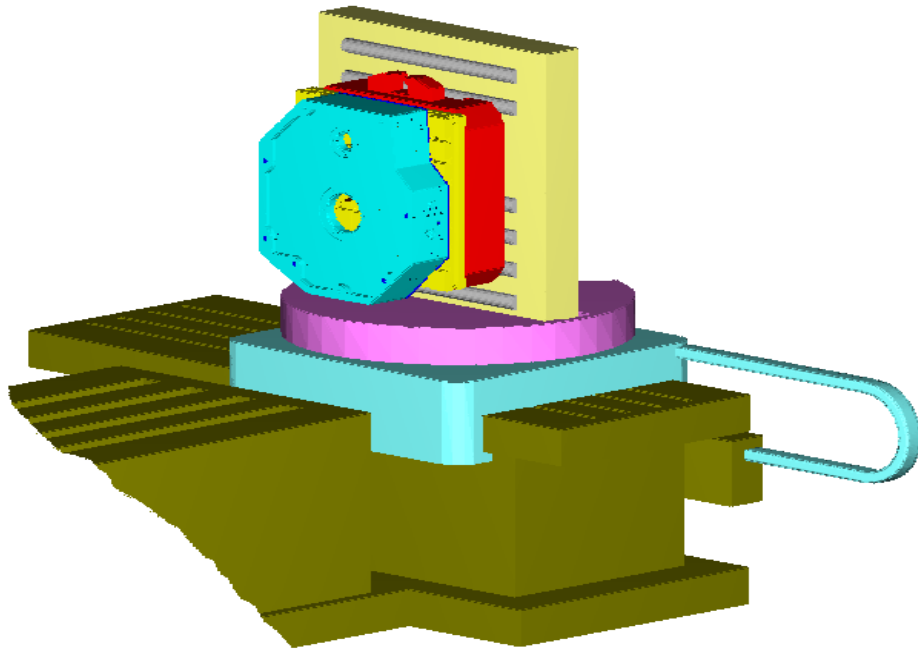


Рисунок 4.22 - Вікно “Програма”

На рис. 4.23 Показане, що за допомогою стола, що крутить можна обробити заготовку також з лівої й правої сторони. Також на Зміна поворотному столі закріплюється заготовка й обертається за допомогою шпинделя. Це дозволяє робити обробку деталі з п'яти сторін за один устанав.

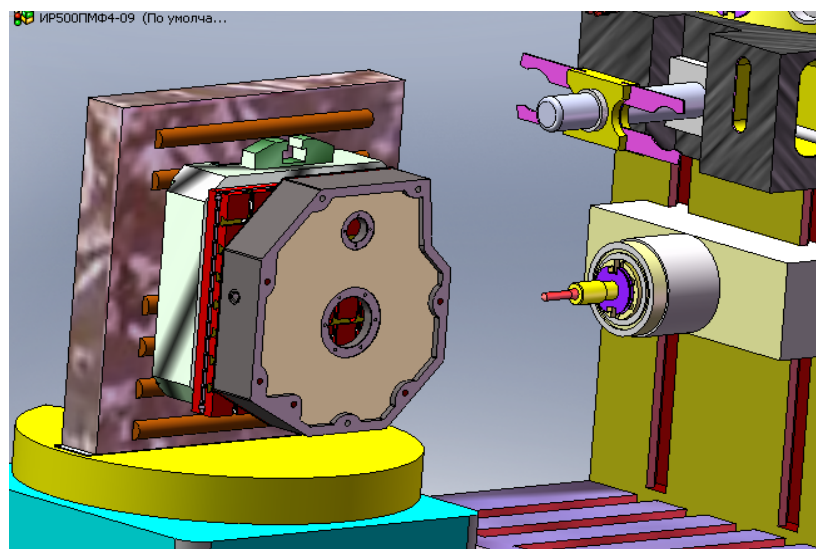


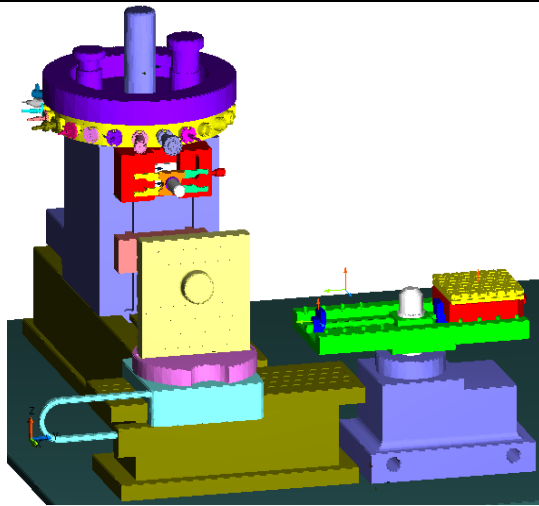
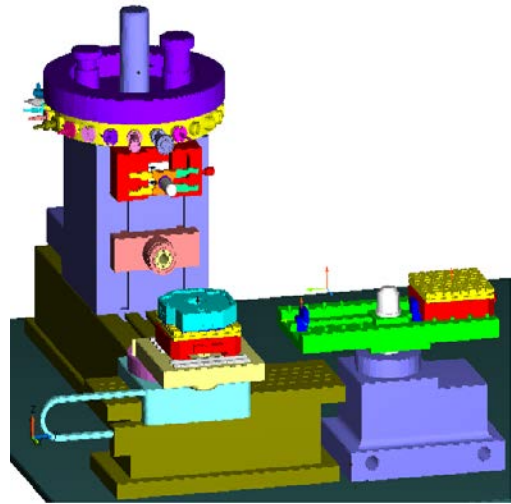
Рисунок. 4.23 - Вікно “Програма”

#### 4.5 Розробка імітаційної моделі ГВМ IP500ПМФ4

Для прикладу роботи імітаційної моделі ГВМ IP500ПМФ4 розглянемо операції 035 перехід 001 – обробка отворів (див. табл. 4.1)

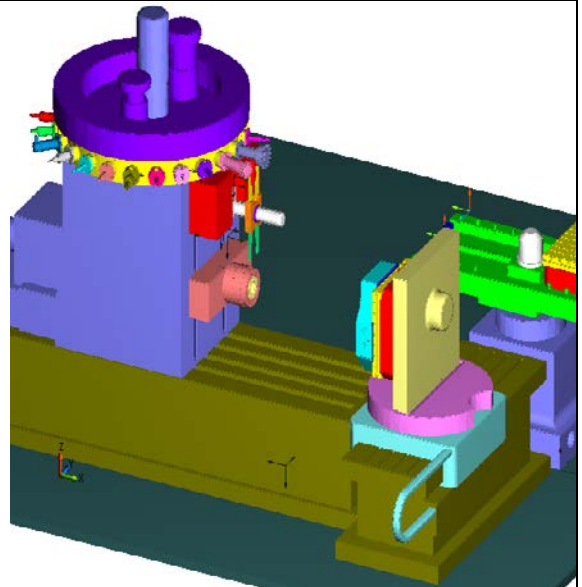
	<p>Піднімається верхня частина стола накопичувача до необхідного рівня</p>
<p>Верхня частина стола накопичувача повертається й підходить поздовжній стіл до стола накопичувачу.</p>	
	<p>За допомогою штовхача стіл супутник передається на поворотний стіл</p> <p>Поздовжній стіл пересувається від стола накопичувача</p>

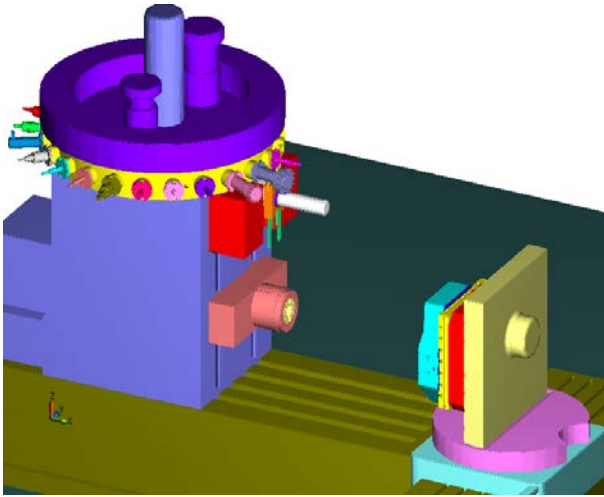
За допомогою крутного стола заміна поворотний стіл повертається на  $90^\circ$



Показане як заміна поворотний стіл міняє своє положення з горизонтального на вертикальне

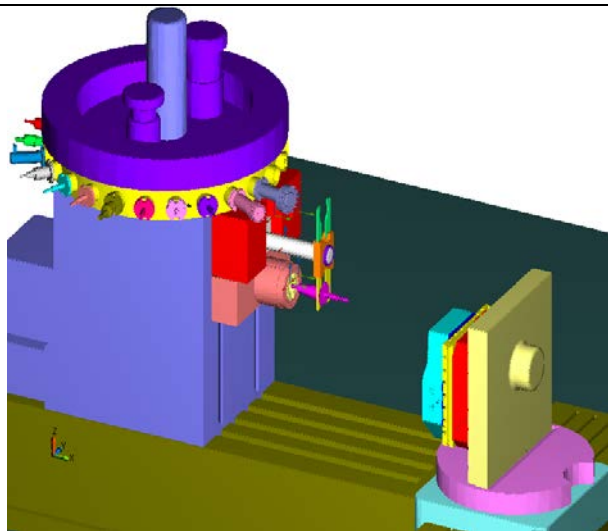
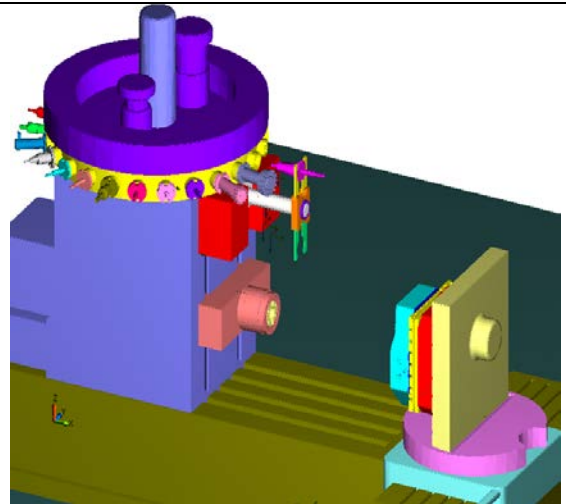
Одночасно повертається верхня частина стола накопичувача на своє місце й вісь маніпулятора на  $90^\circ$  градусів, корпус маніпулятора рухається вниз.





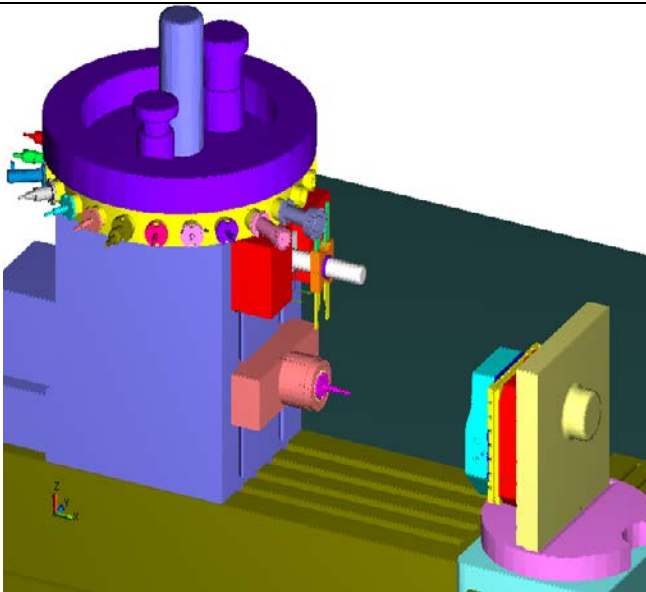
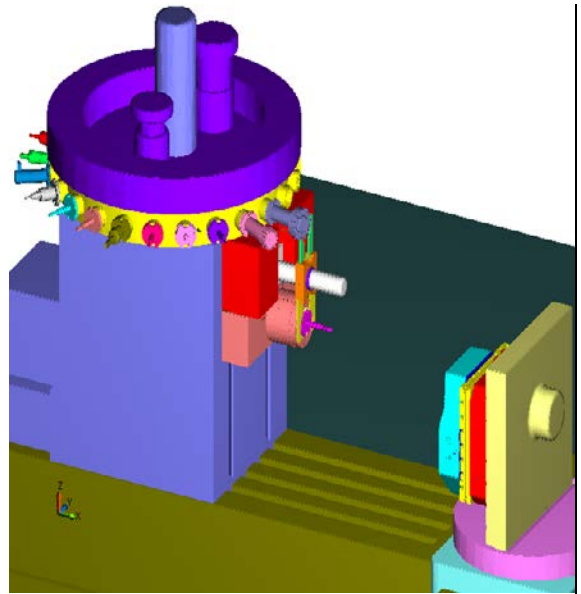
Одночасно повертається магазин і корпус маніпулятора нагору, вісь маніпулятора пересувається до магазину й схвати маніпулятора захоплюють інструмент (свердла)

Вісь маніпулятора пересувається від магазину разом з інструментом



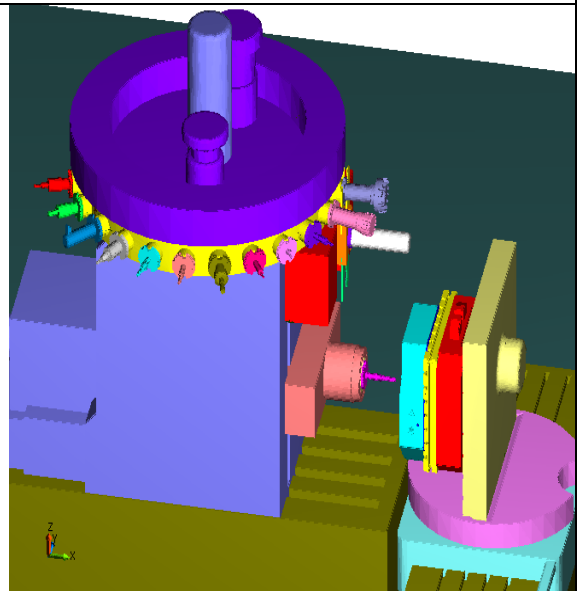
Одночасно зрушується корпус маніпулятора вниз і піднімається зміна шпинделя й повертається вісь маніпулятора для того щоб передати інструмент шпинделю

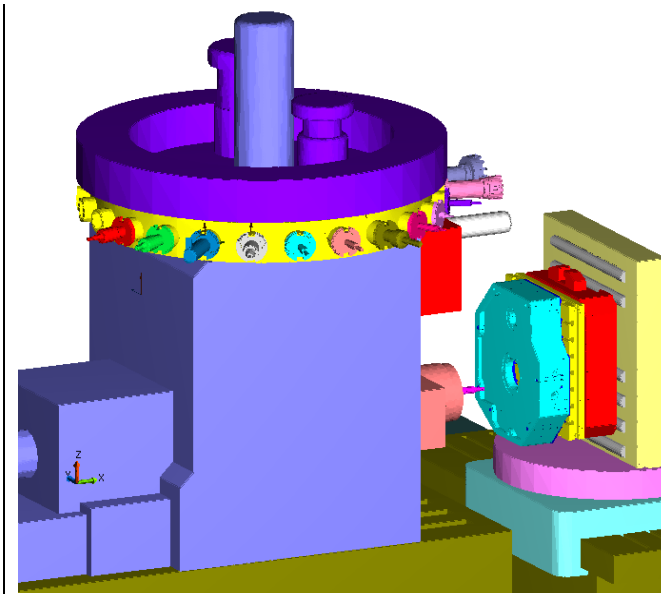
Вісь маніпулятора передає інструмент у шпindel і схвати маніпулятора відпускають інструмент



Зрушення корпусу маніпулятора нагору зміна шпинделя вниз до заданого відстані

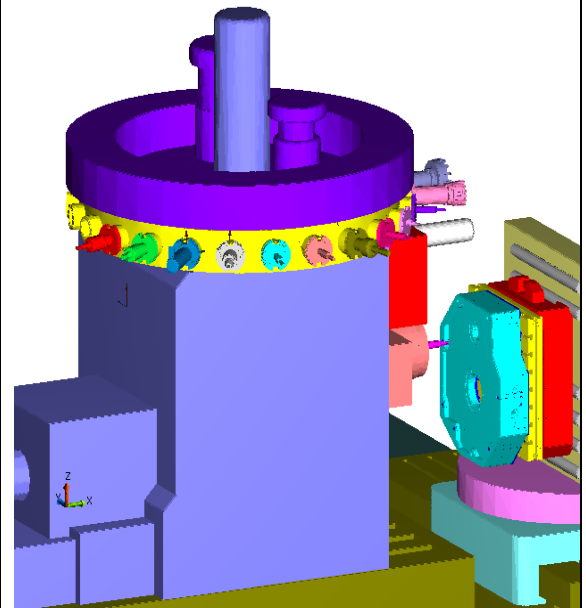
Повертається магазин піднімається корпус маніпулятора й вісь маніпулятора пересувається до магазину й захоплює наступний інструмент одночасно вертикальна стійка пересувається до заготовки



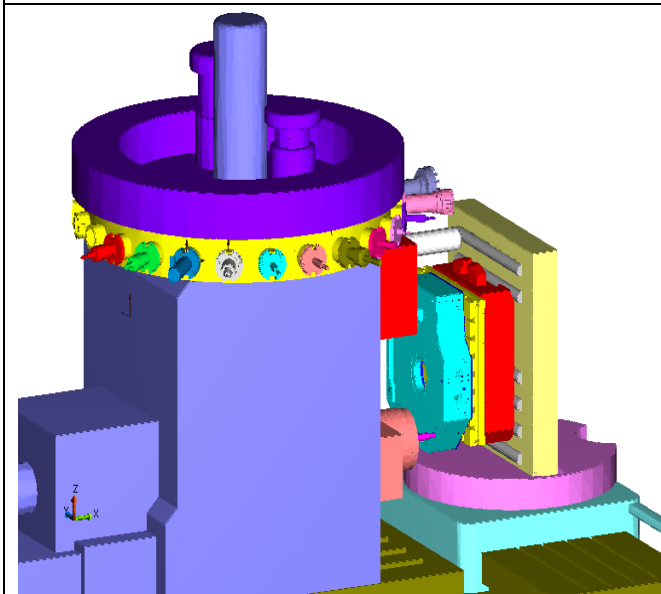


Одночасно шпиндель починає обертатися й вертикальна стійка пересувається до заготовки й обробляє отвір

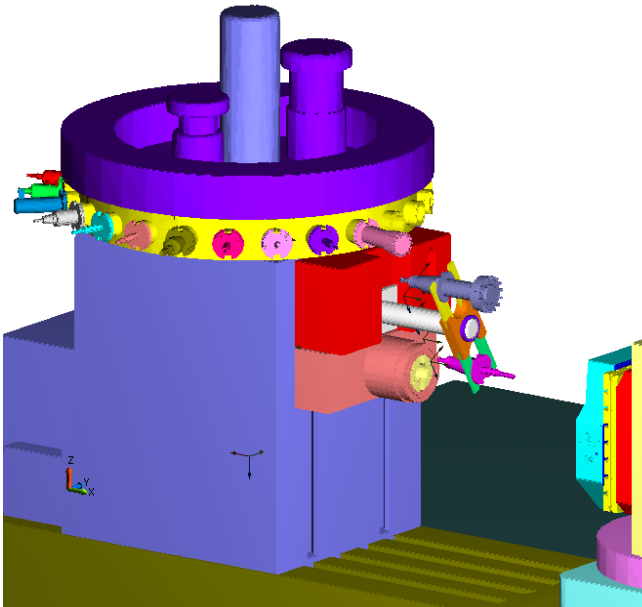
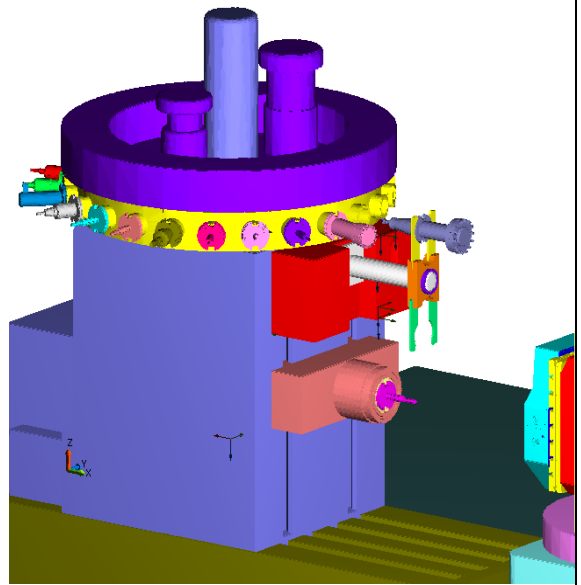
Після обробки отвору вертикальна стійка відходить, зміна шпиндель пересувається до наступного отвору



Після обробки 2-го отвору вертикальна стійка відходить, зміна шпиндель і Поздовжній стіл пересувається до наступного отвору, так триває поки не завершиться процес обробки отворів

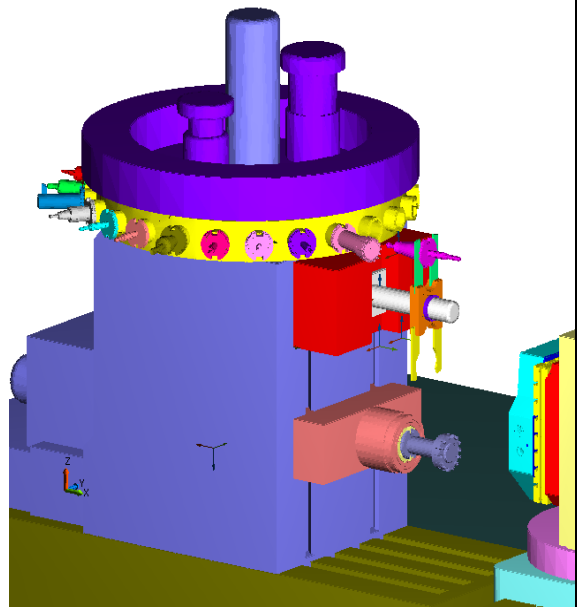


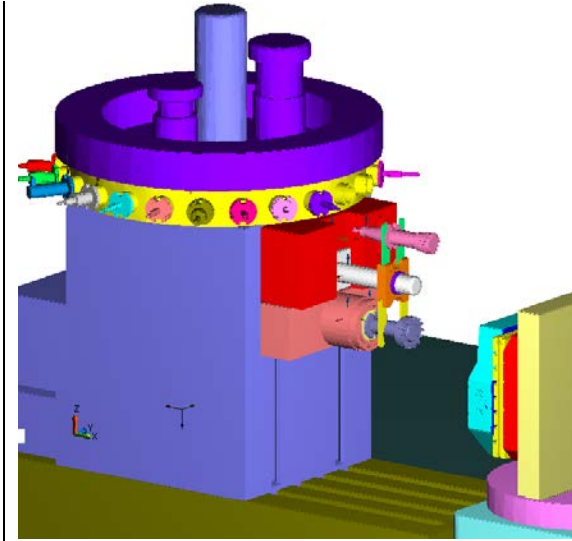
Після обробки отворів вертикальна стійка відходить і Одночасно вісь маніпулятора дістає наступний інструмент із магазину.



Міняється інструмент

Після заміни інструмента зміна шпинделя опускається вниз для обробки й корпус маніпулятора піднімається й магазин повертається назад, для того щоб старий інструмент поставити на своє місце.





Вертикальна стійка відходить назад подається наступний інструмент на зміну шпindelь і так цикл триває.

4.5.1 Текст програми для обробки верхньої площини заготовки для деталі типу «Корпус» на ГВМ IP500ПМФ4.

У програмі GPM 3D була розроблена імітаційна модель обробки верхньої частини заготовки для деталі типу «Корпус» на ГВМ IP500ПМФ4.

Текст програми наведений нижче:

[Завантаження]  
 Зрушення,стіл накопичувача1 Шпindelь-  
 2,0,0,50,3,0  
 Поворот,верх.стіл накопичувача,0,0,-90,3,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,430,0,3,0  
 Зрушення,Штовхач-1,419,0,0,3,0  
 Зрушення,стіл супутник.-1,295,0,0,3,0  
 Прив'язка,стіл супутник.-1,РОЛИК-4  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,-650,0,3,0  
 Поворот,ПОВОРОТНИЙ СТИЛ,0,0,90,3,0  
 Пауза,1  
 Поворот, ПОВОРОТНИЙ СТИЛ,0,-90,0,3,0  
 Пауза,1  
 Одночасно,3  
 Поворот, верх.стіл накопичувача,0,0,-90,2,0  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-75,2,0  
 Поворот,вісь маніпулятора,-90,0,0,3,0  
 Одночасно,4  
 Поворот,магазин,0,0,-13,2,0  
 Зрушення, Схват маніпулятора-4,0,20,0,2,0  
 Зрушення, Схват маніпулятора-3,0,-20,0,2,0  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,150,2,0  
 Пауза,1  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-90,0,0,3,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,-20,0,2,0

Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,20,0,2,0  
 Пауза,1  
 Прив'язка, Инст.оправлення 14,вісь маніпулятора  
 Зрушення,вісь маніпулятора,262,0,0,4,0  
 Одночасно,3  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-130,3,0  
 Поворот,вісь маніпулятора,180,0,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,257,2,0  
 Пауза,1  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-172,0,0,2,0  
 Прив'язка, Инст.оправлення 14,шпindelь  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,-20,0,2,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,20,0,2,0  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,50,3,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-267,3,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,20,0,2,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,-20,0,2,0  
 Одночасно,2  
 Поворот,вісь маніпулятора,180,0,0,2,0  
 Поворот,магазин,0,0,14,2,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,-20,0,1,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,20,0,1,0  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,80,2,0

Пауза,1  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Вертикальна стійка,720,0,0,3,0  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-90,0,0,2,0  
 Одночасно,3  
 Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,20,0,2,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,-20,0,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,150,0,0,2,0  
 Пауза,1  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-150,0,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,215,3,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,150,0,0,2,0  
 Пауза,1  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-150,0,0,2,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,93,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-272,3,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,150,0,0,2,0  
 Пауза,1  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-150,0,0,2,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,284,0,3,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,150,0,0,2,0  
 Пауза,1  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-150,0,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,192,2,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,72,0,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,150,0,0,2,0  
 Пауза,1  
 Сховати,Кришка припуск 1  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-150,0,0,2,0  
 Прив'язка,Инст.оправлення 1,вісь маніпулятора  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-400,0,0,3,0  
 Зрушення,вісь маніпулятора,262,0,0,3,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,-20,0,3,0  
 Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,20,0,3,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,132,3,0  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-130,3,0  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-175,0,0,3,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,-20,0,2,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,20,0,2,0  
 Пауза,1  
 Прив'язка, Инст.оправлення 14, Схват  
 маніпулятора-2  
 Зрушення,вісь маніпулятора,172,0,0,2,0  
 Поворот,вісь маніпулятора,180,0,0,3,0  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-165,0,0,2,0  
 Прив'язка,Инст.оправлення 1,шпindelь  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,20,0,2,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,-20,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-250,2,0  
 Одночасно,4  
 Зрушення,вісь маніпулятора,165,0,0,2,0  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,135,2,0  
 Поворот,магазин,0,0,-14,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,400,0,0,2,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-262,0,0,2,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,-80,0,2,0  
 Прив'язка, Инст.оправлення 14,магазин  
 Одночасно,3  
 Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,20,0,2,0  
 Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,-20,0,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,2,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,вісь маніпулятора,200,0,0,2,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,-150,0,2,0  
 Одночасно,2  
 Поворот,магазин,0,0,29,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,250,2,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,-100,0,2,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-204,0,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-250,2,0  
 Одночасно,3  
 Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,-20,0,2,0  
 Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,20,0,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
 Прив'язка,Инст.оправлення 15,Схват  
 маніпулятора-1  
 Одночасно,2  
 Зрушення,вісь маніпулятора,200,0,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,100,2,0  
 Зрушення,Поздовжній стіл,0,100,0,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,85,0,0,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-20,1,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
 Одночасно,3  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,170,2,0  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-135,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-400,0,0,2,0  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-105,0,0,2,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,20,0,2,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,-20,0,2,0  
 Пауза,1  
 Прив'язка,Инст.оправлення 1,вісь маніпулятора  
 Зрушення,вісь маніпулятора,167,0,0,2,0  
 Поворот,вісь маніпулятора,180,0,0,2,0  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-167,0,0,2,0  
 Прив'язка,Инст.оправлення 15,шпindelь  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,-20,0,1,0  
 Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,20,0,1,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,вісь маніпулятора,167,0,0,2,0  
 Поворот,магазин,0,0,-15,1,0  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,135,2,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-50,1,0  
 Пауза,1  
 Одночасно,2  
 Зрушення,вісь маніпулятора,-262,0,0,2,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,400,0,0,2,0  
 Прив'язка,Инст.оправлення 1,магазин  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,20,0,1,0  
 Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,-20,0,1,0  
 Зрушення,вісь маніпулятора,230,0,0,2,0  
 Одночасно,2  
 Поворот,вісь маніпулятора,90,0,0,1,0  
 Поворот,магазин,0,0,31,1,0  
 Пауза,1  
 Одночасно,2  
 Зрушення,Зміна інструмента,0,0,30,1,0  
 Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,90,1,0  
 Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,1,0  
 Пауза,1  
 Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0



Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,56,1,0  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,33,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Пауза,1  
Одночасно,2  
Зрушення,вісь маніпулятора,200,0,0,2,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,-200,0,0,2,0  
Поворот,магазин,0,0,31,2,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-203,0,0,2,0  
Пауза,1  
Одночасно,2  
Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,-20,0,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 4,вісь маніпулятора  
Пауза,1  
Зрушення,вісь маніпулятора,267,0,0,2,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-135,2,0  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,110,2,0  
Пауза,1  
Зрушення,вісь маніпулятора,-146,0,0,2,0  
Одночасно,2  
Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,-20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,20,0,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 3.5.9,Схват  
маніпулятора-1  
Пауза,1  
Зрушення,вісь маніпулятора,160,0,0,1,0  
Поворот,вісь маніпулятора,180,0,0,1,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-160,0,0,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 4,шпindelь  
Одночасно,2  
Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,-20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,20,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,вісь маніпулятора,160,0,0,1,0  
Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,135,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,вісь маніпулятора,-267,0,0,2,0  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-50,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 3.5.9,магазин  
Пауза,1  
Одночасно,2  
Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,20,0,1,0  
Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,-20,0,1,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,150,0,0,1,0  
Поворот,вісь маніпулятора,90,0,0,1,0  
Одночасно,4  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,85,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,200,0,0,1,0  
Зрушення,Зміна інструмента,0,0,30,1,0  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,-55,0,1,0  
Пауза,1  
Одночасно,2  
Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,1,0  
Поворот,шпindelь,720,0,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,-33,0,1,0  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,33,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,1,0  
Поворот,шпindelь,720,0,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,33,0,1,0  
Зрушення,стіл супутник.-1,0,0,-33,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Одночасно,3  
Поворот,вісь маніпулятора,-90,0,0,1,0  
Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-30,1,0  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-50,1,0  
Пауза,1  
Одночасно,2  
Зрушення,Вертикальна стійка,-200,0,0,2,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-150,0,0,2,0  
Одночасно,2  
Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,-20,0,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 3.5.9,вісь маніпулятора  
Зрушення,вісь маніпулятора,200,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,15,1,0  
Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-135,1,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-98,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,-20,0,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 4,Схват маніпулятора-3  
Зрушення,вісь маніпулятора,167,0,0,1,0  
Поворот,вісь маніпулятора,180,0,0,1,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-167,0,0,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 3.5.9,шпindelь  
Одночасно,2  
Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,-20,0,1,0  
Пауза,1  
Одночасно,3  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-50,0,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,167,0,0,2,0  
Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,135,2,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-262,0,0,2,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 4,магазин  
Одночасно,2  
Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,-20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,20,0,1,0  
Пауза,1  
Зрушення,вісь маніпулятора,150,0,0,1,0  
Поворот,вісь маніпулятора,90,0,0,1,0  
Одночасно,3  
Зрушення,Вертикальна стійка,200,0,0,2,0  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,10,0,1,0  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,45,2,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,160,0,0,1,0

Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-33,1,0  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,-20,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,33,1,0  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,-33,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,-75,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,33,0,1,0  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,33,1,0  
Зрушення,Вертикальна стійка,75,0,0,1,0  
Одночасно,3  
Зрушення,Вертикальна стійка,-150,0,0,1,0  
Поворот,вісь маніпулятора,-90,0,0,1,0  
Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,-110,1,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-55,0,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,-20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,20,0,1,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 3.5.9,вісь маніпулятора  
Одночасно,2  
Зрушення,Вертикальна стійка,-200,0,0,2,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,167,0,0,2,0  
Одночасно,2  
Поворот,вісь маніпулятора,180,0,0,1,0  
Поворот,магазин,0,0,-16,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Корпус маніпулятора,0,0,120,1,0  
Зрушення,Зміна шпindelь,0,0,-80,1,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,-267,0,0,2,0  
Пауза,1  
Прив'язка,Ін.оправлення 3.5.9,магазин  
Одночасно,2  
Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,-20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,20,0,1,0  
Зрушення,вісь маніпулятора,150,0,0,1,0  
Одночасно,4  
Зрушення,Схват маніпулятора-4,0,20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-3,0,-20,0,1,0  
Зрушення, Схват маніпулятора-2,0,20,0,1,0  
Зрушення,Схват маніпулятора-1,0,-20,0,1,0  
Одночасно,2  
Зрушення,Зміна інструмента,0,0,-30,1,0  
Поворот,вісь маніпулятора,90,0,0,1,0  
Пауза,1  
Поворот,ПОВОРОТНИЙ СТИЛ,0,90,0,2,0  
Пауза,1  
Поворот,ПОВОРОТНИЙ СТИЛ,0,0,-90,2,0  
Пауза,1  
Поворот,верх.стіл накопичувача,0,0,90,2,0  
Пауза,1  
Зрушення,Поздовжній стіл,0,400,0,2,0  
Пауза,1  
Зрушення,стіл супутник.-1,-295,0,0,2,0  
Прив'язка,стіл супутник.-1,Штовхач-1  
Зрушення,Штовхач-1,-419,0,0,2,0  
Пауза,1  
Поворот,верх.стіл накопичувача,0,0,90,2,0  
Пауза,1

[Розвантаження]

#### **4.6 Висновки**

У даному розділі було виконано імітаційне моделювання системи виготовлення деталі типу «Корпус» на вертикальному обробному центрі IP500ПМФ4. Елементами системи є встаткування, оснащення, які беруть участь у процесі обробки деталі: безпосередньо верстат IP500ПМФ4, а також стіл-накопичувач. Кожний з компонентів системи був окремо змодельований у програмі Solidwork, а далі вони були об'єднані в систему.

Далі, за допомогою програми «ГВМ 3D редактор», була розроблена імітаційна модель обробки деталі «Корпус». На підставі розробленого циклу програми було проведене нормування обробки однієї з деталей.

## 5. ДОСЛІДЖЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ГПМ IP500ПМФ4 ПРИ ОБРОБЦІ ДЕТАЛІ «КОРПУС»

### 5.1 Аналіз технологічних характеристик ГПМ IP500ПМФ4

Технічні характеристики обробного центру IP500ПМФ4

- ОКП; 388315
- Рік початку випуску, 2006
- Клас точності, П
- $\min$  частота обертання шпинделя  $\text{хв}^{-1}$ , 21,2
- $\max$  частота обертання шпинделя,  $\text{хв}^{-1}$ ., 3000
- Потужність, кВт, 14
- Розміри (Д\_Ш\_В), мм: ; 5270\_4930\_3520
- Найбільша маса оброблюваного виробу, кг 700
- Розміри робочої поверхні стола, мм 500×500
- Частота обертання поворотного стола (із круговою подачею),  $\text{хв}^{-1}$  6
- Кількість позицій повороту стола 120 ( через 3°)
- Індeksuемий поворот стола, кут. з 360000×0,001°
- Точність автоматичної установки повороту стола  $\pm 3''$
- Конус для кріплення інструмента в шпинделі 50 ISO
- Частота обертання шпинделя,  $\text{хв}^{-1}$  21,2-3000
- Потужність електродвигуна привода обертання шпинделя, кВт 14-22
- Величина переміщення стола (поперечне), мм 800
- Величина переміщення бабки (вертикальне), мм 500
- Величина переміщення стійки (поздовжнє), мм 500
- Час зміни столів-супутників, с 45
- Кількість столів-супутників у накопичувачі 2
- Робочі подачі стола, шпиндельної бабки, стійки, мм/хв 1-3600
- Швидкість швидких настановних переміщень, мм/хв 12000
- Ємність інструментального магазину, шт 30

- Час зміни інструмента, с 5
- найбільший діаметр рядом вартих інструментів, мм 125
- Найбільший діаметр інструмента при вільних сусідніх гніздах, мм 160
- Габарити, мм 4450×4625×3205
- Маса верстата (без електроустаткування, гідростанції, пристроїв ЧПК, зміни столів-супутників і приналежностей), кг 9350.
- Маса верстата з виносним устаткуванням, кг:, 15850

## 5.2 Аналіз точності й піддатливості основних вузлів верстата

Розглянемо пристрій основних вузлів верстата.

Двоступінчаста коробка швидкостей показана на рис. 5.2. Від електродвигуна 1 обертання на шпиндель передається або через зубчасті колеса 10-2 і 2-7, або через зубчасті пари 10-2 і 3-5.

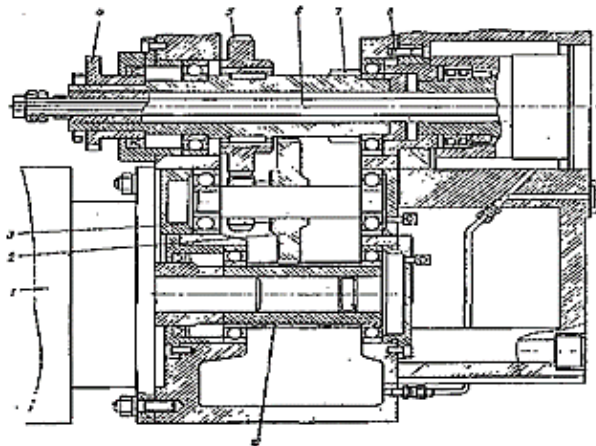


Рисунок 5.1 - Коробки швидкостей МВ мод. IP500МФ4

При частоті обертання  $21-194 \text{ хв}^{-1}$  і  $623-935 \text{ хв}^{-1}$  на шпинделі забезпечується постійний крутний момент, а при частоті обертання  $195-622 \text{ про/хв}$  і  $936-3000 \text{ хв}^{-1}$  — постійна потужність. Корпус 9 коробки швидкостей змонтований на задньому торці шпиндельної бабки. Обертання від вала 6 на шпиндель передається через зубчасту муфту 8 (із внутрішніми зубами).

Шпиндельний вузол (рис. 5.2) монтується в корпусі 11, який кріпиться до переднього торця шпиндельної бабки. Шпиндель 8 установлено в корпусі

11 на роликотидшипниках 14 (у передній опорі) і 21 ( у задній опорі), що сприймають радіальне навантаження.

Осьове навантаження, що діє на шпindel, сприймає здвоєний радіально-упорний кульковий підшипник 12. Натяг у передній опорі регулюють кільцями 16, 13 і гайками 10 і 9, а натяг у задній опорі — кільцями 20, 22, шестірнею-напівмуфтою 23 і гвинтами 7. Шестірня-напівмуфта 23 передає на шпindel крутний момент від привода головного руху. На передньому торці шпинделя змонтовано дві шпонки 17, що передають крутний момент інструменту.

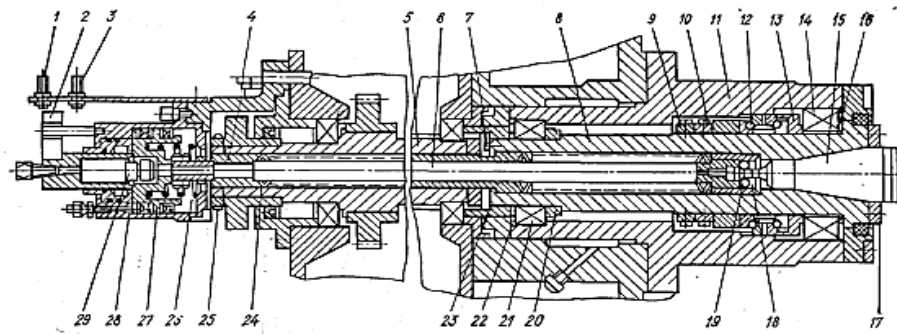


Рисунок 4.2 - Шпindelний вузол МВ мод. IP500МФ4

Оправлення 15 у шпindelі 8 затискають за допомогою тарілчастих пружин 24, зусилля яких регулюють гайкою 25. На передньому кінці захвата 6 є замок, який при переміщенні захвата у втулці 5 з'єднується ( за допомогою кульок 19) із хвостовиком 18 інструментального оправлення Звільнення інструмента здійснюється через втулку 4 гідроциліндром 28, який кріпиться в гідроблоці. У поршні 27 гідроциліндра на упорному підшипнику встановлений упор 29, який переміщає захват 6, звільняючи при цьому інструмент. Звільнення інструмента контролюється безконтактними вимикачами 3 і 2 при впливі на них упору 2. Конічне гніздо шпинделя й інструментальне оправлення обдуваються стисненим повітрям, що надходять через канал 26.

На рис 4.3. Показаний шпindelний вузол МВ мод. IP500МФ4 в 3D моделі за допомогою програми Solidworks. І показане як сідають на шпindel роликові підшипники.

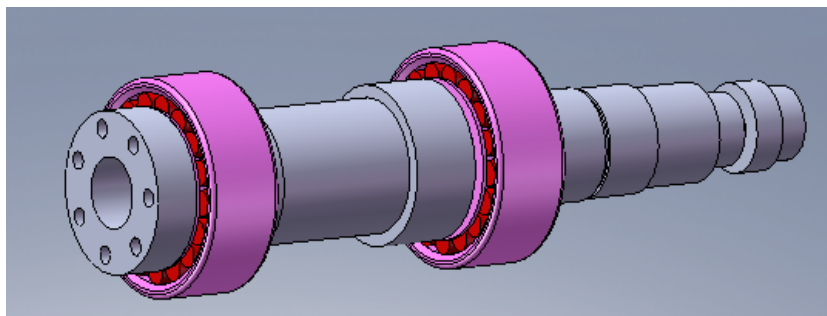


Рисунок 5.3 - Шпиндельний вузол МВ мод. IP500МФ4 в 3D моделі

### 5.3 Аналіз функціональних характеристик транспортного пристрою

Кінематична схема МВ мод. IP500МФ4 наведена на рис. 5.4.

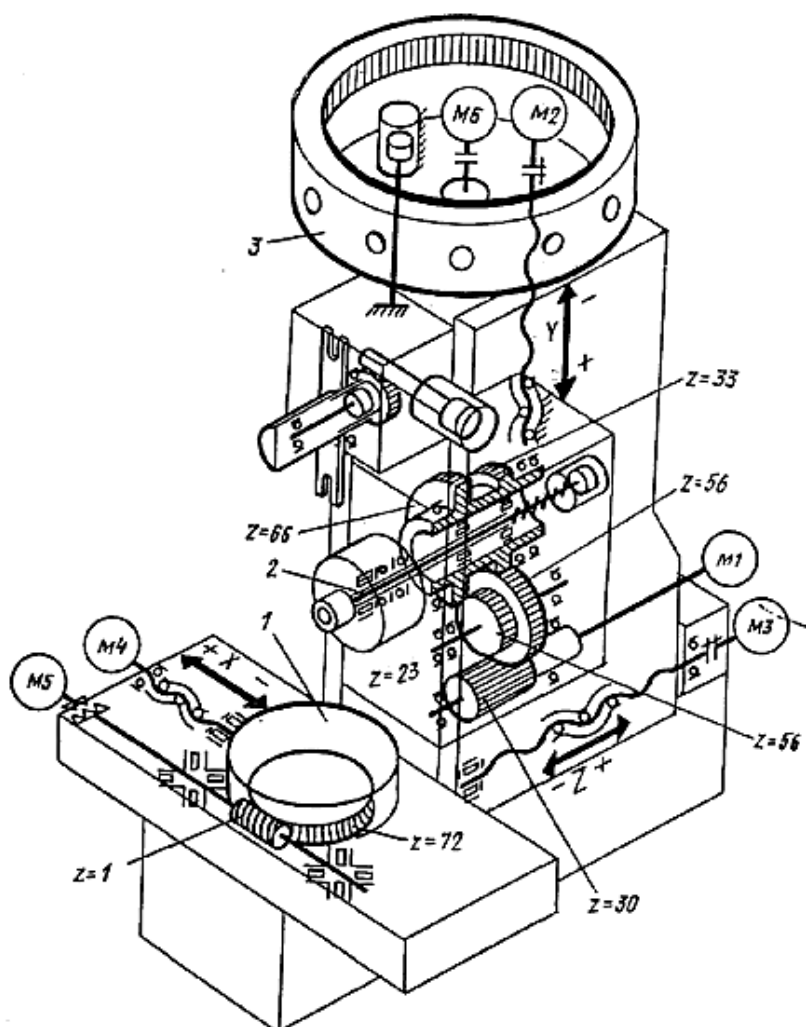


Рисунок 5.4 - Кінематична схема МВ мод. IP500МФ4.

Обертання шпинделя 2 передається від електродвигуна М1 (постійного струму) за допомогою двоступінчастої коробки швидкостей. Частоту обертання шпинделя змінюють шляхом регулювання частоти обертання електродвигуна й за допомогою коробки швидкостей. Щаблі частоти обертання шпинделя перемикають шляхом переміщення (гідроциліндром) блоку зубчастих коліс ( $z = 23$  і  $56$ ), які сполучаються із зубчастими колесами ( $z = 66$  і  $33$ ), закріпленими на загальній маточині й пов'язаними зі шпинделем зубчастою муфтою, установлені в отворі маточини. Напрямок обертання шпинделя змінюють реверсуванням електродвигуна.

Приводами переміщень шпиндельної бабки (по осі Y), стійки (по осі Z) і стола (по осі X) служать високомоментні електродвигуни М2, М3, М4 постійного струму, з'єднані муфтами з кульковими гвинтами.

Поворот стола 1 здійснюється від високомоментного електродвигуна М5 за допомогою черв'ячної передачі ( $z = 1$  і  $72$ ), а привод повороту інструментального магазину 3- від високомоментного електродвигуна М6 через зубчасту передачу.

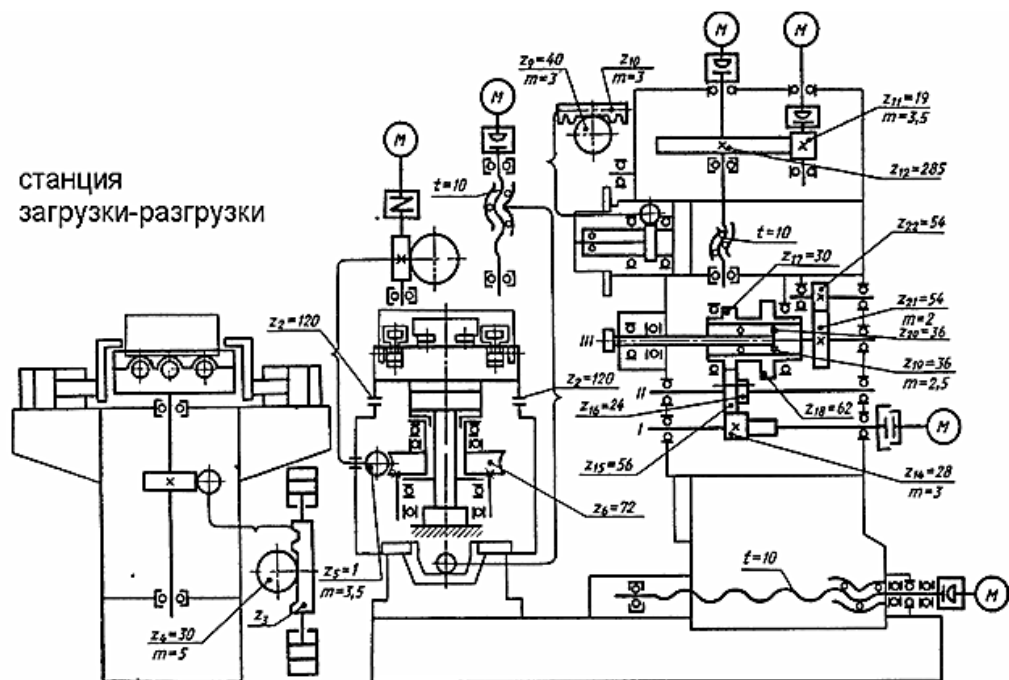


Рисунок 5.5- Кінематична схема приводів головного руху МВ мод. IP500МФ4.

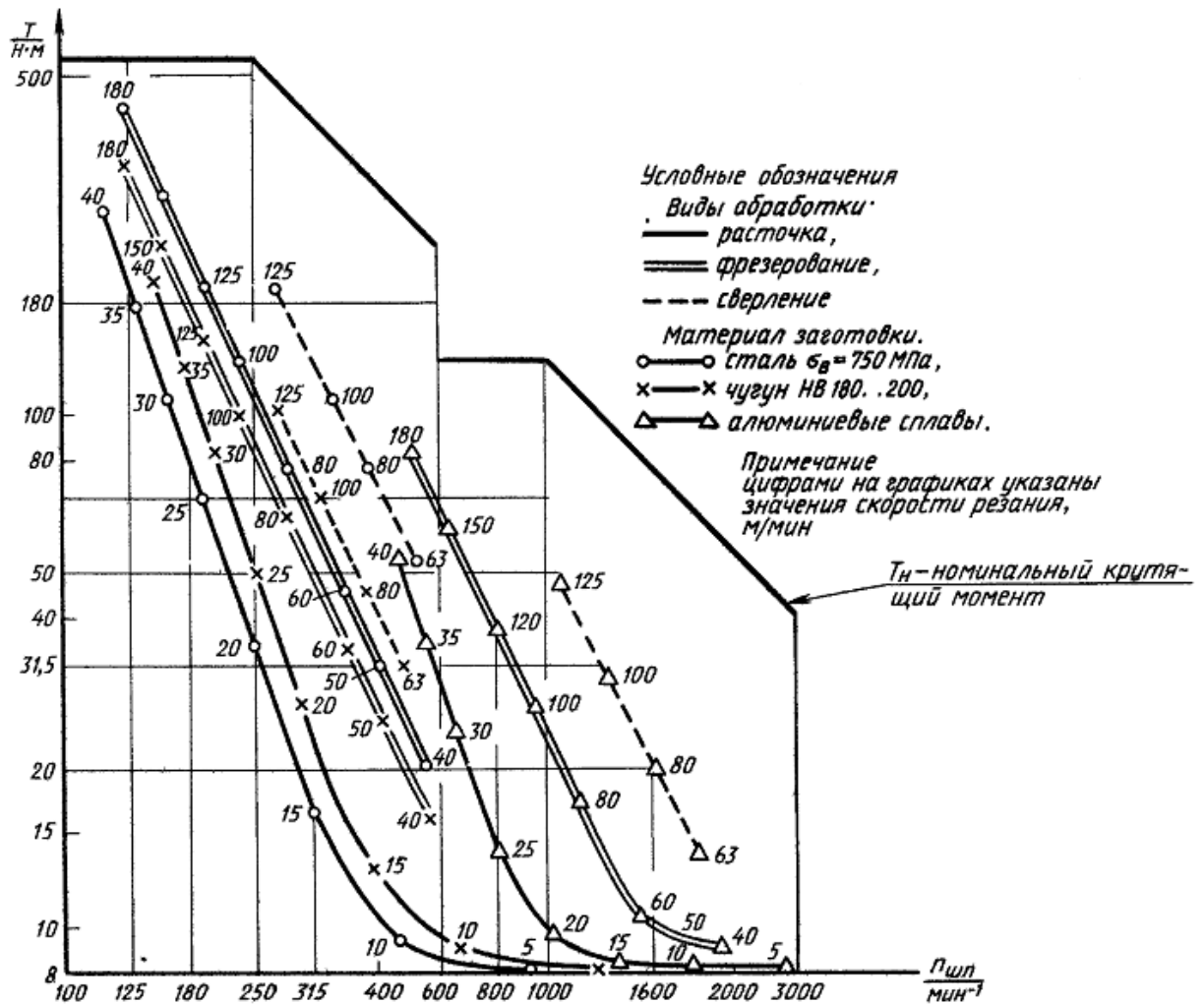


Рисунок 5.6 - Графік зміни крутного моменту  $T$  і потужності  $P$  на шпинделі МВ мод. IP500МФ4

На рис. 5.7 показаний привод повороту й фіксації інструментального магазину Корпус 19 магазину (із гніздами 20 для інструментальних оправлень 21) розміщений на верхньому торці стійки 2 верстата й може повертатися щодо центральної осі. Корпус 19 контактує зі стійкою по поверхнях напрямних 3, 4 і 5, виготовлених із пластмаси. Приводом повороту магазину служить електродвигун 10, на валу якого закріплено (на шпонці) зубчасте колесо 12, сполучене із зубчастим вінцем 18, привертнум до корпуса магазину. Кут повороту задають за допомогою кінцевих вимикачів 14 і 15, установлених на кронштейні 13. Вимикач 14 взаємодіє з упором 17, що фіксують вихідне положення магазину, а вимикач 15 — з упорами 16, установленими проти кожного гнізда й службовцями для відліку гнізд.

Магазин оснащений пристроєм, що фіксують гніздо після чергового повороту в положенні зміни інструмента. На валу електродвигуна закріплений диск 11 із двома напівкруглими пазами. П. Коли інструментальне гніздо підходить із позиції зміни, ролик 9 уводиться (штоком гідроциліндра 6) у паз диска. При цієї електродвигун 10 відключається, магазин точно фіксується, безконтактний вимикач 8 дає команду в систему керування й починається автоматична зміна інструмента

Перед наступним поворотом ролик 9 виводиться з паза диска й безконтактний вимикач 7 дає команду на включення електродвигуна 10 повороту магазину.

Інструментальні оправлення 21 фіксуються в гніздах фіксаторами 24, кульками 23 і пружинами 22. Сила, що фіксує оправлення, не перешкоджає її вилученню із гнізда за допомогою автооператора. Наявність оправлення в гнізді контролюється безконтактним вимикачем 2.

При налагодженні верстата кожне оправлення з інструментом установлюється в гніздо магазину в строго певному кутовому положенні ( тобто таким чином, щоб паз у фланці оправлення збігся з напрямною шпонкою), що необхідно для збігу паза оправлення зі шпонками шпинделя, який при зміні інструмента також зупиняється в строго певному кутовому положенні.

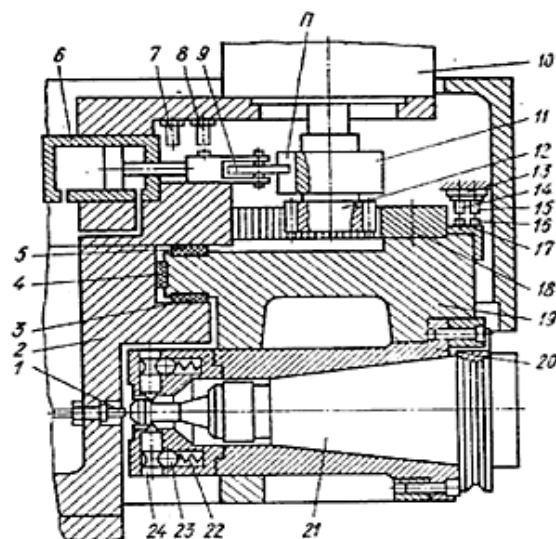


Рисунок 5.7 - Привод повороту й фіксація інструментального магазину

Конструкція типового пристрою заміни інструментів у магазині ГВМ типу «Модуль IP500ПМФ4» показана на рис. 4.8. Барабан 1 із гніздами 2 для стандартних оправлень 3 різальних інструмент, які фіксуються на них стопором 4, установлений на підшипниках ковзання (з антифрикційними накладками) 5 у корпусі 6. У розточенні корпусу 6 закріплена вісь 7, на передньому кінці якої є стандартний хвостовик для можливості затискача в шпинделі 8 верстата. На задньому кінці осі 7 закріплені хвостовик 9 і штифти 10, с. допомогою яких корпус 6 разом з барабаном / установлюється й фіксується в певному положенні в обоймі 11, жорстко закріпленої на стійці 12. Сійка, у свою чергу, установлюється й кріпиться на змінному столі-супутнику, який автоматично передається з накопичувача на стіл верстата й назад.

При заміні інструментів шпиндель 8 опускається на рівень барабана 1, захоплює його за хвостовик на осі 7, затискає й фіксує щодо свого переднього торця за допомогою штифтів 13. Після цього відводом шпинделя назад корпус 6 висувається з обойми 11 на стійці 12. При русі шпинделя нагору в позицію зміни інструмента барабан 1 піднімається разом з ним, залишаючись у початковому кутовому положенні за рахунок фіксатора 14. Подпружинений упор 15, установлений у кронштейні 16 на передній стінці стійки верстата, повертається щодо своєї осі й не перешкоджає руху барабана.

Заміна інструмента в магазині верстата мод. IP500ПМФ4 проводиться маніпулятором 17, який установлює в магазин новий інструмент, що перебуває у верхньому гнізді барабана. Для зміни позиції барабана шпиндель опускається вниз. При цьому упор 15 впливає на храпове колесо 18, прикріплене до торця барабана, і повертає його на одну позицію. Цикл зміни інструмента в магазині після цього повторюється. Зняті з магазину інструменти разом з барабаном, який знову встановлюється в обоймі стійки, потім транспортуються разом зі столом-супутником на ділянку підготовки інструмента.

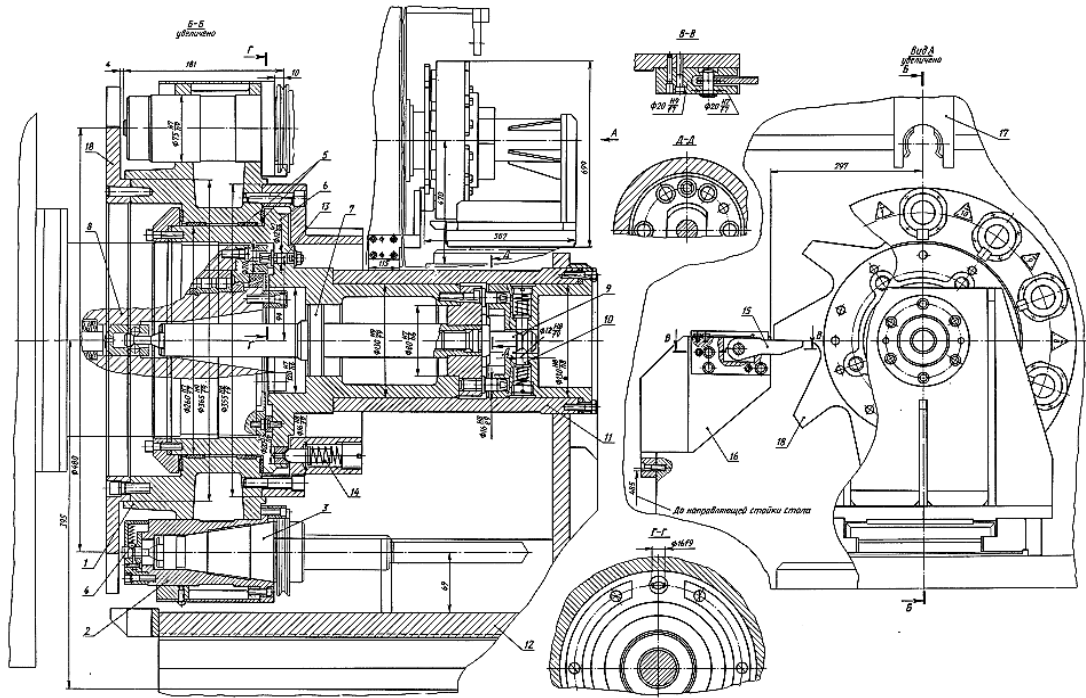


Рисунок 5.8 - Пристрій заміни інструментів на ГВМ IP500ПМФ4

Технічна характеристика :

1. Кількість інструментів у барабані, шт	10
2. Найбільше розміри інструментів, мм	
	Діаметр 125
	Довжина 300
3. Час зміни інструмента, с	6
4. Розміри базового стола супутника, мм	500×
	500
5. Маса з комплектом інструмента, кг	300

Автооператор (рис. 5.9 а) розміщений над шпindelною бабкою верстата. Між його захватами-важелями 9 і 10 установлені пружини 13, що прагнуть повернути захвати щодо осей 11 і 12. Захвати змонтовано в корпусі 20, з'єднаному з гільзою 18. У кришці 17 гільзи закріплений шарикопідшипник 16, посаджений на кінець штока 15 гідроциліндра 22. При переміщенні поршня 22 разом зі штоком 15 рухається й гільза 18 із захватами. При цьому інструментальні оправлення вилучаються із гнізда магазину або з посадкового конуса шпинделя. Щоб потім поміняти інструменти місцями, необхідно повернути на 180° корпус 20 із захватами, для чого служить

гідроциліндр 8, Шток гідроциліндра з'єднано з рейкою 3, яка перебуває в зачепленні із зубчастим вінцем 2, закріпленим на склянці 2. Правий кінець склянки сполучений (двома довгими шпонками 14 і 19) з гільзою 18. Тому гільза (а разом з нею й корпус 20 захватів) повертається разом зі стаканом 2. Довгі шпонкові пази дозволяють гільзі із захватами робити необхідні поздовжні переміщення.

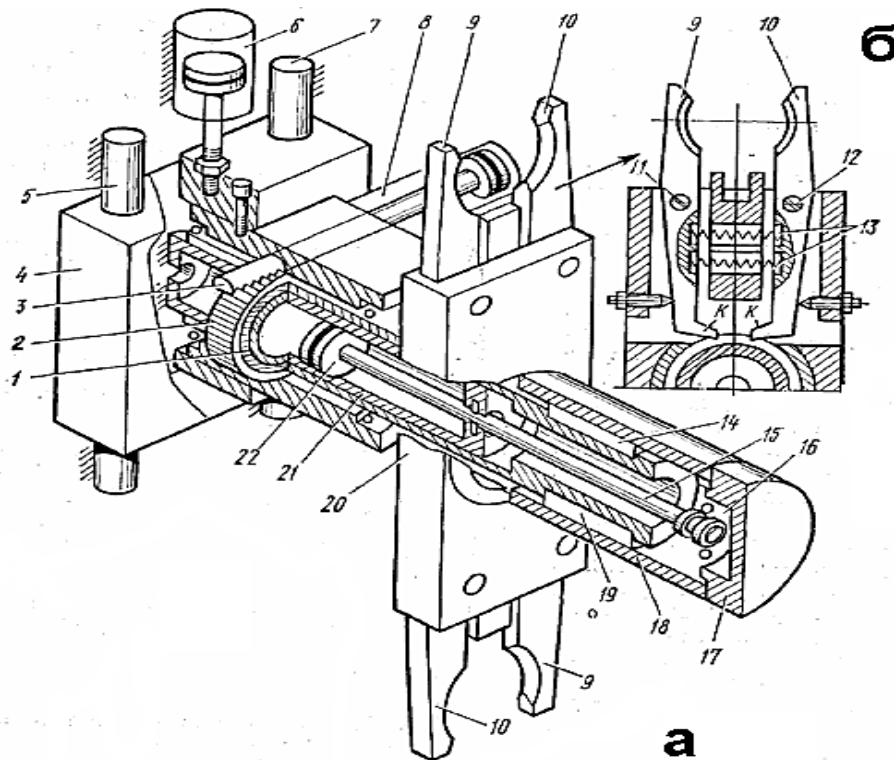


Рисунок 5.9 – Автооператор (маніпулятор)

Щоб захопити інструмент із магазину, корпус автооператора 4 піднімається (гідроциліндром 6) по напрямним 5 і 7 у крайнє верхнє положення, при якому один із захватів фіксує фланець інструментального оправлення, підготовленому (відповідним поворотом магазину) до подачі в шпindelь верстата. Надалі при вилученні з магазину й переносі в шпindelь оправлення втримується пружинами 13.

Щоб у момент повороту корпуса 20 захватів оправлення (з інструментом) не вискочила із захвата під дією відцентрової сили, передбачений запобіжний пристрій. У крайньому правому положенні корпуса 20 (тобто коли відбувається поворот) внутрішні кінці до важелів (рис. 5.9 б)

упираються в шпонки 14 і 19, що не дозволяє важелям зблизитися й звільнити оправлення.

#### 5.4 Аналіз функціональних характеристик накопичувального пристрою

Вбудований поворотний стіл показано на рис. 5.10. Платформа 5 стола, що опирається на гільзу гідроциліндра 11, встановлено на осі 1 у корпусі 18 основного стола. Для повороту стола служить черв'ячне колесо 14, сполучене із черв'яком 15, закріпленим на ведучому валу, який за допомогою кулачкової муфти з'єднаний з валом електродвигуна М5 (див. рис. 5.10)

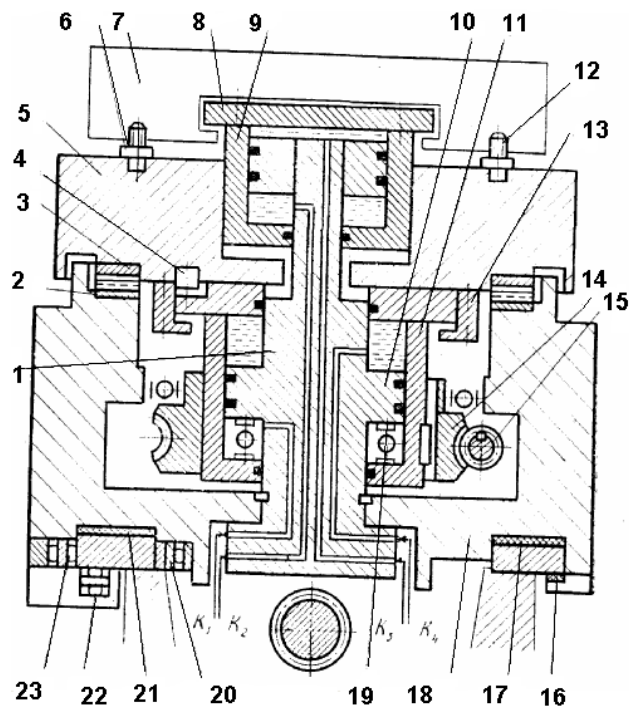


Рисунок 5.10 - Поворотний стіл

Перед поворотом необхідно вивести із зачеплення напівмуфти 2 і 3, що фіксують платформу 5 щодо корпусу 18 для чого платформу піднімають поршнем 10 гідроциліндра 12. При подачі масла ( по каналу К4) у верхню порожнину гідроциліндр і платформа переміщуються Нагору доти, поки не вийдуть із зачеплення напівмуфти з не буде обраний зазор між верхнім кільцем Упорного шарикопідшипника 19 і поршнем 10. Після цього при

включенні електродвигуна М5 черв'ячне колесо 14 поверне гільзу гідроциліндра 11 і пов'язану з нею шпонкою 4 платформу 5 на заданий кут. По закінченню повороту масло подається в порожнину К1 і гільза гідроциліндра 11 опускається. Разом з гільзою опускається й фіксується зубами напівмуфт платформа 5.

У верхній частині стола є гідроциліндр 9, призначений для закріплення ПС 7 на поворотному столі. ПС фіксується пальцями 6 і 12, після чого опускається й підтискається до стола фланцем 8 гідроциліндра 9, у нижню порожнину якого по каналу К2 подається масло. Для зняття ПС із фіксаторів масло подається (по каналу К3) у верхню порожнину гідроциліндра.

Основний стіл оснащений комбінованими напрямними: ковзання (із пластмасовими накладками 21, 17 і 16) і кочення (з роликами 23, 22 і 20).

магазин, а вимикач 15 — з упорами 16, установленими проти кожного гнізда й службовцями для відліку гнізд.

Магазин оснащений пристроєм, що фіксують гніздо після чергового повороту в положенні зміни інструмента. На валу електродвигуна закріплений диск 11 із двома напівкруглими пазами. П. Коли інструментальне гніздо підходить із позиції зміни, ролик 9 уводиться (штоком гідроциліндра 6) у паз диска. При цій електродвигун 10 відключається, магазин точно фіксується.

## 5.5 Висновки

У даному розділі був проведений аналіз технологічних характеристик ГВМ IP500ПМФ4. Проведений аналіз точності і податливості основних вузлів верстата.

На підставі зроблених розрахунків був зроблений висновок, що на ГВМ у складі із верстатом IP500ПМФ4, промисловим роботом (Автооператором - маніпулятором) і тактовим столом-накопичувачем можна оброблювати деталь типу «Корпус» із заданим класом точності і шорсткості.

## 6. ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЄКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «СУТНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОТРИМАННЯ ДЕТАЛІ ТИПУ «КОРПУС» НА ОБРОБНОМУ ЦЕНТРІ IP5000ПМФ4» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ «ПРОФЕСІЙНА ОСВІТА. МАШИНОБУДУВАННЯ»

Технологічний процес виробництва являє собою сукупність заходів, що забезпечують технологічну готовність виробництва, тобто наявність на підприємстві повних комплектів конструкторської та технологічної документації і засобів технологічного обладнання, необхідних для випуску заданого обсягу продукції з встановленими техніко-економічними показниками.

До початка технологічного процесу виробництва, як правило, проводиться технологічний контроль креслень, який необхідний для аналізу та перевірки запроектованих виробів (деталей) на технологічність їх конструкцій, правильність призначення класів точності обробки, раціональність схемзбірки і т. ін.

Основними етапами технологічного процесу виробництва є:

- 1) розробка технологічних процесів;
- 2) проектування технологічного оснащення та нестандартного обладнання;
- 3) виготовлення засобів технологічного оснащення (оснащення танестандартного обладнання);
- 4) вивірка та налагодження запроектованої технології і виготовленого технологічного оснащення.

Технологічна документація для різних типів виробництва (одиночного, серійного і масового) відрізняється глибиною розробки технологічних процесів і ступенем їх деталізації. Спочатку розробляються маршрутні міжцехових карти на технологічні процеси виготовлення деталей і складальних одиниць. Маршрутні карти вказують послідовність проходження заготовок, деталей або складальних одиниць по цехів і виробничих ділянок підприємства. Для виготовлення деталей і складання виробу в одиночному або малосерійному виробництвах досить мати конструкторську документацію,

маршрутне або маршрутно-операційний опис технологічного процесу або перелік повного складу технологічних операцій без вказівки переходів і технологічних режимів. Для серійного і масового виробництв крім маршрутної технології розробляється технологічний процес з операційним описом формоутворення, обробки та складання. При цьому для поодиноких технологічних процесів розробляється операційна технологічна карта, для типових (групових) технологічних процесів - карта типовий (груповий) операції. У них вказуються всі переходи по даній конкретній операції та способи виконання кожного, технологічні режими, дані про засоби технологічного оснащення, матеріалах і витратах праці. Зазвичай в операційних картах поміщають ескізні креслення, що зображують деталі або частини деталей і містять ті розміри і вказівки на обробку, які необхідні для виконання даної операції (спосіб закріплення деталей на верстаті, розташування інструменту, пристосування та ін.).

### **6.1. Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)**

Оперативні цілі - це проекти чи програми, які забезпечуватимуть досягнення стратегічних цілей. Вони визначають стратегічні цілі кількісно та мають терміни виконання

Відповідно до теорії В.П. Беспалько, існують чотири рівні засвоєння навчального матеріалу:

В таблиці 6.1 приведено оперативні цілі з теми.

Таблиця 6.1 - Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)

Цілі факультативного заняття	Цілі формування різних рівнів засвоєння навчального матеріалу	Умови досягнення	Результат у вигляді дій студентів
Сформу вати уявлення, вміння	I рівень. Мати загальне уявлення про сутність технологічного процесу	Базові знання з дисципліни	Сформоване уявлення про сутність технологічного процесу

охарактеризовувати та аналізувати сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4	отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4	«Механічна обробка в машинобудуванні» стосовно теми	отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4
	II рівень. Уміти охарактеризувати основні етапи технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4	Виконання дій першого рівня:	Надано характеристику основним етапам технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4
	III рівень. Аналізувати переваги та недоліки технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4	Визначення понять з теми	Проаналізовано переваги та недоліки технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

## 6.2. Перелік літературних джерел з теми

Основні рекомендовані джерела

1. Василя О.М., Корольов А.В. Технологічність конструкції виробів: Метод. Вказівка. Саратов: Сарат. держ.техн. ун-т, 2000
2. Гундорін В.Д., Іванов А.І. Вибір заготівлі розробки технологічних процесів: метод. вказівку. Саратов: СПІ, 1983
3. Корсаков В.С. Основи конструювання пристосувань у машинобудуванні. М: Машинобудування, 1983. 277 з.
6. Маталін А.А. Технологія машинобудування: Підручник для машинобудівних вузів. - Л.: Машинобудування 1985 - 496 з.
6. Мухарінський Є.І., Горохов В.А. Основи технології машинобудування: Підручник. -Мн.: Віш. шк., 1997. -423с.: Мул.

### **6.3. Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття**

План викладення теми: «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4»

1. Загальні відомості про технологічний процес отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

2. Основні етапи технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

2.1. Розробка технологічних процесів виробництва деталей типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

2.2. Проектування технологічного оснащення для виробництва деталей типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

2.3. Технологія виготовлення засобів технологічного оснащення для виробництва деталей типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

2.4 Вивірка та налагодження запроєктованої технології і виготовленого технологічного оснащення для виробництва деталей типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

3. Переваги та недоліки технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4

Структурно-логічну схему з теми «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4» представлено на рисунку 6.1.

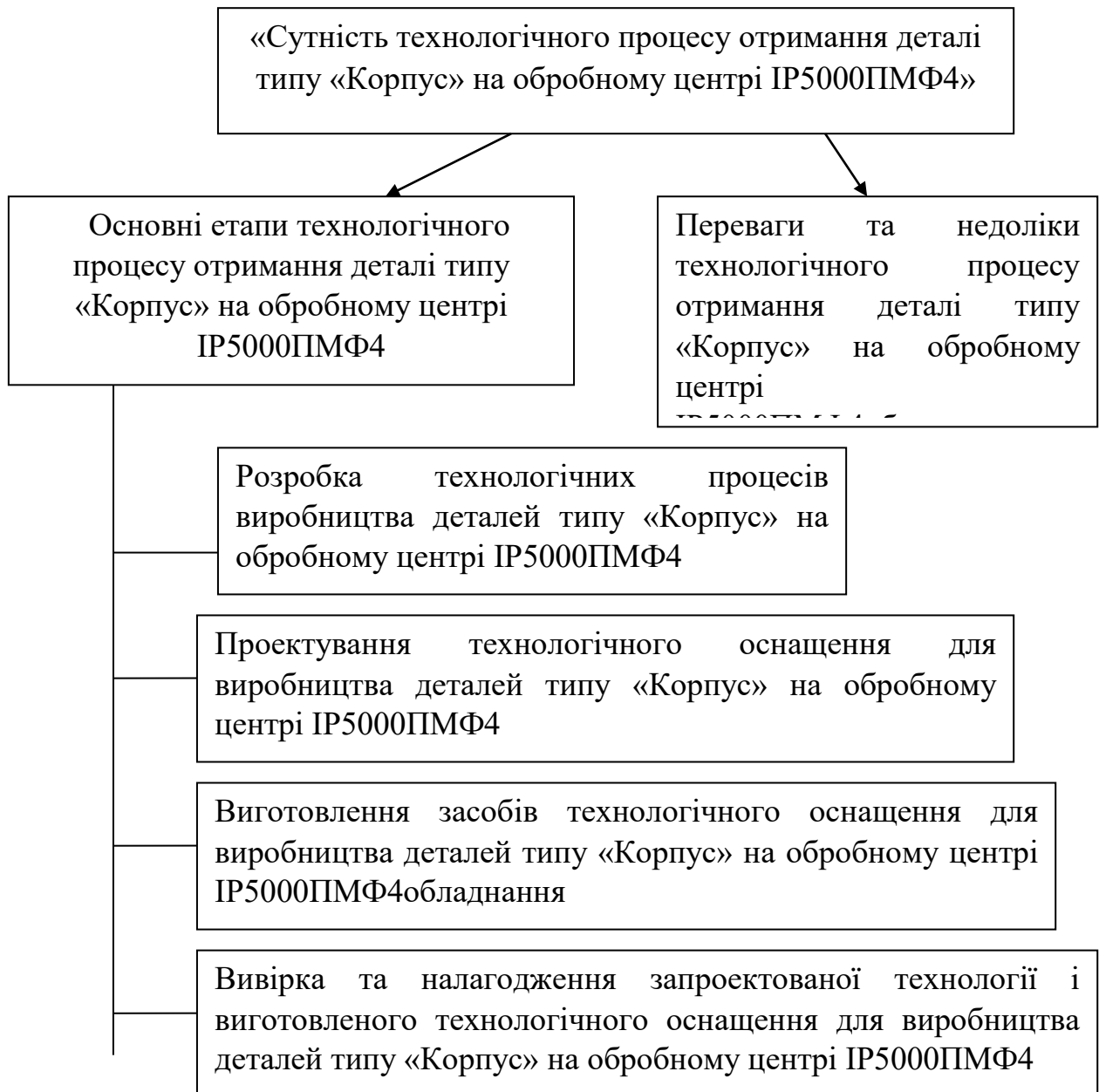


Рисунок 6.1 - Структурно-логічна схема з теми «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4»

#### 6.4. Аналіз базових умов навчання

Базові знання - це початкова умова, яка необхідна для вивчення нового матеріалу. Вони відображують ті мінімальні вміння та здатності, якими повинні володіти ті що навчаються до того як вони почали програмне навчання.

В таблиці 6.2 приведено вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань.

Таблиця 6.2 - Вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань

Перелік базових понять, законів, способів дії	Назва дисциплін і тем, в яких формуються базові знання і дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій
Поняття про деталь «Корпус», про обробний центр IP5000ПМФ4	Механічна обробка в машинобудуванні	Усне фронтальне опитування, за допомогою контрольних питань: 1. Яке обладнання називають високотехнологічним? 2. Що таке обробний центр IP5000ПМФ4? 3. Де використовується деталь «Корпус»? 6. Яке значення має деталь «Корпус»?	Якщо базові знання знаходяться на незадовільному рівні, то необхідно нагадати головні аспекти шляхом нагадування та повторення

### 6.5. Проектування мотиваційних технологій навчання (характеристика і текст мотивації, використання якої доцільно при викладі навчального матеріалу)

Мотивація займає провідне місце в структурі поведінки особистості і є одним з основних понять, які використовуються для пояснення рушійних сил, діяльності в цілому. Мотив, мотивація - спонукання до активності та діяльності суб'єкта, пов'язане з прагненням задовольнити певні потреби. У психології мотивація позначає сукупність зовнішніх і внутрішніх умов, що спонукають суб'єкта до активності. У соціології мотивація розглядається як усвідомлювана потреба суб'єкта в досягненні певних благ.

Виділяють внутрішню і зовнішню мотивацію. Якщо діяльність для особистості значуща сама по собі, то говорять про внутрішню мотивації, якщо ж значимі зовнішні атрибути професії (визнання суспільства, престижність тощо) - переважає зовнішня мотивація. У наукових дослідженнях практичній діяльності використовуються не тільки методологія виявлення індивідуальних мотивів, але й усереднених, використовуючи які вивчають мотивацію професійної діяльності, соціальної групи

В таблиці 6.3 наведено способи реалізації мотивації.

Таблиця 6.3 - Визначення способів реалізації мотивації

Способи реалізації мотивації	Зовнішня мотивація	Внутрішня мотивація
Вступна мотивація	По закінченні вивчення всієї теми буде проведена підсумкова контрольна робота, результати якої вплинуть на загальну оцінку вивчення дисципліни. Отже, для отримання позитивної оцінки необхідно мати повний конспект та виконанні домашні завдання.	Сьогодні ми розпочинаємо вивчати нову тему «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4». Тема має велику важливість в вашому професійному становищі, бо Технологічний процес виробництва являє собою сукупність заходів, що забезпечують технологічну готовність виробництва, тобто наявність на підприємстві повних комплектів конструкторської та технологічної документації і засобів технологічного обладнання, необхідних для випуску заданого обсягу продукції з встановленими техніко-економічними показниками. Яким чином виконується технологічний процес отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4, ми з вами визначимо впродовж вивчення теми. Будьте уважні, не відволікайтесь!

### 6.6. Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті

Проектування технологій формування орієнтовної основи діяльності (ООД) включає вибір типу навчання, його структурних елементів, а також методів і прийомів їх реалізації.

Вибір методів, форм та засобів формування ООД наведено в таблиці 6.4

Таблиця 6.4 - Способи формування ООД на факультативному занятті

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I	Фронтальна	Розповідь-пояснення, ілюстрація	Презентаційні слайди з теми
II	Фронтальна	Лекція з елементами пояснювання, ілюстрація	Презентаційні слайди з теми
III	Фронтальна	Пояснення, ілюстрація	Презентаційні слайди

### 6.7. Проєктування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті

Після того, як у учнів сформовані необхідні уявлення про об'єкти, що вивчаються, процеси або явища навколишній дійсності, настає етап формування умінь, навиків або, по-іншому, виконавчих дій.

Головна закономірність процесу засвоєння дійсності в тому, що пізнавальна діяльність і введення в неї знання набувають розумової форми, стають узагальненими не відразу, а пройшовши через ряд етапів. Якщо викладач будує процес навчання з урахуванням їх послідовності, він істотно підвищує можливість досягнення мети всіма учнями.

Вибір методів, форм та засобів формування виконавчих дій наведено в таблиці 6.6.

Таблиця 6.5 - Способи формування виконавчих дій з теми

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I	Фронтальн а	Бесіда	Презентаці йні слайди
II	Фронтальн а	Бесіда	Презентаці йні слайди
III	Фронтальн а	Бесіда- обговорення переваг та недоліків технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4	Презентаці йні слайди

### 6.8. Проєктування контрольних дій з теми

Проєктування системи контролю є одним з важливих видів діяльності викладача. Контроль дає можливість визначити, наскільки чітко досягнута мета навчання, які недоліки процесу навчання і що слід зробити, щоб застосувати нові технології навчання

Вибір методів, форм та засобів формування контрольних дій наведено в таблиці 6.6.

Таблиця 6.6 - Засоби контролю з теми факультативного заняття

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I	Фронтальне	Усне опитування	Контрольні питання
II	Фронтальне	Усне опитування	Контрольні питання
III	Фронтальне	Письмове опитування	Картка-завдання

### 6.9. Розробка сценарію факультативного заняття

Сценарій навчання з теми заняття на тему: «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4» наведено в таблиці 6.7.

Таблиця 6.7 - Сценарій навчання з теми заняття

№ п/п	Структурні елементи заняття	Зміст структурних елементів
1	2	3
1	Організаційний момент	Вітання, фіксація відсутніх, перевірка зовнішньої обстановки в аудиторії Вітання викладача. Студенти підтверджують присутності у момент переключки, формують настрої на здійснення навчальної діяльності
2	Повідомлення теми і мети заняття	Повідомлення теми заняття: «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4», «Сьогодні на занятті ми з вами розглянемо питання щодо технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4» Студенти фіксують тему, сприймають цілі, формують уявлення щодо результатів засвоєння матеріалу теми даного заняття
3	Мотивація мети	Повідомлення важливості вивчення даної теми: «Сьогодні ми розпочинаємо вивчати нову тему «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4». Тема має велику важливість в вашому професійному становищі, бо технологічний процес виробництва являє собою сукупність заходів, що забезпечують технологічну готовність виробництва, тобто наявність на підприємстві повних комплектів конструкторської та технологічної документації і засобів

Продовження табл. 6.7

1	2	3
		технологічного обладнання, необхідних для випуску заданого обсягу продукції з встановленими техніко-економічними показниками. Яким чином виконується технологічний процес отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4, ми з вами визначимо впродовж вивчення теми. Будьте уважні, не відволікайтесь!»
4	Актуалізація базових знань	Проведення усного фронтального опитування, за допомогою контрольних питань: 1. Яке обладнання називають високотехнологічним? 2. Що таке обробний центр IP5000ПМФ4? 3. Де використовується деталь «Корпус»? 6. Яке значення має деталь «Корпус»? Якщо студенти затрудняються відповісти на питання, коротко нагадує основні моменти по базовому матеріалу Студенти слухають питання, відповідають на них. Доповнюють відповіді друг друга
5	Формування ООД	Викладач викладає новий матеріал за планом В ході викладу використано наступні методи та засоби: метод лекції з елементами пояснення, розповідь, ілюстрація Сприйняття нової інформації, співвідношення її з наявними знаннями, розуміння, запам'ятовування, ведення конспекту.
6	Формування ВД	Обговорення та аналіз переваг та недоліків технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4
7	Формування КД	Викладач видає студентам картки-завдання. Студенти письмово відповідають на завдання.
8	Підбиття підсумків	Узагальнення засвоєного шляхом нагадування в узагальненому вигляді основних питань, розглянутих на занятті Відновлення в пам'яті основних моментів матеріалу заняття

### 6.10 Висновки до розділу 6

В четвертому розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування». Було сформовано оперативні цілі з теми, проаналізований список використаних джерел на основі кількісного та якісного аналізу, розроблено логіко-семантичну структуру з теми, проаналізовані базові знання учнів з навчальної теми, обрано технологій навчання (мотиваційну технологію, технологію формування нових знань, технологію виконавчих та контрольних дій, розроблено сценарій факультативного заняття.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

При повному конструкторсько-технологічному аналізі обробки виробу «КОРПУС» в умовах дрібносерійного виробництва можна відзначити, що впровадження верстатів із ЧПК, а також автоматизованої підготовки виробництва, забезпечують зменшення допоміжного часу за рахунок автоматичного переміщення, базування заготовок і деталей, зменшення основного часу й поліпшення якості обробки за рахунок використання устаткування більшої потужності, чим універсальні верстати.

Створення групового технологічного процесу дозволяє зменшити кількість застосовуваних устаткування, пристосувань, різального й допоміжного інструментів – це забезпечує, при великій номенклатурі оброблюваних виробів, зменшення витрат, а відповідно, собівартості випускної продукції.

За допомогою імітаційного моделювання системи виготовлення деталі можна точно визначити витрати часу, а також автоматично розробити програму обробки виробу для верстатів із ЧПК, що дозволяє зменшити участь людини у виробництві.

Результати дослідження імітаційного тривимірного геометричного моделювання роботи гнучкого виробничого модуля токарної обробки показали, що подібні моделі можуть бути використані на стадії проектування ГВМ і при його експлуатації.

На стадії проектування, можливе виявлення недоліків компоновки ГВМ і вибір найбільш раціональної компоновки на основі аналізу якісних і кількісних характеристик моделі.

У сфері виробництва подібні моделі можуть знайти застосування для створення графічного інтерфейсу систем для автоматизації програмування роботи ГВМ, аналізу розроблених керуючих програм ГВМ, для виявлення можливих аварійних ситуацій, що виникають в процесі установки заготовки на верстат і відладки програм роботи модуля поза верстатом і тим самим

вирішити головну проблема ГВС – строгу і точну орієнтацію в просторі заготовок при всіх маніпуляціях завантаження і вивантаження. Крім того, за допомогою подібних моделей можливе коректне нормування технологічних операцій, що виконуються на ГВМ і визначення планового завантаження верстата для різних партій заготовок.

Такі можливості імітаційних геометричних моделей дозволяють скоротити терміни технічної підготовки виробництва, підвищити її якість і ефективніше експлуатувати дороге устаткування.

У методичному розділі розділі магістерської кваліфікаційної роботи було розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Сутність технологічного процесу отримання деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP5000ПМФ4» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Машинобудування». Було сформовано оперативні цілі з теми, проаналізований список використаних джерел на основі кількісного та якісного аналізу, розроблено логіко-семантичну структуру з теми, проаналізовані базові знання учнів з навчальної теми, обрано технологій навчання (мотиваційну технологію, технологію формування нових знань, технологію виконавчих та контрольних дій, розроблено сценарій факультативного заняття.

## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Автоматизация технологических процессов: Учеб. пособие для студ. сред. проф. образования / В.Ю. Шишмарев. – М.: Академия, 2005. – 352 с.
2. Проектирование автоматических линий / А.И. Дащенко, А.П. Белоусов. Учеб. пособие для маш.-строит. спец. вузов. – М.: Высшая школа, 1983. – 328 с., ил.
3. Автоматизация производственных процессов в машиностроении: Учеб. для вузов / Н.М. Капустин, П.М. Кузнецов, А.Г. Схиртладзе и др. – М.: Высшая школа, 2004. – 415 с., ил.
4. Г.А. Долматовский. Справочник технолога по обработке металлов резанием. 3-е издание перераб. – М.: МАШГИЗ, 1962. – 1239 с.
5. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Изд-е 4-е, исправл. и доп. – Л.: Машиностроение, 1975. – 656 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 495 с.
7. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя. – М.: Издательство стандартов, 1992. – 464 с.
8. [www.coromant.sandvik.com](http://www.coromant.sandvik.com).
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
10. Проектирование операций механической обработки. Гришкевич А.В., Цимбал И.Л. – Х.: Вища пік., 1985. – 144 с.
11. В.П. Градиль. Справочник по единой системе конструкторской документации. – Х.: Прапор, 1988. – 255 с.
12. Роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы в машиностроении. Альбом схем и чертежей: Учеб. пособие для ВУЗов. Ю.М. Соломенцев, К.П. Жуков, Ю.А. Павлов. – М.: Машиностроение, 1989. – 192 с: ил.

13. Промышленные роботы в машиностроении. Альбом П81 схем и чертежей: Учеб. пособие для технических вузов / Ю.М. Соломенцев, К.П. Жуков, Ю.А. Павлов и др.; Под общ. ред. Ю.М. Соломенцева. – М.: Машиностроение, 1986. – 140 с: ил.
14. Кучер А.М., Киватицкий М.М. Металлорежущие станки (альбом общих видов, кинематических схем и узлов). – М.: Машиностроение, 1972. – 308 с.
15. Общетехнический справочник / Под ред. Е.А. Скороходова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1982. – 415 с.
16. Виробництво і технології [Електронний ресурс]: <http://4ua.co.ua/manufacture/index.html>
17. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс]: підруч. / В. П. Головенкін. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: [http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna\\_pedagogika.pdf](http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf)
18. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 204 с.
19. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 174 с.
20. Лебедик Л.В., Стрельников В.Ю., Стрельников М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельников, М. В. Стрельников. – Полтава: АСМІ, 2020. – 303 с.
21. Методика професійної освіти : навч. посібник для здобувачів першого

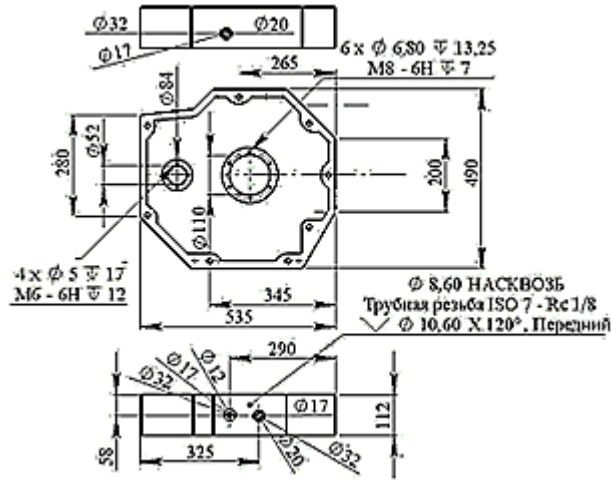
- (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Красильник, М. В. Руденко. – Київ : Компринт, 2026. – 224 с.
22. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УПА, 2026. – 82 с.
23. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.
24. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.
25. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт. : О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савельєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.
26. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: <https://moodle.karazin.ua>
27. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ed-era.com/>
28. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/>
29. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/>
30. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>

31. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>

ДОДАТОК  
ПЛАКАТИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

# Професійна підготовка фахівця машинобудівних підприємств з підвищення продуктивності виготовлення деталі «корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4 за рахунок розробки нового групового технологічного процесу 1

Креслення деталі «Корпус».



Обробний центр IP500ПМФ4



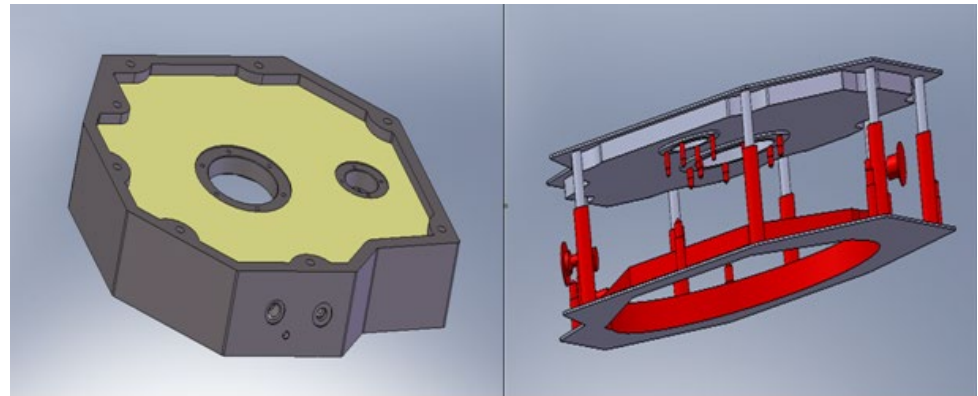
Основною метою випускної роботи є підвищення продуктивності ділянки механічної обробки різанням деталей типу «Корпус» на основі застосування групових методів обробки в умовах дрібносерійного автоматизованого виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно розв'язати наступні завдання:

- виконати аналіз літературних даних по даній тематиці;
- розробити технологічну документацію для обробки деталей типу «Корпус» в умовах дрібносерійного автоматизованого виробництва;
- підібрати технологічне оснащення для базування й транспортування об'єкта обробки;
- вибрати основне й допоміжне технологічне встаткування;
- виконати моделювання системи виготовлення деталі «Корпус»;
- виконати нормування процесу обробки виробу «Корпус»; на обробному центрі IP500ПМФ4.

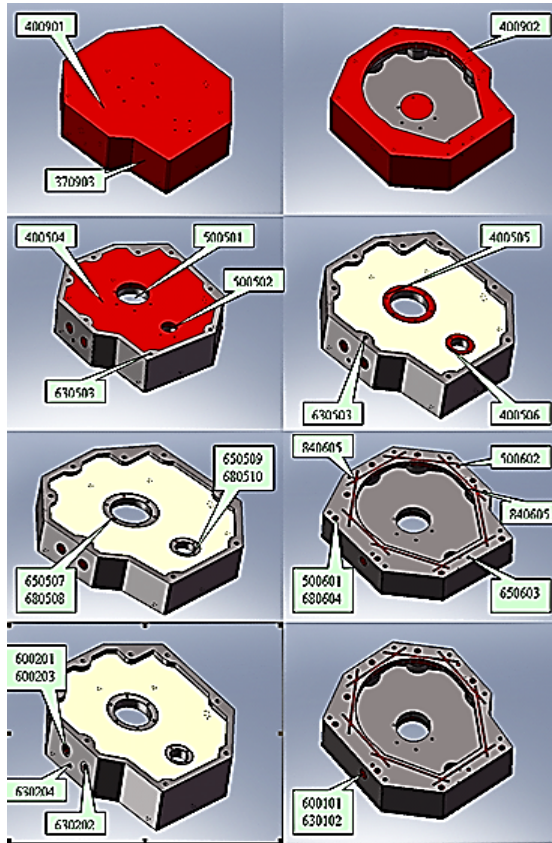
При розробці технологічної документації необхідно скласти груповий маршрут обробки деталей, далі на його підставі розробити групові технологічні операції. Для складання повного технологічного процесу необхідно визначити припуски на операціях і режими різання для обробки деталі «Корпус».

а) деталь «Корпус» в 3D графіці, б) припуски для деталі «Корпус».



а

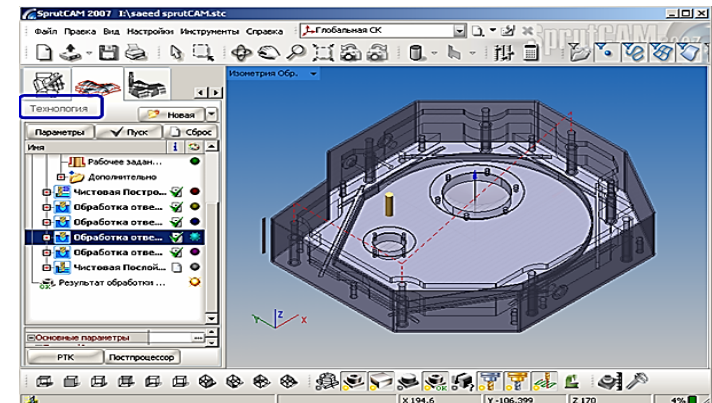
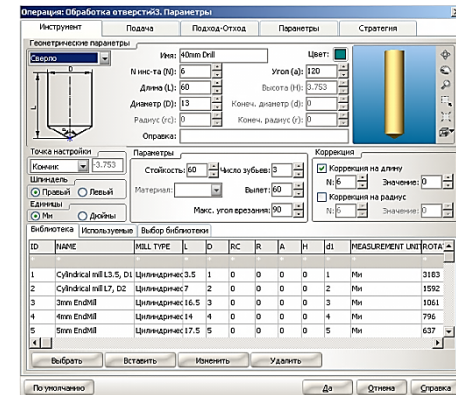
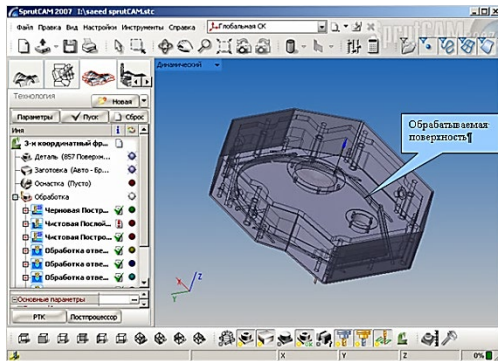
б



Операція	Зміст або найменування операції.	Верстат, устаткування	Оснащення	Операція	Зміст або найменування операції.	Верстат, устаткування	Оснащення
003	1.Лиття.			040	1. Пригнати гострі краї.	Верстат	
010	1. Обробка валика. 2. Оконтурювання.			045	1. Пригнати краї.		
015	Надрезка.			050	1. Грай спортування.		
020	1. Фрезерувати верхню площину поперечно по червоному (400901) 2. Фрезерувати нижню площину поперечно (400902)	Модульно-фрезерний (А.В.10Ф11)	Пристосування	055	1. Свердлити всім отворів Ø13 до Ø20, до глибини 72мм на лівому боці (500601) 2. Свердлити два отвори Ø12мм до глибини 20мм (500602) 3. Свердлити всім отворів Ø10,20 глибиною 35мм (600603) 4. Нарізати різьбу в 3 отвори остаточно Ø12 * 25 остаточно. (680604) 5. Гострі краї зовнішній канавки по червоному (840605) 6. Точки фасонним різцем чистове. (780606)	Багатопозиційний з ЧПК й інструментальним магнітом IP500ПМФ4	Накладення УЗПЮ
025	1. Точки по контуру червоного (370903)	Токарний	Пристосування	060	1. Шліфувати верхню площину остаточно (400901) 2. Шліфувати нижню площину остаточно (400902)	Плоскошліфувальний 3Т722Ф2	Пристосування
030	1. Координатне роточування 1 отвір Ø110 по частоте на верхню площину остаточно (500501) 2. Координатне роточування 1 отвір Ø49 по частоте на верхню площину остаточно (500502) 3. Свердлити М8*2.0 в 3 отвори остаточно. Ø13. (630503)	Токарно-матричний з ЧПК 1Х312ПФ3	Накладення УЗПЮ	065	1. Фрезерувати площину торцевою фрезею чистове Ø32 глибиною 2 мм. в лівому отворі (60101) 2. Свердлити в лівому фаски з лівої сторони Ø11*13мм в одному отворі. (630102)	Багатопозиційний з ЧПК й інструментальним магнітом IP500ПМФ4	Накладення УЗПЮ
035	1. Свердлити М8*2.0 в 5 отворів остаточно. Ø13. (630503) Фрезерувати площина (400504) остаточно 3. Фрезерувати на площині торцевою фрезею чистове (400505) Фрезерувати торцеві шпестки, протилежні площини Е. Фрезерувати на площині торцевою фрезею чистове (400506) із правим 2 мм. Фрезерувати торцеві виступи, протилежні площини Е, із правим 2 мм під старілля. 4. Нарізати М8 уместі отворів. Ø6,55 на . площина Ж. остаточно до глибини 13,25 (650507) 5. Нарізати різьбу М8 уместі отворів. Ø8 * 7мм остаточно (680508) 6. Свердлити М8 в 4 отвори Ø5 на . площина Г остаточно. до глибини 17мм (650509) 7. Нарізати різьбу М8 в 4 отвори остаточно Ø6 * 12 остаточно (680510)	Багатопозиційний з ЧПК й інструментальним магнітом IP500ПМФ4	Накладення УЗПЮ	070	1. Фрезерувати дві площини торцевою фрезею чистове Ø32 глибиною 2 мм. с правої сторони. (600201) 2. Складсте свердління й обробка фаски в одному отворі із правої сторони. Ø8,5*31,5, 1,6*60. Ø11*6мм (630202) 3. Свердління в лівому фаски із правої сторони. Ø17*20мм в одному отворі. 630203 4. Складсте свердління й обробка фаски в одному отворі із правої сторони. Ø8,6 * 32,6, 1,6*60. Ø10,60*7мм (630204)	Плоскошліфувальний 3Т722Ф2	Пристосування
040	1. Пригнати гострі краї.	Верстат		075	1. Пригнати гострі краї.	Верстат	
045	1. Пригнати краї.			080	1. Точальний конт роль.		
050	1. Грай спортування.			085	1. Накладення антикорозійного покриття		

Створення нової операції в програмі SprutCam

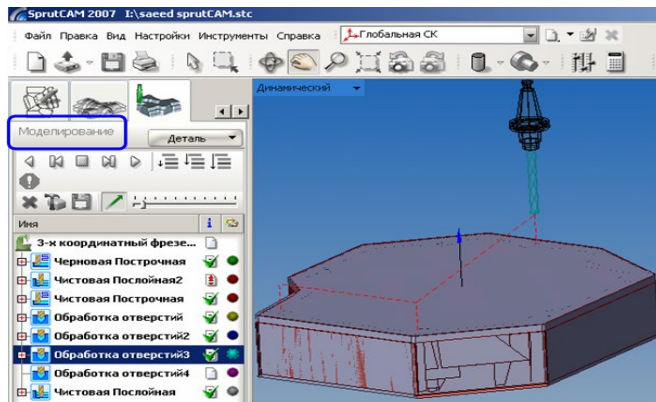
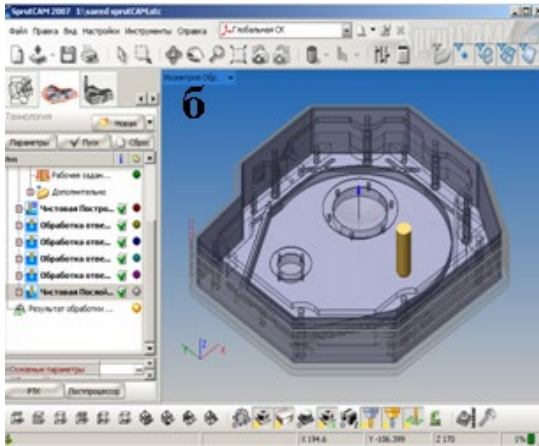
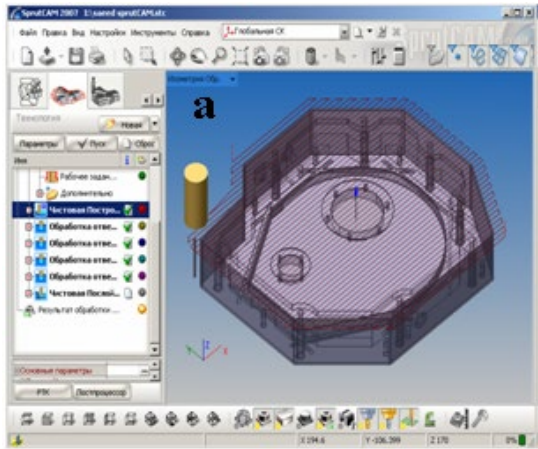
Вибір інструмента для і обробка отворів операції 030 – перехід 003



# Обработка поверхности заготовки и программе Sprutcam

# Программа обработки основного отвору детали «Корпус»

3



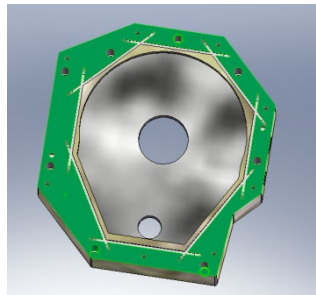
```
1: PPFUN  TECHINFO(58), 250, -77.600, -207.200, 114, 194.600, 241.800, 170, 170,
117.753, -2, 0, -271.500, -231.298, -2, 271.500, 266.702, 114, 3, 0, 0.010, 0.020, 0, 0, 8, 7, 13, 90,
1.047, 0, 7, 0, 0, 0, 2, 333, 10000, 200, 100, 100, 200, 100, 600, 1373.521, 0.312, 547.376, 0,
2: COMMENT  "Обработка отверстий4"
3: LOADTL  N 7, X 0, Y 0, Z 0, D 13, M -7, K 7, L 90, P 0, A 120, R 0, H 3.753, RC 0, PLANE
XY(33), Dur 60
4: COMMENT  "@40mm Drill"
5: PLANE  XY(33)
6: SPINDL  ON(71), NO 333, K 0, MODE RPM(0)
7: CUTCOM  ON(71), LENGTH(9) 7, X 0, Y 0, Z 0, N 0, K 0, M 0, LEFT(8)
8: RAPID  N 10000
9: GOTO.abs X 2.400, Y 241.800, Z 170
10: RAPID  N 10000
11: GOTO.abs X 2.400, Y 241.800, Z 170
12: COOLNT  ON(71), N 1
13: CYCLE  DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
14: RAPID  N 10000
15: GOTO.abs X 194.600, Y 169.800, Z 170
16: CYCLE  DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
17: RAPID  N 10000
18: GOTO.abs X 194.600, Y -114.200, Z 170
19: CYCLE  DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
20: RAPID  N 10000
21: GOTO.abs X 137.600, Y -207.200, Z 170
22: CYCLE  DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
23: RAPID  N 10000
24: GOTO.abs X -77.600, Y -207.200, Z 170
25: CYCLE  DRILL(163), A 1, MMPM(315), N 200, F 115, L 10, I 2, P 170, DWELL(279),
0.500, T 114, S 1, PS 0, SC 0, FR 600
26: RAPID  N 10000
27: CYCLE  OFF(72)
28: COOLNT  OFF(72), N 1
29: RAPID  N 10000
30: CUTCOM  OFF(72), LENGTH(9) 0, X 0, Y 0, Z 0, N 0, K 0, M 0, LEFT(8)
```



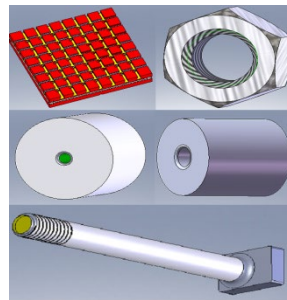


# ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОСНАЩЕННЯ НА ГРУПОВУ ТЕХНОЛОГІЧНУ ОПЕРАЦІЮ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ «КОРПУС» ДЛЯ ГВМ IP500ПМФ4

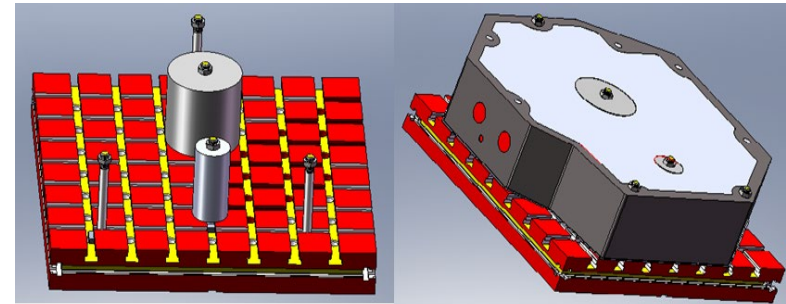
Елементи базування деталі типу «Корпус»



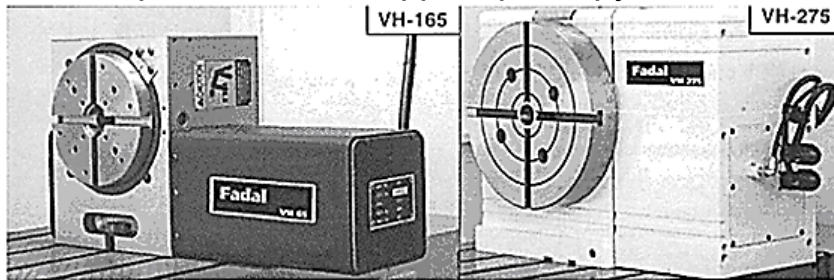
Елементи пристосування для обробки деталі «Корпус».



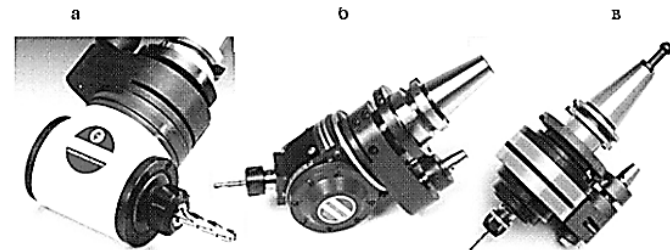
Вигляд пристосування для обробки деталі типу «Корпус».



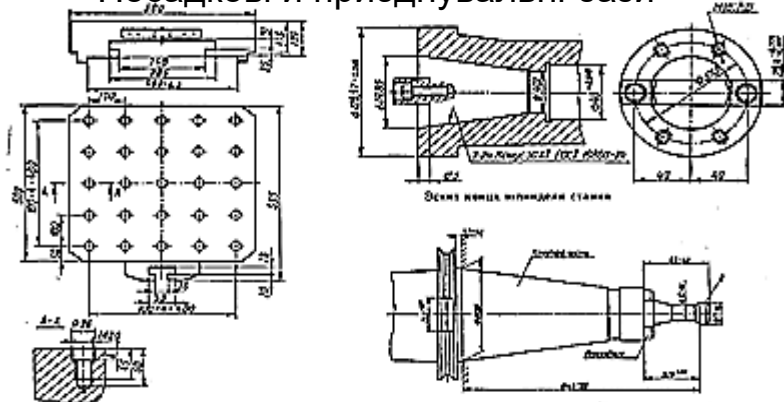
Програмно керовані поворотні пристрої для верстатів зі ЧПК фрезерної групи



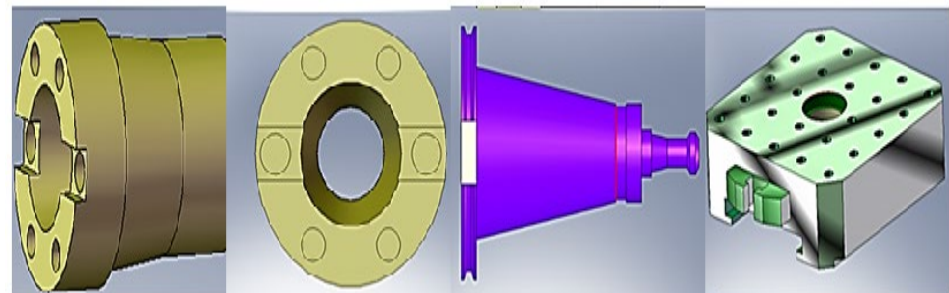
Допоміжне оснащення для орієнтації й привода інструмента: а – кутова шпindelна головка; б – головка з регульованим кутом повороту; в – прискорювальна головка



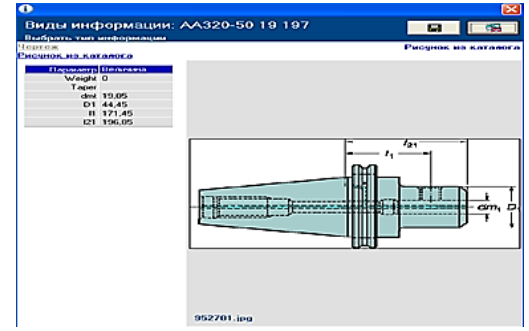
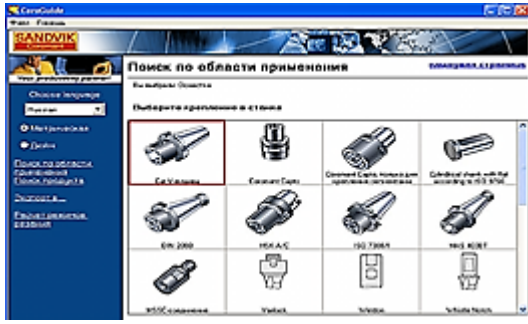
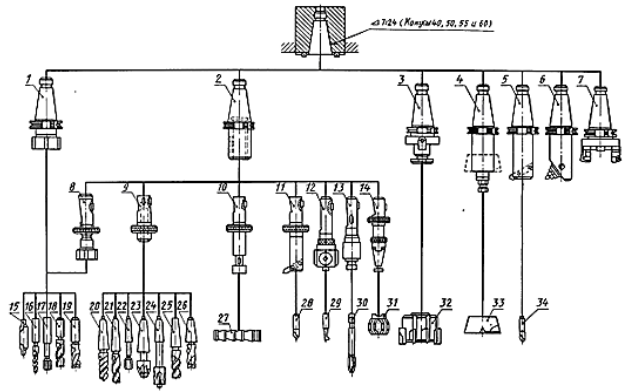
Посадкові й приєднувальні бази



3D - посадкові й приєднувальні бази

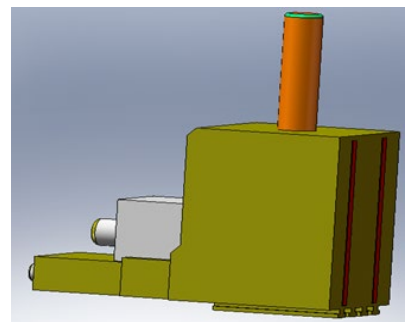


# Вибір інструментального оснащення для обробки деталі типу «Корпус» на обробному центрі IP500ПМФ4

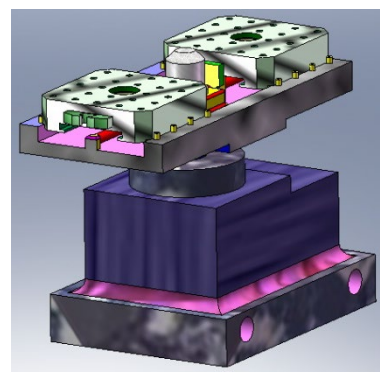


## Розробка транспортно-накопичувальної системи ГВМ IP500ПМФ4

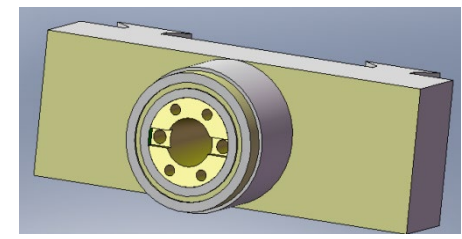
Вертикальна стійка верстат зі ЧПК мод. IP500 ПМФ4-09



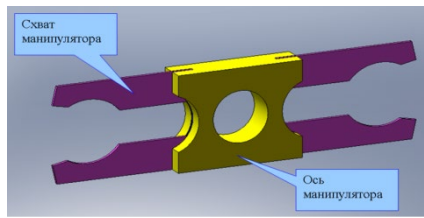
Стіл накопичувач IP500 ПМФ4-09



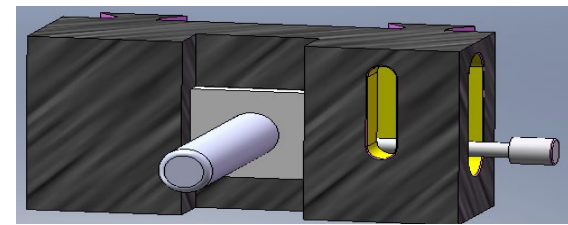
Змінний шпиндель IP500 ПМФ4-09



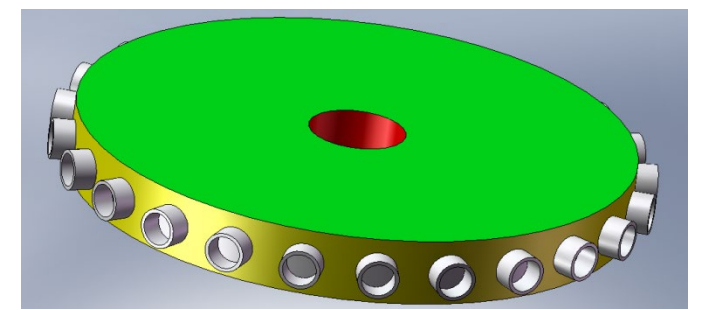
Вісь і схват манипулятора IP500 ПМФ4-09



Зміна інструмента IP500 ПМФ4



Магазин інструмента IP500 ПМФ4-09





# РОЗРОБКА ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГВМ IP500ПМФ4

9

