

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет літакобудування

Кафедра технології виробництва літальних апаратів

Пояснювальна записка

ДО _____ дипломної роботи
(тип кваліфікаційної роботи)
_____ магістра
(освітній ступінь)

на тему
«Удосконалення технології багатоопераційної
обробки дрібних корпусних деталей літака»

XAI.104.163.24B.134.5641595 ПЗ

Виконав: здобувач(ка) 2 курсу групи № 163
Галузь знань 13 «Механічна інженерія»
(код та найменування)

Спеціальність 134 «Авіаційна та ракетно-
космічна техніка»
(код та найменування)

Освітня програма «Технології виробництва та
ремонті літальних апаратів»
(найменування)

Стриженок М. О.

(прізвище та ініціали здобувача (ки))

Керівник: _____ Юрій Д'ЯЧЕНКО
(ім'я та прізвище)

Рецензент: _____ Юрій ЧОРНИЙ
(ім'я та прізвище)

Харків – 2024

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Факультет _____ літакобудування _____

Кафедра _____ технології виробництва літальних апаратів _____

Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____

Галузь знань _____ 13 «Механічна інженерія» _____
(код та найменування)

Спеціальність _____ 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» _____
(код та найменування)

Освітня програма _____ «Технології виробництва та ремонту літальних апаратів» _____
(найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри



Катерина МАЙОРОВА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

« _____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Стриженок Максим Олександрович

(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи «Удосконалення технології багатоопераційної обробки дрібних корпусних деталей літака»

керівник кваліфікаційної роботи Д'яченко Юрій Веніамінович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом Університету № 2036 від « 23 » 11 2023 року

2. Термін подання здобувачем кваліфікаційної роботи 16.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: графік виконання кваліфікаційної роботи; державні та галузеві стандарти; креслення базової конструкції стабілізатора літака МіГ-21; класифікатор дрібних корпусних деталей цеху; річна програма виготовлення типової деталі №=1000 шт.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік завдань, які потрібно розв'язати) Модифікація конструкції панелі стабілізатора, розрахунки на міцність, технічні умови на виготовлення стабілізатора. Конструктивно-технологічний аналіз типової деталі «Балка». Розробка та обґрунтування виду та розмірів заготовки. Розробка маршруту виготовлення деталі «Балка». Розрахунок режиму різання для фрезерування на верстаті з ЧПК. Розробка конструкції спеціального верстатного пристрою. Технологічні розрахунки цеху. Розробка комплекта технологічної документації виготовлення деталі «Балка». Визначення виробничої та повної собівартості виготовлення деталі «Балка» за укрупненими показниками. Компонування багатоопераційних верстатів з ЧПК. Пристрої автоматичної зміни інструмента. Технологічні методи дроблення стружки.

5. Перелік графічного матеріалу: складальне креслення стабілізатора літака МіГ-21; кресленніки деталі «Балка» і заготовки; розрахунково-технологічна карта; пристрій для фрезерування; пристрій контрольний; комплект документів на ТП виготовлення деталі.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата			
		завдання видав		завдання прийняв	
Конструкторський	Трубаєв С. В., зав. кафедри 103		10.10.2023 р.		05.01.2024 р.
Технологічний	Д'яченко Ю.В., проф. кафедри 104		01.10.2023 р.		10.01.2024 р.
Економічний	Д'яченко Ю.В., проф. кафедри 104		10.11.2023 р.		14.01.2024 р.
Спеціальний	Д'яченко Ю.В., проф. кафедри 104		20.10.2023 р.		12.01.2024 р.

Нормоконтроль


(підпис)

Юрій Д'ЯЧЕНКО
(ім'я та прізвище)

«17» січня 2024 р.

7. Дата видачі завдання « 01 » жовтня 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Конструктивно-технологічний аналіз стабілізатора літака МіГ-21. Обґрунтування прийнятих рішень розрахунками.	05.01.2024 р.	
2	Конструктивно-технологічний аналіз номенклатури основних деталей цеху.	07.01.2024 р.	
3	Розробка маршруту виготовлення деталі «Балка». Розрахунок режиму різання для фрезерування на верстаті з ЧПК.	10.01.2024 р.	
4	Техніко-економічне проектування цеха. Розрахунок кількості виробничих робітників.	12.01.2024 р.	
5	Характеристика деталі «Балка» як товару. Визначення критичної програми випуску.	14.01.2024 р.	
6	Компонування багатоопераційних верстатів з ЧПК. Технологічні методи дроблення стружки.	12.01.2024 р.	


Здобувач


(підпис)

Стриженок М. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи


(підпис)

Юрій Д'ЯЧЕНКО

(ім'я та прізвище)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	6
1.1 Опис конструкції літака-винищувача типу МіГ-21	7
1.2 Конструктивно – технологічний аналіз конструкції стабілізатора	10
1.3 Вибір і обґрунтування модифікації панелі стабілізатора.....	11
1.3.1 Визначення навантажень, що діють на стабілізатор	13
1.3.2 Розрахунок поперечних сил, згинаючих і наведених моментів	15
1.4 Розрахунок модифікованої панелі на міцність	17
1.5 Технічні умови на виготовлення стабілізатора	20
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	21
2.1 Конструктивно-технологічний аналіз номенклатури основних деталей цеху	22
2.1.1 Розробка класифікатора деталей цеху.....	22
2.2 Технологічна підготовка виробництва корпусних деталей.....	23
2.2.1 Конструктивно-технологічний аналіз типової деталі	23
2.2.2 Розробка та обґрунтування виду та розмірів заготовки.....	25
2.2.3 Розробка маршруту виготовлення деталі «Балка».....	27
2.3 Вибір типового інструменту для обробки деталі «Балка»	28
2.4 Розрахунок режиму різання для фрезерування на верстаті з ЧПК.....	30
2.5 Розробка конструкції спеціального верстатного пристрою	34
2.6 Формування керуючих програм для верстатів з ЧПК	36
2.7 Техніко-економічне проектування цеха	38
2.7.1 Розрахунок трудомісткості у цеху.....	38
2.7.2 Розрахунок кількості верстатного обладнання	39
2.7.3 Розрахунок кількості виробничих робітників	40
2.7.4 Визначення кількості допоміжних робітників і штату ІТР, СКП, МОП.....	40
2.8 Особливості сучасних багатоопераційних верстатів з ЧПК	41
2.9 Система управління якістю продукції машинобудівних підприємств	43
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	45
3.1 Методика маркетингового вивчення ринку збуту продукції	46
3.1.1 Характеристика деталі «Балка» як товару.....	46
3.1.2 Аналіз ринку збуту виробів машинобудування	47
3.1.3 Маркетингові дослідження виробів машинобудування.....	49
3.2 Формування ринку попиту виробів машинобудування.....	50
3.2.1 Особливості реклами виробів машинобудування.....	50

3.2.2 Аналіз ризику при впровадженні у виробництво нового виробу	51
3.3 Вихідні дані для розрахунку техніко-економічних показників цеху	51
3.4 Визначення критичної програми випуску виробів.....	54
4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	57
4.1 Компонування багатоопераційних верстатів з ЧПК	58
4.2 Пристрої автоматичної зміни інструмента	61
4.2.1 Класифікація пристроїв АЗІ	61
4.3 Компонування пристроїв АЗІ	64
4.4 Технологічні проблеми видалення стружки з робочої зони верстата	69
4.5 Типи стружок при різанні металів	70
4.6 Технологічні методи дроблення стружки	72
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	74
ДОДАТКИ.....	75

ВСТУП

Дипломний проект є комплексною атестаційною роботою і містить у собі конструкторський, технологічний, економічний та спеціальний розділи.

Дипломне проектування є заключним етапом навчання студентів в університеті і має своєю метою:

- систематизацію, закріплення і розширення теоретичних і практичних знань за фахом і застосуванням цих знань при вирішенні конкретних наукових, технічних, економічних і виробничих задач;
- розвиток навичок ведення самостійної роботи й оволодіння методикою дослідження і експериментування при вирішенні проблем і питань що розроблюються у дипломному проекті (роботі);
- з'ясування підготовленості студентів до самостійної роботи в умовах сучасного виробництва, наукових і навчальних організацій, прогресу науки і техніки.

Спираючись на знання, отримані в період навчання в університеті і проходження переддипломної практики, а також користуючись літературними джерелами, науково-дослідною базою кафедри і технічною документацією, студент-дипломник повинен самостійно виконати дипломний проект відповідно до затвердженої теми, у заданому обсязі, якісно й у встановлений термін, показати уміння самостійно вирішувати конструкторські, технологічні і науково-технічні задачі сучасного авіаційного та ракетно-космічного виробництва.

Одним із найбільш значущих чинників технічного прогресу у виробництві сучасної авіаційної та ракетно-космічної техніки, як і в інших галузях машинобудування, є удосконалення технології виробництва.

Технологічність як сукупність властивостей конструкції виробу, що дозволяє оптимізувати витрати праці, засобів, матеріалів та часу при виробництві та експлуатації авіаційної та ракетно-космічної техніки, є одним із найважливіших показників якості.

Технологічність конструкції по своїй суті є економічним поняттям, тому що воно характеризує пристосованість даного варіанта конструкції до виготовлення з меншою собівартістю в порівнянні з іншими варіантами.

У зв'язку з цим великого значення набувають завдання щодо підвищення ефективності механічної обробки, вирішення яких сприяє зниженню трудових й експлуатаційних витрат, підвищенню продуктивності окремих операцій, автоматизації процесів оброблення складних обводотвірних поверхонь деталей авіаційної та ракетно-космічної техніки.

1 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

1.1 Опис конструкції літака-випилювача типу МіГ-21

МіГ-21 – легкий надзвуковий фронтний випилювач третього покоління, розроблений ОКБ Мікояна і Гуревича в середині 50-х років. Перший МіГ з трикутним крилом. Випускався серійно в СРСР з 1959 по 1985 рік. Серійні аналоги літака МіГ-21 випускалися в Чехословаччині, Індії та Китаї [8].

За схемою кріплення крила до фюзеляжу літак МіГ-21 – середньоплан з трикутним крилом і суцільноповоротним керованим стрілоподібним стабілізатором. Конструкція літака суцільнометалева, виконана із застосуванням алюмінієвих сплавів Д16, АК4-1 і магнієвого сплаву ВМ-65-1. У високонавантажених зонах і вузлах використовувалися сталі 3ОХГСА і 3ОХГСНА [12]. У хвостовій частині фюзеляжу встановлений двигун, всередині фюзеляжу проходить повітряний канал.

В таблиці 1.1 зведені основні льотно – технічні характеристики літака.

Таблиця 1.1 – Льотно – технічні характеристики літака МіГ-21

Екіпаж, чол.	1
Довжина, м	13,46
Розмах крила, м	7,15
Висота, м	4,71
Площа крила, м ²	23
Маса пустого, кг	4819
Максимальна злітна маса, кг	8625
Двигун	ТРДДФ Р-13-300
Тяга максимальна, кгс	3880
Тяга на форсажі, кгс	5740
Максимальна швидкість на висоті, км/год.	2125
Максимальна швидкість у землі, км/год.	1100
Крейсерська швидкість, км/год.	1000
Дальність польоту, км:	
- без ППБ,	1520
- з ППБ	1900
Практична стеля, м	19000
Навантаження на крило при максимальній злітній масі, кг/м ²	375
Тягоозброєність при максимальній злітній масі, кгс/кг	0,67
Максимальні експлуатаційні перевантаження	+ 6 G
Озброєння: вбудована гармата НК-30, 180 снарядів.	
Кількість точок підвіски	2
Маса підвісних елементів, кг	1300

На рисунку 1.1 представлений загальний вигляд літака-випилювача МіГ-21 індійських (рисунок.1, а) та хорватських (рисунок 1.1, б) ВПС, що були відремонтовані на ДП «Одеський авіаційний завод».



а



б

Рисунок 1.1 – Загальний вигляд винищувача МіГ-21

Проекційний вигляд винищувача МіГ-21 представлений на рисунку 1.2

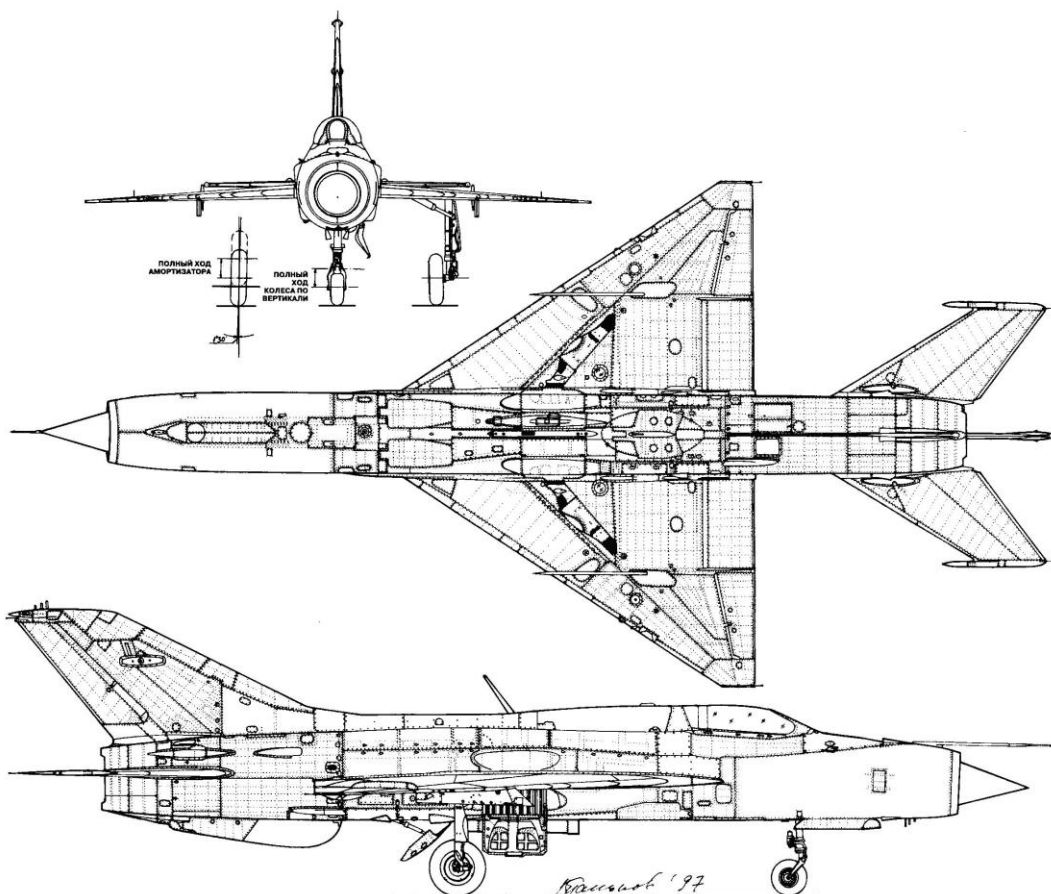


Рисунок 1.2 – Проекційний вигляд літака-винищувача МіГ-21

Планер літака складається з фюзеляжу, крила і хвостового оперення. Для зручності в експлуатації, виконання регламентних робіт, ремонту літака і інших робіт, планер має ряд експлуатаційних роз'ємів, що членують його на окремі агрегати: носову і хвостову частини фюзеляжу, висувний корпус, консолі крила та інш [8].

Основними матеріалами, що йдуть на виготовлення планера, являються алюмінієві сплави, а вид з'єднання – клепання.

Фюзеляж є сигарообразним тілом овалного перерізу зі зрізаними переднім і заднім кінцями. Для встановлення, зняття та огляду двигуна при регламентних роботах є експлуатаційний роз'єм, що ділить фюзеляж на носову та хвостову частини. Поперечний силовий набір носової частини фюзеляжу складається з 28 (або 29) шпангоутів, з яких шпангоути № 2, 6, 11, 13, 16, 16А, 20, 22, 25 та 28 є силовими. Поздовжній набір скомпонований з лонжеронів та балок з невеликою кількістю стрінгерів, що компенсується застосуванням обшивки зі значними товщинами [8]. Складання носової частини фюзеляжу - панельна.

Поперечний набір хвостової частини – це 13 шпангоутів, з яких шпангоути № 34, 35А та 36 – силові, а поздовжній набір складають стрінгери.

На фюзеляжі встановлені два передні гальмівні щитки з кутом відхилення 25° і один задній з кутом відхилення 40° . У хвостовій частині фюзеляжу є ніша для гальмівного парашута, що випускається в момент торкання поверхні ЗПС головними колесами шасі. Проти-допоміжні автоматичні стулки знаходяться з обох боків фюзеляжу між 2-м і 3-м шпангоутами, а між 9-м і 10-м шпангоутами - стулки повітряного підживлення двигуна, що відкриваються на землі і під час зльоту [8]. Між шпангоутами 2 і 6 у верхній частині фюзеляжу розташовується відсік радіоапаратури та електроустаткування. Нижня панель відсека служить нішою установки та прибирання передньої стійки шасі.

Крило трикутної у плані форми (з обрізаними законцівками) набрано із симетричних профілів ЦАГІ-С-9С відносною товщиною 5 % і складається з двох однолонжеронних консолей із передньою та задньою стрінгерними стінками. Поперечне «V» складає -2 градуси. У кожній консолі розташовується по два паливні баки (у носовій та середній частинах) та силовий набір з нервюр та стрінгерів. На крилі є елерони загальною площею $0,88 \text{ м}^2$, а для поліпшення злітно-посадкових характеристик - закрилки з віссю обертання, що ковзає, загальною площею $1,87 \text{ м}^2$ і повним кутом відхилення 24° [8].

Аеродинамічні гребені висотою 7% від місцевої хорди крила покращують подовжню стійкість на великих кутах атаки (спочатку по три гребені, починаючи з МіГ-21Ф - по одному на кожній площині). Крім відсіків для палива у корневих частинах крила знаходилися кисневі балони. На консолях також змонтовано посадочні фари та вузли підвіски озброєння. Консолі кріпляться до фюзеляжу у п'яти точках [8].

Горизонтальне оперення стрілоподібністю 55 градусів та рухомою площею $3,94 \text{ м}^2$ набрано із симетричних профілів NASA-6А із відносною товщиною 6 %. Кожна половина стабілізатора кріпиться до сталеві балки круглого перерізу. Балки стабілізатора обертаються в радіально завзятих підшипниках,

встановлених на шпангоуті № 35А, та голчастих підшипниках, встановлених на шпангоуті № 36 з обох боків фюзеляжу. Вертикальне оперення стріловидністю 60° , що складається з кіля і керма повороту, набрано з профілів С-11 з відносною товщиною 6%. Знизу фюзеляжу для підвищення дорожньої стійкості встановлений подфюзеляжний гребінь [8].

Шасі трипорне з носовим колесом. Колія шасі 2,692 м, база 4,87 м. Передня стійка з колесом КТ-38 розміром шини 500×180 мм, забирається проти потоку в носову нішу фюзеляжу. Основні опори з колесами КТ-82М з розміром шин 660×200 мм забираються в нішу крила (стійка з амортизатором і гідроциліндром) і фюзеляжу, між шпангоутами № 16 - № 20 (колеса) розгортаються щодо стійок на кут 87° . Прибирання та випуск шасі здійснюються гідросистемою, аварійний випуск – аварійною повітряною системою [8].

Усі колеса шасі - гальмівні. Гальма коліс основних стійок - дискові, гальмо переднього - барабанне двокамерне. Управління поворотом переднього колеса від педалей колійного керування.

1. 2 Конструктивно – технологічний аналіз конструкції стабілізатора

Конструктивно стабілізатор складається з набору нервюр, переднього і заднього стрингерів, фрезерованих панелей, стикувальних стрічок, лобової обшивки, закінцівки з протифлатерним вантажем і двох бортових нервюр. Стабілізатор (рисунок 1.3) складається з двох консолей - правої і лівої [8].

Кріплення стабілізатора балки хвостової частини фюзеляжу здійснюється за допомогою чотирьох вертикальних і одного горизонтального болтів.

Повздовжнє керування літаком здійснюється керуючим стабілізатором від ручки керування з допомогою системи жорстких тяг і качалок через гідропідсилювач БУ – 210Б, який входить в систему по необоротній схемі і передає рух одночасно на обидві половини стабілізатора.

Застосування керуючого стабілізатора замість руля висоти пояснюється тим, що на надзвукових швидкостях польоту і особливо на великих висотах ефективність руля висоти знижується, тобто відхилення уже не викликає необхідної зміни підйомної сили горизонтального оперення. Крім того, з збільшенням швидкості збільшується запас повздовжньої статичної стійкості літака і пропорційно йому зростає необхідна сила на горизонтальному оперенні, що необхідна для балансування літака [8].

Кожна половина стабілізатора кріпиться до сталевій балки круглого перетину. Балки стабілізатора обертаються в радіально упорних підшипниках, встановлених на шпангоуті № 35А, і голчастих підшипниках, встановлених на шпангоуті № 36 з обох боків фюзеляжу [8].

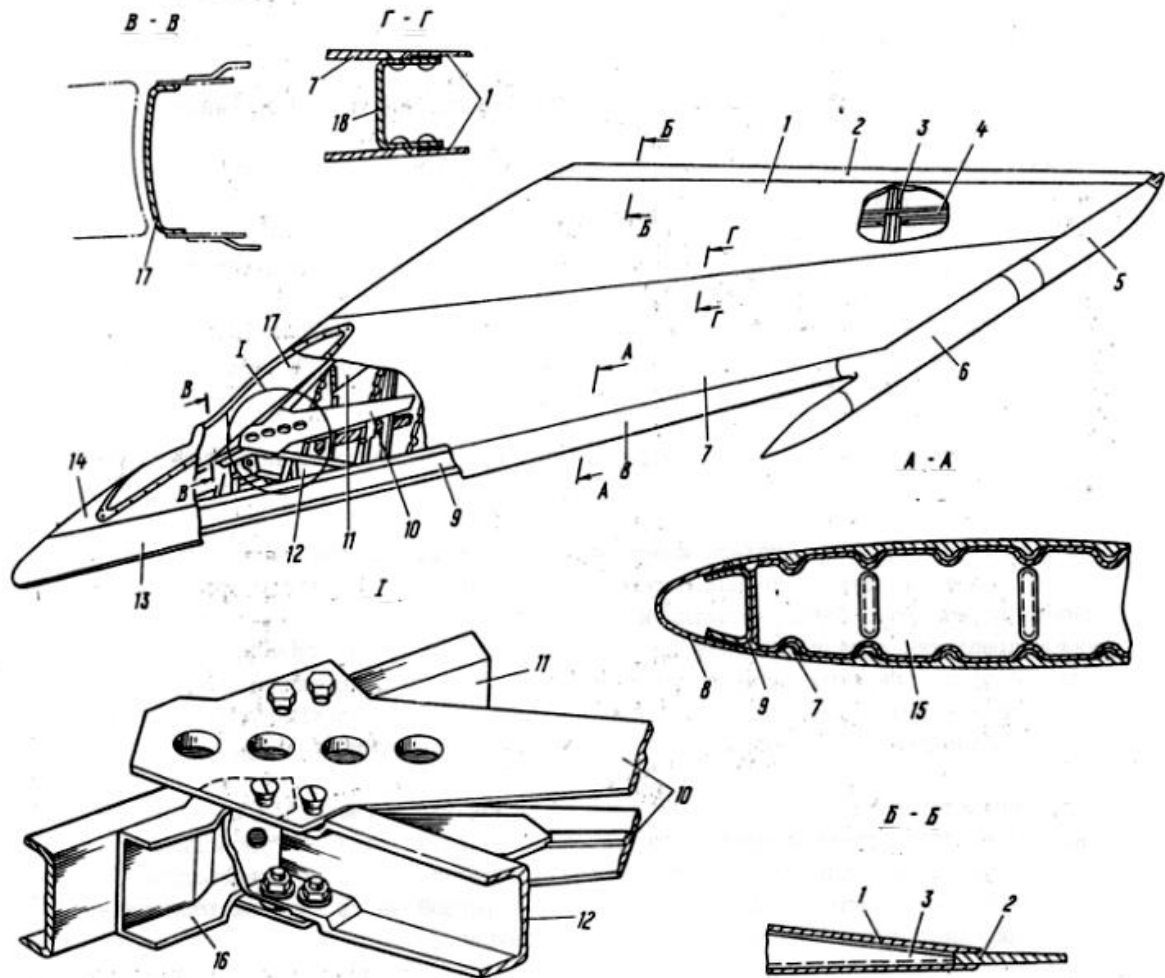


Рисунок 1.3 – Стабілізатор: 1 – обшивка; 2 – вкладиш кінцевий; 3 - нервюра; 4 – стрингер; 5 – закінцівка; 6 – вантаж протифлатерний; 7 – обшивка; 8 – обшивка носка; 9 – стрингер передній; 10 – накладка; 11 – балка; 12 - подкос; 13 – обшивка носка; 14 – обшивка крила; 15 – нервюра; 16 – коробочка; 17 - нервюра торцева; 18 – стрингер задній

Правильний вибір матеріалу конструкції може істотно поліпшити вагові та льотно-тактичні характеристики, а також знизити матеріальні витрати на його виробництво і експлуатацію. При виборі матеріалу враховується його механічні властивості. Однак найбільша увага при виборі матеріалу приділяється задоволенню вимоги забезпечення необхідної міцності і жорсткості конструкції при найменшій масі, забезпечення вагової вигідності або вагової ефективності матеріалу [12].

1.3 Вибір і обґрунтування модифікації панелі стабілізатора

У конструкції агрегату переважають алюмінієві сплави, так як при порівняно малій щільності вони мають високі міцнісні характеристики. Модифікація конструкції полягає в заміні використовуваних матеріалів.

На етапі проектування одним з основних критеріїв є мінімум маси. Цей показник в основному залежить від вибору матеріалу деталей, що входять в агрегат. Вибір матеріалу залежить від функціонального призначення елемента і навантажень, що сприймаються ним. За рахунок зменшення маси конструкції можливо збільшити навантаження літака, або зменшити витрату палива.

В результаті пошуку конструктивно-технологічних рішень по зменшенню маси панелі широке застосування отримали стільникові конструкції, які складаються з двох тонких міцних облицювальних пластин – обшивок, товстої легкої серцевини – стільникового заповнювача, що розділяють несучі пластини і розподіляє навантаження між ними, і адгезійних шарів, що зв'язують пластини з наповнювачем і передають навантаження від заповнювача до облицювання і назад. Стільниковий заповнювач працює на зсув і підвищує згинальну жорсткість системи. Стільникові конструкції володіють легкістю і твердістю, хорошими звуко- і теплоізоляційними властивостями, високою технологічністю, високою вібростійкістю і стійкістю до атмосферних впливів [8].

Основними функціями матеріалів для несучих пластин (обшивок) є забезпечення жорсткості щодо вигину і зсуву в площині пластин, а також передача навантажень в тій же площині. В аерокосмічній техніці для обшивок використовуються композитні матеріали, які забезпечують вимоги до таких важливих характеристик, як мала маса, високі міцність і жорсткість.

Найбільш повно зазначеним вимогам задовольняють вуглепластикові обшивки. Вуглецеві волокна, що входять до складу вуглепластиків, крім низької щільності, володіють високим питомим модулем пружності і, отже, жорсткістю. Однак робота на стиск нижче, ніж робота на розтяг [8].

Для застосування стільникових конструкцій з вуглепластиковим обшивками та забезпечення їх надійного і довговічного використання потребує проведення великого обсягу розрахункових і експериментальних досліджень.

Вони включають вивчення механічних властивостей композитів і величин їх розкиду, розробку ефективних методів розрахунку, аналізу та синтезу конструкцій, дослідження вплив температури на механічні властивості елементів панелі, застосовуваних в умовах різного напружено-деформованого стану.

В якості стільникового наповнювача панелі запропоновано сотоблок полімеросотопласт – ПСП-1-2.5, шари внутрішньої і зовнішньої обшивки виготовляються з стрічок УТ-900-3А-240ЭД і УОЛ-300-1А, зі схемою укладки шарів 0°; 45°. Вуглецеві стрічки просочуються епоксидним сполучником ЕДТ-69.

Для поліпшення аеродинамічних якостей панелі використовується зовнішня плівка SYN SKIN.

В таблиці 1.2 приведені основні характеристики стрічки УТ-900-3А.

Таблиця 1.2 – Механічні властивості заповнювача марки УТ-900-3А

Модуль пружності E_1 , МПа	Модуль пружності E_2 , МПа	Коефіцієнт Пуансона	Модуль здвигу, G_{12} , МПа	Товщина моношару, мм	Межа міцності при розтягуванні, Па	Щільність, г/м ²
65704,56	63743,23	0,07	6374,32	0,2	50	240

1.3.1 Визначення навантажень, що діють на стабілізатор

Стабілізатор зазвичай являє собою двоопорну балку, навантажену розподіленими аеродинамічними силами і реакціями опор у вузлах кріплення стабілізатора до фюзеляжу. Необхідно визначити, які ж навантаження сприймає стабілізатор. Зовнішні навантаження, що діють на горизонтальне оперення в польоті обумовлені нормами міцності [7]. В практиці проектування і нормування при визначенні зовнішніх навантажень зазвичай користуються формулами, які пов'язують з їх умовного питомого навантаження на крило і площею оперення $S_{оп}$.

При визначенні навантажень на горизонтальне оперення розглядають три основних розрахункових випадки:

- врівноважують навантаження;
- маневрені навантаження;
- навантаження при польоті в неспокійному повітрі [8].

У сталому прямолінійному горизонтальному польоті врівноважує навантаження на ГО розраховується з умови рівності двох моментів сил щодо центру мас літака

$$M_{zГО} + M_{zбезГО} = 0, \quad (1.1)$$

де $M_{zГО} = P_{зр,ГО}^e \cdot L_{ГО}$ – повздовжній момент ГО;

$P_{зр,ГО}^e$ – зрівноважувальна експлуатаційна сила ГО;

$L_{ГО}$ – відстань від центру мас літака до центру тиску аеродинамічного навантаження ГО;

$M_{zбезГО}$ – повздовжній момент літака без ГО.

Повздовжній момент $M_{zбезГО}$ визначається з залежності

$$M_{zбезГО} = m_{zбезГО} \cdot S_{ГО} \cdot b \cdot q, \quad (1.2)$$

де $m_{zбезГО}$ – коефіцієнт моменту літака без ГО відносно його центра маси при даному куті атаки, що розраховується по результатам продувань аеродинамічної моделі або теоретично по співвідношенням аеродинаміки;

$S_{ГО}$ – площа горизонтального оперення;

b – середня аеродинамічна хорда горизонтального оперення;

q – розрахункове значення швидкісного напору

$$q = \frac{\rho \cdot V^2}{2}, \quad (1.3)$$

$V = 277.7$ м/с – крейсерська швидкість польоту;

щільність повітря на крейсерській висоті польоту

$$\rho \approx \rho_0 \cdot \frac{20-H}{20+H}, \quad (1.4)$$

$\rho_0 = 1.225$ кг/м³ – щільність повітря; $H = 17$ км – крейсерська висота польоту.

Підставляємо значення в формули (1.3) і (1.4):

$$\rho \approx 1.225(20 - 17)/(20 + 17) = 0,099 \text{ кг/м}^3;$$

$$q = \frac{0.099 \cdot 277.7^2}{2} = 38,17 \text{ кН/м}^2.$$

У сталому горизонтальному польоті, коли коефіцієнт експлуатаційного маневрового перевантаження близький до нуля, визначальним є навантаження за рахунок швидкісного напору.

Тоді: $M_{\text{без ГО}} \approx m_z 0$;

де $m_z 0 = 0.07$ – значення коефіцієнта моменту при $C_y = 0$.

Тоді розрахункове значення врівноважуючого навантаження ГО

$$P_{\text{вр.ГО}}^p = f \cdot P_{\text{вр.ГО}}^e = m_z \text{ без ГО} \cdot S_{\text{ГО}} \cdot b \cdot q \cdot f / L_{\text{ГО}}, \quad (1.5)$$

$f = 2$ – коефіцієнт безпеки.

$$P_{\text{вр.ГО}}^p = 0.07 \cdot 6.69 \cdot 1.32 \cdot 38.17 \cdot 10^3 \cdot 2 / 3.74 = 126,2 \text{ кН.}$$

Маневрені навантаження на ГО створюються в початковий момент маневру літака і визначаються за наближеною формулою

$$P_M^e = \pm k \cdot n_{\text{max}}^e \cdot m_0 \cdot g \cdot S_{\text{ГО}} / S_{\text{кр}}, \quad (1.6)$$

де $k = 0,33$ коефіцієнт, що визначається в залежності від швидкісного напору і розрахункового випадку крила по таблицям, приблизно;

де $n_{\text{max}}^e = 3$ – максимальне значення експлуатаційного перевантаження;

$m_0 = 8625$ кг – злітна маса літака.

Підставляємо:

$$P_M^e = \pm 0.33 \cdot 3 \cdot 8.625 \cdot 10^3 \cdot 9.81 \cdot 6.69 / 23 = 25,3 \text{ кН};$$

$$P_M^p = f \cdot P_M^e = 2 \cdot 25.3 = 50,6 \text{ кН.}$$

Маневрені навантаження повинні підсумовуватися з урівноважуючим навантаженням $P_{\text{сум}}^p = P_{\text{вр.ГО}}^p + P_M^p = 126.2 + 50.6 = 176,8$ кН і розподілятися вздовж хорди стабілізатора згідно з площею $P_{\text{ст}}^p = P_{\text{сум}}^p \cdot S_{\text{ГО}} = 118,3$ кН.

Навантаження на горизонтальне оперення при польоті в неспокійному повітрі визначається як сума врівноважу вальних навантажень для режиму горизонтального польоту і навантаження, зумовленого дією поривів повітря

$$P_{\text{н.п.}}^e = 1.5 \cdot c \cdot V_{0 \text{ max}} \cdot S_{\text{ГО}}, \quad (1.7)$$

де c – коефіцієнт, який береться приблизно рівним 1,4 при $M > 0.8$,

$$M = 0.012 \sqrt{q} > 0.8,$$

$$\text{тоді } P_{\text{н.п.}}^e = 1.5 \cdot 1.4 \cdot 277.7 \cdot 6.69 = 3901 \text{ Н.}$$

Розрахункові навантаження в неспокійному повітрі

$$P_{\text{н.п.}}^p = P_{\text{н.п.}}^e \cdot f = 3901 \cdot 2 = 78,02 \text{ кН.}$$

Сумарні розрахункові навантаження при польоті в неспокійному повітрі на горизонтальне оперення:

$$P_{\text{сум}}^p = P_{\text{вр.ГО}}^p + P_{\text{н.п.}}^p = 126,2 + 78,02 = 204,22 \text{ кН.}$$

У даному випадку навантаження горизонтального оперення розподіл навантаження по хорді згідно з рекомендаціями норм міцності буде мати вигляд (рисунок 1.4):

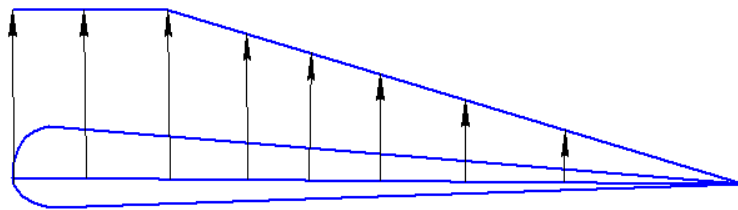


Рисунок 1.4 – Схема навантаження ГО

За розмахом оперення навантаження розподіляється пропорційно його хордам. Результати розрахунку занесемо в таблицю 1.3.

Таблиця 1.3 – Розрахунок розподіленого погонного навантаження ГО

Розрахунок розподіленого погонного навантаження		
$b(z), \text{ м}$	$b_{\text{корн.}}$	$b_{\text{кінь}}$
	2,680	0,9
$q, \text{ кН/м}$	58	22,5

1.3.2 Розрахунок поперечних сил, згинаючих і наведених моментів

Розрахунок буде проводитися по перетинах. Для розрахунку будемо враховувати аеродинамічні і масові навантаження, а також реакції у вузлах навішування стабілізатора до фюзеляжу. Визначимо значення $q_y^{\text{впл}}$ і $q_y^{\text{ст.}}$ в перетинах. При побудові епюр Q , $M_{\text{зг}}$, $M_{\text{прив}}$ уздовж розмаху розподіляється пропорційно хордам перерізів.

$$q_y^{\text{впл}} = P_{\text{ст.конс}}^p \cdot b(z), \quad (1.8)$$

де $b(z)$ – хорда стабілізатора.

$$q_y^{\text{ст.}} = P_y^{\text{ст.}} \cdot b(z), \quad (1.9)$$

де $P_y^{\text{ст.}}$ – складова вздовж осі «у» від рівнодіючого масового навантаження,

$$P_y^{ст.} = \frac{G_{конс}^{ст} n^e f}{S_{конс}^{ст}}, \quad (1.10)$$

де $G_{конс}^{ст}$ – вага стабілізатора (однієї консолі), $G_{конс}^{ст} = 427.5 \text{ Н}$, $S_{конс}^{ст} = 3.345 \text{ м}^2$, $n^e = 2.5$, $f = 2$.

$$\text{Тоді } P_y^{ст.} = \frac{87.228 \cdot 2.5 \cdot 2}{6.69} = 651 \frac{\text{Н}}{\text{м}}.$$

Сумарне погонне навантаження на консоль стабілізатора

$$q^\Sigma = q_y^{впл} - q_y^{ст.}, \quad (1.11)$$

Побудуємо епюри перерізуючих сил і згинальних моментів, що діють на стабілізатор в польоті. Для цього всі розрахунки заносимо в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Результати перерізуючих сил і згинальних моментів

l, м	b, м	$q_y^{гозд}$, кН/м	$q_y^{ст.}$, кН/м	q^Σ , кН/м	Q, кН	M, кН·м
0	2,860	688,3	2,5092	690,81	0	0
0,9	2,16	452,12	1,6482	453,76	317,63	110,17
2,3	1,78	371,14	1,353	372,49	763,61	723,43
3,7	1,4	303,66	1,107	304,77	1036,21	1565,55
4,6	0,9	290,16	1,0578	291,22	1194,01	2112,34

Будуємо епюри перерізуючих сил і згинальних моментів (рисунок 1.5).

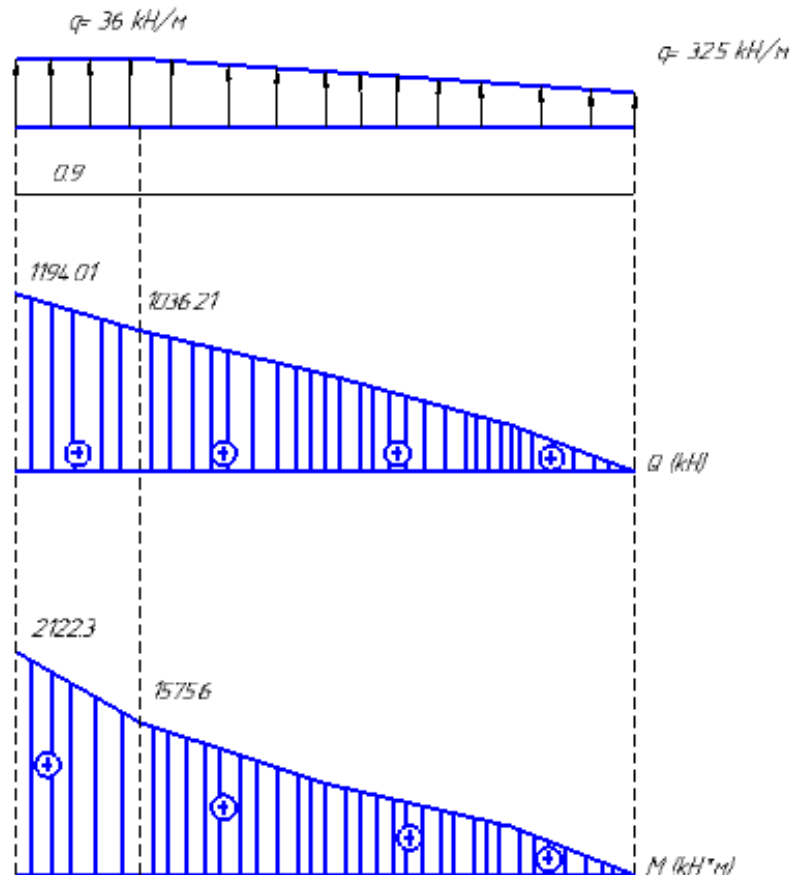


Рисунок 1.5 – Епюри поперечних сил і згинальних моментів стабілізатора

1.4 Розрахунок модифікованої панелі на міцність

Для розрахунку на міцність модифікованої панелі (рисунок 1.6) необхідно визначити параметри панелі з стільниковим заповнювачем:

- $\delta_{нс}$ – товщина несучих шарів панелі;
- h_3 – висота сотового заповнювача;
- a – розмір сотової комірки;
- δ_3 – товщина фольги сотового заповнювача [12].

Використовують наступні величини навантажень:

- згинаючий момент $M_{зг} = 2122,3$ кН·м;
- поперечна сила $Q = 1194,01$ кН.

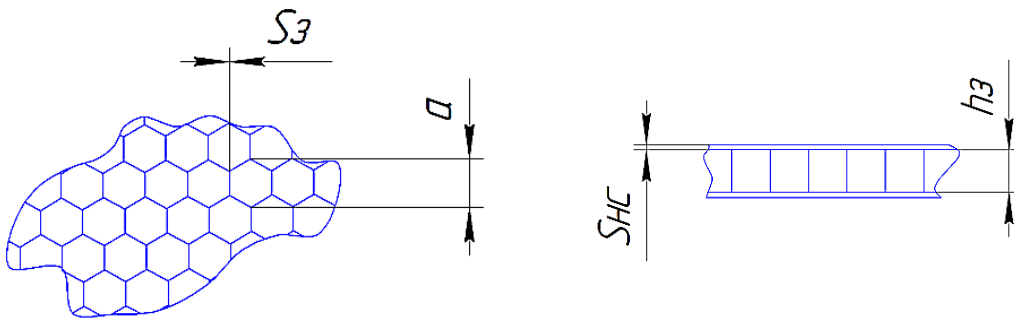


Рисунок 1.6 – Параметри панелі з стільниковим заповнювачем

Виберемо матеріал для виготовлення сотової панелі:

- несучий шар – алюмінієвий сплва 2040 (Д16АТ);
- соти – АМГ-2М;
- клей – ВК-32-200.

Необхідні параметри панелі по монограмі з умови, що вага 1 м^2 панелі з стільниковим заповнювачем дорівнює масі 1 м^2 обшивки з матеріалу 2040 товщиною 1мм. Визначаємо параметри панелі з стільниковим заповнювачем:

$$\delta_{нс} = 0,3\text{мм}; h_3 = 12\text{мм}; a = 6\text{мм}; \delta_3 = 0,025\text{мм}.$$

Зробимо перевірочний розрахунок тришарової панелі, попередньо зробивши наступні допущення: панель працює на стиск і тому, будемо визначати критичні напруги за емпіричними формулами, справедливими як до, так і після межі пропорційності [12].

Алгоритм розрахунку зводиться до визначення нормальних критичних напруг стиснення ($\sigma_{кр}$), дотичних критичних напруг стиснення ($\tau_{кр}$), тобто максимально допустимих, визначенню дійсних (σ_d τ_d) напруг, що діють на тришарову панель. Пропоновану тришарову панель можна застосувати на літаку при дотриманні умови $\sigma_d < \sigma_{кр}$, и $\tau_d < \tau_{кр}$.

Критичні напруги визначаються за формулами:

$$\sigma_{кр} = \sigma_B \frac{1 + \nu_1}{1 + \nu_1 + \nu_1^2}, \quad (1.12)$$

$$\tau_{кр} = \tau_B \frac{1 + \nu_2}{1 + \nu_2 + \nu_2^2}, \quad (1.13)$$

де σ_B – тимчасовий опір матеріалу при розтягуванні;
 τ_B – тимчасовий опір при зсуві.

$$\nu_1 = \frac{\sigma_B}{\sigma_{кр}}, \quad (1.14)$$

$$\nu_2 = \frac{\tau_B}{\tau_{кр}}, \quad (1.15)$$

де $\sigma_{кр}$ – критична напруга стиснення до межі пропорційності;
 $\tau_{кр}$ – критичне напруження зсуву до межі пропорційності.

Введемо коефіцієнт, $\frac{1}{(1 + \xi)^2} < 1$, який враховує несправедливість гіпотези плоских перетинів для тришарових панелей. Тоді:

$$\sigma_{кр} = \frac{1}{(1 + \xi)^2} \times \sigma_0, \quad (1.16)$$

де σ_0 – критичне напруження, підраховане за умови справедливості гіпотези плоских перерізів;

$$\xi = \frac{10,8 \times h_3 \times \delta_{нс} \times E_{нс}}{b^2 \times G_3}, \quad (1.17)$$

де $E_{нс}$ – модуль пружності несучих шарів;
 G_3 – модуль зсуву матеріалу заповнювача.

$$\sigma_0 = \frac{43 \times E_{нс} \times I_{пог}}{b^2 \times F_{пог}}, \quad (1.18)$$

де $I_{пог}$ – погонний момент інерції;
 $F_{пог}$ – площа поперечного перерізу панелі.

$$I_{пог} = 2 \times \delta_{нс} \times (h_3 + \frac{\delta_{нс}}{2})^2 \approx 2 \times \delta_{нс} \times h_3^2, \quad (1.19)$$

$$F_{пог} = 2 \times \delta_{нс}. \quad (1.20)$$

Отримаємо:

$$\sigma_0 = \frac{43 \times E_{нс}}{(b / h_3)^2}, \quad (1.21)$$

де b – ширина панелі, що розраховується.

Підставимо σ_0 в формулу для визначення $\sigma_{кр}$

$$\sigma_{кр} = \frac{1}{(1 + \xi)^2} \times \frac{43 \times E_{нс}}{(b / h_3)^2}. \quad (1.22)$$

Необхідні для розрахунку данні по матеріалам несучого шару і сотового заповнювача [12]:

Для сплаву 2040:

$E_{нс} = 70607,89$ МПа; $\sigma_B = 264,77$ МПа; $\tau_B = 304$ МПа; $\sigma_B = 460,91$ МПа; $\gamma = 2,75$ г/см².

Для сплаву АМГ-2М:

$E_3=68646,56$ МПа; $\sigma_B=2596,50$ МПа; $\gamma=2,68$ г/см²; $G_3=198,48$ МПа.

Підставимо значення в відповідні формули:

$$\xi = \frac{10,8 \times h_3 \times \delta_{nc} \times E_{nc}}{b^2 \times G_3} = \frac{10,8 \times 12 \times 0,3 \times 7200}{(1200)^2 \times 20,24} = 0,01.$$

Критична напруга стиснення до межі пропорційності для тришарової панелі:

$$\sigma_{кр} = \frac{1}{(1 + \xi)^2} \times \frac{43 \times E_{nc}}{(b/h_3)^2} = \frac{1}{(1 + 0,01)^2} \times \frac{43 \times 7200}{(1200/12)^2} = 308,909 \text{ МПа.}$$

Критичні напруги зсуву до межі пропорційності для тришарової панелі:

$$\tau_{кр} = \frac{10,8 \times R_1 \times E_{nc}}{(b/h_3)^2}, \quad (1.23)$$

де R_1 – для різних ξ , $R_1=4,2$.

Маючи всі необхідні величини проводимо розрахунок критичних напруг зсуву до межі пропорційності

$$\tau_{кр} = \frac{10,8 \times R_1 \times E_{nc}}{(b/h_3)^2} = \frac{10,8 \times 4,2 \times 7200}{(1200/12)^2} = 320,28 \text{ МПа.}$$

Маючи $\tau_{кр}$, визначимо номінальні критичні напруги зсуву $\tau_{кр}$ по залежності

$$\tau_{кр} = \tau_B \frac{1 + \nu_2}{1 + \nu_2 + \nu_2^2}, \quad (1.24)$$

$$\nu_2 = \frac{\tau_{BP}}{\tau_{кр}} = \frac{31}{32,66} = 0,95.$$

Тоді

$$\tau_{кр} = \tau_B \frac{1 + \nu_2}{1 + \nu_2 + \nu_2^2} = 31 \times \frac{0,95 + 1}{2,85} = 207,99 \text{ Мпа.}$$

Маючи $\sigma_{кр}$ визначимо номінальні критичні напруги стиснення за формулою:

$$\sigma_{кр} = \sigma_B \frac{1 + \nu_1}{1 + \nu_1 + \nu_1^2}, \quad (1.25)$$

$$\nu_1 = \frac{\sigma_{BP}}{\sigma_{кр}} = \frac{47}{31,5} = 1,49.$$

Тоді $\sigma_{кр} = \sigma_B \frac{1 + \nu_1}{1 + \nu_1 + \nu_1^2} = 47 \frac{1 + 1,49}{1 + 1,49 + (1,49)^2} = 243,69$ МПа.

Далі визначимо діючі нормальні і дотичні напруги (σ_d τ_d).

Перерізуючу силу і згинаючий момент беремо з графіків аеродинамічних продувок фюзеляжу [10]:

$$Q = 1194 \text{ Н; } M_{изг} = 2122 \text{ Н}\cdot\text{м;}$$

$$\sigma_{\delta} = \frac{M_{изг}}{2 \times \pi \times R^2 \times 2\delta_{ис}} = \frac{21,22 \times 10^3}{2 \times 3,14 \times (1410)^2 \times 0,6} = 27,75 \text{ МПа,}$$

$$\tau_{\delta} = \frac{Q}{5,3 \times R \times 2\delta} = \frac{1194}{5,3 \times 1550 \times 0,6} = 2,37 \text{ МПа,}$$

де R – радіус кривизни панелі, що розраховується.

Отримали, що необхідна умова $\sigma_{\delta} < \sigma_{кр}$, и $\sigma_{\delta} < \tau_{\delta}$ виконується. З цього слідує, що панель, що розраховується задовольняє умови міцності.

1.5 Технічні умови на виготовлення стабілізатора

1. Теоретична схема ГО – креслення ЕБ- 3010-600.
2. Нівелювальна схема - креслення ЕБУ-0001-360.
3. Зовнішній контур по ТУ 72-31-01.
4. Покриття деталей 5вх; -7вх; -43вх; -45вх анодувати безбарвно. Зовнішня поверхня – лак АК-113. Внутрішня поверхня - грунт ФЛ-086.
5. Постановку заклепок в деталі ЕБ-3100-603 проводити на сирому ґрунті ГФ-031 по ТО № 80- 0061- 63.
6. Передній стрингер деталі – 9вх з конусного листа 720 x 3600 0.42 на 1 м початок конуса з 2,1 мм.
7. Задній стрингер деталі – 11вх з конусного листа 720 x 3600 0,42 на 1 м початок конуса з 2,55 мм.
8. Допускається постановка вирівнюючі прокладок товщиною до 0,8 мм з славу 2040 на елементи каркасу під обшивку до 5 % довжини швів.
9. Деталі хвостового відсіку за № ЕБ- 3100- 600 13 вх; -15 вх виготовляються одні праві для обох стабілізаторів.
10. Захист замикаючих і закладних голівок заклепок і місця запиловки проводити по ТО № 80- 0061- 63, нероз’ємні болтові з’єднання і місця пошкоджень ґрунтувати ґрунтом АК -069.
11. Допуски на вільні розміри по 22АТ-52.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Конструктивно-технологічний аналіз номенклатури основних деталей цеху

Цех механічної обробки призначений для виготовлення деталей розмірною обробкою зі зняттям припуску. Основу виробів складають деталі малих та середніх габаритів.

Основні деталі поділені на класи на їхній вид:

- корпусні деталі;
- кришки;
- пласкі деталі;
- дрібні деталі;
- тіла обертання.

Види заготовок, у тому числі виготовляються деталі у цьому цеху:

- лиття в кокіль, за моделями, що виплавляються, і піщано-глинисті форми;
- холодне та гаряче штампування;
- різний сортовий прокат.

У цеху виготовляються деталі з різними марками матеріалу, починаючи з кольорових металів та високоміцної сталі, закінчуючи матеріалами, що піддавалися термічній обробці.

2.1.1 Розробка класифікатора деталей цеху

Для проектування технологічних операцій, оснащення, визначення кількості та виду обладнання необхідно скласти класифікатор оброблюваних деталей у цеху. Основною метою класифікатора є зниження трудомісткості та скорочення термінів підготовки виробництва.

У класифікаторі деталей встановлені такі ознаки, за якими поділяють деталі на класи:

- розмірна характеристика;
- група матеріалу;
- вид деталі за технологічним методом виготовлення;
- вид вихідної заготовки;
- квалітет точності;
- параметр шорсткості;
- технологічні вимоги до деталей;
- характеристики термічної обробки;
- показники маси.

Під час створення класифікатора керувалися розмірною характеристикою, технологічним методом виготовлення, видом вихідної заготовки. Класифікатор деталей, крім класу виробу, містить: ескіз деталі, марку матеріалу, назву деталі, трудомісткість виготовлення та величину виробничої партії на цех.

Класифікатор дає наочне уявлення про номенклатуру деталей оброблюваних у цеху, в ньому дано конструктивно-технологічні характеристики деталей, що дає можливість розробити типовий техпроцес стосовно представника кожного класу.

2.2 Технологічна підготовка виробництва корпусних деталей

При обробці деталей складної форми застосування верстатів з ЧПК дозволяють значно знизити трудомісткість виготовлення приблизно в 20 - 25 разів, а також підвищити продуктивність у 2-5 разів та точність виготовлення деталей у 5-10 разів.

2.2.1 Конструктивно-технологічний аналіз типової деталі

У дипломному проекті як приклад розробки технологічної підготовки виробництва дрібних корпусних деталей була обрана балка автоматичної системи відстрілу теплових пасток АСО-2В (рисунок 2.1).

Балку виготовляють із високоміцного ливарного магнієвого сплаву марки ZE10A (США) або TA55RS (Англія).

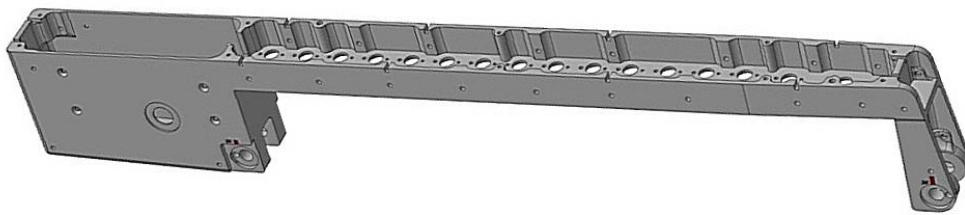


Рисунок 2.1 - Компьютерная модель детали «Балка»

Матеріал належать до системи MG-AL-ZN і має хороші ливарні, високі механічні та технологічні властивості. Сплав застосовується для отримання навантажених деталей у піщаних та оболонкових формах, а також при литті в кокіль та під тиском [12].

Алюміній та цинк підвищують механічні властивості сплаву (причому вплив алюмінію позначається сильніше, ніж цинку), а марганець покращує корозійну стійкість.

Для зниження окислюваності сплави цієї групи вводять берилій (до 0,002% при литті в піщані форми і кокіль і до 0,01% при литті під тиском).

Механічна обробка ливарного магнієвого сплаву проводиться тільки гострозаточеним інструментом. Застосування мастильно-охолоджувальної рідини (МОР) не допускається. На ділянці обробки магнієвих сплавів застосовуються спеціальні заходи пожежної безпеки.

Характеристики магнієвого ливарного сплаву ZE10A наведені у таблицях 2.2 - 2.5.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад магнієвого ливарного сплаву ZE10A, %

Fe	Si	Mn	Ni	Al	Cu	Zr	Be	Mg	Zn	Домішок
до 0.06	до 0.25	0.15 - 0.5	до 0.01	7.5 - 9	до 0.1	до 0.002	до 0.002	89.1 - 92.15	0.2 - 0.8	інші 0.1; всього 0.5

Таблиця 2.3 – Ливарно-технологічні властивості магнієвого сплаву ZE10A

Температура кристалізації, °C	600 - 430
Температура лиття, °C	720 - 800
Ливарне усадження, %	1.1 - 1.3

Таблиця 2.4 – Механічні властивості магнієвого сплаву ZE10A при T=20°C

σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, кДж/м ²
250-255	90-120	4-9	1.6-15	50

Таблиця 2.5 – Фізичні властивості магнієвого сплаву ZE10A

T, град	E 10 ⁻⁵ , МПа	l, Вт/(м·град)	g, кг/м ³	C, Дж/(кг·град)
20	0.43	78.9	1810	1046.7

Техпроцес виготовлення деталі «Балка» складається з безлічі операцій, таких як торцеве фрезерування, фрезерування кишень, фрезерування по контуру, свердління, зенкування, розгортання, нарізування різьблення. Основна частина операцій виконується на багатоопераційному верстаті з ЧПУ моделі Schaublin SA 100 CNC (Швейцарія).

Технічні характеристики верстата моделі Schaublin SA 100 CNC наведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики верстата Schaublin SA 100 CNC

Клас точності	A
Розміри робочої поверхні, мм	1250x500
Найбільше вертикальне переміщення каретки Z, мм	630
Межа частот обертання шпинделя, 1/хв	20-2500
Потужність привода головного руху, кВт	17
Швидкості робочих переміщень X, Y мм/хв	1-10000
Швидкості робочих переміщень Z мм/хв	1-7000
Прискорене переміщення за координатами X, Y, мм/хв	10000
Кількість інструментів у магазині, шт.	28
Точність позиціонування X (стола), мм	0,002
Точність позиціонування Y (повзуна), мм	0,002
Точність позиціонування Z (вертикальна), мм	0,02
Габаритні розміри верстату (ДxШxВ), мм	10000
Маса верстату, кг	10000

2.2.2 Розробка та обґрунтування виду та розмірів заготовки

Вибір виду заготовки, з якої має виготовлятися деталь, визначається багатьма чинниками. Основними є програма випуску виробів, що характеризує тип виробництва, вимоги до механічних властивостей деталі, коефіцієнт використання матеріалу та інші. Розроблювана деталь – «Балка» виробу АСО-2В. Програма випуску – 1000 виробів. У нашому випадку основним є складність форми та точнісні вимоги. Враховуючи це, вибираємо спосіб виготовлення заготовки – лиття в кокіль [12].

Головна перевага литих заготовок – максимальне наближення форми заготовки до форми готової деталі, можливість отримання складних поверхонь, порожнин, виступів при мінімальному обсязі механічної обробки – робить їх найбільш вигідними при серійному виробництві деталей з важкооброблюваних матеріалів.

Розглянемо основні вимоги до технологічності конструкції заготовки-відливки:

- Роз'єми повинні мати найбільш просту геометричну форму, обмежену прямими лініями або лініями, що мають певне геометричне побудова.
- Переходи між стінками виливка повинні виконуватися закруг-леними, причому радіус сполучення залежить від типу з'єднання, матеріалу виливки і товщини сполучених елементів.
- На всі поверхні, перпендикулярні площині роз'єму, призначають ливарні ухили. Ухили призначені для полегшення вилучення виливки з ливарної форми.

На поверхні заготовки, перпендикулярні площині роз'єму ливарну форми, призначаємо ливарні ухили $1,5^\circ$.

Вибрав вид заготовки, необхідно розрахувати припуск на обробку путем його суммування по всім операціям (переходам) для кожної поверхності деталі.

Припуск – шар матеріалу, що видаляється з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей поверхні, що обробляється деталі. Припуск на обробку поверхонь деталі може бути призначений за відповідними довідковими таблицями або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків. Вибравши вид заготовки, необхідно розрахувати припуск на обробку шляхом його підсумовування по всіх операціях (переходах) для кожної оброблює ризанням поверхні деталі.

Припуск на обробку поверхонь деталі «Балка» призначаємо на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків.

Односторонній проміжний припуск обчислюють за формулою, мкм:

$$Z = [R_z + h + (\bar{\rho}_a + \bar{\varepsilon}_\delta)] + \delta,$$

де Z – номінальний проміжний припуск;

R_z - висота мікронерівностей (величина параметрів шорсткості R_a і R_z для відповідного класу шорсткостей поверхні);

h - глибина дефектного поверхневого шару, отриманого на попередньому переході;

$\bar{\rho}_a$ - векторна (геометрична) сума просторових відхилень взаємопов'язаних поверхонь оброблюваної заготовки, що вийшла на попередньому переході;

$\bar{\varepsilon}_\delta$ - похибка установки (базування) при виконуваної обробці;

δ - допуск на операційний розмір попередньої обробки.

При збігу настановної і конструктивної баз $\bar{\varepsilon}_\delta=0$. Величина $\bar{\rho}_a$ виключається з формул в разі обробки отворів плаваючим інструментом.

Призначення операційних припусків на обробку починають з вибору остаточної операції або технологічного переходу обробки відповідно з економічної точністю даної операції. Розмір виливки складається з номінального розміру деталі по кресленню і припуску на обробку. Припуск на обробку - це припуск на одну сторону. Розрахунок величини одностороннього операційного припуску для литих заготовок наведено в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 - Односторонній операційний припуск для лиття

Технологічний перехід обробки	Елементи припуску, мкм			Односторонній операційний припуск, мкм
	R_z	h	δ	
лиття	80	250	325	655
чорнове фрезерування	60	50	135	245
чистове фрезерування	25	35	65	125

Сума значень припуску на всі технологічні переходи обробки за даними таблиці 2.6 становить 1,025 мм. З технологічних міркувань приймаємо односторонній припуск для литих заготовок рівним 1,1 мм.

Зовнішній вигляд заготовки деталі «Балка» показано на рисунку 2.2.

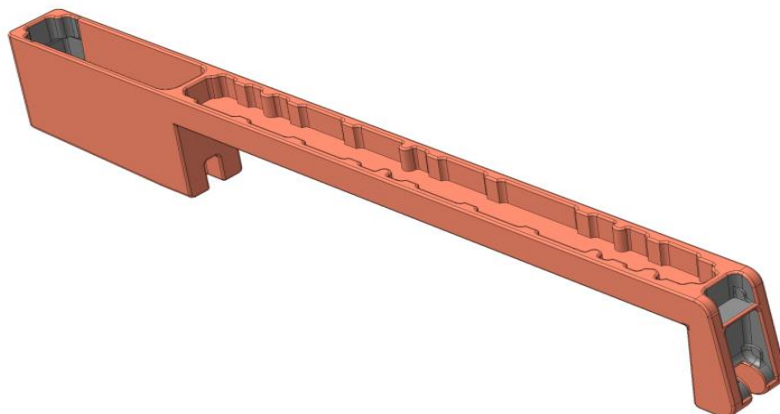


Рисунок 2.2 - Комп'ютерна модель заготовки деталі «Балка»

2.2.3 Розробка маршруту виготовлення деталі «Балка»

Укрупнений техпроцес механічної обробки деталі «Балка» представлений у додатку.

Поетапний технологічний маршрут виготовлення деталі «Балка» представлений на рисунку 2.3.



Рисунок 2.3 - Комп'ютерні моделі етапів виготовлення деталі «Балка»

Деталь «Балка» має досить просту конфігурацію і тому технологічна з геометричної точки зору:

- всі поверхні прості (плоскі, циліндричні і конічні);
- відсутні складні у виготовленні вирізи і підсічки;
- отвори деталі наскрізні і розташовані на оптимальній відстані від краю деталі, що не ускладнює їх виготовлення;
- радіуси сполучення уніфіковані, все оброблювані поверхні максимально доступні.

2.3 Вибір типового інструменту для обробки деталі «Балка»

Обробка різанням – оброблення, що полягає в утворенні нових поверхонь відділенням поверхневих шарів матеріалу з утворенням стружки [4].

Процес різання супроводжується пружним і пластичним деформуванням, руйнуванням матеріалу, тертям, спрацьовуванням різального інструменту, вібраціями окремих деталей і вузлів і загалом технологічної системи «верстат – пристрій – інструмент – деталь» (ВПД). Знання закономірностей цих явищ дає можливість вибирати оптимальні умови, що забезпечують продуктивне і якісне оброблення деталей.

ТП обробки різанням є послідовністю технологічних і допоміжних операцій (рисунок 2.4).

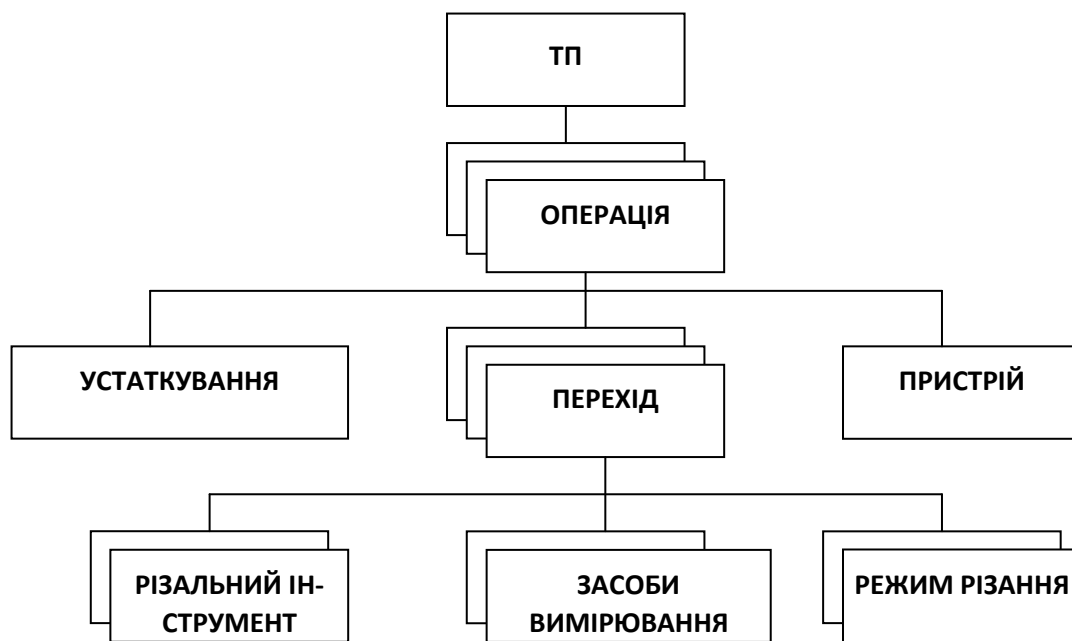


Рисунок 2.4 - Структурна схема ТП обробки різанням

Технологічна операція – це закінчена частина ТП, що виконується на одному робочому місці. Технологічна операція є основною одиницею виробничого планування й обліку. На основі операцій визначають трудомісткість виготовлення виробів, собівартість обробки, норми часу й розцінки, розраховують необхідну кількість робітників, устаткування, пристроїв та інструментів, здійснюють календарне планування виробництва й контроль якості та строків виконання робіт [4].

Засоби технологічного оснащення – це сукупність засобів виробництва, необхідних для здійснення ТП: технологічне устаткування, технологічне оснащення (включаючи пристрої та інструмент), а також засоби механізації й автоматизації виробничих процесів.

Технологічне устаткування – це засоби технологічного оснащення, в яких для виконання певної частини ТП розміщують матеріали або заготовки, засоби дії на них, а також технологічне оснащення.

Пристрої – це технологічне оснащення, призначене для установлення або спрямування предмета праці або робочого інструменту під час виконання технологічної операції.

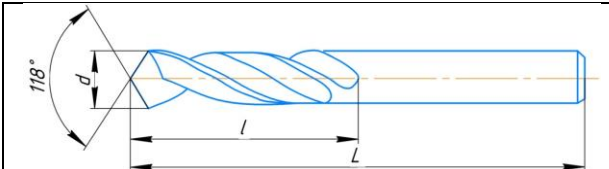
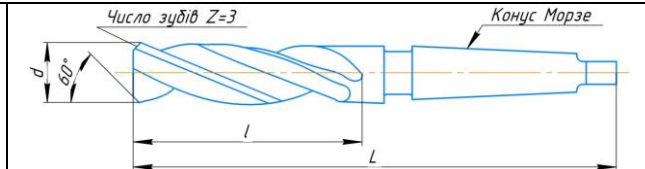
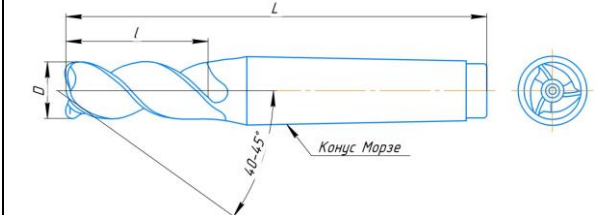
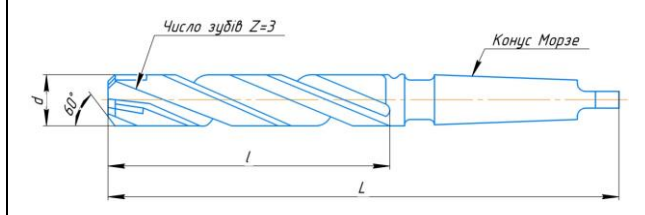
Установ є частиною технологічної операції, що виконується при незмінному закріпленні оброблюваних заготовок або складальних одиниць.

Позиція – фіксоване положення, яке займає незмінно закріплена оброблювана заготовка разом з пристроєм відносно інструменту або нерухомої частини устаткування під час виконання певної частини операції.

Робочий інструмент – це технологічне оснащення, призначене для безпосередньої дії на предмет праці з метою змінення його стану.

У таблиці 2.8 представлена типова номенклатура лезового інструменту для виготовлення деталі «Балка».

Таблиця 2.8 – Лезовий інструмент для виготовлення деталі «Балка».

							
Номенклатура	d	l	L	Номенклатура	d	l	L
Свердло спіральне 2223-1171	12	51	102	Зенкер цільний 2320-0503	8,8	81	162
Свердло спіральне 2300-0679	5	26	62	Зенкер цільний 2323-0511	12	101	182
Свердло спіральне 2300-0700	8	37	79	Зенкер цільний 2323-0514	25	160	281
							
Номенклатура	D	l	L	Номенклатура	d	l	L
Фреза кінцева 2223-1171	8	38	82	Зенкер цільний 2320-5687	12,75	101	182

Технологічний перехід – це закінчена частина технологічної операції, що виконується одними й тими ж засобами технологічного оснащення при незмінних технологічних режимах та установленні. У випадку оброблення різанням технологічний перехід є закінченою частиною технологічної операції, яка виконується над однією або декількома поверхнями заготовки одним або декількома інструментами, що одночасно працюють, без змінення або з автоматичним зміненням режимів роботи верстата. Автоматичне змінення режиму роботи верстата посередині одного технологічного переходу має місце під час оброблення заготовок на верстатах з ЧПК [2].

2.4 Розрахунок режиму різання для фрезерування на верстаті з ЧПК

Режим різання при фрезеруванні визначають параметри:

- швидкість руху різання V , м/хв;
- швидкість руху подачі S , в тому числі S_z – подача на зуб, мм / зуб;
- S_0 – подача на оборот, мм / об; S_m – хвилинна подача, мм / хв;
- глибина різання t , мм;
- ширина фрезерування B , мм.

Призначення режимів різання при механічній обробці фрезеруванням виконують в такій послідовності [2]:

1. Вибір конструкції і геометрії фрези та марки інструментального матеріалу.
2. Призначення глибини різання t .
3. Розрахунок подачі на зуб S_z .
4. Призначення періоду стійкості інструменту T .
5. Розрахунок допустимої швидкості різання V .
6. Розрахунок частоти обертання фрези n .
7. Коригування значень n і S_m за паспортними даними фрезерного верстата в сторону зменшення.
8. Розрахунок сили P_z і потужності різання N_p та порівняння з паспортною потужністю верстата $N_{ст}$. (Повинно виконуватися умова $N_p < N_{ст}$).

Призначення режимів різання для операції 4234 «Фрезерна з ЧПК» механічної обробки деталі «Балка» виконуємо в рекомендованій послідовності:

1. Як ріжучий інструмент для фрезерування по периметру заготовки деталі «Балка» на верстаті з ЧПК вибираємо стандартну кінцеву фрезу.

З урахуванням ширини фрезерування $B = 24$ мм поверхонь заготовки, що обробляються на даній операції, з каталогу вибираємо подовжену кінцеву фрезу з циліндричним хвостовиком діаметром 8 мм.

Зовнішній вигляд і геометричні параметри стандартної подовженої кінцевої фрези наведені в таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Зовнішній вигляд і геометричні параметри кінцевої фрези

				
Геометричні параметри кінцевої фрези				
D	L	l	z	d
8	82	38	4	8

Матеріал ріжучої частини кінцевої фрези твердий сплав марки T15K6, який має високу твердість і червоностійкість та забезпечують високі показники при механічній обробці магнієвого литейного сплаву ZE10A, з якого виготовлена деталь «Балка».

2. Глибину різання t для чистового фрезерування призначаємо $t = 0,5$ мм з 1,1 мм прийнятого одностороннього операційного припуску згідно з проведеними раніше розрахунками (див. таблицю 2.6).

3. Подачу на зуб S_z при фрезеруванні кінцевими фрезами з інструментального матеріалу у вигляді твердого сплаву можна знайти емпірично:

$$S_z = \text{від } 0,014 \frac{D^{0,65}}{t^{0,5}} \text{ до } 0,0021 \frac{D^{1,5}}{t^{0,7}}, \frac{\text{мм}}{\text{зуб}}. \quad (2.1)$$

Тоді

$$S_z = \text{від } 0,014 \frac{8^{0,65}}{0,5^{0,5}} = 0,076 \text{ мм до } 0,0021 \frac{8^{1,5}}{0,5^{0,7}} = 0,077 \text{ мм}.$$

Приймаємо значення $S_z = 0,076$ мм.

4. Період стійкості інструменту T призначають по нормативним даним в залежності від оброблюваного матеріалу, виду, розмірів і матеріалу ріжучого інструменту:

$$T = CD^x, \quad \text{хв} \quad (2.2)$$

де C , x – табличні значення для твердих сплавів, наведені в таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Дані для розрахунку періоду стійкості кінцевої фрези діаметром D , мм

Інструментальний матеріал	Значення	
	C	x
Твердий сплав	0,81	1,10

Тоді

$$T = 0,81 \cdot 8^{1,1} = 7,98 \text{ хв}.$$

5. Розрахунок швидкості різання визначаємо за емпіричною формулою:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B^u z^p} K_v, \frac{\text{м}}{\text{хв}} \quad (2.3)$$

де C_v – константа, що залежить від типу фрези, ріжучого і оброблюваного матеріалу і від подачі на зуб; D – діаметр фрези, мм; S_z – подача на зуб, мм/зуб; z – кількість зубців фрези; t – глибина різання, мм; B – ширина фрезерування мм; T – період стійкості фрези, хв.

Величини показників степеня q , m , x , y , u , p беруться з довідників [2]; K_v – поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови фрезерування.

Розрахункові дані для визначення швидкості різання магнієвого ливарного сплаву ZE10A наведені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Розрахункові дані для визначення швидкості різання магнієвого ливарного сплаву ZE10A

Інструментальний матеріал	Коефіцієнт і показники степеня у формулі швидкості різання						
	C_v	q	x	y	u	p	m
Твердий сплав	234	0,44	0,24	0,26	0,10	0,10	0,37

Складові поправного коефіцієнта $K_v = K_{mv}K_{nv}K_{uv}$ враховують вплив на швидкість різання:

K_{mv} - фізико-механічних властивостей матеріалу заготовки;

K_{nv} - стану поверхні заготовки;

K_{uv} - інструментального матеріалу.

Поправочний коефіцієнт K_{mv} для магнієвого ливарного сплаву, що враховує вплив фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу на швидкість різання, розраховується за формулою:

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n, \quad (2.4)$$

де K_{Γ} – коефіцієнт, що характеризує групу магнієвого ливарного сплаву ZE10A за оброблюваністю; показник степеня n беруть з довідників. Значення коефіцієнта оброблюваності K_{Γ} і показника степеня n наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Значення коефіцієнта оброблюваності K_{Γ} і показника степеня n

σ_B , МПа	Інструментальний матеріал	
	Твердий сплав	
	Коефіцієнт K_{Γ}	Показник степеня n
255	0,65	2,00

Тоді:

$$K_{mv} = 0,65 \left(\frac{750}{255} \right)^2 = 0,313.$$

Значення поправного коефіцієнта K_{nv} , що враховує стан поверхні заготовки, для магнієвого ливарного сплаву ZE10A складає $K_{nv}=0,80$.

Значення поправного коефіцієнта K_{uv} , що враховує вплив інструментального матеріалу на швидкість різання, складає 1,00.

На підставі отриманих даних допустима швидкість різання має величину:

$$V = \frac{234 \cdot 8^{0,44}}{5,81^{0,37} \cdot 0,5^{0,24} \cdot 0,076^{0,26} \cdot 24^{0,1} \cdot 4^{0,1}} 0,25 = 99,35 \frac{\text{м}}{\text{хв}}.$$

6. Визначимо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата з кінцевою фрезою по співвідношенню: $n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 99,35}{3,14 \cdot 8} = 3953 \frac{1}{\text{хв}}.$

7. Технічні характеристики фрезерного верстата з ЧПК моделі Schaublin SA 100 CNC (див. таблицю 2.6) не забезпечують розрахункову частоту обертання шпинделя.

Тому приймаємо частоту обертання шпинделя верстата $n_{\text{прин}} = 2500 \frac{1}{\text{хв}}$.

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{прин}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 2500}{1000} = 62,83 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

Розрахуємо хвилинну подачу для чистового фрезерування заготовки деталі «Балка»:

$$S_m = S_z \cdot z \cdot n_{\text{прин}} = 0,076 \cdot 4 \cdot 2500 = 760 \frac{\text{мм}}{\text{хв}}$$

Технічні характеристики верстата моделі Schaublin SA 100 CNC (див. таблицю 2.6) забезпечують дану хвилинну подачу робочих переміщень кінцевої фрези по траєкторії програмної обробки заготовки деталі «Балка».

8. Силу різання для фрезерування кінцевою фрезою заготовки деталі «Балка» розраховуємо за формулою:

$$P = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z \cdot K}{D^q \cdot n^w} \quad (2.5)$$

де C_p – коефіцієнт пропорційності;

K – поправочний коефіцієнт, що враховує конкретні умови роботи;

x, y, u, q, w – показники ступеня, наведені в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13 – Розрахункові дані для визначення сили різання магнієвого ливарного сплаву

Інструментальний матеріал	Коефіцієнт і показники степеню у формулі сили різання					
	C_p	x	y	u	q	w
Твердий сплав	34,50	0,85	0,75	1,00	0,73	0,13

Поправочний коефіцієнт K враховує вплив на силу різання міцностних характеристик оброблюваного матеріалу, матеріалу ріжучої частини фрези, головного φ і переднього кута γ зуба фрези. Дорівнює добутку ряду приватних поправочних коефіцієнтів: $K = K_{M_p} \cdot K_{V_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p}$.

Коефіцієнт K_{M_p} при обробленні магнієвого ливарного сплаву ZE10A для кінцевих фрез з твердого сплаву:

$$K_{M_p} = \left(\frac{\sigma_B}{255}\right)^{0,3} = \left(\frac{1080}{255}\right)^{0,3} = 1,12.$$

Коефіцієнт K_{V_p} враховує вплив швидкості різання на силу різання. Для його визначення спочатку визначаємо значення переднього кута зуба кінцевої фрези (таблиця 2.14).

Таблиця 2.14 – Значення переднього кута γ кінцевої фрези:

Оброблюваний матеріал		Інструментальний матеріал
Магнієвий ливарний сплав ZE10A	σ_B , МПа	Твердий сплав
	255	-10

Для негативних передніх кутів зуба кінцевої фрези коефіцієнт K_{V_P} розраховується за формулою:

$$K_{V_P} = \frac{2,26}{V^{0,13}} = \frac{2,26}{62,83^{0,13}} = 1,32.$$

Коефіцієнт K_{φ_P} для кінцевих фрез з головним кутом в плані 90° складає $K_{\varphi_P} = 0,87$. Коефіцієнт K_{γ_P} враховує вплив переднього кута γ зуба кінцевої фрези на окружну силу різання P . Для негативних передніх кутів розраховується за формулою:

$$K_{\gamma_P} = 0,97 \cdot \gamma^{0,2} = 0,97 \cdot 10^{0,2} = 1,54.$$

Тоді поправочний коефіцієнт K

$$K = 1,12 \cdot 1,32 \cdot 0,87 \cdot 1,54 = 1,97.$$

$$P = \frac{10 \cdot 34,5 \cdot 0,5^{0,85} \cdot 0,076^{0,75} \cdot 24^1 \cdot 4 \cdot 1,97}{8^{0,73} \cdot 2500^{0,13}} = 473,3 \text{ Н.}$$

Визначимо потужність різання, як:

$$N = \frac{P \cdot V}{61200} = \frac{415 \cdot 62,83}{61200} = 0,43 \text{ кВт.}$$

Технічні характеристики верстата з ЧПК моделі Schaublin SA 100 CNC (див. таблицю 2.6) забезпечують необхідну потужність різання при контурному фрезеруванні кінцевою фрезою заготовки деталі «Балка».

2.5 Розробка конструкції спеціального верстатного пристрою

Спеціальний верстатний пристрій призначений для базування та закріплення заготовки на станині верстата. У дипломному проекті розроблено пристрої для фрезерування внутрішньої порожнини коробочки деталі «Балка». Базування здійснюється за трьома площинами, закріплення клиновим затискачем.

Спеціальний верстатний пристрій для фрезерування являє собою збірну конструкцію (рисунок 2.5). Пристрій складається з плити 3 на якій встановлений по двох штифтах 15 підкладний клин 2.

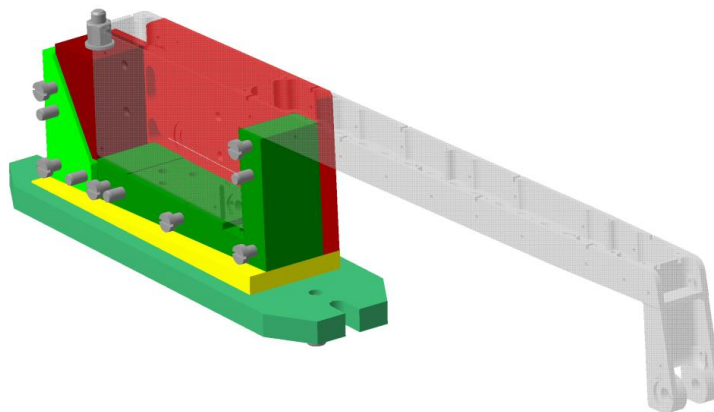


Рисунок 2.5 – Комп'ютерна модель спеціального верстатного пристрою (одна бічна стінка для наочності знята)

На цьому клині встановлений косинець із кутом 87° , яким базується деталь «Балка». З боків косинця стоять дві пластини 7; 8. Для закріплення деталі служить клин 6, який притискається гайкою 12. Клин 6 встановлений на стійку 4, в якій вкручена шпилька 14 для затягування гайки і встановлена відкидна пружина 17. Для базування спеціального верстата на столі фрезерного верстата встановлені два пальці 18.

Затискне зусилля, яке прикладається для забезпечення нерухомості заготовки під дією сили різання при фрезеруванні, розраховується за формулою:

$$P_{\text{заж}} = \frac{P(\kappa - f_2)}{f_1 - f_2} = \frac{474,3 \cdot (1,5 - 0,15)}{0,3 - 0,15} = 4269,17 \text{ Н},$$

де: P - сила різання, стремящаяся сместить заготовку;

κ - коефіцієнт запаса;

f_1, f_2 - коефіцієнти трення между контактными елементами зажима и заготовкой.

Контрольний пристрій (рисунок 2.6) призначений для контролю взаємного розташування 33-х отворів діаметром 12,1 мм і одного отвору діаметром 6 мм в деталі «Балка».

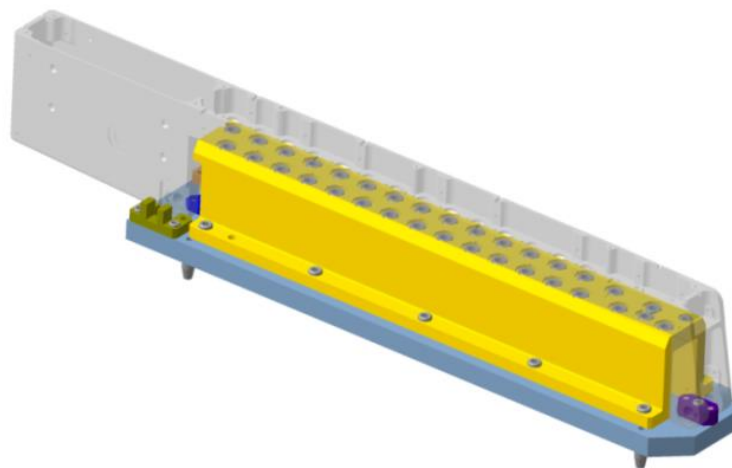


Рисунок 2.6 – Комп'ютерна модель контрольного пристрою

Контрольний пристрій складається з плити 1, корпусу 2, в якому встановлені втулки 12 і 13, шпонок 6 і 7, стійок 8 і 9 для орієнтації контрольованої деталі «Балка» з набору високоточних штирів 3; 4; 5 і кріпильних елементів.

Послідовність контролю деталі «Балка» у пристосуванні:

1. Контрольовану деталь встановити на пристрій, зорієнтувати вісь контрольованої деталі по шпонках 6 і 7.

2. В отвір 1 вставити штир 3 через стійки 8 і 9, потім за допомогою штиря 4 контролювати отвори 33 діаметром 12,1 мм.

3. Розташування отвору діаметром 6 мм контролювати за допомогою штиря 5.

2.6 Формування керуючих програм для верстатів з ЧПК

Формування керуючих програм (КП) для верстатів з ЧПК здійснюється у два етапи (рисунок 2.7).

На першому етапі оброблення початкової інформації реалізується процесором.

Процесор – програма первинного перероблення інформації, яка формує дані щодо оброблення незалежно від типу верстата.

Процесор виконує такий комплекс завдань із розрахунку траєкторії руху інструмента:

- знаходження точок і ліній перетину різних геометричних елементів;
- апроксимація різних кривих і поверхонь із заданим допуском; апроксимація або інтерполяція таблично заданих функцій.

На другому етапі формування КП перероблення інформації реалізується постпроцесором.

Постпроцесор орієнтований на відміну від процесора на конкретну модель технологічного устаткування із ЧПК.

Постпроцесор – це узгоджувальна програма, яка враховує особливості системи ЧПК конкретного верстата й формує кадри КП мовою програмування в кодах ISO.

Постпроцесор виконує такі типові функції:

- переведення координат траєкторії руху інструмента в систему координат технологічного устаткування;
- визначення величин подачі робочих і допоміжних переміщень за паспортними характеристиками подач конкретного верстата;
- формування й кодування підготовчих і допоміжних функцій, команд на координатні переміщення з урахуванням значення одиниці дискретності (ціни імпульсу) пристрою із ЧПК;
- кодування значень подач і частоти обертання шпинделя;
- формування команд заміни інструмента, а також коригування його довжини й радіуса, вмикання та вимикання подачі МОР.

Формуючи команди на переміщення, постпроцесор ураховує вид інтерполяції (лінійна, колова), спосіб задавання переміщення (в абсолютній системі або у приростах).

Найважливіша функція постпроцесора – урахування обмежень технологічного устаткування із ЧПК: межі переміщення виконавчих органів й змінення швидкостей подачі й частоти обертання шпинделя, максимально допустимі швидкості й перепади швидкостей виконавчих органів устаткування, межі змінення радіуса дуги кола під час колової інтерполяції тощо.

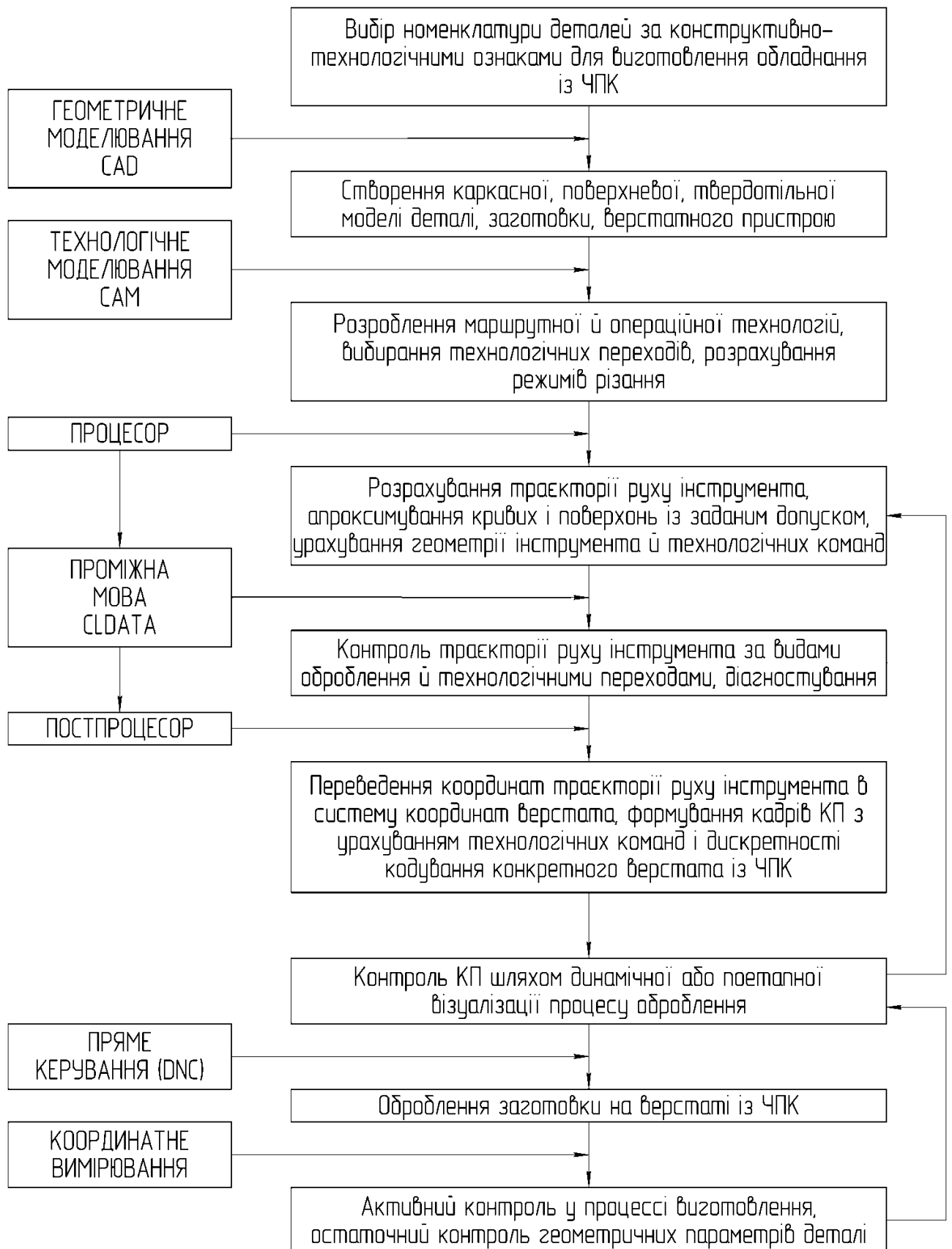


Рисунок 2.7 - Етапи створення КП оброблення на верстатах з ЧПК

Результатом роботи процесора є повністю розрахована траєкторія руху інструмента.

На рисунку 2.8 зображені кінематична схема руху інструменту та симуляція обробки дна деталі «Балка».

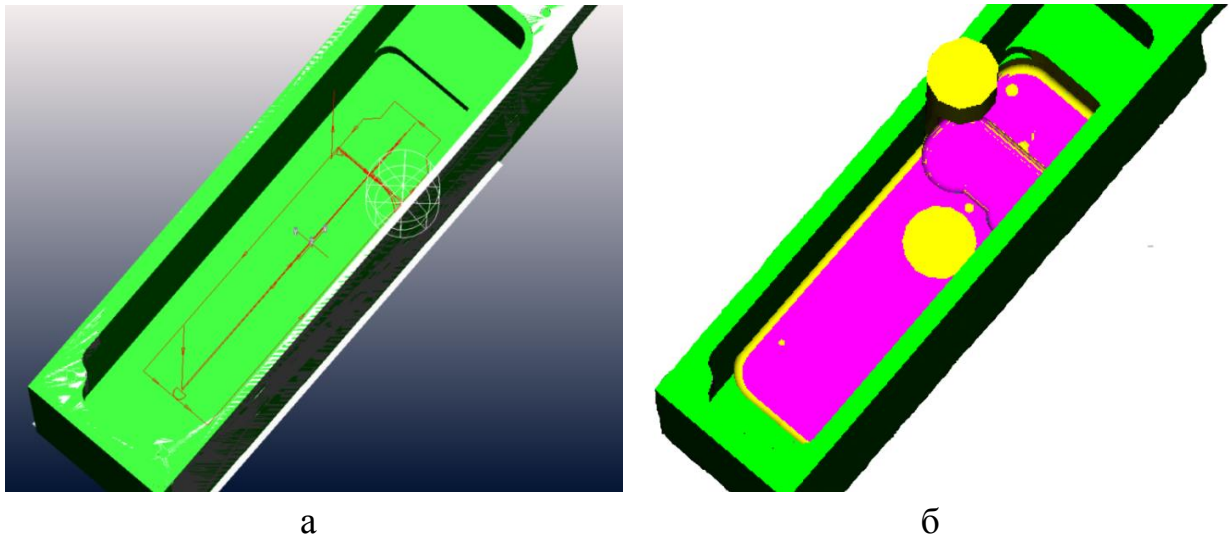


Рисунок 2.8 – Кінематична схема руху інструменту (а) та симуляція обробки дна (б) деталі «Балка»

Результатом урахування обмежень можуть бути автоматичне коригування постпроцесором величин і режимів подачі, змінення швидкості шпинделя й траєкторії руху інструмента, видача діагностичного повідомлення.

Траєкторія руху інструмента може бути змінена, наприклад, під час задавання переміщення на прискореній подачі більше ніж за однією координатою одночасно, що є недопустимим для більшості верстатів. У такій ситуації постпроцесор може організувати покоординатний рух у задану точку, зберігаючи незмінним значення прискореної подачі.

2.7 Техніко-економічне проектування цеху

2.7.1 Розрахунок трудомісткості у цеху

Трудомісткість є одним із основних показників технологічності виробу, тому її зниження - одне з найважливіших завдань розробників. Шляхами зниження трудомісткості є правильний вибір сучасних прогресивних методів отримання заготовок та формоутворення деталі, раціональний вибір квалітетів точності та показників шорсткості поверхонь, малоопераційність обробки [5].

Трудомісткість виготовлення деталей враховує загальну кількість праці виробничих робітників, що витрачаються на їх виготовлення.

Для визначення трудомісткості виготовлення деталей в проектуваному цеху використовуються заводські дані. Це доцільно тому, що об'єктом виробництва є номенклатура деталей вже освоєного виробництва. Але діючі на підприємстві норми часу відрізняються від фактичних, тому що з часу їх введення робочими були придбані виробничі навички і сталося дооснащення виробництва.

Зміна норм часу відбулося і за рахунок зростання технічної досконалості виробництва. Тому виникає потреба запровадження коефіцієнта посилення норм часу $n_{уж} = 0,72$. Коефіцієнт посилення є величиною, що коректує існуючу трудомісткість з урахуванням впровадження більш прогресивних норм часу, технологічних процесів і раціональних форм організації праці [.

Тоді трудомісткість виготовлення деталей за видами робіт з урахуванням коефіцієнта посилення матиме вигляд:

$$T = T_6 n_{уж} N_{вип} \quad (2.6)$$

де T_6 – трудомісткість робіт у базовому цеху, чол.·год.

Всі трудомісткості за типовими операціями у базовому цеху зведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Трудомісткість різних видів операцій у цеху

Фрезерни з ЧПК, чол.·год	Токарни, чол.·год	Токарни з ЧПК, чол.·год	Свердлільни, чол.·год	Слесарни чол.·год	Сума трудомісткість чол.·год
115890,6	23049,2	15196,2	48622,8	44964,4	247360

2.7.2 Розрахунок кількості верстатного обладнання

Необхідна кількість обладнання визначається згідно формулі:

$$C_{\text{розрах}} = \frac{T}{\Phi_d \cdot K_{\text{одн}}}, \quad (2.7)$$

де T – трудомісткість виготовлення всіх деталей на обладнання, чол.·год;

Φ_d – дійсний річний фонд часу обладнання;

$K_{\text{одн}}$ – кількість людей, що одночасно працюють на одному верстаті.

Кількість обладнання округлюємо до більшого цілого числа. Для кожного типу обладнання визначаємо коефіцієнт завантаження:

$$K_z = \frac{C_{\text{розрах}}}{C_{\text{прин}}}. \quad (2.8)$$

Всі результати зведено до таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Зведена таблиця результатів розрахунку обладнання

Найменування	Модель	T, чол/год	Φ_d	$K_{\text{одн}}$	$C_{\text{расч}}$	$C_{\text{прин}}$	K_z
Токарний верстак	250ИТВМ	23000	2030	1	11,33	12	0,94
Свердлільний верстак	2А125	29600			14,58	15	0,91
Різьбонарізний	2М55	19000			9,36	10	0,936
Фрезер, верстак із ЧПК	РН-20	6000			2,96	6	0,74
Фрезер, верстак із ЧПК	Picomax P-54	11000			5,4	6	0,9
Фрезер, верстак із ЧПК	Schaublin CNC-48	25400			12,52	13	0,894
Фрезер, верстак із ЧПК	Schaublin CNC-60	21000			10,34	11	0,86
Фрезер, верстак із ЧПК	ГФ2171С5	58400			22,77	23	0,948

2.7.3 Розрахунок кількості виробничих робітників

Кількість виробничих робітників визначається згідно формулі:

$$P_{\text{роз}} = \frac{\sum t_i N_{\text{зап}}}{\Phi_{\text{д}} K_{\text{вн}} K_{\text{м}}}; \quad (2.9)$$

де $\sum t_i N_{\text{зап}}$ – трудомісткість виготовлення всіх деталей і-ої професії;

$K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт виконання норми;

$K_{\text{м}}$ - коефіцієнт багатоверстатного обслуговування.

Всі дані розрахунків зведено в таблицю 2.17.

Таблиця 2.17 – Зведені данні розрахунку кількості виробничих робітників

Професія	Розряд	T_1 , чол. · год	$\Phi_{\text{д}}$, год	$P_{\text{розрах}}$	$P_{\text{пр}}$
Фрезерувальник ЧПК	4	115890	1859	20,8	21
Токар	5	23049		10,96	11
Токар ЧПК	3	15196		6,44	7
Свердлильник	4	48622		24,30	25
Слюсар	5	44964		35,12	36
Всього виробничих робітників					100

2.7.4 Визначення кількості допоміжних робітників і штату ІТР, СКП, МОП

Кількість допоміжних робочих визначаються за нормами обслуговування на одного робітника. Розрахунок штату ІТР, СКП, МОП ведеться за посадами, за посібником [2]. Розрахунок штату допоміжних робітників зведемо в таблицю 2.18, а штату ІТР, СКП, МОП в таблицю 2.19.

Таблиця 2.18 – Кількість допоміжних робітників цеху

Професія	Кількість
Електромонтер	2
Слюсар з ремонту фрезерних верстатів	2
Комірник	1
Слюсар ПРІН	2
Верстатний майстер ПРІН	2
Наладчик фрезерних верстатів	2
Слюсар з обслуговування обладнання	2
Водій кран балки	3
Верстатний з ремонту обладнання	1
Робочі підсобки	6
Прибиральник у цеху	6
Контролер	6
Крановик	4
Всього	39

Таблиця 2.19 – Штат підрозділів цеху

Підрозділ	Посада	Кількість
Керівництво цеху	Начальник цеху	1
	Зам з підготовки виробництва	1
	Зам з виробництва	1
Виробництво	Старший майстер	4
	Змінний майстер	8
Підготовка виробництва	Начальник тех. Бюро	1
	Технолог	8
	Інженер з інструменту	1
	Майстер ПРІН	1
	Завідуючий ІРК	1
	Архіваріус	1
ПДБ	Начальник ПДБ	1
	Планіровщик	6
	Диспетчер	4
	Технік з матеріалів	1
БТЗ	Начальник БТЗ	1
	Норміровщик	2
	Слюсар з нарізання	1
	Обліковець	1
Економ. бюро	Економіст	1
Група механіка	Механік	1
	Майстер з обладнання	1
Всього		51

2.8 Особливості сучасних багатоопераційних верстатів з ЧПК

Багатоопераційні верстати з ЧПК свердлильно-фрезерно-розточувальної групи складають значну частку у парку сучасного металорізального обладнання. На них можлива комплексна послідовна обробка деталей різними інструментами з їх автоматичною заміною з інструментального магазину. У більшості випадків верстати оснащуються поворотними або глобусними столами, які дозволяють виконувати обробку складних деталей із кількох сторін при незмінному закріпленні.

На таких верстатах, як правило, оброблюють плоскі та корпусні деталі, а також деталі складної форми. Аналіз обсягів виробництва металорізального обладнання та структури випуску верстатів за групами на прикладі провідних верстатобудівних країн (Японія, Тайвань, Німеччина) показав, що саме верстати свердлильно-фрезерно-розточувальної групи преважують у сучасному верстатобудуванні [11].

Витрачати кошти на обладнання – це запорука впевненого майбутнього машинобудівного виробництва, що дозволить підвищити ефективність та конкурентоздатність будь-якого підприємства.

Опитування американських машинобудівних підприємств показало, що при оновленні верстатного парку 70% покупають нові верстати, 21% – ті, що були вжитку, 9% – відновлюють або модернізують існуюче обладнання.

Модернізація верстата – це приблизно 30–40% вартості нового верстата такого ж призначення. Але збереження існуючих технологій не дозволяє оптимізувати виробничий процес виготовлення продукції, а ремонт верстатів буде відбуватися частіше.

До витрат, пов'язаних із придбанням верстата належить не лише вартість верстата, а й витрати на його доставку та монтаж, на придбання нової технологічної оснастки, на навчання виробничого персоналу. Слід враховувати, що на першому етапі будуть витрати часу на приведення верстата до рівня розрахункової продуктивності.

Особливістю сучасних багатоцільових верстатів свердлильно-фрезерно-розточувальної групи є високошвидкісна обробка з частотою обертання шпинделя в межах 20–40 тисяч об/хв. Найвищий рівень частот досягається за допомогою мотор-шпинделів без механізмів коробки швидкостей. Конструкція приводів головного руху сучасних багатоцільових верстатів поряд із високими частотами обертання забезпечує високу вібростійкість, а отже, якість та продуктивність обробки. Сучасні інструменти дозволяють знімати досить великі припуски та працювати в важких умовах, тому і верстати для забезпечення максимальної ефективності використання різального інструменту повинні бути достатньо потужними та мати як високу частоту обертання, так і достатній крутний момент [3].

Сучасні системи ЧПК полегшують підготовку та налагодження керуючих програм, які можуть бути складені та відредаговані безпосередньо на верстаті у режимі діалогу. Системи легко адаптуються до найскладніших багатоцільових верстатів і дозволяють виконувати високопродуктивну обробку. Серед розглянутого переліку аналізованого обладнання найпоширенішими є системи ЧПК: Fanuc (Японія), Siemens (Німеччина), Heidenhain (Німеччина), Haas (США), Mitsubishi Electric (Японія).

Аналіз технологічних можливостей та технічних характеристик металообробного обладнання показав, що тенденцією у верстатобудівній галузі є прагнення до комплексної обробки деталей на оброблювальних центрах із ЧПК, що дозволяє скоротити витрати часу та кількість засобів технологічного оснащення, а також підвищити продуктивність виготовлення деталей у результаті підвищення рівня концентрації технологічних операцій [1].

2.9 Система управління якістю продукції машинобудівного підприємства

Продукція – це матеріалізований результат процесу праці, що має корисними властивостями, отриманий у певному місці за певний інтервал часу і призначений для використання споживачами з метою задоволення їх потреб як суспільного, так і особистого характеру [6].

В умовах ринкових відносин та участі України в Світовій організації торгівлі важливим питанням є підвищення конкурентоздатності продукції вітчизняних підприємств. Членство в цій організації відкриває кордони, зарубіжна високоякісна продукція надходить на вітчизняний ринок, що може призвести до втрат ринкових позицій національного виробника.

У зв'язку з цим життєво необхідним є підвищення конкурентоздатності вітчизняної продукції та отримання відповідних сертифікатів систем якості, що дозволило б не тільки відстояти свої позиції на власному ринку, але й вийти на світовий ринок.

Багаторічний досвід провідних компаній розвинених країн світу свідчить, що здобути успіх на ринку можна шляхом вдосконалення системи управління якістю. Тому сьогодні, говорячи про якість, мають на увазі не стільки ґатунок самої продукції, скільки якість функціонування підприємств і організацій, досконалість їх систем управління як істю, націлених на постійне самовдосконалення та головне задоволення існуючої потреби на ринку.

Як прийнято вважати, якщо підприємство отримало сертифікат відповідності системи управління якістю міжнародним стандартам ISO 9000, воно здатне стабільно виробляти якісну продукцію, яка може бути конкурентоспроможною [6].

Більшість фірм світу використовують для цього міжнародні стандарти ISO серії 9000 та похідні від них QS 9000, ISO 14000 тощо.

Відповідно до визначення Міжнародної організації з стандартизації (ISO), якість – це сукупність властивостей і характеристик продукту, які надають йому здатність задовольняти обумовлені або передбачувані потреби.

Таким чином, рівень ефективності системи управління якістю прямо пропорційний рівню конкурентоспроможності продукції та підприємства.

Система управління якістю підприємства може стати інструментом перемоги в конкурентній боротьбі, враховуючи, що конкурентоспроможність підприємства – це рівень його компетенції відносно інших підприємств конкурентів у нагромадженні та використанні виробничого потенціалу певної спрямованості, що знаходить свій вираз у таких показниках, як якість продукції, обсяги виробництва, прибуток тощо.

Для забезпечення необхідного рівня якості потрібні не тільки зацікавлені, кваліфіковані працівники, відповідна матеріальна база, але й добре налагоджена система менеджменту якості.

На підприємствах в рамках систем управління якістю, що відповідають вимогам стандарту ISO 9001, проводиться аналіз даних стосовно якості продукції та результативності виробничих процесів.

Найбільш ефективно запитам ринку, споживача відповідає ідеологія системи загального управління якістю – TQM (Total Quality Management), технологією якої є міжнародні стандарти ISO серії 9000 [6].

Впровадження та сертифікація систем управління відповідно до вимог національних або міжнародних стандартів у першу чергу дозволить підвищити конкурентоспроможність продукції вітчизняних виробників.

Системи управління якістю – це складова контролю за управлінською діяльністю, технологією виробництва а продукцією, спрямованих на зростання якості продукції. Підприємство має визначити мету втілення стандарту – заради отримання сертифіката або заради підвищення якості менеджменту.

Формальне ж втілення стандарту є негативним процесом і полягає у:

- 1) формальній розробці політики якості;
- 2) невимірності цілей у сфері якості;
- 3) відсутності зворотного зв'язку зі споживачами продукції;
- 4) існуванні системи управління якістю як окремої системи документації, яка по суті не впливає на виробничий процес; відсутність взаємозв'язків між підрозділами підприємства та відділом з якості;
- 5) дисбалансі та несистематизованості в переліку обов'язків і повноважень персоналу в рамках системи управління якістю та посадових інструкціях;
- 6) відсутності системи мотивації персоналу в рамках системи управління якістю та підприємства взагалі;
- 7) низькій якості методичного забезпечення системи управління якістю та відсутності компетентного персоналу щодо забезпечення її результативного функціонування.

Індикаторами оцінювання системи управління якістю підприємства можуть виступати такі показники щодо наявності процесів, вимірювання та аналізу процесів і якості продукції.

Ринкова орієнтація економіки України вимагає від підприємств адаптування не тільки до умов ринкового середовища, що змінюється, але й до швидкості цих змін, що найефективніше досягається на підставі реалізації вимог міжнародного стандарту на системи управління якістю [6].

3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Методика маркетингового вивчення ринку збуту продукції

3.1.1 Характеристика деталі «Балка» як товару

Деталь «Балка» (рисунок 3.1, а) є силовим несучим елементом автоматичної системи відстрілу помилкових теплових цілей (ПТЦ). На борту літака або вертольота ПТЦ встановлюють у спеціальні тримачі, так звані автомати системи відстрілу (рисунок 3.1, б). ПТЦ - це піротехнічні пристрої, що виділяють велику кількість тепла при згорянні пального складу, також відомі як «теплові пастки» або «ІЧ-пастки» [7]. Конструктивно ПТЦ є невеликою ємністю з твердим горючим складом.

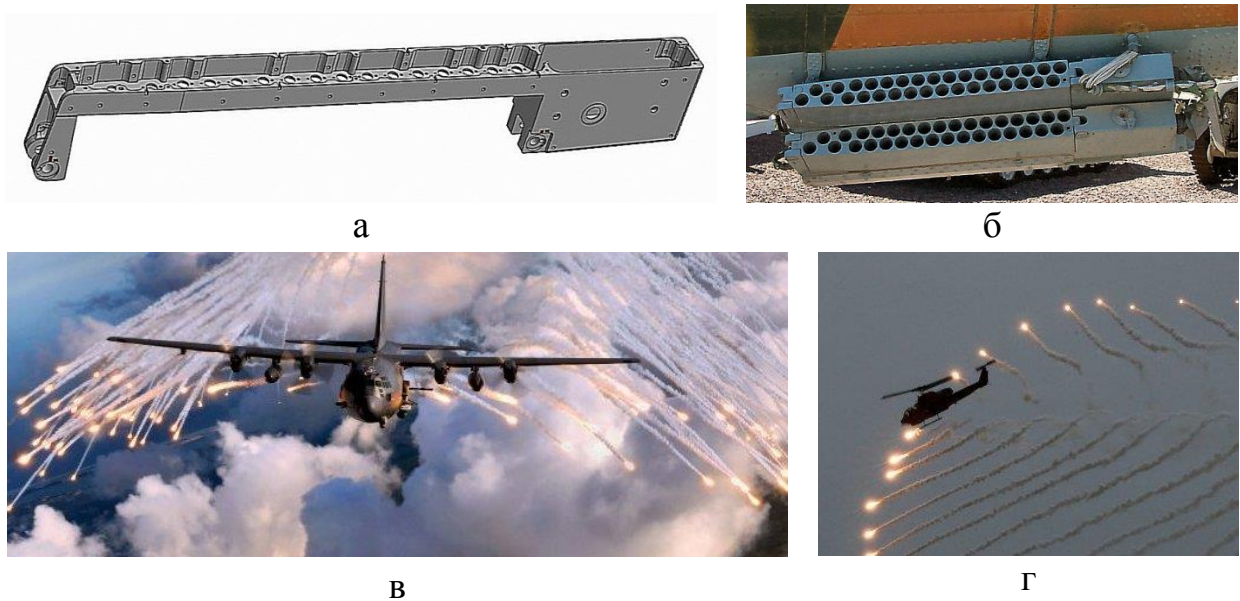


Рисунок 3.1 – Призначення деталі «Балка»

Автомати системи відстрілу сполучаються із бортовим комплексом оборони, їх застосування автоматизовано [7].

При появі такої помилкової мети в полі наведення ракета з інфрачервоною головкою самонаведення перенацілюється на потужніший тепловий сигнал від ЛТЦ, випущеної з борту військово-транспортного літака (рисунок 3.1, в) або бойового вертольота (рисунок 3.1, г).

Деталь «Балка» являє собою суцільнометалевий монолітний корпус із великою кількістю поверхонь плоскою і циліндричної форми, що розположені на внутрішніх та зовнішніх областях деталі.

Найбільш ефективними та поширеними засобами боротьби з літаками, вертольотами та іншими повітряними об'єктами при веденні бойових дій у теперішній час стали керовані ракети класів «повітря - повітря» та «поверхня - повітря». Досвід локальних війн та воєнних конфліктів останніх десятиріч свідчить, що більш, ніж 80 % всіх випадків ураження літаків, вертольотів та безпілотних літальних апаратів під час бойових дій пов'язано з застосуванням такої

грізної зброї, як керовані ракети з інфрачервоними головками самонаведення (ІЧ ГСН) [7].

Особливу небезпеку для літальних апаратів всіх типів, при виконанні ними бойових завдань, складають переносні зенітні ракетні комплекси (ПЗРК), основу яких складають малогабаритні зенітні керовані ракети з ІЧ ГСН.

Не меншу загрозу являють собою ПЗРК і при їх застосуванні проти ЛА цивільної авіації як у воєнний та і у мирний час. Така ситуація підтверджується значною активізацією своєї діяльності терористичних угруповань з застосуванням даного виду озброєння.

Небезпека такої загрози пояснюється значними неконтрольованими запасами ПЗРК у різних регіонах світу, їх мобільністю, скритністю, автономністю та надзвичайною простотою бойового застосування.

У зв'язку з цим, проблема захисту ЛА від керованих ракет з ІЧ ГСН на сьогоднішній день є однією з найбільш актуальних для всіх без винятку розробників та експлуатантів ЛА як військового так і цивільного призначення.

Питанням розробки засобів та систем захисту ЛА від керованих ракет з ІЧ ГСН приділяється особлива увага в багатьох країнах світу.

Світовими лідерами з питань створення даних засобів та систем є США (компанії Northrop Grumman, BAE Systems), Ізраїль (компанії Elbit Systems Ltd, Rafael), Великобританія (компанія CRLS). Досить успішно в даній галузі працює також науково-виробнича фірма «Адрон» (м. Київ), яка є однією з провідних організацій в Україні у галузі розробки систем захисту літаків та вертольотів від керованих ракет з ІЧ самонаведенням.

3.1.2 Аналіз ринку збуту виробів машинобудування

Від ринків збуту виробів машинобудування залежать обсяг продажів, рівень цін, виручка від реалізації продукції, сума одержаного прибутку [5].

При цьому необхідно враховувати, на якій стадії життєвого циклу перебуває кожний товар в окремих сегментах ринку [13]:

а) нульова стадія характеризується вивченням і апробацією ідеї розробки нового товару, а потім і самого товару;

б) перша стадія (випуск товару на ринок і впровадження), на якій з'ясовується, чи буде товар мати успіх на ринку. Прибуток на цій стадії невисокий, тому що значні кошти йдуть на амортизацію досліджень, просування товару на ринок;

в) друга стадія (зростання і розвиток продажів), на який товар починає давати прибуток, він швидко покриває всі витрати і стає джерелом прибутку, хоча ще потребує великих затрат на рекламну підтримку його просування на ринку;

г) третя стадія (зрілість) - товар має стабільний ринок, попит і дає регулярний прибуток, тобто перебуває у найприбутковішому періоді, оскільки не потребує затрат на просування на ринок, а тільки на рекламну підтримку;

д) четверта стадія (насичення і спад), на якій спочатку обсяг продажів істотно не змінюється, а потому різко скорочується з передбачених і непередбачених причин: товар, що не зазнає ніяких змін, обридає споживачам, або ж зникає потреба, яку він був покликаний задовольняти. Мистецтво полягає в тому, щоб вчасно вловити і запобігти спаду попиту на виріб шляхом його удосконалення або заміни іншим.

У процесі аналізу необхідно також виявити реальних і потенційних конкурентів, провести аналіз показників їхньої діяльності, визначити сильні і слабкі сторони їхнього бізнесу, фінансові можливості, мету і стратегію конкурентів у сфері експансії на ринку, технології виробництва, якості продукції і цінової політики [5].

Це дасть змогу передбачити спосіб їхньої поведінки і обрати найприйнятніші способи боротьби для зміцнення своїх позицій на ринках збуту.

МіГ-21 - радянський реактивний фронтовий винищувач. Кодифікація НАТО - « Fishbed». Випускався серійно в СРСР (1959 - 1986 роки), всього збудовано 10800 літаків, в Індії та Китаї під позначенням F-7.

Літак МіГ-21 стояв на озброєнні 68 країн світу, подекуди використовується і зараз як навчально-тренувальний (рисунок 3.2).

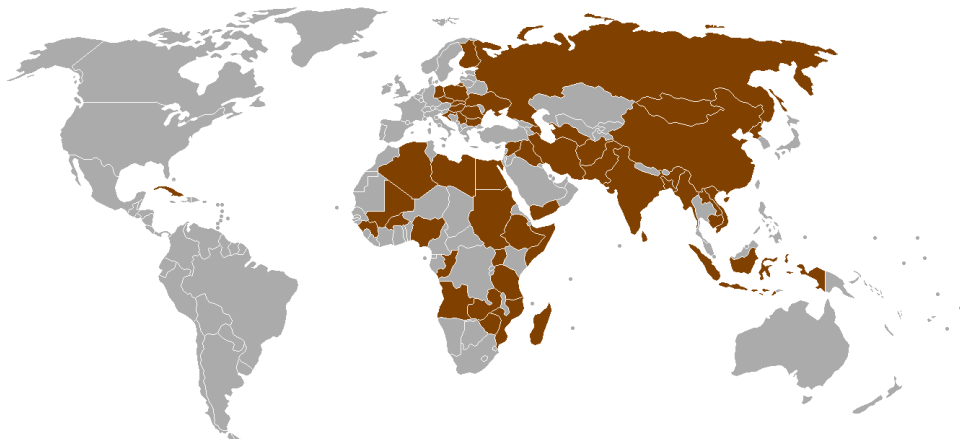


Рисунок 3.2 – Карта ринку збуту літака МіГ-21

МіГ-21 був одним з наймасовіших винищувачів по розповсюдженості у світі після Другої світової війни, і до сьогодні знаходиться на озброєнні багатьох країн, що не можуть дозволити собі мати у складі ВПС більш сучасні літаки, або ж не бачать доцільності цього.

МіГ-21 неодноразово модифікувався, при чому, найдосконаліші модифікації, виконані із використанням нової цифрової БРЕО, що значно розширює бойові можливості літака. Це дозволили авіаційним спеціалістам говорити про

те, що МіГ-21 мало в чому поступається винищувачам четвертого покоління, хоча сама і відноситься до другого покоління реактивних винищувачів.

Українська модернізація МіГ-21 передбачає не тільки проведення повного капітального ремонту, але й заміну аналогової апаратури на цифрову (частково, що стосується навігаційної та систем внутрішнього та зовнішнього зв'язку чеського виробництва), ремонт радарів, встановлення GPS-навігаторів, устаткування, що дозволяє використовувати ракети AIM-9 Sidewinder.

Машинобудування виробляє знаряддя праці для тих видів економічної діяльності, що виготовляють засоби виробництва, предмети споживання, а також самі предмети споживання (рисунок 3.3) [13].



Рисунок 3.3 – Види машинобудування

В Україні розвивається літакобудування, яке орієнтується на науково-дослідну базу та висококваліфіковані кадри. Найбільшими його центрами в Україні є міста Київ і Харків, де діють заводи підприємства «Антонов» з виробництва літаків і вертольотів. Легкі літаки також випускає «Аеропракт» (м. Київ), а вертольоти - «Мотор Січ» (м. Запоріжжя).

Останнє підприємство є лідером у державі з випуску двигунів для літаків і вертольотів. До його складу входять виробничі підрозділи в містах Волочиськ (Хмельницька область) і Сніжне (Донецька область). Двигуни для літаків також розробляє й випускає Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» ім. академіка О. Г. Івченка.

Ракетобудування представлено Державним підприємством «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод ім. О. М. Макарова» (м. Дніпро).

Вибір стратегії сегментації залежить від наступних факторів [13]:

- від виду продукції, що випускається;
- від положення підприємства на ринку;

– від виробничих потужностей та фінансового становища підприємства.

Ринки країн СНД.

Переваги:

- актуальність даної продукції в наслідок політичної ситуації;
- потенційний розвиток військової промисловості;
- традиційність зв'язків;
- система техобслуговування добре налагоджена.

Недоліки:

- загальна економічна криза;
- введення прикордонних бар'єрів.

Ринки країн далекого зарубіжжя.

Переваги:

- ціна продукції значно менша місцевих аналогів;
- тенденції розвитку виробництва сприяють попиту на даний товар.

Недоліки:

- труднощі налагодження контактів через проблеми політичної та економічної нестабільності;
- складність з післяпродажним обслуговуванням.

3.1.3 Маркетингові дослідження виробів машинобудування

Маркетингові дослідження – це процес збору й аналізу інформації з метою з'ясування ринкових можливостей і загроз, вивчення конкурентного середовища й потреб споживачів, а також вдосконалення стратегії бренду [13].

Загалом маркетингові дослідження можна поділити на дві категорії:

- дослідження, які ідентифікують проблему;
- дослідження, які розв'язують проблему.

Кожна з цих категорій налічує особливі види маркетингових досліджень.

1. Вибір політики ціноутворення.

У контракт на поставку виробу вносити чотири позиції:

а) одиниця зміни ціни – це кількісна характеристика товару, залежна від характеру товару і світової практики.

б) базис ціни – встановлюють, які витрати вкладаються в ціну товару і здійснюються за рахунок продавця, а які понад ціну – за рахунок покупця.

в) валюта ціни – ціна може бути виражена у валюті країни імпортера, експортера або третьої сторони.

г) спосіб фіксації цін – ціна визначається відразу, або після укладення контракту.

Розрізняють чотири види цін [13]:

- тверда ціна;

- рухома ціна;
- змінна ціна;
- ціна з подальшою фіксацією.

Для товару з тривалим терміном виготовлення та постачання використовується змінна ціна, яка нараховується на момент виконання контракту, шляхом перегляду базової ціни з урахуванням зміни у витратах виробництва за період виконання замовлень на товар.

Маркетинг виділяє чотири основні види цінової стратегії на ринку [13]:

- стратегія високих цін;
- стратегія низьких цін;
- стратегія диференційованих цін;
- стратегія конкурентних цін.

2. Організація збуту деталі типу «Балка».

Зазвичай деталі типу «Балка» (див. рисунок 3.1, а) продаються за прямими поставками попередньо узгоджених контрактів. На підприємстві для цих цілей існує відділ збуту і зовнішньоекономічних зв'язків. В результаті переговорів укладається договір про поставку товару до певного терміну, в певній кількості і за певною ціною

3.2 Формування ринку збуту виробів машинобудування

Формування ринку попиту – це формування громадської думки про товар з метою залучення до нього загальної уваги і в кінцевому підсумку – виникнення у споживача бажання придбати даний товар.

3.2.1 Види та функції реклами виробів машинобудування

Перший крок у розробці рекламної кампанії – це визначення її цілей, котрі детермінуються попередньо прийнятими рішеннями, характеристиками цільового ринку, його кон'юнктурою і маркетинговою стратегією компанії.

У залежності від того, які цілі та мету переслідує реклама, виділяють наступні її види [13]:

1. Імідж-реклама;
2. Стимулююча реклама;
3. Політична реклама;
4. Бізнес-реклама;
5. Суспільна реклама.

Імідж-реклама – це реклама по створенню позитивного образу (іміджу) фірми. Її основна роль – ознайомлення потенційних покупців чи споживачів з продукцією фірми, напрямками її діяльності та перевагами. Імідж-реклама, як правило, діє найширше з усіх інших видів реклами. Вона спрямовується не лише на безпосередніх покупців, але й на ширші верстви населення, щоб при ро-

зширенні переліку продукції і сфери діяльності фірма чи товар викликали у покупців позитивні емоції.

Найефективнішими для імідж-реклами є:

- рекламні ролики на телебаченні;
- рекламні щити;
- реклама на транспорті;
- реклама в популярних газетах і журналах;
- участь в благодійних акціях.

Стимулююча реклама – найпоширеніший вид реклами. В ній важливо підкреслити основні переваги продукції (послуги), її позитивні якості у порівнянні з аналогічними товарами. Основне завдання такої реклами – стимулювання потреби у придбанні даного товару чи використанні послуги.

В рекламному оголошенні стимулюючої реклами невеликих і середніх фірм при рекламуванні товарів повсякденного попиту прийнято подавати й елементи імідж-реклами, оскільки окрему імідж-рекламу такі фірми не можуть собі дозволити.

Найефективніші рекламні засоби для стимулюючої реклами:

- реклама в газетах і журналах;
- пряма поштова розсилка;
- реклама на радіо;
- участь у виставках;
- телереклама.

Політична реклама використовується політиками для переконання людей голосувати лише за них. Вона є важливою частиною політичного процесу в демократичних країнах, в тому числі і в Україні. Суто політична реклама має тенденцію концентруватися в більшій мірі на створенні образу політика, ніж на спірних питаннях, що є предметом суперництва кандидатів.

Політична реклама охоплює всі форми реклами від наклейок до телевізійних роликів. У більшості виборчих кампаній використовують комбінації різних форм політичної реклами, серед яких:

- оголошення по радіо;
- наклейки;
- плакати;
- календарі;
- реклама по телебаченню.

Бізнес-реклама включає повідомлення, направлені роздрібним продавцям, оптовикам і дистриб'юторам, а також промисловим підприємствам-покупцям і професіоналам, наприклад адвокатам чи лікарям.

Суспільна реклама передає повідомлення, яке пропагує певне позитивне явище, наприклад, відмову від тютюнопаління чи припинення водіння автомобіля в стані сп'яніння. Як правило, місце і час для такої реклами в засобах масової інформації надається безкоштовно.

3.2.2 Аналіз ризику при впровадженні у виробництво нового виробу

При розробці і впровадженні у виробництво нового виробу стикаються з такими труднощами [13]:

1. Невизначеність в досягненні результатів;
2. Суб'єктивність в інтересах різних ділянок проекту, множинність критеріїв оцінки.

Ризик – міра мінливості і невпевненості віддачі, яка складається з очікуваних надходжень. Чим ризикованіше операція, тим більше обсяг прибутку може бути отриманий. При оцінці ризику слід враховувати два фактори:

1. Обсяг фінансування.
2. Фактор часу.

Розрізняють два види ризику [13]:

1. Диверсифікований – це фінансовий ризик фірми. Залежить від нестабільності цін на матеріали, нестабільність попиту на збувати продукцію.
2. Недиверсифікований – ризик системи в цілому. Залежить від зростання цін на енергоносії, економічної нестабільності в країні, інфляції, метеоумов.

Для зменшення ступеня ризику можливе застосування різних застережень при укладанні договору (контракту). Для зведення до мінімуму диверсифікованих ризиків встановлюють в контракті ковзаючу ціну і форму, по якій вона повинна розраховуватися. Для компенсації інших типів ризику служить страхування.

Страхування - це фінансове забезпечення можливого збитку, зниження або повна його компенсація.

3.3 Вихідні дані для розрахунку техніко-економічних показників цеху

Розряд основних робітників-верстатників - не нижче 4 розряду.

Тарифна годинна ставка робітника $l=92$ грн/год.

Річна програма випуску виробу - деталі «Балка» $NB=1000$ шт.

Трудомісткість одного виробу - деталі «Балка - 54 чол. · год.

Підприємство працює в одну зміну.

Річна програма запуску у виробництво $N3$, шт. розраховується за формулою:

$$N3 = NB \cdot \left(1 + \frac{ПН}{100}\right) = 1000 \cdot \left(1 + \frac{6}{100}\right) = 1060 \text{ шт.}, \quad (3.1)$$

де ПН – технічні неминучі витрати. ПН=6%.

Для визначення собівартості виробу необхідно визначити [13]:

- вартість основних матеріалів;
- зворотні відходи;
- заробітня плата виробничих працівників(основна та додаткова);
- відчислення у фонд ЄСВ з заробітних плат;
- загальновиробничі постійні та змінні витрати;
- витрати на освоєння нових видів виробу.

Собівартість виробу обчислюється як:

$$C_{\text{Вир}} = VM - ЗВ + ОЗПР + ДЗПР + ЄСВПР + Пев + ПоВ + ВПВ \quad (3.2)$$

Трудомісткість партії деталей:

$$ТГ = ТГ_{\text{шт}} \cdot NЗ, \quad (3.3)$$

де $ТГ_{\text{шт}}$ – трудомісткість одного виробу, чол. · год;

$NЗ$ – річна програма запуску деталей, шт.

$$ТГ = 54 \cdot 1060 = 60102 \text{ чол.} \cdot \text{год.} \quad (3.4)$$

Основна заробітна плата складає:

$$ОЗПР = ТГ \cdot СГС, \quad (3.5)$$

де $СГС$ – середня годинна ставка.

Середня годинна ставка відповідає середньому розряду робіт, що виконуються в цеху. Розрахунок кількості працівників цеху за категоріями працюючих.

Для промислово-виробничого персоналу підприємства належать такі працівники: основні виробничі і допоміжні робітники, фахівці (інженерно-технічні працівники), службовці, молодший обслуговуючий персонал [13].

Приймаємо, що на одному верстаті працює один робітник. Кількість основних робітників цеху приведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість основних робітників цеху

Професія	Кількість робітників, чол.	Розряд
Фрезерувальник ЧПК	8	4
Токар	8	
Токар ЧПК	6	
Свердувальник	6	
Всього	28	

Середня годинна ставка $СГС$ складає:

$$СГС = \frac{ГС_{IV} \cdot КВР_{IV}}{КВР}, \quad (3.6)$$

де $ГС_{IV}$ – годинна ставка IV розряду;

$КВР_{IV}$ – кількість виробничих робітників IV розряду.

$$\text{Тоді } СГС = \frac{28 \cdot 92}{1,65} = 151,8 \text{ грн;} \quad (3.7)$$

Витрати на сировину та матеріали (VM):

$$\text{Тоді } VM = NM \cdot ЦМ \cdot \left(1 + \frac{НТ}{100}\right), \quad (3.8)$$

де НМ – маса матеріалу заготовок.

$$\text{Тоді НМ} = 1050 \cdot 1.685 = 1769,25 \text{ кг}, \quad (3.9)$$

НТ – норматив транспортних витрат, %; НТ = 1,5 %;

ЦМ – ціна кілограму матеріалу деталі «Балка», для магниевого литейного сплава ZE10A деталі ЦМ = 216 грн/кг.

$$\text{ВМ} = 1769,25 \cdot 216 \cdot \left(1 + \frac{1,5}{100}\right) = 387890,37 \text{ грн.} \quad (3.10)$$

Зворотні витрати (ЗВ), то залишки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, що втратили свої споживчі якості в процесі виробництва, складають:

$$\text{Тоді ЗВ} = \text{НМ} \cdot \left(1 - \frac{\text{КВМ}}{100}\right) \cdot \text{ЦМ} \cdot 0,1, \quad (3.11)$$

де КВМ – коефіцієнт використаних матеріалів, %; КВМ = 54,2%.

$$\text{ЗВ} = 1769,25 \cdot \left(1 - \frac{54,2}{100}\right) \cdot 216 \cdot 0,1 = 17579,27 \text{ грн.} \quad (3.12)$$

Тоді основна заробітна плата складає:

$$\text{ОЗПР} = 60102 \cdot 151,8 = 2445949,39 \text{ грн.} \quad (3.13)$$

Додаткова заробітна плата виробничих робітників визначається за формулою:

$$\text{ДЗПР} = \text{ОЗПР} \cdot \frac{\text{НДО}}{100}, \quad (3.14)$$

де НДО – норматив додаткової заробітної плати робітників, %; НДО=45%.

$$\text{Тоді ДЗПР} = 2445949,39 \cdot \frac{45}{100} = 1100677,23 \text{ грн.} \quad (3.15)$$

Відчислення у фонд ЄСВ з основної та додаткової заробітної плати робітників ЄСВПР, грн. розраховується як 22% від суми основної та додаткової заробітної плати:

$$\text{ЄСВПР} = (\text{ОЗПР} + \text{ДЗПР}) \cdot \frac{\text{НЄСВ}}{100}, \quad (3.16)$$

де НЄСВ – норматив відрахувань у фонд ЄСВ із заробітних плат основних робітників, НЄСВ=22%

$$\text{ЄСВПР} = (2445949,39 + 1100677,23) \cdot \frac{22}{100} = 780257,86 \text{ грн.} \quad (3.17)$$

Сума постійних загальновиробничих витрат є нормативом від заробітної плати основних робітників. Визначається за формулою:

$$\text{ПоВ} = 65\% \cdot \text{ОЗПР} = 65\% \cdot 2445949,39 = 1589867,10 \text{ грн.} \quad (3.18)$$

Сума змінних загальновиробничих витрат є нормативом від заробітної плати основних робітників визначається за формулою:

$$\text{ПеВ} = 80\% \cdot \text{ОЗПР} = 80\% \cdot 2445949,39 = 1956759,51 \text{ грн.} \quad (3.19)$$

Витрати на підготовку виробництва (ВПВ) визначають нормативом від матеріальних витрат та основної заробітної плати виробничих робітників для виробу:

$$\text{ВПВ} = (\text{ВМ} + \text{ОЗПР}) \cdot \frac{\text{НОВ}}{100}, \quad (3.20)$$

де НОВ – норматив витрат на підготовку виробництва, % НОВ=6%.

$$\text{Тоді ВПВ} = (387890,37 + 2445949,39) \cdot \frac{6}{100} = 170030,39 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість партії виробів:

$$C_{\text{Вир}} = 387890,37 - 17579,27 + 2445949,39 + 1100677,23 + 780257,86 + 1589867,10 + 1956759,51 + 170030,39 = 8413\ 852,58 \text{ грн.} \quad (3.21)$$

Виробнича собівартість одного виробу:

$$C_{\text{В}} = \frac{C_{\text{Вир}}}{N_3} = \frac{8413\ 852,58}{1113} = 7559,62 \text{ грн.} \quad (3.22)$$

де N_A – норматив від виробничої собівартості виробу.

Адміністративні витрати AB складають:

$$AB = O_3 \text{ПР} \cdot \quad (3.23)$$

$$\text{Тоді } AB = 2445949,39 \cdot \frac{10}{100} = 24459,49 \text{ грн.} \quad (3.24)$$

Виробнича собівартість B_3 :

$$B_3 = C_{\text{В}} \cdot \frac{N_3}{100}, \quad (3.25)$$

де N_3 – норматив витрат на збут.

$$\text{Тоді } B_3 = 7559,62 \cdot \frac{5}{100} = 377,98 \text{ грн;} \quad (3.26)$$

Повна собівартість партії виробів (враховуючи витрати на збут):

$$C_{\text{ПОВНА}} = N_3 \cdot (B_3 + C_{\text{В}} + AB) = 1113 \cdot (377,98 + 7559,62 + 23,3) = 8859004,70 \text{ грн.} \quad (3.27)$$

Повна собівартість одного виробу:

$$C_{\text{ВИРОБУ}} = \frac{C_{\text{ПОВНА}}}{N_3} = \frac{8859004,70}{1060} = 7959,57 \text{ грн.} \quad (3.28)$$

Усі результати розрахунків зведено до таблиці 3.1.

Таблиця 3.2 – Визначення собівартості деталі «Балка»

Найменування величин	Позначення	Значення, грн
Витрати на сировину і матеріали	ВМ	387890,37
Зворотні відходи	ЗВ	17579,27
Основна зарплата виробничих робітників	ОЗПР	2445949,39
Додаткова зарплата виробничих робітників	ДЗПР	1100677,23
Нарахування до фонду ЄСВ на заробітну плату виробничих робітників	ЄСВПР	780257,86
Постійні загальновиробничі витрати	ПоВ	1589867,10
Змінні загальновиробничі витрати	ПеВ	1956759,51
Витрати на підготовку виробництва	ВПВ	170030,39
Виробнича собівартість партії виробів	$C_{\text{Вир}}$	8413 852,58
Виробнича собівартість одного виробу	$C_{\text{В}}$	7559,62
Адміністративні витрати	AB	24459,49
Витрати на збут	ВЗБ	377,98
Повна собівартість партії виробів	$C_{\text{ПОВНА}}$	8859004,70
Повна собівартість одного виробу	$C_{\text{ВИРОБУ}}$	7959,57
Ціна на виріб без НДС	ЦВ	9683,87

3.4 Визначення критичної програми випуску деталі «Балка»

Розмір критичної програми РКП річного обсягу випуску продукції – це мінімальний розмір програми випуску продукції за рік, при якому дохід від продажів РДР дорівнює витратам виробництва РВВ, тобто прибуток дорівнює нулю. Розмір програми випуску визначаємо графічно.

Точка безбитковості – розмір партії продукції, що випускається, при якій забезпечується «нульовий прибуток», тобто прибуток від продажу дорівнює витратам виробництва.

Графічно критичну програму виробництва визначаємо як проекцію точки перетинання двох прямих: річного доходу від реалізації РДР і річних витрат виробництва РВВ.

Річні постійні витрати РПоВ визначаємо за трьома видами витрат і множенням цієї суми на річний обсяг запуску у виробництво $NЗ$, заданий у вихідних даних для виробу:

$$РПоВ = (ПоВ + АВ + ВЗ) \cdot NЗ, \quad (3.29)$$

$$РПоВ = 1589867,10 + 24459,49 + 396879 = 2035019,23 \text{ грн.} \quad (3.30)$$

Далі будуємо лінію змінних витрат, що виходять із початку координат:

$$ЗмВ \cdot NВ = 6044,85 \cdot 1113 = 6347092,5 \text{ грн.} \quad (3.31)$$

Змінні витрати $ЗмВ$, що припадають на один виріб, визначаємо вирахуванням з виробничої собівартості виробу $СВир$ постійних загальновиробничих податків $ПоВ$:

$$ЗмВ = СВ - ПоВ = 7559 - 1514,15 = 6044,85 \text{ грн.} \quad (3.32)$$

Лінію річного доходу від реалізації РДР, яка також виходить із початку координат, визначаємо за формулою:

$$РДР = ЦВ \cdot NВ, \quad (3.33)$$

де $ЦВ$ – оптова ціна на виріб.

$$\text{Тоді РДР} = 9683,87 \cdot 1060 = 10778145,15 \text{ грн.} \quad (3.34)$$

Аналітично розмір критичної програми РКП розраховуємо за формулою:

$$РКП = \frac{РПоВ}{ЦВ - ЗмВ}, \quad (3.35)$$

$$\text{Тоді РКП} = \frac{2035019,23}{9683,87 - 6044,85} = 559,2 \approx 560 \text{ шт.} \quad (3.36)$$

Річний кошторис витрат на виробництво:

$$P_{ВВ} = C_{В} \cdot N_{В} = 7559,62 \cdot 1\,060 = 7937596,77 \text{ грн.} \quad (3.37)$$

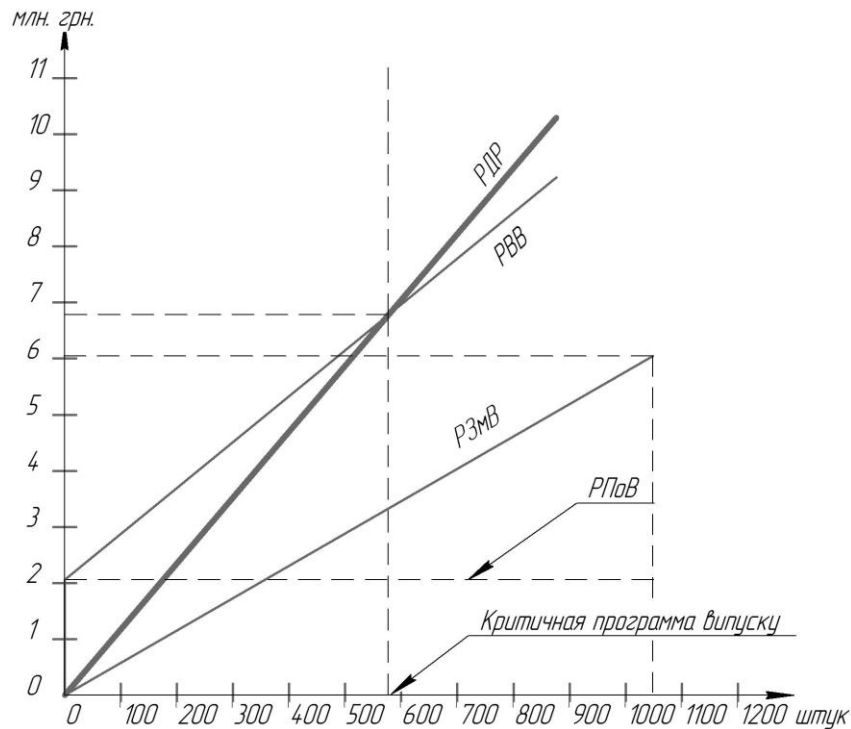


Рисунок 3.2 – Графік знаходження точки безбітковості виробництва деталі «Балка»

Висновок

В економічному розділі було розглянуто техніко-економічне обґрунтування виготовлення деталі «Балка» автоматичної системи відстрілу ПТЦ. Проведені маркетингові дослідження ринку збуту продукції, серед яких було порівняно ринки країн ближнього і дальнього зарубіжжя.

Розрахована собівартість виготовлення деталі «Балка» - 7959,57 грн.

Згідно із розрахунками, була знайдена і показана на рисунку 3.2 точка безбітковості виробництва деталі «Балка», яка дорівнює 560 виробам.

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

**КОМПОНУВАННЯ БАГАТООПЕРАЦІЙНИХ ВЕРСТАТІВ З ЧПК
І ПРИСТРОЇВ АВТОМАТИЧНОЇ ЗМІНИ ІНСТРУМЕНТА**

4.1 Компонування багатоопераційних верстатів з ЧПК

Сучасні багатоопераційні верстати з ЧПК здатні здійснювати повний цикл обробки деталей складної форми. Весь процес умовно можна підрозділити на кілька етапів за методами обробки, на кожному з яких потрібний окремий ріжучий інструмент [3]. На рис. 4.1 як приклад комплексної токарно-фрезерно-свердлильно-розточувальної обробки показані етапи виготовлення корпусу керма управління ЛА з алюмінієвого сплаву 2024 (Д16Т) масою 0,92 кг на багатоопераційному верстаті з ЧПК [11].

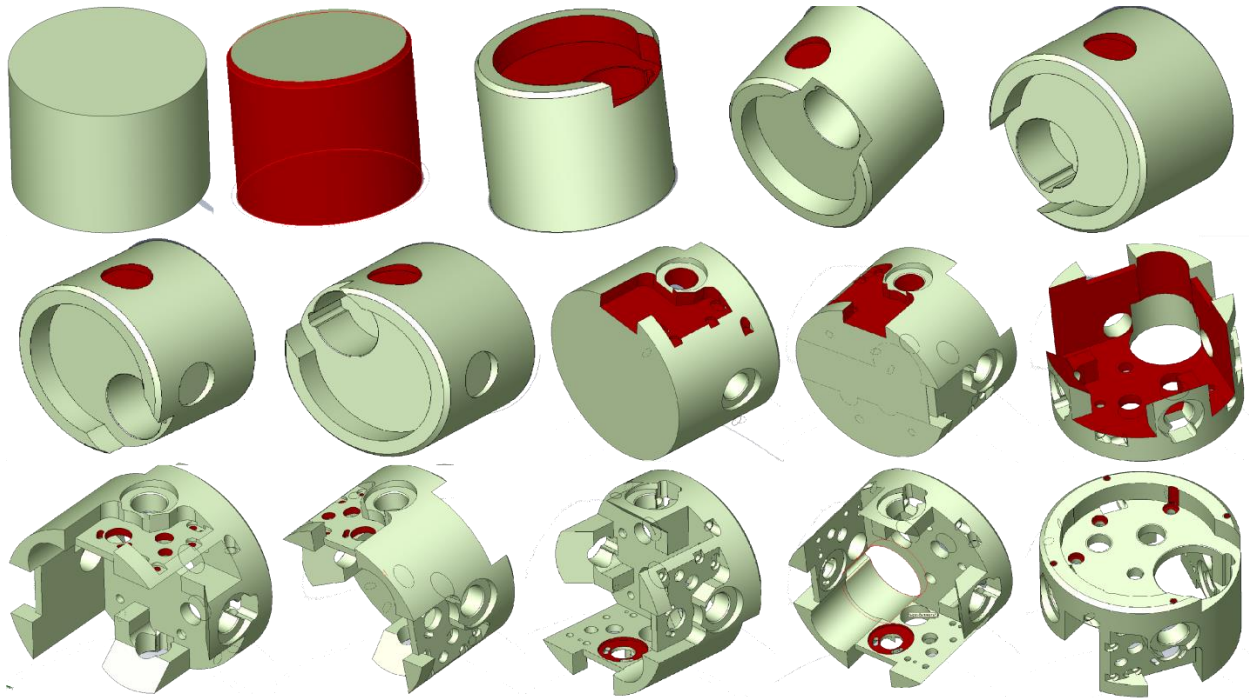


Рис. 4.1. Комп'ютерна модель багатоопераційної обробки деталі

Можна сформулювати такі загальні особливості комплектування багатоопераційних верстатів із ЧПК:

- можливість реалізації високоточної обробки деталей складної геометричної форми з великою кількістю координат переміщень інструменту;
- оснащення верстата пристроями, що розширюють його технологічні можливості: планшпортами, магазинами інструментів і шпиндельними вузлами, а також пристроями автоматизованого завантаження заготовок.

Нижче показані типові комплектування багатоопераційних верстатів із ЧПК середніх габаритів при довжинах ходів до 1000 мм:

- трикоординатна, з хрестовим столом за координатами X і Z і нерухомою колоною 1, за якою у вертикальному напрямку Y переміщається шпиндельна головка. Комплектування призначене для обробки заготовок корпусних деталей з одного боку (рис. 4.2, а);
- чотирикоординатна з поворотним столом 1. Комплектування призначене для обробки заготовок корпусних деталей з чотирьох сторін (рис. 4.2, б);

– чотирикоординатна з магазином інструментів 1 ланцюгового типу. Компонування призначене для комплексної обробки великою кількістю інструментів заготовок корпусних деталей з чотирьох сторін (рис. 4.2, г);

– п'ятикоординатна з двома поворотними столами 1, нижній з яких обертається навколо вертикальної, а верхній – навколо горизонтальної осі. Компонування призначене для комплексної обробки заготовок корпусних деталей з п'яти сторін під будь-яким кутом (рис. 4.2, д, в);

– шестикоординатна з планшпунтним пристроєм (зміщення розточувального різця програмується за третинною координатою U). Компонування призначене для високоточної обробки внутрішніх фасонних поверхонь, розташованих під довільними кутами. (рис. 4.2, е) [11].

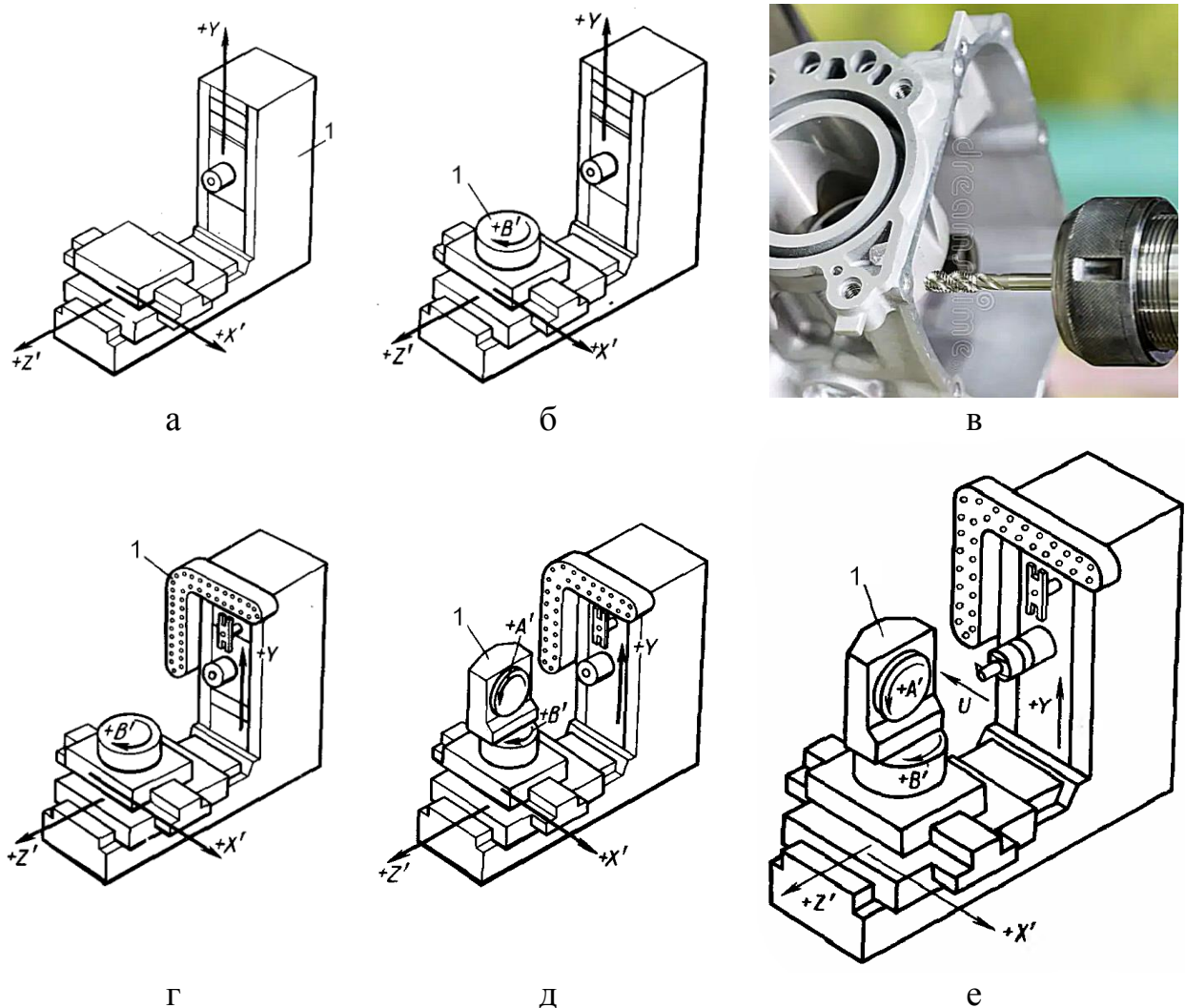


Рис. 4.2. Компонування багатоопераційних верстатів середніх габаритів

На основі базового компонування (див. рис. 4.2, а) можна створити інші схеми компонування багатоопераційних верстатів:

– трикоординатна з рухомою колоною замість нижньої каретки хрестового столу (рис. 4.3, а). Таке компонування поширене в верстатах з довжинами переміщень за координатами X і Z більше 1000 мм;

– п'ятикоординатна з глобусним столом 1 (рис. 4.3, б, г). Таке компонування застосовується у багатоопераційних верстатах з поворотними столами діаметром 600 – 800 мм та більше для комплексної обробки заготовок корпусних деталей;

– чотирикоординатна з поворотним столом 1, який розташований на нерухомому блоці, і шпindelною головкою, що переміщається за трьома координатами X , Y і Z . Таке компонування застосовується в агрегатних верстатах з ЧПК (рис. 4.3, в) [11].

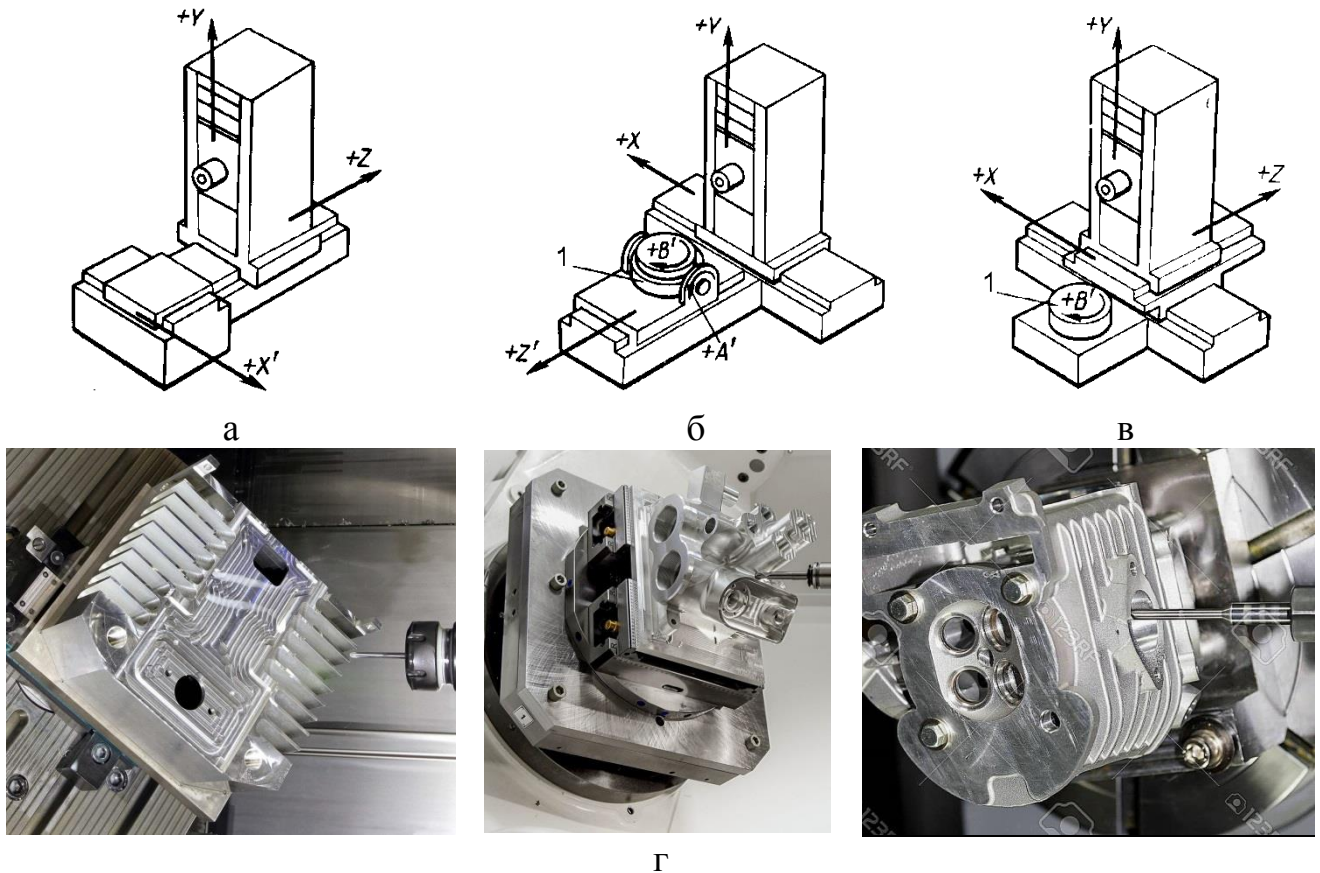


Рис. 4.3. Зміни компонування базового варіанту та приклади типових деталей

До верстатів з ЧПК, які є основним обладнанням у сучасному машинобудівному виробництві, висуваються такі вимоги:

- велика потужність електродвигуна головного руху і застосування безступінчастого регулювання його швидкості обертання шпинделя;
- підвищена жорсткість несучих частин верстата;
- високі швидкості допоміжних ходів робочих органів, які забезпечують застосування сучасних високошвидкісних приводів подач;
- застосування в приводі подач високомоментних електродвигунів постійного струму з датчиками зворотного зв'язку;
- застосування інструментальних магазинів, що забезпечують автоматичну зміну різального інструменту [3].

4.2 Пристрої автоматичної зміни інструмента

Зміною інструмента прийнято називати його заміну при переході з одного методу обробки на інший відповідно до керувальної програми (КП).

Пристрій автоматичної зміни інструменту (АЗІ) для верстатів з ЧПК – це спеціальний комплект обладнання, в якому закріплюється набір необхідних ріжучих інструментів та забезпечується їх подача в робочу зону в потрібний момент без безпосередньої участі оператора верстата з ЧПК у процесі заміни.

Основою пристроїв АЗІ є інструментальний магазин. Для автоматичного вибору інструменту з магазинів кодуються гнізда магазинів або хвостовики інструментів. У першому випадку інструменти повинні встановлюватися в певні гнізда магазинів, у другому – в будь-які гнізда, оскільки пристрій, що зчитує, вибирає черговий інструмент за його кодом [10].

Автоматична зміна інструменту можлива за рахунок зміни шпиндельного вузла або інструмента в шпинделі верстата з допомогою автооператорів. Автооператори здійснюють осьові та поворотні рухи, які й сприяють переміщенню інструментів.

4.2.1 Класифікація пристроїв АЗІ

Як пристрої АЗІ у токарних верстатів з ЧПК широко застосовують багатопозиційні револьверні головки. Зміну інструменту здійснюють шляхом повороту револьверної головки за керувальною програмою відповідно до позиції необхідного інструменту.

Пристрої АЗІ свердлильно-фрезерно-розточувальних верстатів складаються з магазинів-накопичувачів різального інструмента; автооператорів для зміни інструменту у шпинделі верстата; проміжних транспортних пристроїв для передачі інструменту до автооператорів або до проміжних позицій очікування зміни інструменту.

Схеми різних магазинів, що застосовуються у пристроях АЗІ, показано на рис. 4.4. У пристроях АЗІ для зміни шпиндельного вузла як магазини застосовують револьверні головки 1 – 3. Етапи автоматичної зміни інструменту – розфіксація, поворот та фіксація револьверної головки. Переваги таких пристроїв – простота конструкції, мінімальний час на зміну інструменту. Недоліки – обмеженість робочої зони, мала ємність револьверної головки [11].

Дискові магазини шпиндельних вузлів 4 – 6 виготовляють із горизонтальною, вертикальною або похилою віссю повороту. Один із шпиндельних вузлів по черзі приєднується до приводу. При зміні інструменту шпиндельний вузол від'єднується від приводу, магазин повертається в положення, при якому черговий шпиндель встановлюється співвісно з валом приводу і приєднується до останнього.

Перевага пристроїв АЗІ з магазином шпинделів – збільшення місткості магазину, менші обмеження зони обробки [1].

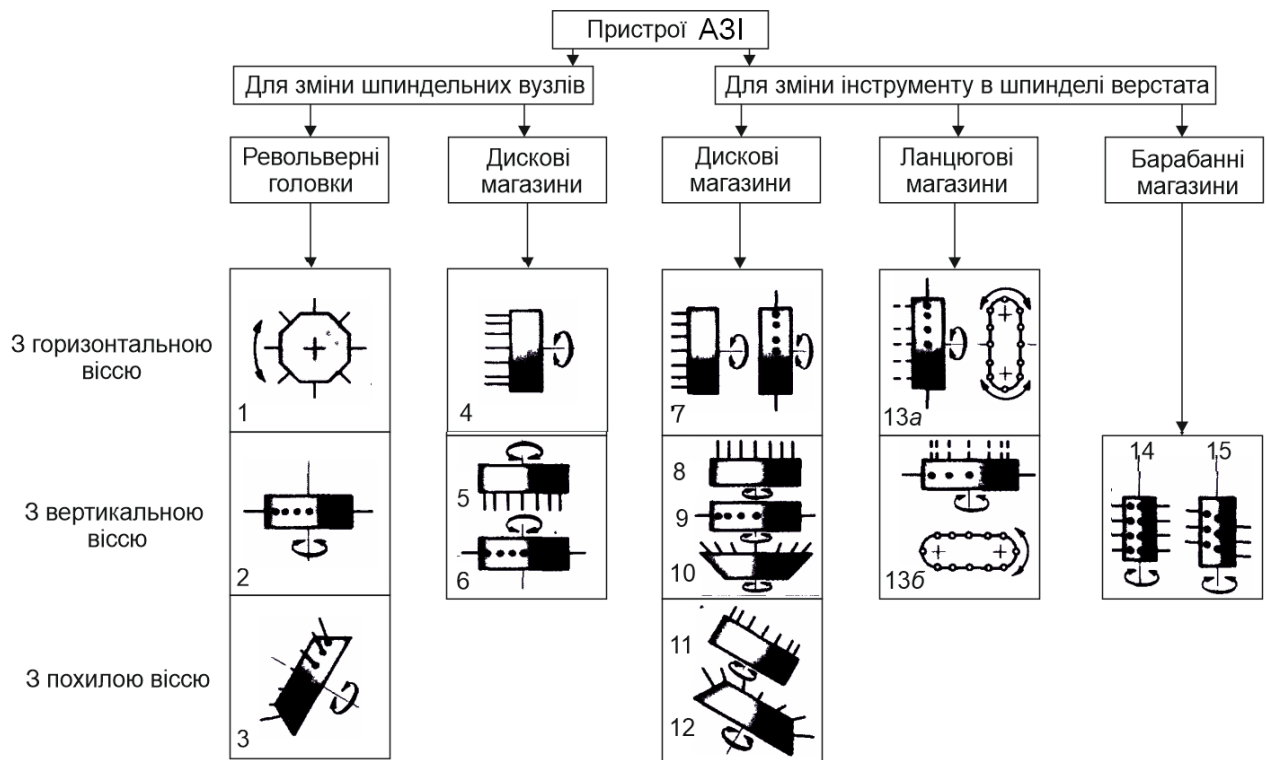


Рис. 4.4. Схеми інструментальних магазинів, що застосовуються у пристроях АЗІ

Пристрої для зміни інструменту в шпинделі верстата виконують на базі дискових ланцюгових або барабанних магазинів-накопичувачів інструменту 7 – 15. Найбільш простий є конструкція пристроїв АЗІ з інструментальними магазинами 8 – 12 дискового типу, встановленими на шпиндельній бабці таким чином, що в одній з його позицій гніздо магазину встановлюється співвісно зі шпинделем верстата. Автоматична зміна інструменту здійснюється поворотом магазину та осевим переміщенням шпинделя.

Після закінчення чергового переходу оправка з інструментом від'єднується від шпинделя та закріплюється в магазині. Потім магазин повертається у положення, при якому черговий інструмент встановлюється співвісно зі шпинделем. Шпиндель з новим інструментом проходить через отвір магазину у позицію обробки. Така конструкція виключає необхідність у спеціальному автооператорі [11].

Затискач інструментів у шпинделі мало відрізняється від механізованих пристроїв, що використовуються у верстатах загального призначення. Найбільшого поширення набули пристрої, у яких затискання відбувається за допомогою пакета тарілчастих пружин, а розтискання – гідроциліндром.

У магазинах ланцюгового типу інструменти розміщують у гніздах рухомого ланцюга 13 і подають у проміжну позицію для захоплення авто-

оператором. У барабанних магазинах 14, 15 для інструмента передбачено кілька рядів гнізд, що забезпечують його радіальне розташування.

Револьверні голівки прості за конструкцією і компактні. Їх розміщують на шпиндельній бабці верстату. Зміна інструмента проводиться поворотом револьверної голівки і час на заміну складає 1...3 с. Пристрої АЗІ для токарних верстатів із ЧПК забезпечують зміну інструментів шляхом повороту різцетримача (рис. 4.5, а) або револьверної головки (рис. 4.5, б, в), у яких вони встановлені. Револьверна головка токарного верстата з ЧПК містить електропривід, який забезпечує як зміну позиції, так і фіксацію головки [9].

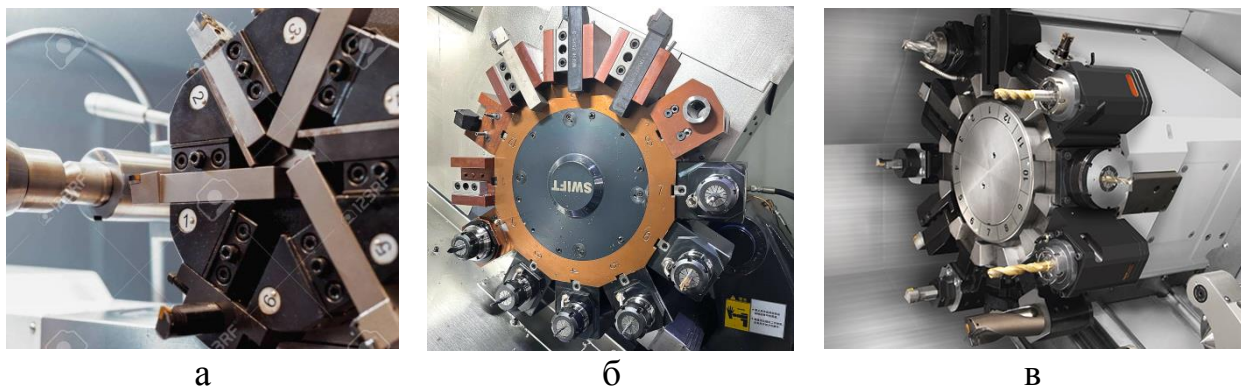


Рис. 4.5. Інструментальні магазини токарних верстатів з ЧПК: а – різцетримач на шість позицій; б, в – револьверна головка на 12 позицій

Оскільки у даному випадку магазин інструментів водночас являється і робочим органом верстату, що сприймає відповідні сили різання, до нього висуваються вимоги високої міцності та точності позиціонування.

Пристрої АЗІ без автооператора для фрезерних верстатів з ЧПК сконструйовані так, що перенесення різальних інструментів з магазину до шпинделя верстата і назад реалізується за рахунок рухів, що передаються шпинделю і магазину шпиндельних гільз барабанного типу (рис. 2.6). Привод головного руху забезпечує обертання інструмента, а привод подачі – його осьове переміщення.

Існує дві основні конструкції таких пристроїв АЗІ [11]:

– магазин інструментів 1 розміщений на одній осі зі шпинделем 2 (див. рис. 4.6, а, б, в);

– осі магазину інструментів 1 і шпинделя 2 паралельні один до одного (рис. 4.6, г, д).

До недоліків пристроїв АЗІ без автооператора належать:

– складність перевантаження нового інструменту в робочу позицію внаслідок переміщення інструментальної корони значної маси;

– відносно невелика місткість магазину (12-15 одиниць).

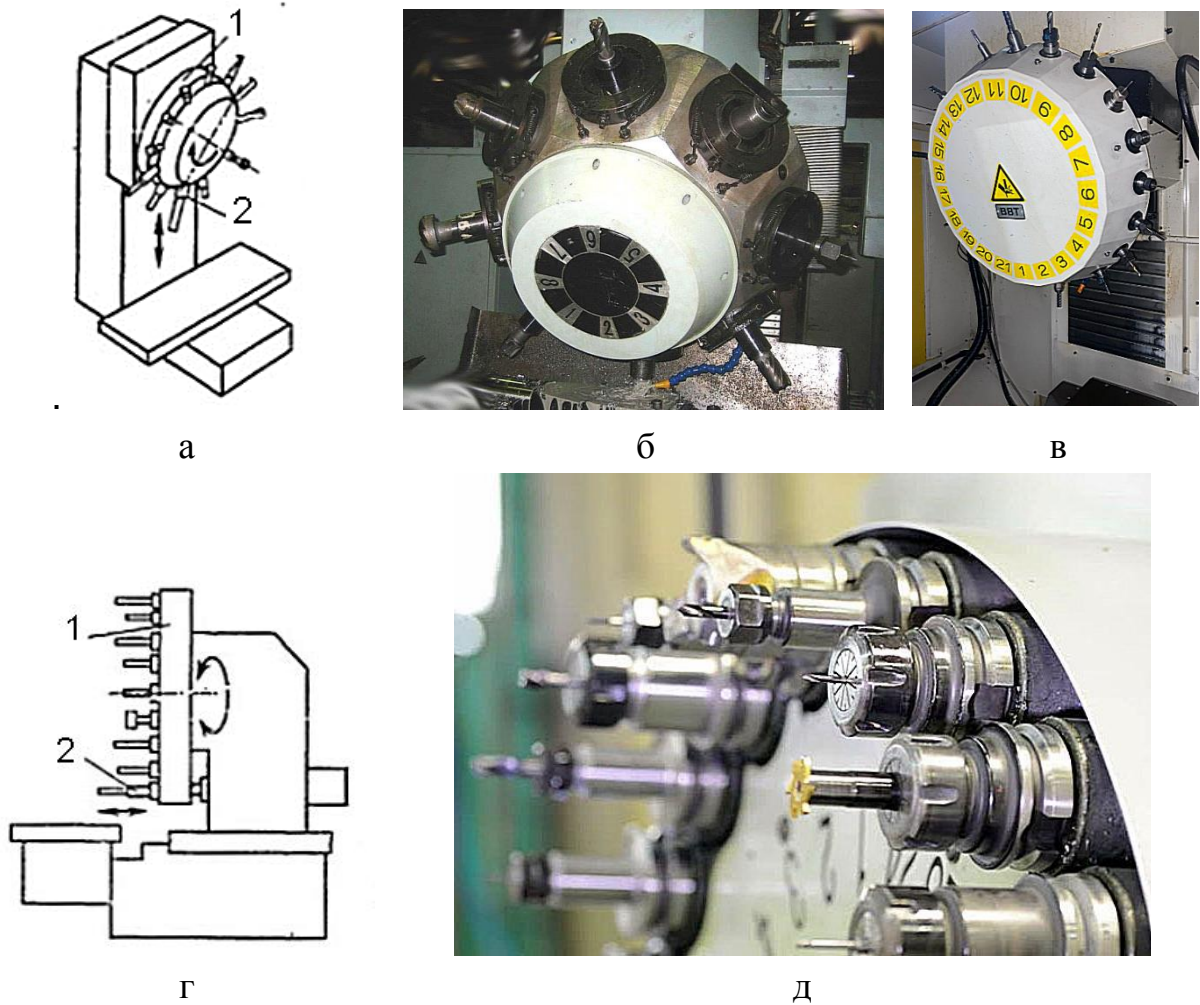


Рис. 4.6. Пристрої АЗІ з магазином, розташованим співвісно зі шпинделем (а, б, в) і паралельно йому (г, д)

Для виконання великої кількості технологічних переходів різноманітними інструментами багатоопераційні верстати оснащують інструментальними магазинами, в котрих розміщуються 50...100 і більше інструментів [1].

4.3 Компонування пристроїв АЗІ

У верстатах з ЧПК використовуються інструментальні магазини барабанного, ланцюгового, дискового та планетарного типу. Інструмент може розташовуватися паралельно, перпендикулярно чи похило до осі обертання шпинделя. Місткість обойми до 40 одиниць здатні забезпечити дискові та барабанні магазини. Для збільшення ємності до 100 одиниць потрібний ланцюговий тип інструментальних магазинів [3].

Багато верстатів з ЧПК мають систему відстеження процесу обробки: якщо підвищується навантаження на шпиндель або ламається інструмент, обробка зупиняється. Після цього потрібно зробити ручну заміну інструменту та знову запустити КП обробки. Цю проблему можна вирішити збільшенням кількості потрібних інструментів в автоматичному магазині, якщо він має

підвищену ємність [3].

Для зміни інструментів передбачені автооператори, котрі видаляють зі шпинделя інструмент, що відпрацював, й переносять його у магазин, а із магазину дістається наступний інструмент та доставляється до шпинделя верстата. Для автоматичного вибору інструменту з магазинів кодуються гнізда магазинів або хвостовики інструментів. У першому випадку інструменти повинні встановлюватися у певні гнізда магазинів, у другому – у будь-які гнізда, оскільки пристрій для читання вибирає черговий інструмент за його кодом [1].

Усі необхідні інструменти закріплюються у спеціальних осередках (рис. 4.7, а) зі своїм персональним номером. Це полегшує автоматичний пошук та зміну інструменту.

Захоплення інструментальних оправок здійснюється в радіальному напрямку за шийку оправок механізмами захоплення з пружним затискачем кліщового (рис. 4.7, б) або тискового типу. У гніздах магазинів оправку кожного інструменту закріплюють пружними захоплювачами (рис. 4.7, в), які спрацьовують при осьовому переміщенні оправки.

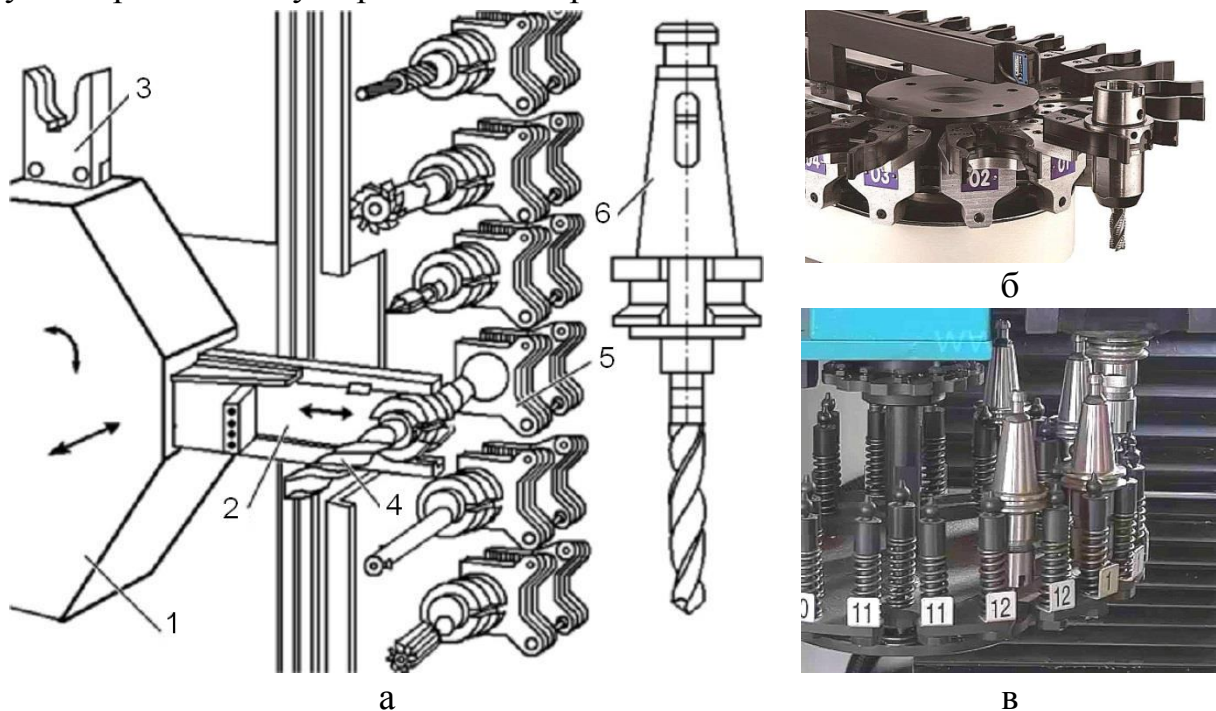


Рис. 4.7. Схема пристрою АЗІ (а), зовнішній вигляд механізму захоплення (б) та інструментальної обойми (в): 1 – корпус захоплювача; 2 – важіль захоплювача; 3 – захоплювач; 4 – інструмент; 5 – гніздо ланцюга інструментальної обойми; 6 – оправка конусна

Механізм АЗІ включає в себе магазин 1 і автооператор 2 для перенесення інструментів від магазину до шпинделя 3 і навпаки (рис. 4.8).

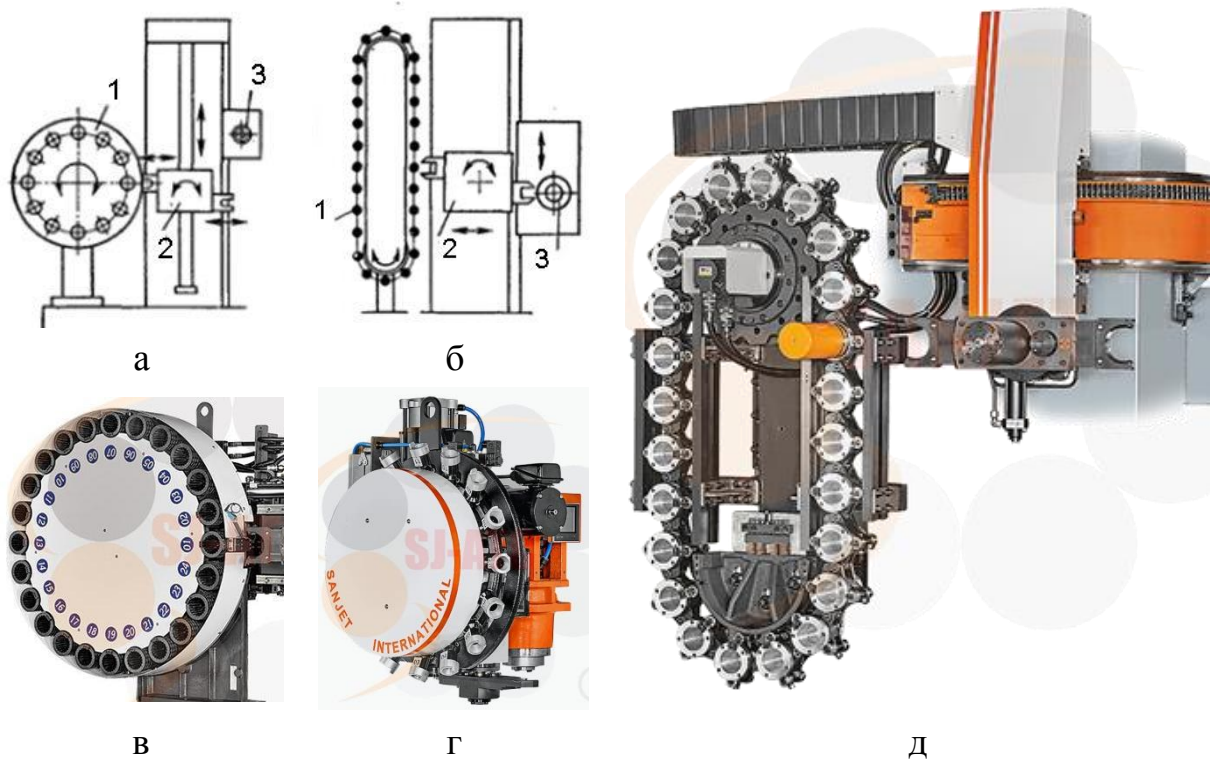


Рис. 4.8. Пристрої для АЗІ з автооператором та магазином:
а, в, г – дисковим; б, д - ланцюговим

На рис. 4.9, а, б показана кінематична схема зміни інструменту 4 автооператором 3, який переносить інструментальну оправку 2, обертаючись навколо похилої осі, після чого вправляє інструментальну оправку з новим інструментом в шпиндель 1. Загальний вигляд механізму обертання інструментального магазину показано на рис. 4.9, в.

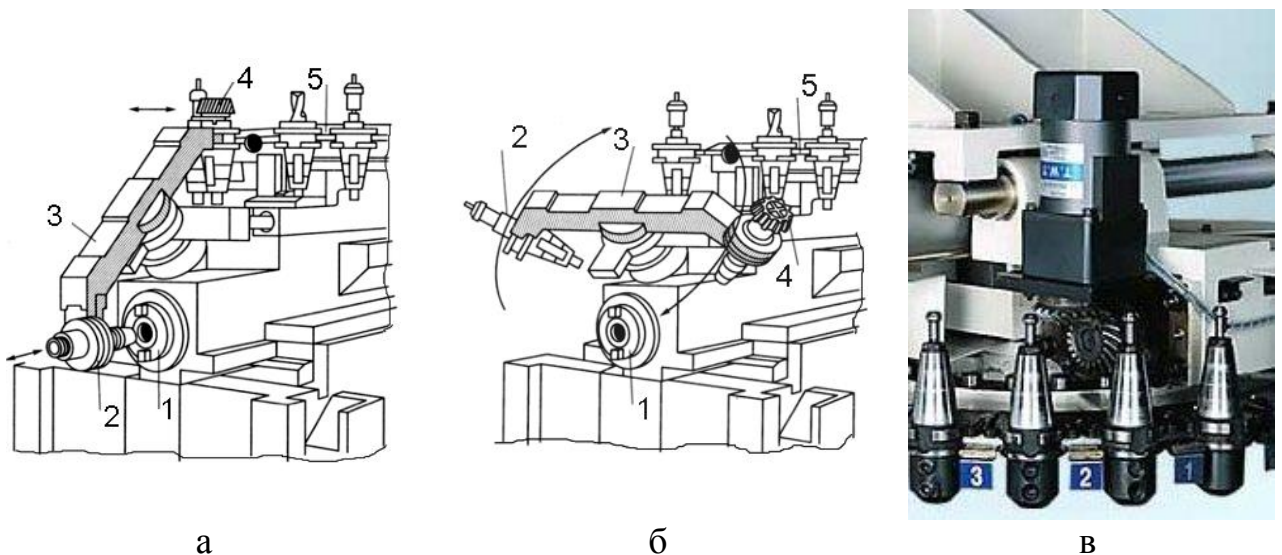


Рис. 4.9. Автоматична зміна інструменту за допомогою автооператора:
а – захоплення інструментальної оправки зі шпинделя; б – заміна інструменту;
1 – шпиндель верстата; 2 – оправка інструментальна; 3 – автооператор;
4 – інструмент; 5 – магазин інструментів; в – механізм обертання магазину

Автооператори за кількістю захоплювачів поділяють на одно-, дво- та багатовхоплювальні. Конструкції однозахоплювальних автооператорів передбачають можливість повороту щодо осі, паралельної або перпендикулярної до осі шпинделя, а також поступального переміщення в площині перпендикулярної до осі шпинделя [11].

У багатоопераційних верстатах з паралельним розташуванням осей шпинделя та інструментального магазину (рис. 4.10, а) автооператор 3 при зміні інструменту здійснює хід знизу вгору, захоплює оправлення інструменту з гнізда магазину 4 і витягує її в напрямку осі.

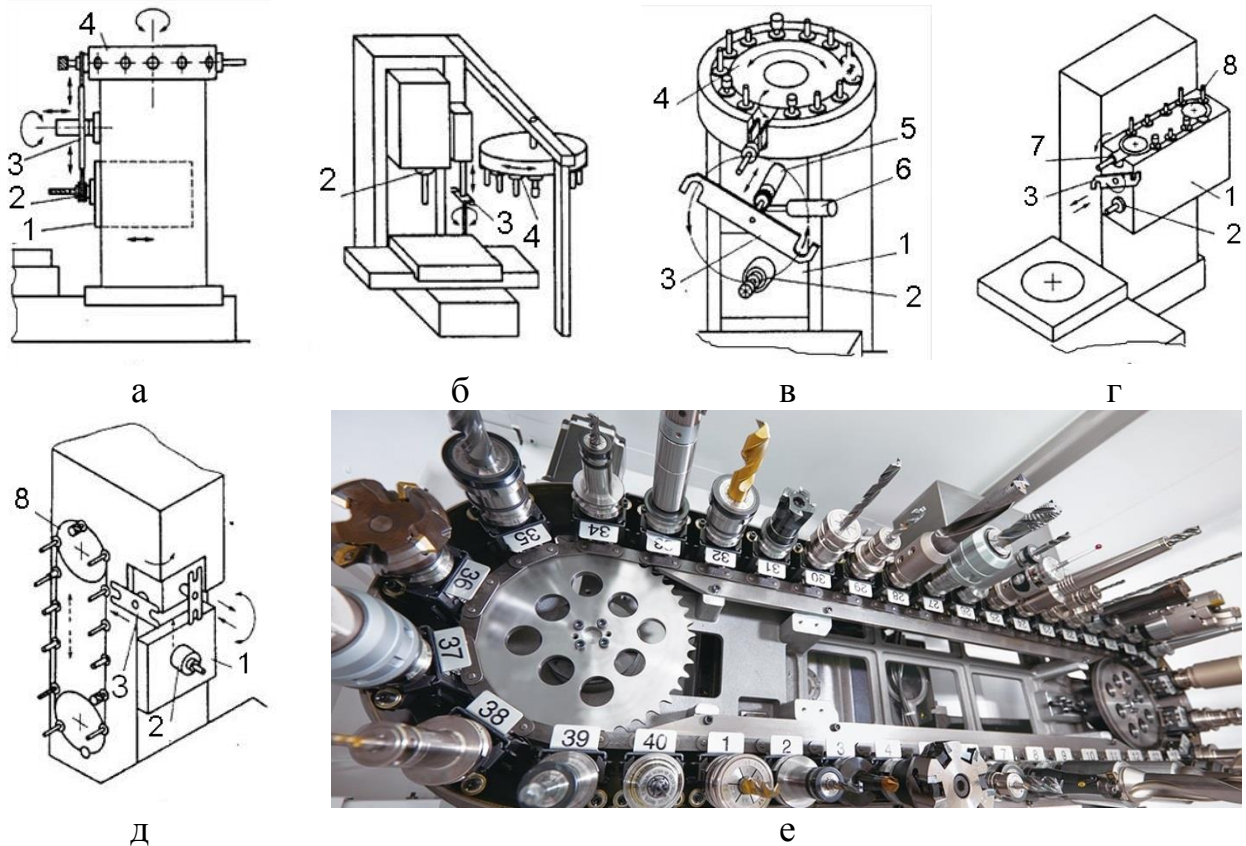


Рис. 4.10. Схеми АЗІ в залежності від взаємного розташування осей інструменту і шпинделя: а, б – при паралельному розташуванні; в, г, д – при перпендикулярному розташуванні; е – ланцюговий магазин на шпиндельній бабці; 1 – бабка шпиндельна; 2 – шпиндель; 3 – автооператор; 4, 8 – магазини інструментальні; 5, 6 – гідроциліндр; 7 – кантувач

Каретка автооператора переміщається вниз і другий захоплювач виймає інструмент зі шпинделя. Шпиндельна бабка 1 відводиться; автооператор повертається на 180° , після чого шпиндельна бабка повертається у вихідне положення. Автооператор ходом уздовж осі заштовхує інструмент у шпиндель, де він автоматично закріплюється. Потім цикл заміни різального інструменту повторюється [9]. Коли осі інструменту та шпинделя паралельні (рис. 4.10, б), зміна інструменту проводиться наступним чином.

Після розкріплення оправки в шпинделі 2 автооператор 3 забирає її разом з інструментом, що відпрацював, і одночасно забирає з гнізда магазину 4 наступний інструмент. При ході вниз автооператор витягує оправку зі шпинделя та магазину, повертається на 180° навколо своєї осі, змінює інструмент місцями та піднімає його вгору, у шпиндель та магазин. Після заміни інструменту автооператор повертається в нейтральне положення, що не перешкоджає вертикальному переміщенню шпинделя під час обробки.

У пристрої АЗІ, показаному на рис. 4.10, в, оправки, потрапляючи в гніздо магазину 4, повертаються в горизонтальне положення і вісь інструменту стає паралельною осі шпинделя 2. Автооператор 3 за допомогою гідроциліндра 6 і рейково-зубчастої передачі обертається навколо своєї осі, одночасно захоплюючи оправку інструмента, що знаходиться в гнізді магазину та шпинделя. Потім за допомогою гідроциліндра 5 автооператор ходом вздовж своєї осі витягує інструмент з магазину та шпинделя, повертається з ним на 180° та міняє інструмент місцями [11]. На рис. 4.10, г і 4.10, д показані пристрої АЗІ на базі ланцюгового інструментального магазину 8, розташованого в першому випадку на шпиндельній бабці 1, а в другому – збоку від неї.

Розташування інструментів на шпиндельній бабці скорочує час заміни інструменту, оскільки його заміна не потребує позиціонування шпинделя відносно інструментального магазину. До недоліків таких систем можна віднести те, що навантаженість магазину інструментами може викликати пружні деформації в шпинделі, що в свою чергу негативно впливає на точність оброблення [11].

Кращим рішенням вважається розміщення інструментальних магазинів на окремій рамі поряд зі шпинделем (рис. 4.11).

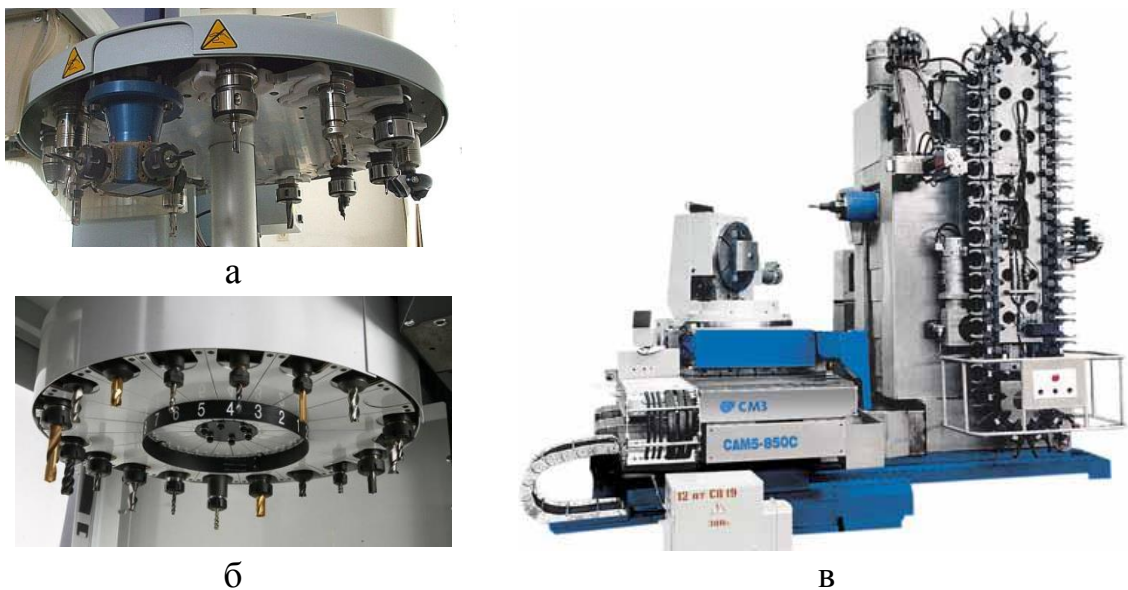


Рис. 4.11. Розміщення дискового (а, б) та ланцюгового (в) магазинів на окремій рамі

У такому випадку виключається вплив маси інструментального магазину на колону верстата та шпиндель зокрема.

Як можна бачити, пристрої АЗІ для універсальних токарних, фрезерних та багатоопераційних верстатів із ЧПК досить різноманітні.

Оскільки зміна інструменту на робочій позиції протягом однієї години проводиться приблизно 20-30 разів, застосування пристроїв АЗІ значно підвищує продуктивність обробки та безпосередньо впливає на формування технологічних можливостей верстатів з ЧПК [2].

4.4 Технологічні проблеми видалення стружки з робочої зони верстата

За ДСТУ 2391-94 оброблення різанням – вид механічного оброблення, яке полягає в утворенні нових поверхонь шляхом відділення поверхневих шарів матеріалу з утворенням стружки [4]. Остаточна обробка виконується різанням, яке полягає в знятті з поверхонь заготовки визначеного шару металу, що залишається спеціально для цього. Шар металу, що знімається з металу, називається припуском на обробку. В результаті видалення припуску заготовка набуває точніших форми, розмірів та заданої шорсткості поверхонь, тобто перетворюється в деталь.

Різальний інструмент виконує дві функції:

- формоутворення поверхні деталі;
- перетворення зрізаного припуску в стружку і видалення стружки із зони різання [2].

Стружкоутворення, зношування поверхонь леза і утворення нової поверхні на заготовці здійснюються одночасно і дуже тісно взаємозв'язані. Вони в сукупності складають деяку цілісність, яка характеризується пов'язаністю частин, що її складають, і може бути представлена в вигляді замкнутого кола, в якому всі елементи обумовлюють один одного [9].

Ця цілісність називається *системою різання* (рис. 4.12).

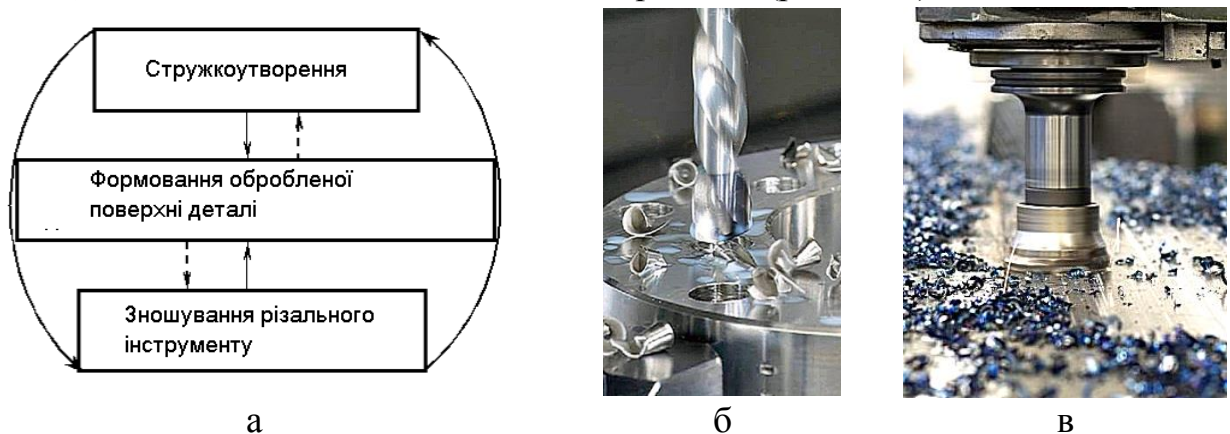


Рис. 4.12. Система різання (а) та приклади формоутворення поверхні деталі (б, в) з перетворенням зрізаного припуску в стружку

Характер взаємозв'язків між окремими елементами системи різання характеризується наявністю прямих і зворотних дій. Так, в ланцюгах «Стружкоутворення – Формування обробленої поверхні», «Зношування різального інструменту – Формування обробленої поверхні» та «Стружкоутворення – Зношування різального інструменту» існують як прямі зв'язки, так зворотні, тобто елементи системи різання між собою тісно пов'язані і взаємно впливають один на другий [1].

Система різання є підсистемою замкнутої динамічної системи верстата. Остання включає в себе пружну систему «верстат – пристрій – інструмент – деталь» (ВПД) та процеси, що протікають в рухомих сполученнях елементів пружної системи. Обробка різанням є складним і дорогим процесом, який відрізняється значною трудомісткістю і значними втратами металу (при масовому виробництві зі стружкою втрачається 5 – 15 % металу, а при дрібно-серійному і одиничному – до 25 %) [12].

4.5 Типи стружок при різанні металів

Відповідно до загальноприйнятої класифікації при різанні конструкційних матеріалів утворюються чотири види стружок: елементна, суглобиста, зливна і надламу (рис. 4.13) [12].

Елементну, суглобисту, зливну називають стружками зсуву, тому що їхнє утворення пов'язане з напругами зсуву. Стружку надламу іноді називають стружкою відриву, тому що її утворення пов'язане з напругами розтягу. Основною ознакою зливної стружки є її суцільність, вона сходить безупинною стрічкою, завиваючись у плоску або гвинтову спіраль.

Елементна стружка (див. рис. 4.13, а) складається з окремих сильно деформованих, слабо пов'язаних між собою елементів приблизно однакової форми та розмірів. Вона утворюється при обробці твердих матеріалів на низьких швидкостях різання, при малих передніх кутах інструменту і великих товщинах шару, що зрізається. При різанні виникає вібрація, що погіршує шорсткість обробленої поверхні.

Суглобиста стружка (див. рис. 4.13 б, е) складається з окремих елементів у формі трапеції, які деформовані по площині зсуву, а всередині елемент деформований менше. Нерівномірність навантаження на інструмент нижче, оскільки елементи повністю не сколюються. Зношування різального інструменту відбувається як по передній, так і задній поверхні.

Зливна стружка (див. рис. 4.13, в, ж) являє собою суцільну, постійну за товщиною стрічку. Контактна з інструментом сторона стружки гладка, зовнішня – шорстка. Зливна стружка сходить на передній поверхні інструменту з більшою швидкістю і зношує її у вигляді лунки. Зношується і задня поверхня,

але меншою мірою. Ця стружка найнебезпечніша з позицій техніки безпеки для верстатника.

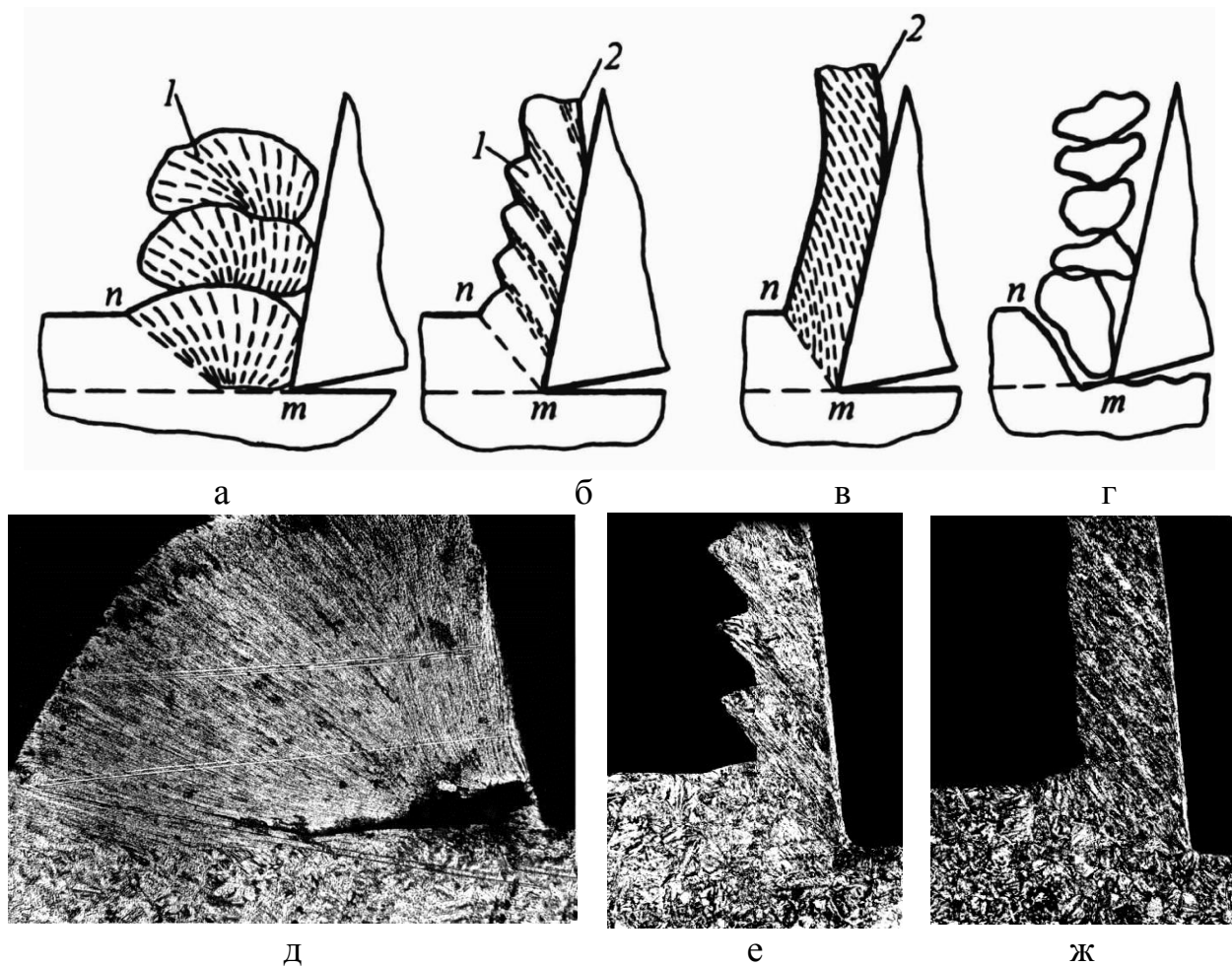


Рис. 4.13. Типи стружок, які утворюються при різанні матеріалів:

а, д – елементна; б, е – суглобиста; в, ж – зливна; г – надламу

Стружка надлому (див. рис. 4.13, г) утворюється при різанні крихких матеріалів (чавун, бронза). Вона складається з окремих частинок різної форми та матеріалів. Процес стружкообразовання відбувається рахунок пружних деформацій.

З геометричних параметрів на тип стружки найбільш сильно впливає передній кут γ і кут нахилу λ головної різальної кромки. При обробці пластичних матеріалів із збільшенням кутів γ і λ елементна стружка переходить у суглобисту, а потім – у зливну. Тип стружки багато в чому залежить від роду і механічних властивостей оброблюваного матеріалу. При різанні пластичних матеріалів можливе утворення перших трьох видів стружки. В міру збільшення твердості і міцності зливна стружка переходить у суглобисту, а потім – в елементну. Збільшення подачі призводить при різанні пластичних матеріалів до послідовного переходу від зливної стружки до суглобистої та елементної [12].

4.6 Технологічні методи дроблення стружки

Видалення стружки із зони різання – одна з важливих умов надійної, якісної та високопродуктивної обробки виробів на металорізальному обладнанні з ЧПК. Наявність стружки призводить до появи дефектів на оброблюваній поверхні, викликає передчасне зношування ріжучого інструменту, його затуплення і поломку [2].

Для надійної роботи системи видалення та переробки стружки має бути забезпечена необхідна однорідна фракція стружки (зазвичай довжиною 10...20 мм). Різноманітність різальних інструментів, форм і матеріалів оброблюваних заготовок призводить до утворення стружки різних форм і розмірів, що залежать від виду, режимів обробки та фізико-механічних властивостей матеріалу, що обробляється [2]. Тому одним із завдань, пов'язаних з видаленням стружки, є її формування.

Технологічні методи формування (дроблення) стружки:

1. Вибір геометрії різальної частини інструменту, при якому використовують стружколомателі у вигляді лунок, уступів або канавок, що виконуються на гранях різальної кромки різця. Застосування накладних стружколомателів.
2. Вибір режимів різання, при яких має місце ефект стружколомання.
3. Вибір схем переміщення інструменту короткими ходами.
4. Переривання подачі.
5. Формування стружкорозділювальних спіральних канавок.
6. Додаткові переміщення інструмента [10].

Рекомендовані сфери застосування кожного з перерахованих методів в залежності від видів обробки та матеріалів наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Методи дроблення стружки

Технологічна операція	Конструкційні матеріали, що обробляються			
	Сталі			
	Конструкційні	Високовуглецеві	Нержавіючі	Жароміцні
	Метод дроблення стружки			
Свердління	4	4	4	4
Точіння чорнове	2	2	4, 6	4, 6
Розточування чорнове	2	2, 3	4, 6	4, 6
Точення канавок	1, 3	1, 3	3, 4	1, 4
Точіння чистове	1, 5	1, 5	5	5
Розточування чистове	1, 5	1, 5	5	5

Примітка. Прийняті позначення: 1 – вибір геометрії різальної частини інструменту; 2 – вибір режимів різання; 3 – вибір схем переміщення інструменту; 4 – переривання подачі; 5 – формування стружкорозділювальних канавок; 6 – додаткові переміщення.

Методи 3, 4, 5, 6 реалізують шляхом програмування для забезпечення формування стружки за будь-якою схемою.

Розглянуті методи формування стружки можуть бути використані для токарних верстатів з ЧПК (рис. 4.14, а – в) і для багатоопераційних верстатів з ЧПК свердлильно-фрезерно-розточувальної групи (рис. 4.14, г, д).

Криволінійна передня поверхня з фаскою (див. рис. 4.14, а) застосовується на різцях, оброблюючих в'язкі матеріали, що дають зливну стружку. Викружка радіусом R сприяє завиванню і дробленню стружки і видаленню її із зони різання. Розміри викружки залежать від товщини зрізуваного шару: чим більше товщина зрізу, тим більше радіус R і ширина викружки.

Для даної форми передньої поверхні необхідно прийняти таку геометрію: передній кут $\gamma = 25...30^\circ$ для різців із швидкорізальних інструментальних матеріалів і $\gamma = 16...20^\circ$ – для твёрдосплавних різців [2].

Ширина фаски f зазвичай береться рівною $0,3S$, де S – подача на оберт, але не більше 0,25 мм.

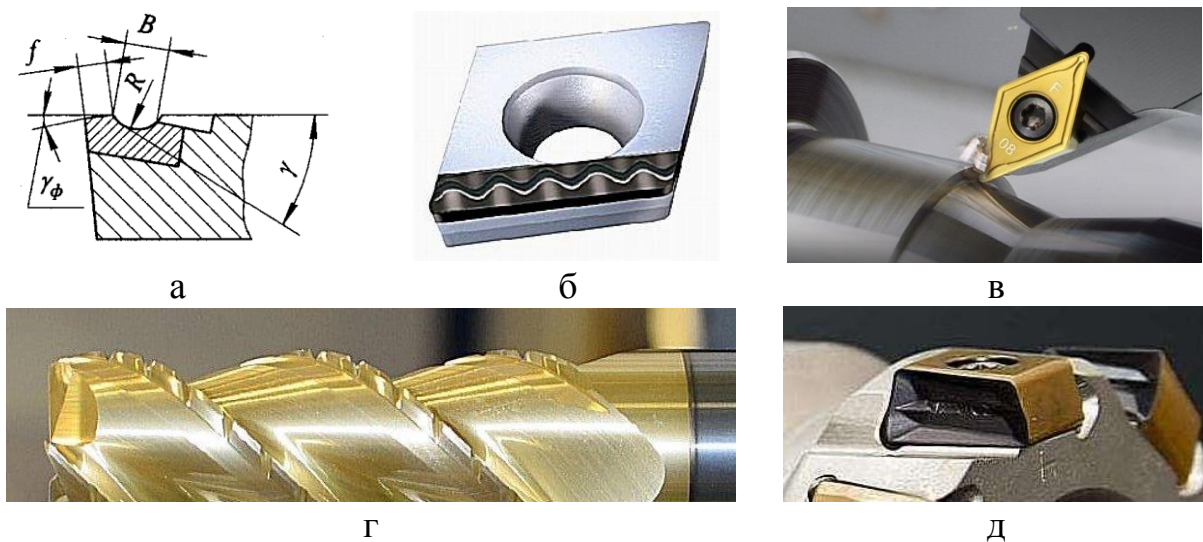


Рис. 4.14. Конструкція різального інструменту зі стружколомателями

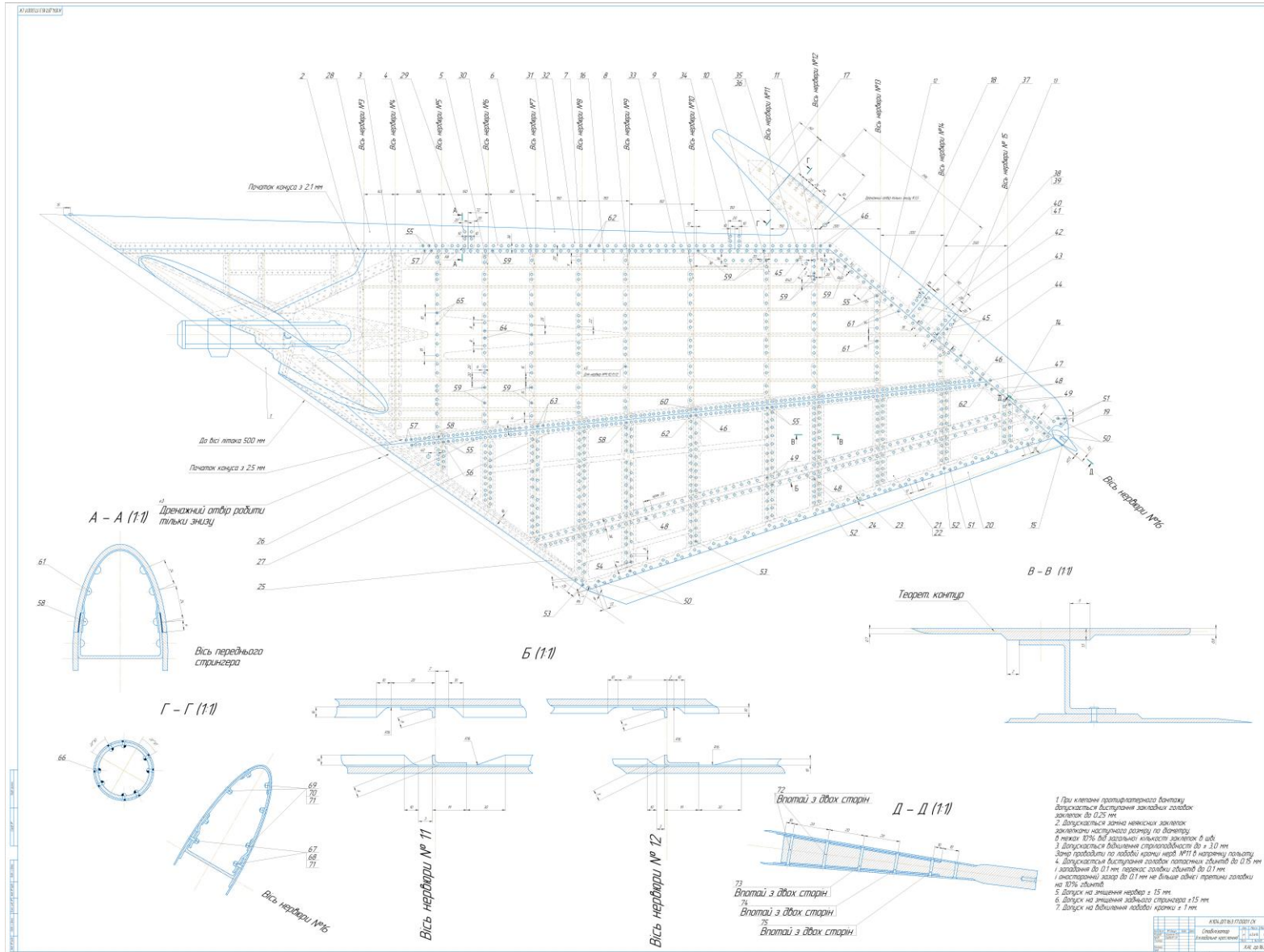
При фрезеруванні кінцевими, циліндричними та фасонними фрезами стружку дроблять інструментом із зубами, сегментованими по різучих кромках (див. рис. 4.14, г, д).

Найбільш ефективні комбіновані пристрої для уловлювання та відведення стружки та пилу із зони різання через систему трубопроводів за допомогою стисненого повітря. Такі комбіновані пристрої покладено в основу конструкцій як навісних агрегатів, що відсмоктують, так і пересувних агрегатів універсального застосування [1].

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Богуслаєв, В. О. Основи технології машинобудування : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / В. О. Богуслаєв, В. І. Ципак, В. К. Яценко. – Запоріжжя : Мотор Січ, 2014. – 336 с.
2. Вибір режимів різання при обробці деталей ЛА на верстатах із ЧПК: навч. посіб. до курс. і дипл. проектування / В.В. Воронько, Ю.В. Д'яченко, С.Д. Проскурін та ін. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011. – 72 с.
3. ДСТУ 2233-93. Інструменти різальні. Терміни та визначення. – Введ. 01.07.94. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 43 с.
4. ДСТУ 2249-93. Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення. – Введ. 01.01.95. – Київ : Держстандарт України, 1994. – 63 с.
5. ДСТУ ISO 9001:2009. Системи управління якістю. Вимоги (ISO 9001:2008, IDT). Чинний від 22.06.2009 р. – К.: Держспоживстандарт України, 2009. – VII, 26 с.
6. Кириченко Л.С. Сертифікація та якість продукції в сучасних умовах господарювання / Л.С. Кириченко, Н.М. Чернухіна. – Львів, 2015. – 215 с.
7. Кравчук І. С., Архипов М. І., Туренко С. М., Штарнов В. І. Захист повітряних об'єктів від ракет з інфрачервоним самонаведенням. - К.: Видавничий дім «Інтернаука», 2020. - 296 с.
8. Проектування деталей, вузлів і агрегатів літака: навч. посіб. / Л.А. Малашенко, В.І. Рябков, А.А. Кобилянський, О. Г. Лебединський. Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 1996. - 86 с.
9. Спеціальні технології і оснащення авіаційного виробництва : навч. посіб. / В. В. Коллеров, Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський та ін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2017. – 72 с.
10. Технологія виробництва деталей авіаційно-космічної техніки / В.Г. Данченко, Ю.В. Д'яченко, В.В. Воронько. – Навч. посібник. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2005. – 100 с.
11. Технологія виготовлення деталей літальних апаратів з видаленням припуску : підручник. Ч. 1 / Ю. В. Д'яченко, В. Т. Сікульський, І. О. Воронько та ін. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 232 с.
12. Чумак, М. Г. Матеріали та технологія машинобудування : підручник / М. Г. Чумак. – Київ : Либідь, 2018. – 368 с.
13. Маркетингові дослідження: навчальний посібник / Н.О. Мартинович, В.Г. Горник, Е.Б. Бойченко. Київ: «Видавництво Людмила», 2021. - 323 с.

ДОДАТКИ



Инв. № подл.			Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата		Справ. №			Перв. примен.			
Формат	Зона	Поз.	Обозначение			Наименование			Кол.	Масса	Материал			Примечание			
						<u>Документация</u>											
A1			K104.ДП.163.17.001 СК														
						<u>Сборочные единицы</u>											
		1	K104.ДП.163.17.001			Кореневая часть стабилизатора			2	15,315							
		2	K104.ДП.163.17.002			Нервюра №3			2	0,484							
		3	K104.ДП.163.17.003			Нервюра №4			2	0,914							
		4	K104.ДП.163.17.004			Нервюра №5			2	0,516							
		5	K104.ДП.163.17.005			Нервюра №6			2	0,538							
												K104.ДП.163.17.0001 СК					
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стабилизатор (складальне креслення)						Лит.	Лист	Листов	
			Разраб.	Стриженюк М.О.											У	1	6
			Пров.	Трудаєв С.В.											XAI, зр. 163		
			Н.контр.						Копировав						Формат А4		
			Утв.														

Инв. № подл.		Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата					
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса	Материал	Примечание		
		6	K104.ДП.163.17.006	Нервюра №7	2	0,530				
		7	K104.ДП.163.17.007	Нервюра №8	2	0,522				
		8	K104.ДП.163.17.008	Нервюра №9	2	0,392				
		9	K104.ДП.163.17.009	Нервюра №10	2	0,362				
		10	K104.ДП.163.17.010	Нервюра №11	2	0,326				
		11	K104.ДП.163.17.011	Нервюра №12	2	0,296				
		12	K104.ДП.163.17.012	Нервюра №13	2	0,192				
		13	K104.ДП.163.17.013	Нервюра №14	2	0,090				
		14	K104.ДП.163.17.014	Нервюра №15	2	0,030				
		15	K104.ДП.163.17.015	Нервюра №16	2	0,380				
		4	K104.ДП.163.17.016	Панель стабілізатора	4	29,44	Д16АВТ ГОСТ12592-67			
		17	K104.ДП.163.17.017	Вантаж	2	18,240	15Л ГОСТ971-65			
		18	K104.ДП.163.17.018	Кронштейн	2	2,400	Зварний			
							K104.ДП.163.17.0001 СК			
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист		
								2		

Копировал

Формат А4

Инв. № подл.			Подп. и дата			Взам. инв. №			Инв. № дубл.			Подп. и дата		
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса	Материал	Примечание						
		19	K104.ДП.163.17.019	Вкладка	2	1460	МAB АМТУ 521-4-66							
		20	K104.ДП.163.17.020	Вкладка	2	0.120	АКН-1 АМТУ 505-64							
		21	K104.ДП.163.17.021	Обшивка верхня	2	1838	Д16АТВ АМТУ 515-65							
		22	K104.ДП.163.17.022	Обшивка нижня	2	1838	Д16АТВ АМТУ 515-65							
		23	K104.ДП.163.17.023	Профіль задній	2	0.184	Д16-Т пр100*2							
		24	K104.ДП.163.17.024	Профіль передній	2	0.188	Д16-Т пр100*2							
		25	K104.ДП.163.17.025	Нервюра	2	0.328	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		26	K104.ДП.163.17.026	Задній стрингер	2	2.750	Д16А-М спец.лист АМУ 482-61							
		27	K104.ДП.163.17.027	Пракладка	4	0.072	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		28	K104.ДП.163.17.028	Носова обшивка	2	1.360	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		29	K104.ДП.163.17.029	Стикувальна стрічка	2	0.024	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		30	K104.ДП.163.17.030	Передній стрингер	2	2.000	Д16А-М спец.лист АМТУ482-61							
		31	K104.ДП.163.17.031	Носова обшивка	2	0.680	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		32	K104.ДП.163.17.032	Пракладка	4	0.080	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		33	K104.ДП.163.17.033	Пракладка	4	0.040	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		34	K104.ДП.163.17.034	Стикувальна стрічка	2	0.060	Д16А-М ГОСТ4977-52							
		35	K104.ДП.163.17.035	Книця	4	0.308	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		36	K104.ДП.163.17.036	Книця	4	0.116	Д16А-Т ГОСТ4977-52							
		37	K104.ДП.163.17.037	Стикувальна стрічка	2	0.060	Д16А-М ГОСТ4977-52							
											К104.ДП.163.17.0001 СК		Лист	
													3	
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					
											Копировав	Формат А4		

Инв. № подл.			Подл. и дата			Взам. инв. №			Инв. № дубл.			Подл. и дата														
Формат	Зона	Поз.	Обозначение			Наименование			Кол.	Масса	Материал			Примечание												
		38	К104.ДП.163.17.038			Стрічка			4	0.190	Д16А-Т ГОСТ12592-67															
		39	К104.ДП.163.17.039			Стрічка			4	0.190	Д16А-Т ГОСТ12592-67															
		40	К104.ДП.163.17.040			Стрічка нижня			4	0.090	Д16А-Т ГОСТ12592-67															
		41	К104.ДП.163.17.041			Стірка верхня			4	0.180	Д16А-Т ГОСТ4977-52															
		42	К104.ДП.163.17.042			Кришка			2	1.116	Д16А-М ГОСТ4977-52															
		43	К104.ДП.163.17.043			Стикувальна стрічка			2	0.060	Д16А-М ГОСТ4977-52															
		44	К104.ДП.163.17.044			Кінцевий одтічник			2	0.524	Д16А-Т ГОСТ4977-52															
						<u>Стандартные изделия</u>																				
		7				Заклепка			340	0.078	3547А - 4- 7															
		46				Заклепка			70	0.010	3547А-4-10															
		47				Заклепка			4	0.001	3515А-4-8															
		48				Заклепка			715	0.050	3547А-3-6															
		49				Заклепка			50	0.004	3547А-3-7															
		50				Заклепка			64	0.005	3547А-3-13															
		51				Заклепка			28	0.002	3547А-3-11															
												К104.ДП.163.17.0001 СК			Лист											
												Изм. / Лист			№ докум.			Подп.			Дата			4		
												Копировал			Формат			А4								

Инв. № подл.			Подп. и дата			Взам. инв. №			Инв. № дубл.			Подп. и дата		
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса	Материал	Примечание						
		52		Заклепка	32	0,002	354 7А-3-12							
		53		Заклепка	24	0,002	354 7А-3-17							
		54		Заклепка	8	0,001	354 7А-3-15							
		55		Заклепка	296	0,044	354 7А-3.5-9							
		56		Заклепка	16	0,006	3531А-5-12							
		57		Заклепка	115	0,048	3531А-5-11							
		58		Заклепка	44	0,003	354 7А-3.5-10							
		59		Заклепка	276	0,060	354 7А-4-8							
		60		Заклепка	160	0,035	354 7А-4-9							
		61		Заклепка	84	0,009	354 7А-3.5-7							
		62		Заклепка	270	0,035	354 7А-3.5-8							
		63		Заклепка	175	0,073	354 7А-5-10							
		64		Заклепка	8	-	354 7А-4-15							
		65		Заклепка	24	0,006	354 7А-4-16							
		66		Заклепка	70	0,010	3551А-5-11-К							
		67		Гайка кутова	36	0,035	3384А-5-кД							
		68		Заклепка	8	-	354 7А-2.6-9							
		69		Гвинт	4	0,006	3189А-5-12-кД							
		70		Гайка	36	0,035	3382А-5-кД							

				К104.ДП.163.17.0001 СК				Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				5

Копировал













Формат А4

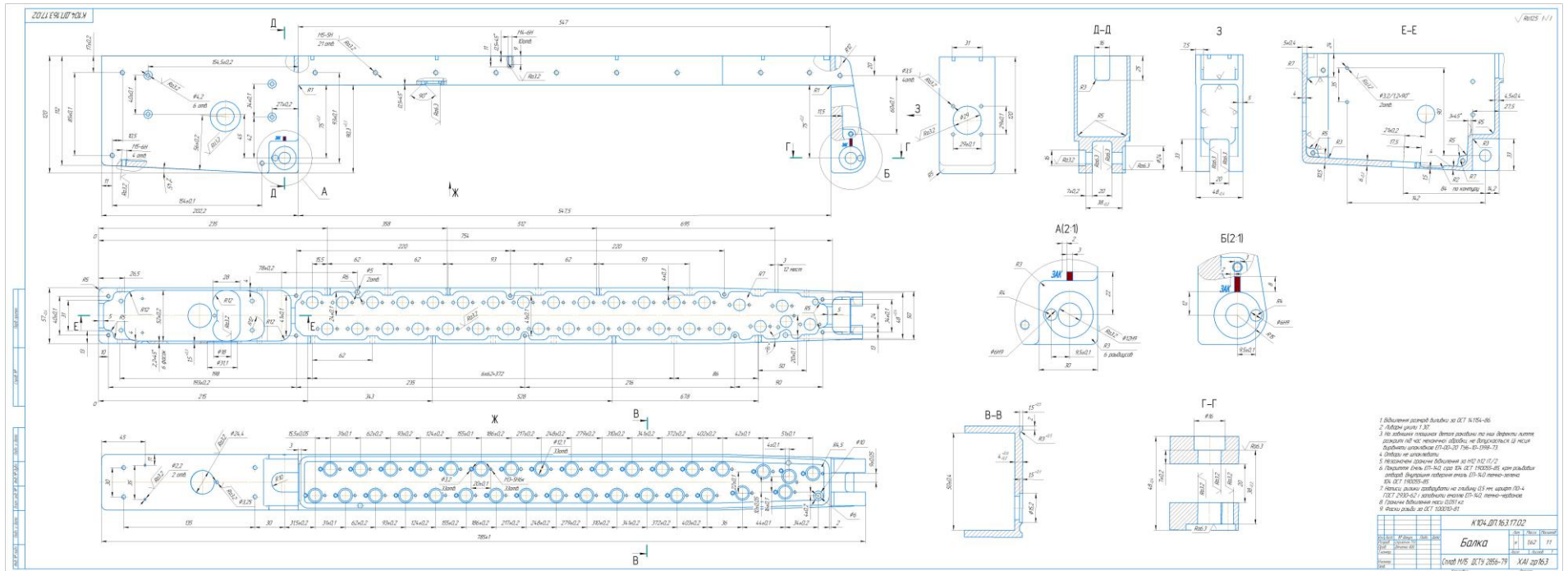
Инв. № подл.			Подп. и дата			Взам. инв. №			Инв. № дубл.			Подп. и дата					
<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>				<i>Наименование</i>				<i>Кол.</i>	<i>Масса</i>	<i>Материал</i>				<i>Примечание</i>
		71					Гвинт				32	0,032	3189-5-10 кД				
		72					Заклепка				4	0,002	354 7A-3.5-22				
		73					Заклепка				4	0,002	354 7A-3.5-20				
		74					Заклепка				4	0,002	354 7A-3.5-19				
		75					Заклепка				4	0,002	354 7A-3.5-15				

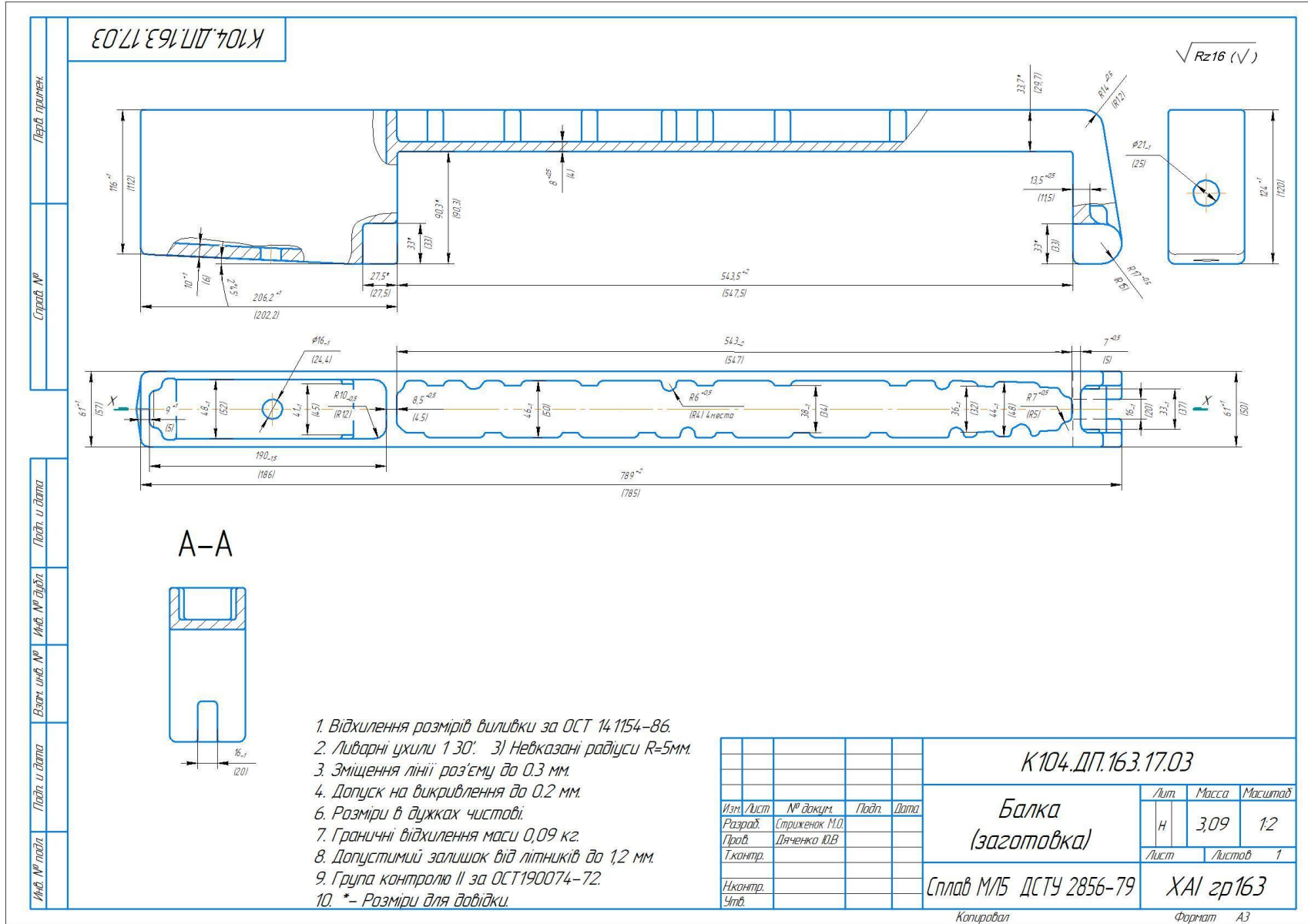
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	<i>K104.ДП.163.17.0001 СК</i>				<i>Лист</i>
									6

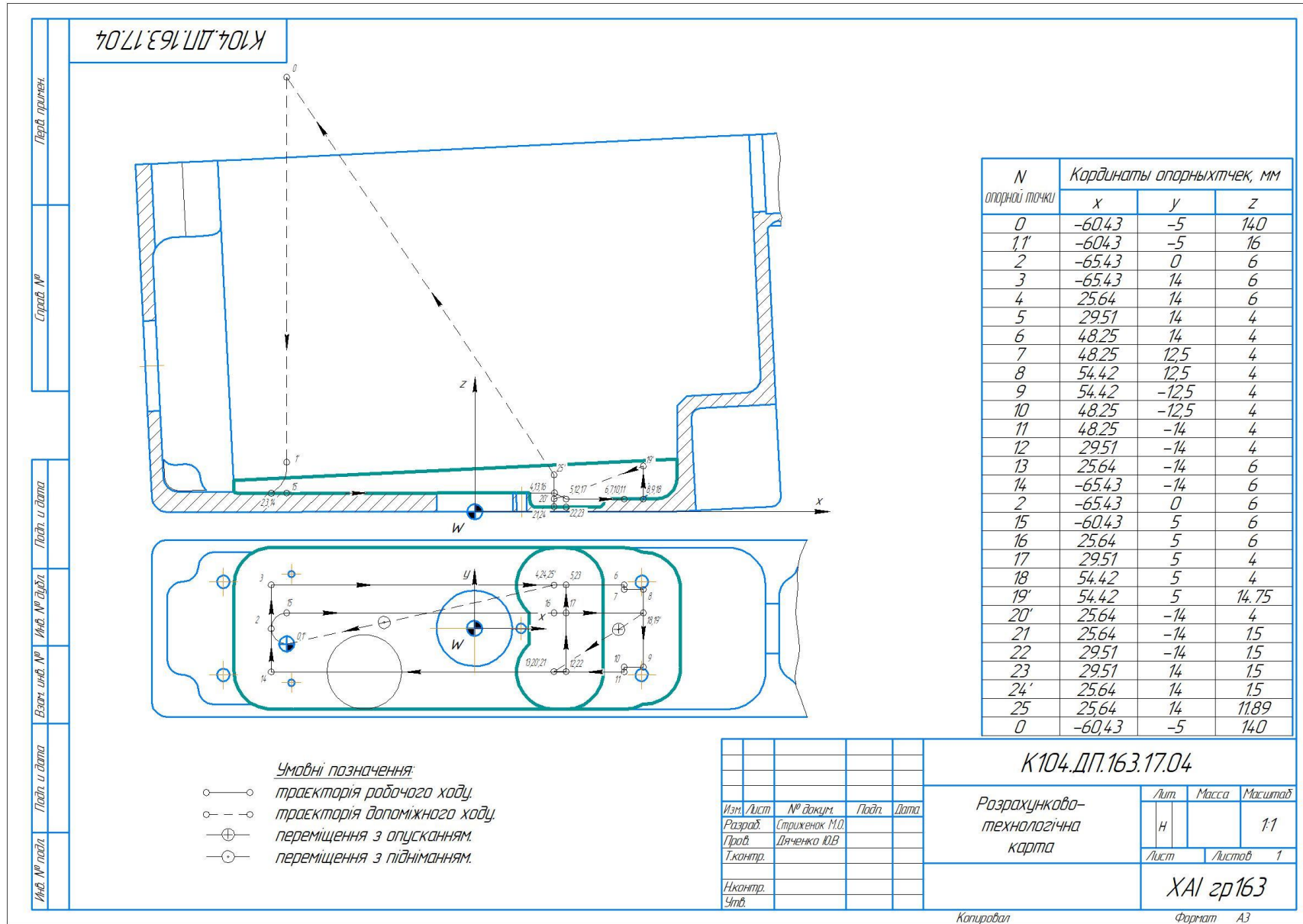
Копирован
Формат А4

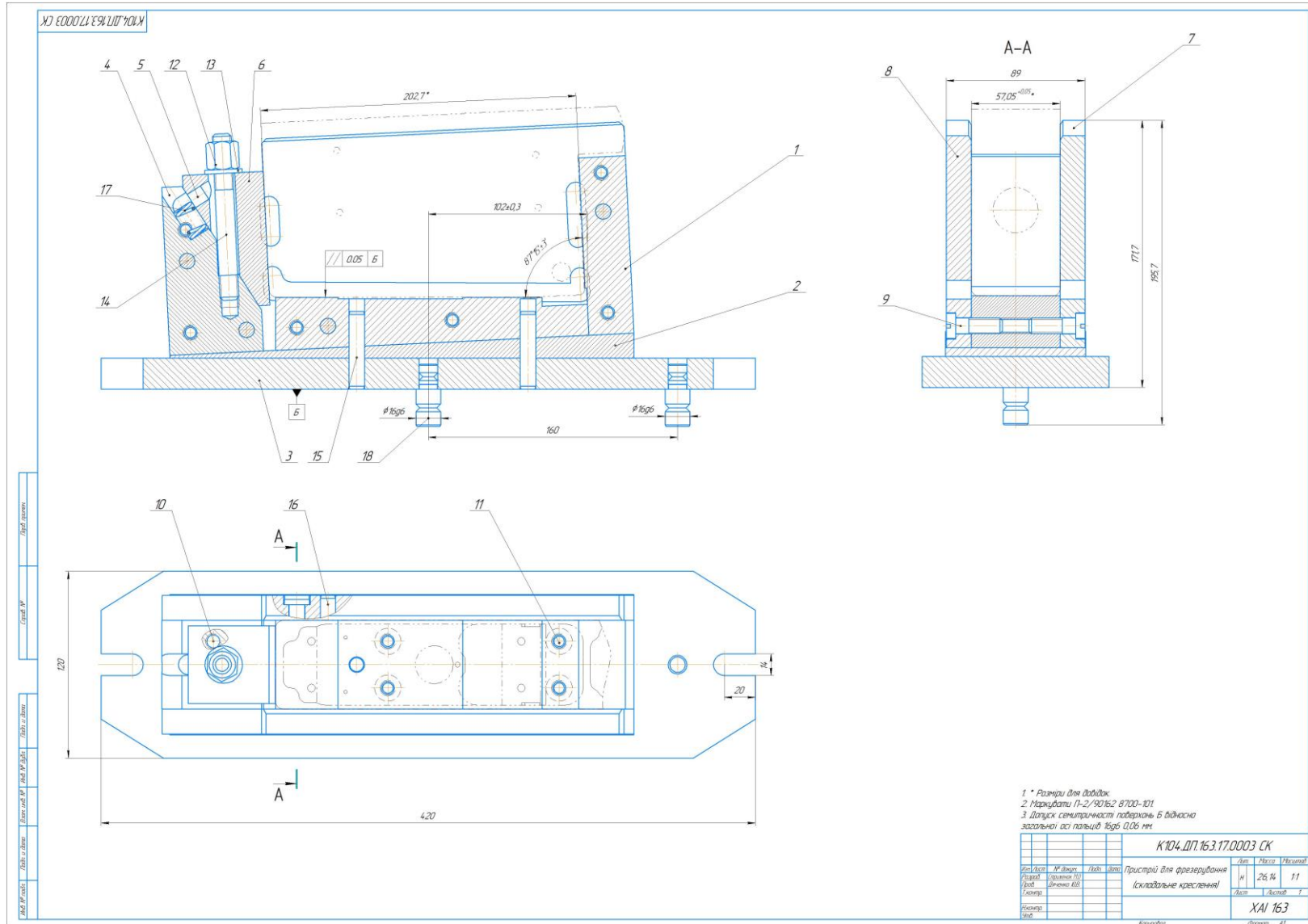
Класифікатор деталей цеху

Клас	Під класи	Матеріал	Ескізи типових деталей	Технологічні ознаки		Трудоємність ст.-год. год на партію цеху									
				Габаритні розміри, мм	Вид заготовки	Обробка на об. центрі з ЧПК	Контроль	Токарня	Токарня с. ЧПК	Рівнобірна	Сфердільна	Сварочна	Фрезерна	Грудовість на 1 дет.	Грудовість на партію
Корпусні деталі	Балка	Мл5		785x120x57	Відливка	4,32	0,8	-	-	0,8	2,41	3,32	-	11,65	46600
	малих габаритів	АК6		φ80xh75	Відливка	3,21	0,73	1,75	1,15	0,3	1,56	2,2	-	10,9	43600
	середніх габаритів	Сталь 30ХГСА		φ230xh462	Труба	3,95	0,59	1,4	3,71	0,1	1,1	1,6	-	12,45	49800
Кришки	Кришка	АК6		65x84x45	Відливка	-	0,4	-	-	0,2	0,51	0,68	2,56	4,35	17400
	Основа	Сталь 30ХГСА		42x33x2,7	Штампування	2,21	0,15	-	-	0,14	0,4	1,7	-	4,6	18400
Плоскі деталі	Диск	Д16Т		φ112xS8	Лист	-	0,16	-	-	0,57	0,34	1,28	2,12	4,47	17880
	Стінка	Д16Т		φ112xS5	Лист	-	0,2	-	-	0,31	0,24	1,1	1,25	3,1	12400
Дрібні деталі	Накладка	Сталь 30ХГСА		22xR60x11,5xS1,5	Лист	1,22	0,7	-	-	-	-	0,13	-	2,05	8200
	Планка	Д16Т		25x10x18	Лист	-	0,28	-	-	-	-	0,28	1,3	1,86	7440
	Стакан	Сталь 30ХГСА		32x24,8x18	Штампування	-	0,37	-	2,02	-	0,25	0,14	1,28	4,06	16240
Тіла обертання	Камера	Сталь 30ХГСА		φ120xh154	Труба	-	0,45	3,25	2,5	0,5	0,61	0,24	-	7,05	28200
	Стійка	Сталь 30ХГСА		1128,5xφ6	Пруток	-	0,18	1,23	1,53	-	-	0,11	-	3,05	12200
Σ ст.-ч.						14,95/ 59800	5,01/ 20040	6,63/ 26520	10,91/ 43640	2,92/ 11680	7,42/ 29260	9,9/ 39600	8,51/ 34040	69,59	278360

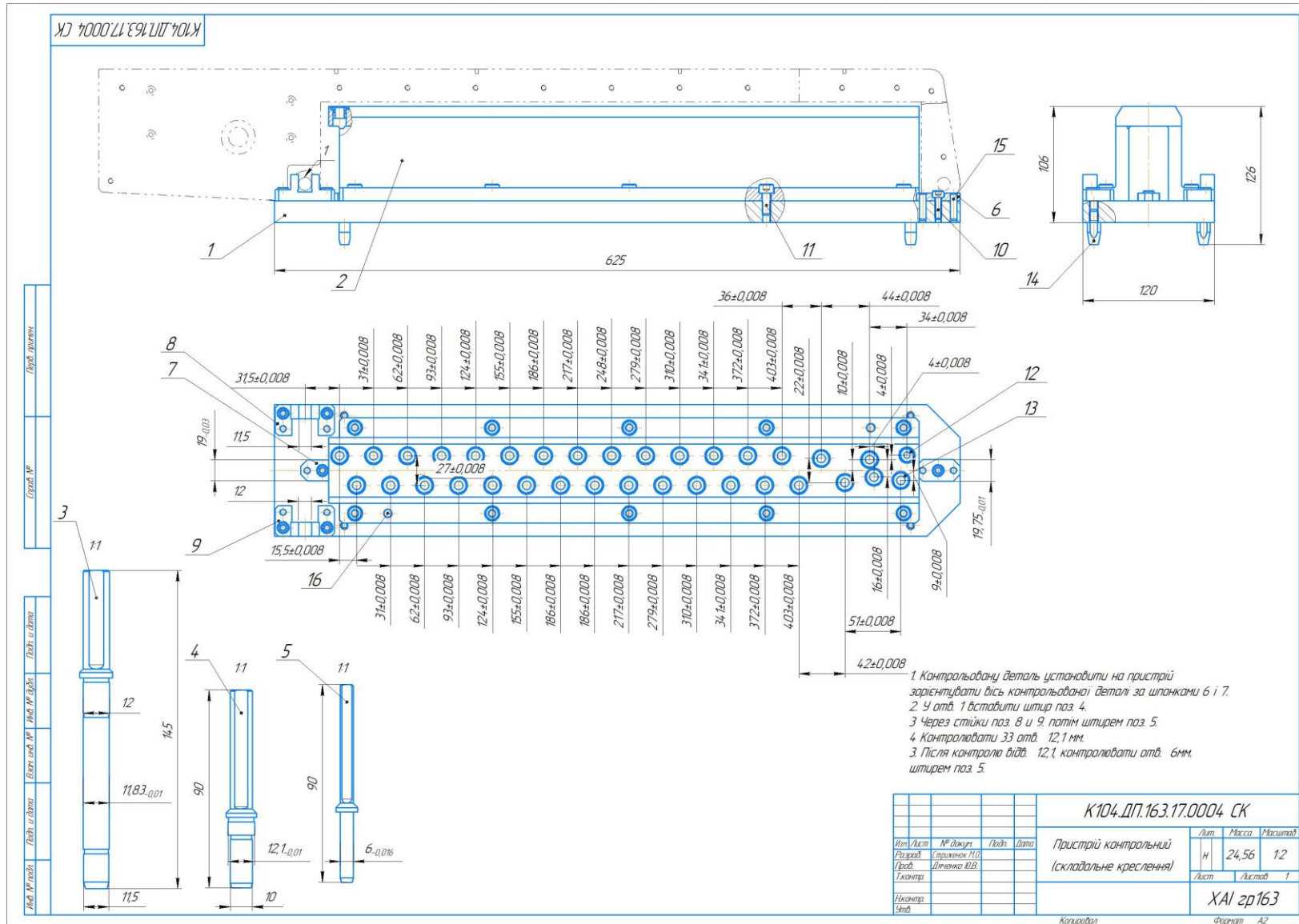








		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примен.									
						Документация			
Справ. №		A1			K104.ДП.163.17.0003 СК				
						Сборочные единицы			
			1		Кутник		1		
						Детали			
Подп. и дата			5		Клин		1		
			3		Плита		1		
			4		Стійка		1		
			5		Упор		1		
			6		Клин		1		
			7		Стінка права		1		
			8		Стінка ліва		1		
Взам. інв. №									
Подп. и дата									
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	K104.ДП.163.17.0003 СК			
	Разраб.	Стриженок М.О.				Пристрій для фрезерування	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Дяченко Ю.В.						1	2
	Нконтр.						XA1 гр 163		
Утв.						Формат A4			



Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Зона	Поз.							
Перв. примен.								
					<u>Документация</u>			
Справ. №	A2			K104.ДП.163.17.0004 СК	Складальне креслення			
					<u>Детали</u>			
			1		Плита	1		
			2		Корпус	1		
			3		Штирь	1		
			4		Штирь	1		
			5		Штирь	1		
			6		Шпонка	1		
			7		Шпонка	1		
			8		Стійка	1		
			9		Стійка	1		
	Взам. инв. №					<u>Стандартные изделия</u>		
			4		Винт М6-6д x 20 ГОСТ 11738-84	6		
			11		Винт М8-6д x 20 ГОСТ 11738-84	10		
			12		Втулка 7030-0123 ГОСТ 12214-66	1		
Изм. лист	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	K104.ДП.163.17.0004 СК		
	Разраб.	Стриженко М.О						
Проб.	Проб.	Дяченко Ю.В				Лит.	Лист	Листов
							1	2
Инв. № подл.	Н.контр.					ХАІ зр163		
	Утв.							
Копировав						Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		13		<i>Втулка 7030-0125 ГОСТ 12214-66</i>	33	
		14		<i>Ножка 7034-0178 ГОСТ 12205-66</i>	4	
		15		<i>Штифт 2,6 x 25 ГОСТ 3128-70</i>	8	
		16		<i>Штифт 2,8 x 25 ГОСТ 3128-70</i>	2	

Инв. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. №
Подп. и дата	Инв. №
Подп. и дата	Инв. №

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<i>K104.ДП.163.17.0004 СК</i>	Лист
						2

ГОСТ 3.1105-84 форма 2										
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
								12	1	
ХАІ, К104										
<i>Балка</i>								ДП	-	-
<p><i>Міністерство освіти і науки України</i> <i>Національний аерокосмічний університет</i> <i>ім. М.Є. Жуковського "ХАІ"</i></p>										
<p>СТВЕРДЖУЮ <i>Керівник роботи</i> _____ Д'яченко Ю. В. <i>(підпись) (П.І.Б)</i> " _ " _____ 2024 р.</p>										
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТІВ <i>на одиничний технологічний процес</i> <i>виготовлення деталі "Балка"</i></p>										
<p><i>Розробив студент 163 гр.</i> _____ Стриженок М. О. <i>(підпись) (П.І.Б)</i> " _ " _____ 2024 р.</p>										
ТЛ										

ГОСТ 3.1118-82 форма 16															
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
														3	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код,наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
A01	011			020	4110	Токарна			ЮП № 29						
Б02	250ИТВМ.01														
003	<i>Підрізати торець, затупити гострі кромки.</i>														
Т04	<i>Різець прохідний 2102-0021, різець прорізний 2120-0517.</i>														
05															
A06	011			025	4110	Токарна			ЮП № 29						
Б07	250ИТВМ.01														
008	<i>Підрізати торець витрмуючи розмір 37,7±0,1, точити зовнішню поверхню із підводом заднього торця</i>														
009	<i>Підрізати торець витрмуючи розмір 74,9±0,15, притупити гострі кромки.</i>														
Т10	<i>Різець прохідний 2102-0021, різець прорізний 2120-0517.</i>														
11															
A12	011			030	4210	Свердлільна									
Б13	Рісотак 54														
014	<i>Свердлити 2 отв. Ø 3,7(1), зенковати 2 отв.(1), развернути 2 отв.(1), зенковати фаску в 2-х отв.(1).</i>														
Т15	<i>Свердло Ø 3,7, зенкер Ø 3,9, розвертка Ø 4, свердло Ø 8,5, кондуктор П-1/34405.</i>														
16															
МК														2	

														ГОСТ 3.1118-82		форма 16			
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																K104.02100.16317		4	
																ДП.104.163.17.02		K104.60100.00001	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции							Обозначение документа							
Б	Код,наименование,оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала							Обозначение,код							ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
A01	011			035	4110 Токарна														
B02	250ИТВМ.01																		
O03	<i>Підрізати торець, точити канавку, притупити гострі кромки.</i>																		
T04	<i>Різець прохідний 2102-0021, різець прорізний 2120-0517.</i>																		
05																			
A06	011			040	0220 Контрольна														
B07	стіл ОТК																		
O08	<i>Перевірити за операціями 025,035.</i>																		
09																			
A10	011			045	4260 Фрезерна с ЧПК														
B11	ГФ 2171С5																		
O12	<i>Обробити згідно програмі №6392.</i>															ТМ-70'			
13																			
A14	011			050	4260 Фрезерна с ЧПК														
B15	ГФ 2171С5																		
O16	<i>Обробити згідно програмі №6393.</i>															ТМ-20'			
МК																3			

														ГОСТ 3.1118-82			форма 16		
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
														K104.02100.16317			5		
														ДП.104.163.17.02			K104.60100.00001		
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа										
Б	Код,наименование,оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.						
A01	011			055	4260 Фрезерна с ЧПК														
B02	ГФ 2171С5																		
O03	Обробити згідно програмі №6396.											ТМ-68'							
04																			
A05	011			060	0107 Слісарна				ЮП № 17										
B06	Верстак																		
O07	Зняти заусенці та притупити гострі кромки. N249																		
T08	Напільник 2820-0023.																		
09																			
A10	016			065	5053 Відпуск				КТИ на операції 65-70										
B11	Електропіч																		
12																			
A13	016			070	0331, 0211, 0390 Контрольна														
B14	Верстак																		
15																			
16																			
МК														4					

														ГОСТ 3.1118-82		форма 16			
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																K104.02100.16317		6	
																ДП.104.163.17.02		K104.60100.00001	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала						Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
A01	011			075	4260 Фрезерна с ЧПК														
B02	ГФ 2171С5																		
003	Обробити згідно программі №6401.														ТМ-69				
04																			
A05	011			080	0107 Слісарна						ЮП № 17								
B06	Верстак																		
007	Зняти загусенці та притупити гострі кромки.																		
T08	Напільник 2820-0023.																		
09																			
A10	011			085	4260 Фрезерна с ЧПК														
B11	ГФ 2171С5																		
012	Обробити згідно программі №6403.														ТМ-29				
13																			
A14	011			090	4260 Фрезерна с ЧПК														
B15	ГФ 2171С5																		
016	Обробити згідно программі №6455.														ТМ-39				
МК																5			

													ГОСТ 3.1118-82		форма 16				
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
																K104.02100.16317		13	
																ДП.104.163.17.02		K104.60100.00001	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции								Обозначение документа						
Б	Код,наименование,оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала								Обозначение,код						ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх.
А01	011		195	4232	Сверлильна с ЧПК								ЮП № 42						
Б02	Shaublin 48 CNC																		
003	<i>Свердлити 4 відп. Ø3,8, свердлити 4 відп. Ø2,05 (2), зенковать фаску 0,2x45 ° під нарізку різьблення</i>																		
04	<i>в 4 відп. (2) .Повернуть на 90. Свердлити 4 відп. Ø3,8, свердлити 4 відп. Ø2,05 (2), зенковать фаску 0,2x45 °</i>																		
05	<i>під нарізку різьблення в 4 відп. (2). Нарізати різьбу M2,5-6H 8 відп.</i>																		
06	<i>Свердло Ø3,8, свердло Ø2,05, свердло Ø4,0, мітчик M2,5-6H.</i>																		
07																			
08	011		200	0107	Слесарна								ЮПТ № 17						
09	Верстак																		
10	<i>Зняти задирки в отворах</i>																		
11	<i>Шабер 3-х Гран.</i>																		
12																			
13	011		205	4232	Сверлильна с ЧПК								ЮП № 42						
14	Shaublin 48 CNC																		
15	<i>Свердлити 8 відп. Ø3,3, зенковать фаски в отв.Ø3,3 розміром 0,7x45 ° .Нарезать різьблення M4-6H 8 відп.</i>																		
16	<i>Свердло Ø3,3, свердло Ø8,0.</i>																		
МК																5			

															ГОСТ 3.1118-82 форма 16			
Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
															K104.02100.16317		21	
															ДП.104.163.17.02		K104.60100.00001	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код,наименование,оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
A01	011			315	4232	Сверлильна с ЧПК					ЮП № 42							
B02	Shaublin 48 CNC																	
O03	Свердлити 6 відп. Ø2,05 на глибину 8 ± 0,5, свердлити 4 відп. Ø2,05 на глибину 12 ± 0,5.																	
04	Зенковать відп. фаскою 0,4x45 °, цековать 4 отв.Нарезать різьблення M2,5-6H.																	
05	Свердло Ø4, свердло Ø2,05, пристосування П-2/116586, мітчик M2,5-6H																	
06																		
07	011			320	0107	Слесарна					ИОТ № 17							
08	Верстак																	
09	Нарізати різьбу M2,5-6H в 4-х відп. другим метчиком																	
10	Метчик M2,5-6H, дріль ручна ДР-10А																	
11																		
12	011			325	4237	Комплексна на обробних центрах з ЧПУ												
13	Shaublin 60 CNC																	
14	Обробити за програмою №6473															ТМ-32'		
15																		
16																		
МК																	21	

ГОСТ 3.1118-82 форма 16															
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											K104.02100.16317	24			
											ДП.104.163.17.02	K104.60100.00001			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции				Обозначение документа						
Б	Код,наименование,оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала				Обозначение,код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
A01	011			360	0107	Слесарна				ЮП № 17					
B02	Верстак														
O03	<i>Притупити гострі кромки</i>														
04	<i>напилок 2820-0023</i>														
05															
06	011			365	0220	Контрольна				ЮП № 17					
07	Стіл ОТК														
08	<i>Перевірити перпендикулярність і діаметри відп.</i>														
09	<i>Калібр-пробки</i>														
10															
11	011			370	0220	Контрольна представникам замовника									
12	Стіл ОТК														
13	<i>Контроль за операції 365</i>														
14	<i>Зробити відмітку в технологічному паспорті</i>														
15															
16															
МК													24		