

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

Механіко-машинобудівний факультет
(заочна форма навчання)

Кафедра Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню магістра

студента Баркара Юрія Сергійовича
(ПІБ)

академічної групи 131М-17з-1
(шифр)

спеціальності 131 Прикладна механіка
(код і назва спеціальності)

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

на тему Аналіз альтернативних варіантів обробки валу із застосуванням
САМ-модуля програми Компас 16

(назва за наказом ректора)

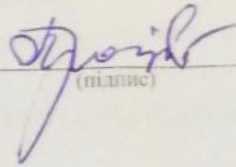
Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	проф. Пацера С.Т.	87	добре	
розділів	проф. Пацера С.Т.			
Аналітичний	проф. Пацера С.Т.	89	добре	
Технологічний	проф. Пацера С.Т.	85	добре	
Конструкторський	проф. Пацера С.Т.	90	відмінно	
Спеціальний	проф. Пацера С.Т.	85	добре	
Рецензент				
Нормоконтроль				

Дніпро
2018

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри

Технологій машинобудування та матеріалознавства
(повна назва)


(підпис)

(прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2018 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

студенту Баркару Ю.С. академічної групи 131М-173-1
(прізвище та ініціали) (шифр)

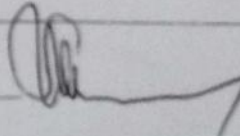
спеціальності 131 Прикладна механіка

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

на тему Аналіз альтернативних варіантів обробки валу із застосуванням
САМ-модуля програми Компас 16

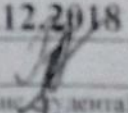
затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 29.11.18 № 2031-Л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Аналітичний	Аналіз технологічності виробу деталі	03.09.18-27.09.18
Технологічний	Проектування технологічних процесів	28.09.18-20.10.18
Конструкторський	Проектування спеціального верстатного пристосування	21.10.18-30.10.18
Спеціальний	Аналіз особливостей САД-САМ системи КОМПАС-3D	30.10.18-08.12.18

Завдання видано _____
(підпис керівника)  Пацера С.Т.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 01.09.2018

Дата подання до екзаменаційної комісії 12.12.2018

Прийнято до виконання _____
(підпис студента) 

Баркар Ю.С.
(прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

- 1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних.....
- 1.1.1 Службове призначення виробу деталей.....
- 1.1.2 Аналіз технологічності заданої деталі.....
- 1.1.3 Аналіз технологічних процесів базового заводу.....

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

- 2.1 Проектування технологічних процесів.....
- 2.1.1 Визначення типу виробництва.....
- 2.1.2 Визначення виробничої програми цеху.....
- 2.1.3 Вибір і економічне обґрунтування методу отримання заготовки.....
- 2.1.4 Вибір методів обробки поверхонь деталі.....
- 2.1.5 Вибір технологічних і вимірювальних баз.....
- 2.1.6 Формування маршруту виготовлення деталі
- 2.1.7 Вибір технологічного обладнання.....
- 2.1.8 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки.....
- 2.1.9 Розмірний аналіз і визначення операційних розмірів з допусками
- 2.1.10 Вибір пристосувань.....
- 2.1.11 Вибір різального та допоміжного інструментів.....
- 2.1.12 Вибір засобів технічного контролю.....
- 2.1.13 Проектування технологічного процесу обробки деталі.....
- 2.1.14 Визначення режимів різання.....
- 2.1.15 Технічне нормування технологічного процесу.....
- 2.1.16 Проектування наладок.....

					ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ			
Ізм	Лист	№ Документа	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА	Розро	Лист	Листів
Розроб.		Баркар Ю.С					4	
Перев.		Пацера С.Т				НТУ «Дніпровська політехніка»		
Н.контр								
Утв.		Проців В.В						

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1	Проектування спеціального верстатного пристосування.....
3.1.1	Аналіз вихідних даних.....
3.1.2	Вибір принципової схеми пристосування.....
3.1.3	Силовий розрахунок верстатного пристосування.....
3.1.4	Оцінка точності пристосування.....
3.1.5	Техніко-економічне обґрунтування використання пристосування
3.2	Проектування технологічної оснастки з використанням інтегрованих САД- додатків КОМПАС3D.....

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

4.1	Інтегроване САД-програмування КОМПАС-3D.....
4.2	Моделювання верстатного пристосування для фрезерування.....
4.3	Особливості САМ – системи «Токарна обробка, Модуль ЧПК, КОМПАС 3-D»
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....

ДОДАТКИ

Додаток А. Технологічна документація

Додаток Б. Копії аркушів графічної частини:

Аркуш 1. Деталь

Аркуш 2. Заготовка

Аркуш 3. Налаштування

Аркуш 4. Верстатне пристосування

Аркуш 5. Спеціальний розділ

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

ВСТУП

В умовах ринкової економіки і активної конкуренції особливої гостроти для машинобудівних заводів набуває проблема регулярного оновлення продукції, випуску нових модифікацій уже розроблених виробів з тим, щоб задовольнити запити максимального числа споживачів. Перш ніж випустити нову конкурентоспроможну продукцію, необхідно провести більшу роботу зі збору, накопичення та оперативної обробки інформації. Переробка великих обсягів інформації в даний час неможлива без використання ЕОМ.

Створення нової техніки в машинобудуванні відбувається в такий послідовно-сті: на основі аналізу продукції, що випускається проектується нова, володіє більш високими естетичними, експлуатаційними або іншими властивостями, потім виробляються інженерні розрахунки і моделювання, технологічна підготовка виробництва, виготовлення і збут виробу. При цьому ми отримуємо замкнутий цикл, так як проектування нового виробу виконується на базі аналізу ринку і даних про ефективність, надійність і збуті моделей, що випускаються.

Область застосування систем автоматизованого проектування (САПР) охоплює сьогодні найрізноманітніші види діяльності людини - від розстановки меблів в квартирі до проектування і виготовлення інтегральних мікросхем і сучасної космічної техніки. Кожна категорія завдань технічного креслення пред'являє до цих продуктів свої вимоги, однак найбільше поширення вони отримали в машинобудуванні та архітектури.

Використання САПР дозволяє членам проектних груп одночасно працювати над виробом з різних сторін: вирішувати завдання стильового дизайну, проектування зовнішнього вигляду виробу і паралельної поагрегатного розробки виробу. Новий виріб створюється в конструкторському підрозділі, яке є центральною ланкою комп'ютеризації підприємства.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Одночасно групою фахівців різних профілів, які працюють над випуском нового виробу, виконуються всі етапи розробки деталей, вузлів і зборок, їх технологічна опрацювання (Concurrent engineering).

Виріб починають виготовляти ще до того, як буде завершено випуск всієї документації, що призводить до значного скорочення термінів і підвищує якість проектування. Полегшується автоматизоване управління проектами та підприємством на базі електронного документообігу. Будь-які через трансформаційних змін в будь-якому елементі виробу негайно стають доступними як для окремих конструкторів і технологів, так і для цілих відділів і організацій на всіх етапах створення виробу - завдяки використанню єдиної бази даних. Таким чином, САПР скорочує час і трудовитрати на проектування виробу.

Для випуску конкурентоспроможної продукції, що відповідає світовим стандартам, необхідно забезпечити використання єдиної інтегрованої бази даних. Інтеграція конструкторських і технологічних робіт, програмного забезпечення для документообігу дозволяє користувачам управляти всіма типами інформації про продукт і проект від зміни замовлень до контролю якості та ведення справ з обслуговування клієнтів. Така організація праці особливо ефективна в умовах багато-номенклатурних виробництва і в тих випадках, коли пред'являються підвищені вимоги до оперативності та якості функціонування виробництва.

САПР в машинобудуванні використовується для проведення конструкторських, технологічних робіт, в тому числі робіт з технологічної підготовки виробництва. За допомогою САПР виконується розробка креслень, проводиться тривимірне моделювання виробу та процесу складання, проектується доповні оснащення, наприклад штампи і пресформи, складається технологічна документація і керуючі програми (УП) для верстатів з числовим програмним управлінням (ЧПУ), ведеться архів. Сучасні САПР застосовуються для наскрізного автоматизованого проектування, технологічної підготовки, аналізу і виготовлення виробів в машинобудуванні, для електронного управління технічною документацією.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Застосування САПР з автоматизованою системою управління підприємством дозволяє створити єдиний інформаційний комплекс, який дозволяє:

- скоротити в 1,5-2 рази цикл створення виробу;
- знизити матеріаломісткість виробу на 20-25%;
- зменшити витрати на виробництво на 15-20%;
- підвищити якість виробу і конкурентоспроможність підприємства.

Метою комплексної роботи є видача вихідних даних для проектування ремонтно-механічного цеху з виготовлення і ремонту деталей машинобудування. Даною роботою передбачається розробка технологічних процесів виготовлення маточини і Вала редуктора черв'ячного з використанням САПР на всіх стадіях проектування, що дозволить навіть на стадії проектування, забезпечити задану якість, експлуатаційні показники працездатності, надійність і довговічність деталей

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Техніко-економічний аналіз вихідних даних

1.1.1 Службове призначення виробу і деталей

Вал входить до циліндричного редуктора Циліндричний редуктор представляє собою спеціальний механізм, основна функція якого полягає в передачі обертальних рухів від одного Вала до іншого, розташованих в паралельних площинах. Виконання даних машин дозволяє істотно скоротити швидкість обертання, що робить ефективним експлуатацію циліндричного редуктора в різних областях промисловості.

Циліндричний редуктор можна зустріти в приводах наступних промислових машин: металорізального обладнання, верстатів для обробки деревних матеріалів, подрібнювачів, бетонозмішувачів і т.д.

У серійному виробництві широко поширені стандартизовані литі корпуси редукторів. Найчастіше в машинобудуванні застосовуються корпусу з ливарного чавуну, рідше з ливарних сталей. Там, де необхідно максимально полегшити конструкцію, застосовують легкосплавні корпусу. На корпусі редуктора найчастіше є місця кріплення - лапи, вуха, за які переміщують або кріплять редуктори до основи. На виході Валів розташовують ущільнення для запобігання витікання масла. На корпусах редукторів найчастіше розташовують конструкційні елементи, що запобігають збільшення тиску всередині редуктора, що виникає від нагрівання редуктора при його роботі.

1.1.2 Аналіз технологічності заданої деталі

Деталь «Вал» по конструкції відноситься до класу Валів, являє собою сукупність поверхонь обертання і торцевих поверхонь не потребують заготовки складної форми, спеціальних методів обробки, пристосувань і інструментів для обробки.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Вал виготовляється зі сталі 25ХГТ, ГОСТ 4543-71. Заготівлею на базовом підприємстві є гарячекатаний прокат Ø70 мм. За хімічним складом і механічними властивостями сталь 25ХГТ відповідає технічним вимогам, що пред'являються до деталі Вал.

Таблиця 1.1 – Аналіз технологічності конструкції деталі Вал

Показники технологічності конструкції деталі	Оцінка технологічності	
	допустимо	недопустимо
1. Наявність в деталі стандартних і уніфікованих елементів.	+	–
2. Можливість виготовлення деталі зі стандартних або уніфікує-ваних заготовок (прокату, лиття, штамповок і т. Д.).	+	–
3. Наявність оптимальної точності, шорсткості поверхні деталі.	+	–
4. Відповідність фізико-хімічних і механічних властивостей ма-ла, жорсткості форми і розмірів деталі вимогам технології ме-механічній і термічної обробки.	+	–
5. Відповідність показників базових поверхонь деталі (розміри, точність, шорсткість) вимогам установки, обробки і контролю.	+	–
6. Відповідність оформлення робочого креслення деталі вимогам ЕСКД і ЕСПД РЕВ.	+	–

Так як найбільш високий коефіцієнт точності розмірів - 6, шорсткість поверхні - Ra = 1,25, деталь міцна і жорстка, то можна зробити висновок, що конструкція деталі технологічна.

$$T = T_{уч1} + T_{уч2} + T_{ру} = 90000 + 90000 + 90000 = 270000 \text{ст/ч}$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

1.1.3 Аналіз технологічних процесів базового заводу

Базовий технологічний процес, виготовлення "корпусу", по своїй структурі відповідає дрібносерійному виробництву. Програма випуску деталей складає - 300шт./год і тому послідовність виконання операцій цілком закономірна і відповідає програмі випуску деталей. З операційного технологічного процесу видно, що заготівля - відливання з сірого чавуну СЧ 20 ГОСТ 1412-85. Коефіцієнт використання матеріалу складає - 0,82. Маса заготівлі з урахуванням припусків на механічну обробку $V_1 = 69\text{кг}$; Висока шорсткість, точність розмірів і їх взаємного розташування відповідальних поверхонь, досягається на чистових операціях. При виготовленні корпусу застосовуються універсальні і спеціальні пристосування; устаткування; інструмент. Недоліками базового технологічного процесу є:

- устаткування, вживане при виробництві деталей універсальне і малопродуктивне;
- вживані пристосування є універсальними і менш швидкісними (механічними), вживаний інструмент звичайний, контроль робиться у кінці технологічного процесу.

Пропозиції по удосконаленню базового технологічного процесу можуть бути наступними:

- можна підвищити КИМ шляхом отримання заготівлі методом штампування;
- при виготовленні деталей використати гідропристосування (токальні патрони, спеціальні пристосування і кондуктора);
- концентрація операцій і переходів на одному верстаті, тобто перехід до малостадійного технологічного процесу через об'єднання в одному технологічному агрегаті декількох операцій, що раніше робилися окремо;

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

- підвищення рівня комплектності механізації процесів за рахунок застосування сучасних верстатів з ЧПУ і застосування сучасного різального інструменту з метою зниження трудомісткості виготовлення деталей і виробу в цілому.

Після вивчення базового технологічного процесу виготовлення Валу в пояснювальній записці представлений базовий маршрут обробки деталі у вигляді таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Поопераційний маршрут обробки Валу

№ операції	Найменування операції
005	Відрізна
010	Термічна
015	Фрезерно-центрувальна
020	Токарно-гвинторізна
025	Токарно-гвинторізна
030	Розмічальна
035	Вертикально-фрезерна
040	Зубофрезерна
045	Слюсарна
050	Токарно-гвинторізна
055	Зубошевінгувальна
060	Круглошліфувальна
065	Круглошліфувальна
070	Контрольна

Базовий технологічний процес, виготовлення "Валу", аналогічний типовим технологічним процесам. Базовий технологічний процес відповідає дрібносерійному типу виробництва. Програма випуску деталей складає - 300шт./год і тому послідовність виконання операцій цілком закономірна і відповідає програмі випуску деталей. З операційного технологічного процесу видно, що заготівля - пруток $\varnothing 70$ і метод отримання заготовки - прокат. Коефіцієнт використання матеріалу складає - 0,6. Маса заготівлі з урахуванням припусків на механічну обробку наступна

$B1 = 6,6$ кг. Матеріал використовується неефективно. Проте застосування для отримання заготівлі інших видів отримання заготівлі (штампування, вільне кування, поперечно-клинове плющення) не доцільно через жорсткі конструкторські вимоги до співісної, биттю поверхонь, а також високих вимог до точності і малих перепадах діаметрів, крім того, це приведе до збільшення вартості золотника.

Досягши точності деталей, що виготовляються, використовується принцип постійності і єдності баз, обробка ведеться за один установ. Висока шорсткість і точність взаємного розташування відповідальних поверхонь, досягається на чистових доводочних операціях після складання з якорем електродвигуна. Проаналізувавши діючий технологічний процес виготовлення де-тали "Вал", визначаємо недоліки, які необхідно усунути в проектованому технологічному процесі:

- в основному застосовується універсальне устаткування, що обумовлює збільшення кількості переходів, встановивши і як наслідок операцій, що у свою чергу збільшує трудомісткість виготовлення деталі;
- заготівля закріплюється робітниками в пристосування вручну, що значно збільшує допоміжний час;
- в основному використовується універсальний вимірювальний інструмент, що також збільшує допоміжний час.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

При проектуванні нового технологічного процесу на корпуси, у зв'язку зі зменшенням припусків, скоротити кількість операцій фрезерування. У проектному техпроцесі використати тільки одноразове фрезерування замість попередньої і остаточної обробки, Застосування сучасного багатофункціонального оброблювального центру і прогресивного різального інструменту дозволить скоротити кількість токарних і свердловальних операцій підвищити точність виготовлення деталі, що значно понизить собівартість деталі. При проектуванні технологічного процесу деталі "гільза" токарні операції на токарно-гвинторізному верстаті замінити однією операцією на токарному з ЧПУ, що скорочує час обробки і збільшує точність деталі. Спроекувати універсальне верстатне пристосування з пневмоприводом для фрезерної операції.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Проектування технологічних процесів

2.1.1 Визначення типу виробництва

Для проєктованого ремонтно-механічного цеху серійність виробництва визначати за коефіцієнтом серійності. Для цього визначається такт випуску [1]:

$$\tau := \frac{60 \cdot \Phi_d}{N}, \quad (2.1)$$

де N – річний випуск продукції деталей в штуках, $N = 300$

Φ_d – дійсний річний фонд часу в годинах, $\Phi_d = 4015$

$$\tau = 60 \cdot 4015 / 300 = 803 \text{ хв/шт.} \quad (2.2)$$

Потім визначаємо коефіцієнт серійності [1]:

$$K_{\text{ср}} := \frac{\tau}{T_{\text{штср}}} \quad (2.3)$$

де $T_{\text{штср}}$ – середнє поштучна час за операціями обробки деталі «Вал»,

$$T_{\text{штср}} = 22,1 \text{ хв.}$$

Підставивши значення в формулу отримаємо

$$K_{\text{ср}} = 803/22,1=36,3 \quad (2.4)$$

Згідно отриманого значення коефіцієнта серійності тип виробництва - малосерійний.

За методом виробництва даний проєктований цех буде непотокове т. е. В цьому випадку запуск у виробництво кожного виду деталей буде здійснюватися партіями. При цьому оптимальна кількість заготовок в партії для одного запуску

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

визначається за формулою [2]:

$$n := \frac{N \cdot f}{\Phi_d}, \quad (2.5)$$

где f – число днів, на яке необхідно мати запас деталей на складі,

$$f = 24 \text{ дні.}$$

Підставивши значення (формула 1.3), отримаємо:

$$n = 300 \cdot 24 / 4015 = 2 \text{ шт.} \quad (2.6)$$

Таким чином, величина партії деталей одночасно запускаються у виробництво становить 2шт. деталей.

2.1.2 Визначення виробничої програми цеху

Виробнича програма проектованого ремонтно-механічного цеху дрібносерійного типу виробництва розрахована за наведеною програмою. У цьому випадку вибирається деталь-представник, а всі інші деталі, що входять до програми, умовно наводяться по трудомісткості, складності і масі до виробу-представнику.

Наведена виробнича програма визначає наступним чином. Все розмаїття деталей наводимо до кількох характерним представникам, так як частина деталей не забезпечена повністю кресленнями та іншими вихідними даними. У цьому випадку всю номенклатуру ділять на кілька груп, в кожен з яких входять однотипні по конструкції і технології виробу. У кожній групі виділяється виріб-представник, до якого призводять всі інші деталі даної групи.

Загальний коефіцієнт приведення визначаємо за формулою [3]:

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

$$K = K_M \cdot K_{сер} \cdot K_{сл} \quad (2.7)$$

де K_M , $K_{сер}$, $K_{сл}$ – коефіцієнти приведення відповідно по масі, серійності, складності.

Коефіцієнти приведення по масі, серійності, складності визначаємо за наступними формулами [3]:

$$K_M := \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2}, \quad (2.8)$$

де Q_x та Q – маси виробленого виробу та виробу-представника.

$$K_{сер} := \left(\frac{N}{N_x}\right)^{0.15}, \quad (2.9)$$

где N и N_x – річні програми виробу-представника і приводиться виробу.

$$K_{сл} := \sqrt{\frac{N_x}{N}}, \quad (2.10)$$

де N_x и N - кількість оригінальних деталей у що наводиться виробу і виробу-представника

Зазвичай при підборі груп в одну групу об'єднуються деталі однакової складності. Це дозволяє $K_{сл}$ прийняти рівним одиниці.

Програма приводиться виробу після приведення дорівнює:

$$N_{x1} = N_x \cdot K \quad (2.11)$$

До складу виробничого відділення входять два виробничих ділянки для розміщення обладнання і робочих місць.

Використовуючи формули визначаємо наведену виробничу програму і за отриманими результатами складаємо таблицю 2.1

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Таблиця 2.1 - Відомість розрахунку наведеної річної програми цеху

Ділянка обробки тіл обертання							
Вал редуктора РМ 150	300	4,5	Вал редуктора РМ 150	1,00	1,00	1,00	300
Вал редуктора РМ 200	450	6,2		1,24	0,94	1,17	524
Вал редуктора РМ 250	600	7,9		1,46	0,90	1,31	787
Вал редуктора РМ 300	750	9,6		1,66	0,87	1,44	1083
Вал редуктора РМ 350	900	11,3		1,85	0,85	1,57	1410
Вал редуктора РМ 400	1200	13,3		2,06	0,81	1,67	2007
Вал редуктора РМЦ 150	300	4,2		0,96	1,00	0,96	287
Вал редуктора РМЦ 200	450	6,4		1,26	0,94	1,19	536
Вал редуктора РМЦ 250	600	12,3		1,95	0,90	1,76	1057
Вал редуктора РМЦ 300	750	9,8		1,68	0,87	1,46	1098
Вал редуктора РМЦ 350	900	17,3		2,45	0,85	2,08	1873
Вал редуктора РМЦ 400	1200	17,2	2,44	0,81	1,99	2383	
Всього	13345						

Трудомісткість ділянок становить:

$$T_{уч1} := \frac{T_{шт.пр}}{60} \cdot \sum_{i=1}^n N_x \quad (2.12)$$

де T шт. пр – штучний час виготовлення деталі представника, хв.

$$T_{дл1} = (628/60) \cdot 8598 = 90000 \text{ст/ч}$$

$$T_{дл2} = (404,6/60) \cdot 13345 = 90000 \text{ст/ч}$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

$T_{\text{ремон.ділянки}} = 90000 \text{ст/ч}$

Сумарна верстатомісткість обробки деталей цеху становить:

$$T = T_{\text{дл1}} + T_{\text{дл2}} + T_{\text{ру}} = 90000 + 90000 + 90000 = 270000 \text{ст/ч}$$

2.1.3 Вибір і економічне обґрунтування методу отримання заготовки

Оптимальний метод отримання заготовки визначається на підставі аналізу матеріалу деталі, її призначення і технічних вимог до виготовлення, а також техніко-економічного розрахунку технологічної собівартості деталі. Застосування прогресивних методів отримання заготовок з малими припусками на механічну обробку знижує її трудомісткості і собівартості, проте додаткові витрати на оснащення заготівельного цеху окупаються тільки при достатніх розмірах програмного завдання.

Відповідно до вимог креслення і в результаті аналізу конструкції деталі приходимо до висновку, що заготовка може бути отримана двома способом-ми:

- з тянутого холоднокатаного прутка, попередньо різаного на мірні шматки відповідно до довжини деталі (рис 2.1);
- методом гарячого штампування (рис 2.2).

Вибір найбільш раціонального способу отримання заготовки визначаємо з урахуванням ефективності використання матеріалу і скорочення трудомісткості механічної обробки.

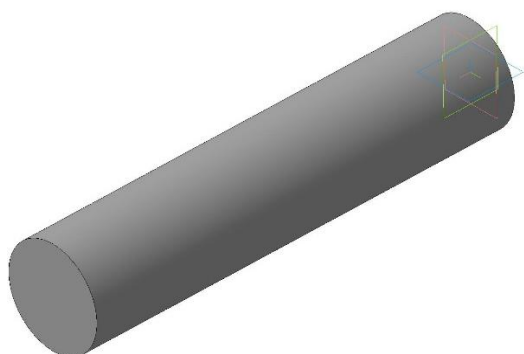
Проведемо порівняння коефіцієнтів використання матеріалу для обох методів [1]:

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

– для заготовки з прутка

$$Q = 17 \text{ кг}$$

$$КВМ_1 = 4,4 / 17 = 0,25;$$



– для штампування

$$Q = 8,4 \text{ кг}$$

$$КВМ_2 = 4,4 / 8,4 = 0,52.$$

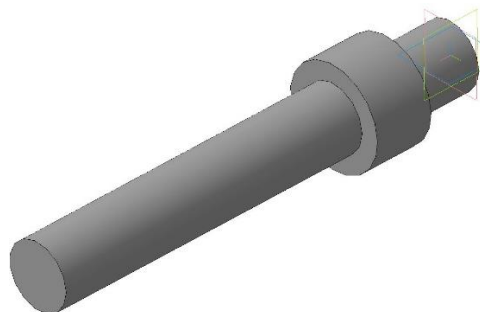


Рисунок 2. 1 – Модель заготовки з прутка
Рисунок 2. 2 – Модель заготовки штампування

З порівняння величин КВМ1 і КВМ2 слід, що в умовах серійного про- ництва доцільно використовувати обидва методи, оскільки маса штампованої заготовки незначно відрізняється від маси заготовки тієї ж деталі з прутка.

Проведемо економічний розрахунок, доцільність вибору двох методів отримання заготовок.

Вартість заготовки по кожному варіанту [1]:

$$M = Q_3 S_k K_T - q S_{отх}, \text{ грн.}, \quad (2.13)$$

де S_k - оптова ціна за 1 кг матеріалу за преїскурантом, грн .;

K_T - коефіцієнт, що враховує транспортно-заготівельні витрати,

q - маса реалізованих відходів, кг;

$S_{отх}$ - ціна за 1 кг відходів, грн.

$$M_1 = 17 \cdot 20 \cdot 1,05 - 12,6 \cdot 3,5 = 313 \text{ грн.},$$

$$M_2 = 8,4 \cdot 60 \cdot 1,05 - 4 \cdot 3,5 = 515,2 \text{ грн.},$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Різниця між вартістю обраних заготовок [1]:

$$A = M_1 - M_2, \text{ грн.}, \quad (2.14)$$

де M_1, M_2 – вартість заготовок по порівнюваним варіантам, грн.

$$A = 515,2 - 313 = 202,2 \text{ грн.}$$

З двох методів отримання заготовки вибір роблять виходячи з умов забезпечення максимальної продуктивності праці та мінімальної собівартості заготівлі.

Річна економія матеріалу E_M по порівнюваним варіантів визначають за формулою [1]:

$$\mathcal{E}_M = \frac{G_d(K_1 - K_2)}{K_1 K_2} N, \text{ кг}, \quad (2.15)$$

де G_d – маса деталі, кг;

K_1 и K_2 – коефіцієнт використання матеріалу (K_{BM});

N – річна програма випуску деталей, шт.

$$\mathcal{E}_M = \frac{4,4(0,52 - 0,25)}{0,52 \cdot 0,25} \cdot 300 = 2740 \text{ кг}$$

Річна економія за вартістю заготовок визначається за формулою:

$$\mathcal{E}_{C.з.} = A \cdot N, \text{ грн.}, \quad (2.16)$$

де A – різницю між вартістю обраних заготовок, грн.

$$\mathcal{E}_{C.з.} = 202,2 \cdot 300 = 60,66 \text{ тис. грн.},$$

Повна річна економія від впровадження заготовки з урахуванням скорочення затрат на механічну обробку визначається за формулою:

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

$$\Xi = \Xi_{\text{с.з.}} + (Z_1 - Z_2) \left(1 + \frac{H}{100}\right) N, \text{ грн.}, \quad (2.17)$$

де Z_1 и Z_2 – основна заробітна плата виробничих робітників за двома варіантами на тих операціях механічної обробки, де відіб'ється величина припуску на обробку, грн

H - цехові накладні витрати (приймати 200 - 300%).

Основна заробітна плата виробничих робітників за виконання однієї операції $Z_{\text{оп}}$ визначається за формулою [1]:

$$Z_{\text{оп}} = S_M \cdot T_{\text{шт.}}, \text{ грн.}, \quad (2.18)$$

де S_M - хвилинна заробітна плата для даного розряду роботи, грн .;

$T_{\text{шт.}}$ - штучний час, хв.

Хвилинна заробітна плата визначається за формулою:

$$S_M = S \cdot k, \text{ грн.}, \quad (2.19)$$

$$Z = \sum_{i=1}^n S_M T_{\text{шт.}}, \text{ грн.}, \quad (2.20)$$

де n – число операцій технологічного процесу.

$$Z_{\text{оп1}} = 17,85 \cdot 95,8 = 1710 \text{ грн.}, \quad Z_{\text{оп2}} = 17,85 \cdot 92,7 = 1656 \text{ грн.},$$

Повна річна економія від впровадження прогресивних заготовок з урахуванням скорочення витрат на механічну обробку визначається за формулою 2.5:

$$\Xi = 60660 - (1710 - 1656) \left(1 + \frac{200}{100}\right) \cdot 300 = 12060 \text{ грн.} \quad (2.21)$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Таким чином, для деталі «Вал» метод отримання заготовки з прутка є більш доцільним, оскільки деталь має невеликі перепади діаметрів. При проектуванні, можливо, уточнити припуски на обробку заготовки, що дозволить використовувати пруток меншого діаметру. Використовуючи ГОСТ 2590-2006, розробляємо проект заготовки, що враховує точність виконання і припуски на механічну обробку.

Деталь корпус виготовляється з чавуну СЧ 20, заготівлю отримують методом лиття в піщані форми. Другим варіантом методу отримання заготовки може бути прийнята зварна заготовка зі сталі 10, але при цьому необхідні додаткові витрати на зварювання і механічну обробку.

Тому для деталі корпус, 5 групи складності, доцільно застосувати заготовку - лиття в піщані форми, [2].

2.1.4 Вибір методів обробки поверхонь деталі

Методи обробки підбираємо для всіх поверхонь корпусу і Вала відповідно до точністю і шорсткістю. Результат вибору оформляємо у вигляді таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – План обробки основних поверхонь Вала

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість	технологічні переходи	точність	шорсткість
Ø40m6	Ø40 ^(+0,025/+0,009)	Ra1,25	Заготівля	js16	Ra80
			Чорнове точіння	h12	Ra12,5
			Чистово точіння	h10	Ra6,3
			Шліфування попереднє	h8	Ra3,2
			Шліфування кінцеве	m6	Ra1,25

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Продовження таблиці 2.2

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість	технологічні переходи	точність	шорсткість
Ø35,9 h6	Ø35,9 _{-0,016}	Ra1,25	Заготівля	js16	Ra80
			Чорнове точіння	h12	Ra12,5
			Чистово точіння	h10	Ra6,3
			Шліфування попереднє	h8	Ra3,2
			Шліфування кінцеве	m6	Ra1,25
Ø50 h12	Ø50-0,25	Ra 12,5	Заготівля		
			Чорнове точіння		
M24x2-8g	M24x2-8g	Ra5	Заготівля	js16	Ra80
			Чорнове точіння	h12	Ra12,5
			Чистове точіння	h10	Ra6,3
			Нарізання різьби	8g	Ra5
Ø39,5h10	Ø39,5-0,1	Ra3,2	Заготівля	js16	Ra80
			Чорнове точіння	h12	Ra12,5
Ø21h10	Ø21-0,08	Ra3,2	Чистове точіння	h10	Ra6,3

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Продовження таблиці 2.2

Поверхня деталі	Креслярські вимоги до поверхні		Параметри поверхні після обробки		
	точність	шорсткість	технологічні переходи	точність	шорсткість
Зубчата поверхня	-	Ra1,25	Заготівля	js16	Ra80
			Чорнове точіння	h12	Ra12,5
			Чистове точіння	h10	Ra6,3
			Нарізання зубів	h8	Ra3,2
			Шліфування зубів	h6	Ra1,25
шпон. паз	10P9	Ra5	Фрезерування однократне	P9	Ra5

2.1.5 Вибір технологічних і вимірювальних баз

Для підвищення точності обробки слід прагнути до виконання принципу сталості баз, укладеного в збереженні базових поверхонь під час всієї обробки деталі і принципі суміщення баз конструкторських, технологічних і вимірювальних.

В якості технологічних баз для базування корпусу на фрезерних і свердлильних операціях використовуються торці деталі, при цьому реалізується установча, і подвійна опорна бази.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Для базування деталі «Вал» на першій фрезерно-центрувальній операції технологічною базою є необроблена зовнішня поверхня заготовки. На наступних токарних, фрезерних, Зубооброблювальних і шліфувальних операціях в якості технологічних баз використовуються отримані центрові отвори, оброблені зовнішня циліндрична поверхня й торці деталі.

У всіх випадках реалізується подвійна напрямна позбавляють її чотирьох ступенів свободи і опорна, позбавляє деталь однієї ступенів свободи.

2.1.6 Формування маршруту виготовлення деталі

Розроблений технологічний маршрут механічної обробки Вала із зазначенням пристосувань і технологічних баз і приводимо у вигляді таблиці 2.3.

Таблиця 2. 3 – Технологічний маршрут обробки деталі «Вал»

№ операції	Найменування операції і модель верстата	Зміст операції	Обладнання	Технологічні бази
005	Відрізна	Відрізати заготовку	—	—
010	Термічна	Нормалізація матеріалу заготовки	Піч	—
015	Фрезерно-центрувальна	Подрізати торці у розмірі 381h14 і зацентровать	Фрезерно-центрувальний МР-78	зовнішня поверхня заготовки

Продовження таблиці 2.3

№ операції	Найменування операції і модель верстата	Зміст операції	Обладнання	Технологічні бази
020	Токарна з ЧПК	Чернова і чистове точіння заготовки	Багатофункціональний обробний центр WEILER E30	поверхні центрових отворів
025	Шпоночно-фрезерна	Шпонковий паз 10P9, довжиною 66h15	Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6M616Ф4	поверхня $\varnothing 45,18_{-0.1}$
030	Зубофрезерна	фрезерувати зуб'я $m=4, Z=15$	Зубофрезерний 5K310	поверхні центрових отворів
035	Термічна	Нітроцементрувати	Піч	—
040	Круглошліфувальна	Попередньо шліфувати шийки $\varnothing 40,12_{-0.1}$	Круглошліфувальний 3M151Ф3	поверхні центрових отворів
045	Круглошліфувальна	Попередньо шліфувати конус	Круглошліфувальний 3M151Ф3	поверхні центрових отворів
050	Слюсарна	Зачистити задирки відновити центр. отв.	Верстак	—
055	Зубошевінговальна	Шевінговати зуб'я $m=4, Z=15, Ra = 3,2$	Зубошевінговальний 5702В	поверхні центрових отворів

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Продовження таблиці 2.3

№ операції	Найменування операції і модель верстата	Зміст операції	Обладнання	Технологічні бази
060	Круглошліфувальна	Шліфувати шийки Вала Ø40m6	Круглошліфувальний 3М151Ф3	поверхні центрових отворів
065	КруглошліфуВальна	Шліфувати конус	КруглошлифуВальний 3М151Ф3	поверхні центрових отворів
070	Контрольна	Контролювати розміри	Контрольний стіл	—

2.1.7 Вибір технологічного обладнання

Для дрібносерійного виробництва характерне застосування точного, універсального обладнання і також можливе використання верстатів з програмним керуванням.

При підборі обладнання орієнтуємося на відповідність основних розмірів робочих органів верстата габаритами оброблюваної заготовки і досягнення необхідної точності, а також на застосування мінімальної кількості різних моделей верстатів [3]. Механічна обробка деталей здійснюється на наступному обладнанні:

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

**Горизонтально-токарний верстат з ЧПК PUMA TL2000L з двома
револьверними головками**

- Патрон, мм:	210
- Макс. діаметр точіння, мм:	240
- Макс. довжина точіння, мм:	1000
- Швидкість шпинделя, об / хв:	5000
- Потужність двигуна шпинделя, кВт:	22
- Маса верстата, кг:	7200.

Фрезерно-центрувальний верстат MP-78

Граничні розміри деталі, мм

- діаметр	20÷80
- довжина	200÷825

Граничні розміри свердління, мм

- діаметр	15
- глибина	50

Подачі, мм/хв

- фрезерної головки	20÷400
- свердлильної головки	20÷300

Частота обертання, хв⁻¹

- фрезерної головки	270÷1255
- свердлильної головки	252÷1450

Потужність електродвигуна, кВт

- фрезерної головки	7
- свердлильної головки	1

Габаритні розміри: ДхШ 3100x2500

Зубофрезерний верстат 5K310

Найбільший діаметр заготовки, мм 200

Найбільша довжина заготовки, мм 365

Розміри нарізаних коліс, мм:

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

- модуль	4
- довжина зуба	200
Найбільший діаметр фрези, мм	100
Частота обертання шпинделя фрези, об/хв	63÷480
Подача заготовки, мм/об:	
- вертикальна або продольна	0,63÷4
- радіальна	0,135÷2
Потужність електропривода, кВт	4
Габаритні розміри: ДхШхВ	2000x1815x2040

Шліфувальний верстат 3М151Ф3

Найбільші розміри заготовки, мм	
- діаметр	200
- довжина	700
Швидкість автоматичного переміщення столу (б/с), м/хв	0,05÷5
Частота обертання деталі, хв ⁻¹	50÷500
Частота обертання шліфувального круга, хв ⁻¹	1590
Потужність електропривода, кВт	15,2
Габаритні розміри: ДхШхВ	5400x2400x2170

Зубошевінговальний верстат 5702В

Найбільші розміри оброблюваного колеса, мм:	
- діаметр	320
- довжина зуба	100
Модуль оброблюваних зубчастих коліс, мм	1,5÷6
Найбільший кут повороту шеврної головки, °	35
Частота обертання шпинделя інструмента (або заготовки), хв ⁻¹	63÷500
Осьова подача інструменту (або заготовки), мм/хв	18÷300
Радіальна подача мм/ход столу	0,02÷0,06
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	3

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Габаритні розміри: ДхШхВ	1820x1500x2120
Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6М616Ф4	
Розміри робочої поверхні столу	5000x1600
Частота обертання шпинделя, об/хв	10-2000
Діапазон подач столу	3-10000
Потужність електродвигуна, кВт	37-45
Габаритні розміри: ДхШхВ	13900x8300x580
Маса, кг	70000

Горизонтально - розточний верстат з ЧПК 2Е656Р

Розміри робочої поверхні столу	3150x4200
Межі величин подачі шпинделя, передньої стійки, мм	от 2.5 до 2000
Частота обертання шпинделя, хв ⁻¹	7,5-950
Межі величин подачі шпинделя, передньої стійки, мм/хв	2,5-2000
Потужність електродвигуна приводу головного руху, кВт	18,5
Габаритні розміри: ДхШхВ	8100x3150x3965

За операціями обладнання розписано в технологічних процесах.

2.1.8 Визначення припусків на обробку та розмірів заготовки

Розрахунково-аналітичний метод визначення величини припусків на механічну обробку поверхні Вала $\varnothing 40^{+0,025}_{+0,009}$.

Для отримання поверхні на токарному і шліфувальному верстаті з зазначеним допуском $T = 0,016$ мм і шорсткістю $Ra = 1,25$ мкм приймаємо наступний план обробки заданої поверхні [5]:

1-й перехід – чорнове точіння $T1 = 0,35$ мм і $Ra = 12,5$;

2-й перехід – чистове точіння $T2 = 0,14$ мм і $Ra = 6,3$;

3-й перехід – шліфування попереднє $T3 = 0,057$ мм і $Ra = 3,2$;

4-й перехід – остаточне шліфування з параметрами поверхні согласно кресленням ($T3 = 0,016$ мм, $Ra = 1,25$).

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Граничні відхилення заготовки: $es_{заг.} = 1,1 \text{ мм}$, $ei_{заг.} = - 1,1 \text{ мм}$

Граничні відхилення проміжних розмірів на переходах приймаємо в тіло деталі, як для Вала, тобто:

$$es_1= 0; \quad ei_1= - 0,35\text{мм} \quad es_2=0; \quad ei_2= - 0,14\text{мм} \quad es_3=0; \quad ei_3= - 0,057\text{мм}$$

Розрахунок мінімальних припусків визначаємо за формулою [5]:

$$2Z_{i \text{ min}}=2[(R_z+h)_{i-1}+\sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \mathcal{E}_i^2}], \quad (2.22)$$

де $R_{z(i-1)}$ – висота нерівностей профілю на попередньому переході;

h_{i-1} – глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході;

$\Delta_{\Sigma(i-1)}$ – сумарне відхилення розташування і форми поверхні на попередньому переході;

\mathcal{E}_i – похибка установки заготовки на виконуваному переході.

Прийнятий метод отримання заготовки - пруток, розрізаний на мірні заготовки відповідно до довжини деталі.

1. Для першого переходу токарної операції $R_z \text{ заг.} = 1250\text{мкм}$ $h_{заг.} = 1200\text{мкм}$ [5].

Сумарні відхилення розташування і форми поверхні визначаємо за формулою [5]:

$$\Delta_{\Sigma заг.}=\sqrt{\Delta_{\kappa}^2 + \Delta_{\text{кор}}^2}, \quad (2.23)$$

де Δ_{κ} – відхилення кривизни

$\Delta_{\text{ц}}$ – зміщення осі заготовки в результаті похибки центрування

$$\Delta_{\text{ц}}=0,25 \cdot \sqrt{T_3^2 + 1}, \quad (2.24)$$

Для визначення $\Delta_{\Sigma заг.}$ знаходимо по таблиці довідника [5] $\Delta_{\kappa} = 1,6 \text{ мкм}$ на 1 мм довжини заготовки. Довжина заготовки $l = 385\text{мм}$. $\Delta_{\text{ц}} = 577,5\text{мкм}$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Таким чином, сумарні відхилення розташування і форми поверхні складають $\Delta\Sigma_{\text{заг}} = \text{мкм}$.

Установ одиничної заготовки передбачаємо в 3-х кулачковому трикулачній патроні. Для діаметрів заготовки від 50 до 120мм похибка встановлення в радіальному напрямку дорівнює [5]: $e_1 = 350\text{мкм}$.

Мінімальний припуск на чорнове точіння визначаємо за формулою (2.25)

$$2Z_{\text{min}} = 2 [1250 + 1200 +] = 2 \cdot 3352,5 = 6705\text{мкм}. \quad (2.25)$$

Приймаємо мінімальний припуск на чорнове точіння $2Z_{1\text{min}} = 6705\text{мкм}$.

2. Для другого переходу токарної операції. Приймаємо шорсткість $Rz_1 = 63\text{мкм}$ і глибину дефектного шару після першої операції $h_1 = 60\text{мкм}$.

Похибка розташування і форми поверхні після першого переходу розраховується за формулою [5]:

$$\Delta\Sigma_1 = \Delta\Sigma_{\text{заг}} \cdot K_y, \quad (2.26)$$

де коефіцієнт K_y приймаємо рівним 0,06 [5].

$$\Delta\Sigma_1 = 832 \cdot 0,06 = 50\text{мкм}. \quad (2.27)$$

Похибка установки заготовки для даного переходу [5]

$$e_{v_2} = 14\text{мкм}.$$

Мінімальний припуск на чистове точіння

$$2Z_{2\text{min}} = 2[(63+60) + \sqrt{50^2 + 14^2}] = 2 \cdot 175 = 350\text{мкм}. \quad (2.28)$$

Приймаємо мінімальний припуск на чистове точіння $2Z_{2\text{min}} = 350\text{мкм}$.

3. Для переходу шліфувальної операції. Приймаємо шорсткість

$Rz_3 = 32\text{мкм}$ і глибину дефектного шару після першого переходу

$$h_3 = 30\text{мкм}.$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Похибка розташування і форми поверхні після переходу розраховується аналогічно попередньому переходу з коефіцієнтом $K_u = 0,04$

$$\Delta\Sigma_3 = 832 \cdot 0,04 = 33\text{мкм.} \quad (2.29)$$

Похибка установки заготовки для даного переходу становить

$$e_{v3} = 11\text{мкм.}$$

Мінімальний припуск на попереднє шліфування

$$2Z_{3\min} = 2 [(32 + 30) +] = 2 \cdot 97 = 194\text{мкм.} \quad (2.30)$$

Приймаємо мінімальний припуск на попереднє шліфування

$$2Z_{3\min} = 194\text{мкм.}$$

4. Для переходу шліфуВальної операції. Приймаємо шорсткість $Rz_4 = 10\text{мкм}$ і глибину дефектного шару після першого переходу $h_4 = 20\text{мкм}$.

Похибка розташування і форми поверхні після переходу розраховується аналогічно попередньому переходу з коефіцієнтом $K_u = 0,03$

$$\Delta\Sigma_4 = 832 \cdot 0,03 = 25\text{мкм.} \quad (2.31)$$

Похибка установки заготовки для даного переходу становить

$$e_{v4} = 0\text{мкм.}$$

Мінімальний припуск на остаточне шліфування

$$2Z_{4\min} = 2[(10+20) + \sqrt{25^2 + 0^2}] = 2 \cdot 55 = 110\text{мкм.} \quad (2.32)$$

Приймаємо мінімальний припуск на остаточне шліфування

$$2Z_{4\min} = 110\text{мкм.}$$

Розрахунок номінальних припусків ведеться за формулою (2.30):

$$2Z_{i\text{ном.}} = 2Z_{i\min} + |e_{i(d(i-1))}| + |e_{idi}|, \quad (2.33)$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Розрахунок максимальних припусків ведеться за формулою (2.31):

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + T_{d(i-1)} - T_{di}, \quad (2.34)$$

$$2Z_{1\text{ном}} = 6705 + 1100 - 350 = 7455 \text{ мкм}, \quad 2Z_{1\max} = 6705 + 2200 - 350 = 8555 \text{ мкм},$$

$$2Z_{2\text{ном}} = 350 + 350 - 140 = 560 \text{ мкм}, \quad 2Z_{2\max} = 350 + 350 - 140 = 560 \text{ мкм},$$

$$2Z_{3\text{ном}} = 194 + 140 - 57 = 277 \text{ мкм}, \quad 2Z_{3\max} = 194 + 140 - 57 = 277 \text{ мкм}.$$

$$2Z_{4\text{ном}} = 110 + 57 + 9 = 176 \text{ мкм}, \quad 2Z_{4\max} = 110 + 57 - 16 = 151 \text{ мкм}.$$

Припуски і граничні розміри за операціями на підставі проведених розрахунків зводимо в таблицю 2.4

Таблиця 2. 4 – Припуски і розміри по операціям на поверхність $\varnothing 40^{+0,025}_{+0,009}$

Технологічні операції (переходи) обробки	Допуск Т, мкм	Елементи припуска, мкм				Значення припусків, мкм			Розрахунковий (номін.) розмір, мм	Граничні розміри, мм	
		Rz	h	Δ Σ	E_y	$2Z_{i \min}$	$2Z_{i \text{ном}}$	$2Z_{i \max}$		max	min
Заготовка	2200	1250	1200	832	-	-	-	-	48,5	49,6	47,4
Точіння чорнове	350	63	60	50	350	6705	7455	8555	41,01	41,01	40,66
Точіння чистове	140	32	30	33	14	350	560	560	40,45	40,45	40,31
Шліфування поперед.	57	10	20	25	11	194	277	277	40,176	40,176	40,119
Шліфування кінцеве	16	6,3	12	17	0	110	176	151	40	40,025	40,009
Загальні припуски						7359	8468	9543			

Загальний номінальний припуск, отриманий розрахунково-аналітичним методом, становить 8,5 мм. Табличний припуск для заготовок з прокату становить $2Z_{\text{ном}} = 10 \text{ мм}$, тобто на 1,5 мм більше розрахованого. Схема розташування припусків і допусків при обробці поверхні $\varnothing 40^{+0,025}_{+0,009}$ представлена на рис. 2.1.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Для зручності користування технологічною документацією при виготовленні деталі приймаємо такі значення номінальних розмірів із збереженням встановлених допусків на всіх операціях (переходах):

Для заготовки	$\varnothing 50 \pm 1,1$
Після чорнового точіння	$\varnothing 41_{-0,35}$
Після чистового точіння	$\varnothing 40,5_{-0,14}$
Після попереднього шліфування	$\varnothing 40,2_{-0,057}$
Після остаточного шліфування	$\varnothing 40^{+0,025}_{+0,009}$

2.1.9 Розмірний аналіз і визначення операційних розмірів з допусками

Головне завдання розмірного аналізу технологічного процесу - правильне і обґрунтоване визначення проміжних і остаточних розмірів і допусків на них для оброблюваної деталі. Розмірну схему технологічного процесу складають і оформлюють таким чином. Розмірний аналіз проведемо для деталі «Вал» оскільки при складанні технологічного процесу є не випадково конструкторських і технологічних розмірів.

Креслення креслення деталі, індексація поверхонь і розмірів. Пропереводимо індексацію поверхонь, проставляємо конструкторські та технологічні розміри (рис. 2.3).

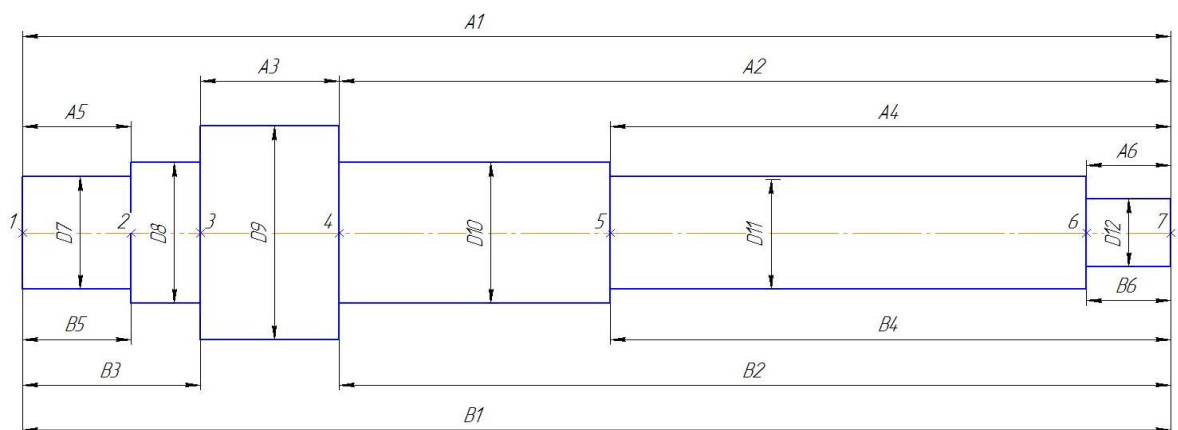


Рисунок 2. 3 – Ескіз деталі «Вал»

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Креслення графа, його аналіз і виявлення технологічних розмірних ланцюгів. Якщо прийняти поверхні заготовки і деталі за вершини, зв'язку між ними за ребра, то креслення деталі з конструкторськими і технологічними розмірами можна представити у вигляді двох дерев. Якщо обидва дерева поєднати, то такий суміщений граф дозволяє в закодованій формі представити геометричну структуру технологічного процесу обробки деталей (рис 2.4).

Оформлення плану обробки. План обробки розробляється виходячи з технологічного процесу обробки деталі з урахуванням обраного обладнання та технологічних баз. Результати представляємо у вигляді таблиці 2.4.

Креслення і розрахунок розмірних ланцюгів. Виявлення розмірних ланцюгів по розмірній схемою технологічного процесу в ряді випадків може виявитися досить трудомістким завданням, так як технологічні розмірні ланцюги часто є пов'язаними розмірними ланцюгами. Труднощі виявлення технологічних розмірних ланцюгів по розмірній схемою пояснюються тим, що вони виступають на схемах, не відкрито, а в прихованому вигляді. Виявлення технологічних розмірних ланцюгів можна значно спростити і полегшити, використовуючи для цього теорію графів. Розмірні ланцюги для контуру деталі представлені на рис. 2.5

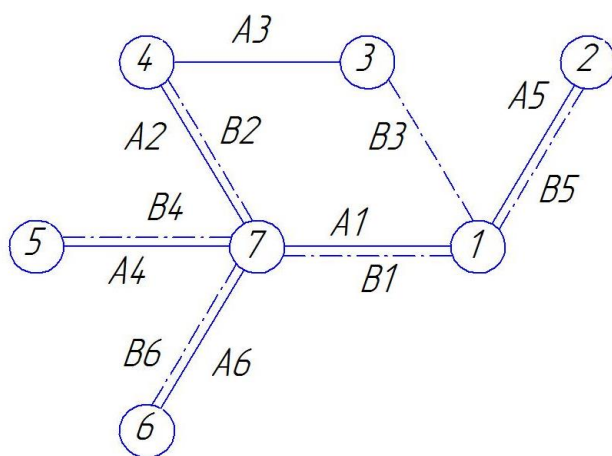


Рисунок 2. 4 – Графи комплексу розмірів для Вала

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	
						Лист

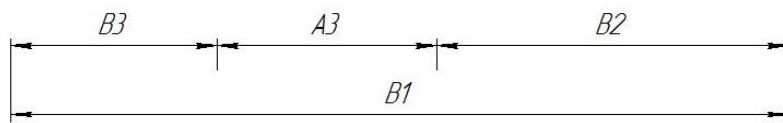


Рисунок 2. 5 – Комплекс технологічних розмірних ланцюгів при виготовленні Валу

У представленій розмірній ланцюга замикає ланка - $A_3 = 46$, що збільшує - B_1 , зменшує - B_3 і B_2 . $T_{cp1} = 600/2 = 300\text{мкм}$ Оскільки розмір B_1 і B_2 по всіх параметрах ідентичний розміру A_1 і A_2 , то приймаємо, $B_1 = 381 - 0,6$, $B_2 = 276 \pm 0,15$. Невідомим залишається допуск розміру B_3 і його граничні відхилення. Граничні відхилення визначаємо за формулами [5]:

$$ESA\Delta = \sum ES^{yg} - \sum EI^{ym}, \quad (2.25)$$

$$EIA\Delta = \sum EI^{yg} - \sum ES^{ym}; \quad (2.26)$$

Знаходимо граничні відхилення розміру B_3 за формулами (2.25; 2.26):

$$ESB_3 = 150\text{мкм}; \quad EIB_3 = -150\text{мкм}; \quad B_3 = 59 \pm 0,15,$$

Визначення операційних допусків і припусків. Операційні допуски визначаються виходячи з економічної точності методу обробки за довідником або за результатами розрахунку розмірних ланцюгів. Допуски і їх відхилення на заготовки слід приймати за відповідними ГОСТами на їх виготовлення.

Операційні розміри з допусками визначаються нарощуванням допусків і припусків, починаючи з останньої операції і закінчуючи першою (заготівлею).

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Мінімальні припуски визначаються розрахунково-аналітичним методом або приймаються за літературними джерелами [6].

$$BB_k^i = BB_k^{i+1} + ZM_k^{i+1} + TB_k^i, \quad (2.27)$$

де BB_k^i – максимальний к-й розмір на і-й операції;

BB_k^{i+1} – максимальний к-й розмір на операції і+1;

ZM_k^{i+1} – мінімальний припуск на операції і+1;

TB_k^i – допуск к-го розміра на і-й операції;

Результат розмірного аналізу представлений в таблиці 2.4 і виносяться на лист.

2.1.10 Вибір пристосувань

В умовах серійного виробництва застосовуємо стандартні пристосування багаторазового застосування з швидкодіючим затиском заготовки і механізованим приводом, що забезпечують необхідну точність обробки деталі, що дозволяють досягати найбільшу продуктивність, економічність і безпеку в роботі [4,7].

Заготівлю корпус на фрезерних і розточувальних операціях кріплять в спеціальному пристосуванні, реалізуючи установчу і подвійну опорну бази при по-моці штирів і планок.

Заготівлю «Вал», як деталь типу тіло обертання з відношенням $l / d < 12$ і підлягає обробці на декількох верстатах з необхідною концентрично поверхонь закріплюють в патроні або центрах.

На фрезерно-центрувальній операції деталь встановлюють в призматичне пристосування тісочного типу з пневмоприводом. На токарних операціях заготівка встановлюється і закріплюється в 3-хкулачковом патроні яким укомплектований верстат.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

На зубофрезерних, шліфувальних і зубошовеінговальних операціях деталей закріплюється диску приводу і поджимається центром.

Вибрані пристосування для кожної з деталей за операціями вказані в технологічних процесах, які додаються до даної пояснювальної записці.

Таблиця 2.4 – План обробки деталі Вал

№ опер	Назва операції	Обладнання	Ескіз	Допуск ТВк	Припуск Змін	Операц. Вк	Припуск Змах
005	Закріплення	Прокат		$TV_1^1 = 2$ $Td_1^1 = 2.2$		$B_1^1 = 385 \pm 2$ $d_1^1 = 85_{-0.11}^1$	
015	Резьбонарізка по довжині	Резьбонарізна внутрішній МР-78		$TV_1^2 = 0.6$	$ZM_1^2 = 2$	$B_1^2 = 381_{-0.2}$	$ZB_1^2 = 4.6$
020	Токарна з ЧПК	Токарний з ПК WEILER E30		$TV_1^3 = 0.2$ $TV_2^3 = 0.3$ $Td_1^3 = 0.14$ $Td_2^3 = 0.25$ $Td_3^3 = 0.12$	$ZM_1^3 = 4.34$ $ZM_2^3 = 33.9$ $ZM_3^3 = 8.28$	$B_1^3 = 36_{-0.11}$ $B_2^3 = 59_{-0.08}$ $d_1^3 = 4.05_{-0.06}$ $d_2^3 = 50_{-0.23}$ $d_3^3 = 75.62_{-0.12}$	$ZB_1^3 = 4.574$ $ZB_2^3 = 36.35$ $ZB_3^3 = 10.6$
				$TV_2^3 = 0.3$ $TV_4^3 = 0.4$ $TV_6^3 = 0.2$ $Td_{10}^3 = 0.14$ $Td_{11}^3 = 0.25$ $Td_{12}^3 = 0.1$	$ZM_4^3 = 4.34$ $ZM_6^3 = 33.9$ $ZM_{12}^3 = 59.4$	$B_2^3 = 276_{-0.16}$ $B_4^3 = 186_{-0.2}$ $B_6^3 = 28_{-0.1}$ $d_{10}^3 = 40.5_{-0.6}$ $d_{11}^3 = 50_{-0.23}$ $d_{12}^3 = 24.5_{-0.1}$	$ZB_{10}^3 = 4.574$ $ZB_{11}^3 = 36.35$ $ZB_{12}^3 = 6.17$
040	Шліфувальна	Шліфувальний ЗМ151Ф3		$Td_{11}^5 = 0.057$ $Td_{11}^6 = 0.057$	$ZM_7^5 = 0.16$ $ZM_8^5 = 0.16$	$d_7^5 = 40.2_{-0.087}$ $d_8^5 = 40.2_{-0.087}$	$ZB_7^5 = 0.357$ $ZB_{11}^5 = 0.357$
060	Шліфувальна	Шліфувальний ЗМ151Ф3		$Td_7^6 = 0.016$ $Td_{11}^6 = 0.016$	$ZM_7^6 = 0.118$ $ZM_8^6 = 0.118$	$d_7^6 = 40_{-0.038}^{+0.038}$ $d_8^6 = 40_{-0.038}^{+0.038}$	$ZB_7^6 = 0.191$ $ZB_{11}^6 = 0.191$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ

Лист

2.1.11 Вибір різального та допоміжного інструментів

Вибір різального та допоміжного інструментів здійснювався з урахуванням характеру виробництва, способу обробки, типу верстата, розмірів, конфігурації і матеріалу оброблюваної заготовки, необхідних якості поверхні і точності обробки.

Залежно від виду обробки в проектованих технологічних процесах застосовуємо наступний різальний інструмент [4,5]:

- Фреза торцева $\varnothing 60$, $Z=6$, T5K10,
- Центрові свердла $\varnothing 4$, P6M5,
- Різець прохідний, 2020-K06,
- Різець контурний, 2020-K06,
- Фреза шпонкова $\varnothing 10$, T15K6,
- Фреза черв'ячна, $\varnothing 90$, $d=32$, $Z=10$, P18,
- Шліфувальний круг
- Фреза торцева насадна зі вставними ножами T5K10, $\varnothing 160$ мм, число зубів $Z=10$, ГОСТ 24359-80, $L=60$ мм, $d(H7)=50$ мм,
- Центрувальне свердло $\varnothing 20$, P6M5, ОСТ 2-И 211-5-80,
- Свердло спіральне $\varnothing 16,8$, P6M5, код 391290,
- Мітчик машинний M20,
- Центровочне свердло $\varnothing 18$, P6M5, ОСТ 2-И 211-5-80,
- Свердло спіральне $\varnothing 18$, P6M5 ГОСТ 2-035-741-81,
- Зенковка-підрізування зворотня, P6M5, МН 727-81,
- Фреза тристороння дискова, P6M5, $\varnothing 80$, $h=8$, число зуб'єв $Z=18$
- Расточной різець з пластинами з твердого сплаву ВК8 для косоного кріплення, $b \times h=12 \times 12$, 16×16 , 20×20 , ГОСТ 9795-84.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Прийняті ріжучі та допоміжні інструменти для кожної операції вказані в доданих технологічних процесах.

2.1.12 Вибір засобів технічного контролю

При проектуванні даного технологічного процесу по відношенні до засобів технологічного контролю враховуються такі правила. По-скільки основна частина операцій виконується на верстатах з програмним управлінням, то точність розмірів забезпечується технологічно, без засобів контролю, особливо це стосується розмірів, які не можуть бути поміряти. Для вимірювання діаметрів отворів і довжин застосовуються універсальні інструменти і прилади, до яких відносяться:

- Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,05,
- Скоба калібр $\varnothing 68_{-0,1}$,
- Пробка калібр $\varnothing 10H9$,
- Лінійка ШП-1-1000,
- Індикатор ИЧ-10, 1 кл,
- Нормалемер М1-АВ,
- Гранична скоба-калібр $\varnothing 40,12_{-0,1}$,
- Штангенрейсмас ШР-100-0,1,
- Набір щупів №1,
- Нутромер мікрометричний НМ-600-0.01,

Прийняті засоби контролю, в залежності від точності контрольованих параметрів на кожну операцію, розписані в післяопераційному технологічному процесі для кожної з деталей із зазначенням їх найменування, вимірюваного розміру, ГОСТу або нормалі на виготовлення цих інструментів [4, 5].

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

2.1.13 Проектування технологічного процесу обробки деталі

На підставі прийнятих маршрутів обробки деталей розробляємо технологічні процеси (маршрутний, маршрутно-операційний і операційний) на кожну операцію.

2.1.14 Визначення режимів різання

При точінні швидкість різання (м / хв) знаходимо за формулою [1]:

$$v := \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.28)$$

де $T = 60$ хв стійкість різця;

t – глибина різання, мм;

S – подача, мм/об.

Частота обертання шпинделя верстата, мм/об [1].

$$n := \frac{1000 \cdot v}{3.14 \cdot d}, \quad (2.29)$$

де d – діаметр оброблюваної поверхні, мм.

Потужність різання, кВт [1]:

$$N := \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60},$$

(2.30)

де P_z – тангенціальна складова сили різання (Н) [1].

$$P_z := 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot v^n \cdot K_p \quad (2.31)$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Розрахунок режимів різання на чорнову обробку поверхні $\varnothing 41$ мм на довжину 35.

1. Глибина різання $t = 2,2$ мм.

2. Подача $S_z = 0,5$ мм/об.

3. Швидкість різання

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 0,33 = 57,7 \text{ м/хв}, \quad (2.32)$$

де $C_v = 350$ таблична швидкість різання, м / хв;

$x=0,15$; $y=0,35$; $m=0,2$ – показники ступеня у формулі швидкості різання;

$T = 60$ хв – середнє значення стійкості різця; T

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{IV} = 0,41 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 0,33, \quad (2.33)$$

де $K_{MV} = K_T \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 0,7 \cdot \left(\frac{750}{1270} \right)^1 = 0,41$ – коефіцієнт, що враховує вплив

матеріалу заготовки;

$K_{NV} = 0,8$ – коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки (поковка з кіркою),[4];

$K_{IV} = 1,0$ – коефіцієнт, що враховує марку твердого сплаву,[4].

4. Частота обертання заготовки.

$$n = \frac{1000 \cdot 57,7}{3,14 \cdot 41} = 448 \text{ об/хв}. \quad (2.34)$$

5. Сила різання

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,2^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 57,7^{0,15} \cdot 1,32 = 2819,5 \text{ Н}, \quad (2.35)$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

де $C_p = 300$ – коефіцієнт у формулі сили різання, (таблиця 22);

$x=1,0$; $y=0,75$; $n=-0,15$ - показники ступеня у формулі сили різання;

$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} = 1,32$ – коефіцієнт, що враховує фактичні умови різання.

6. Потужність на різання

$$N_e = \frac{2819,5 \cdot 57,7}{1020 \cdot 60} = 2,7 \text{ кВт.} \quad (2.36)$$

$N_e < N_c \cdot \eta$; $N_e < 0,8 \cdot 10$; $2,7 < 8,0$. Отже, обробка на зазначених режимах можлива.

Результати розрахунку і підбору режимів різання на інші операції зведені в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Режими різання для Валу

Номер		Найменування операцій та переходів	Режими обробки				
Опер.	перех.		t,	S,	n,	V,	i
			мм	мм/об	об/хв	м/хв	
015		Фрезерно-центрувальна					
	1	Фрезерувати торці у розмір 381-1,4.	3	0,62	320	200	1
	2	Центрувальні 2 отвори Ø4 мм на глибину 8	2	0,10	500	35	1
020		Токарна з ЧПК					
	1	Обточити начорно до Ø77, Ø50, Ø41	2,2	0,5	500	57,7	1
	2	Обточити начисто до Ø77,62, Ø40,5 і зняти фаски	0,35	0,2	1000	130	1
	3	Проточити виточення до Ø39,5 шириною 3	0,35	0,2	1000	130	1
		Перехопити деталь					
	4	Обточити начорно до Ø50, Ø41, Ø25 і конус	2,2	0,5	500	57,7	1

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Продовження таблиці 2.5

Номер		Найменування операцій та переходів	Режими обробки				
Опер.	перех.		t,	S,	n,	V,	i
			мм	мм/об	об/хв	м/хв	
	5	Обточити начисто до $\varnothing 24,5$, $\varnothing 40,5$, конус і зняти фаски	0,35	0,2	1000	130	1
	6	Проточити виточення до $\varnothing 39,5$ шириною 3	0,35	0,2	1000	130	1
	7	Точити канавку $\varnothing 21$, h=4,5	4,5	0,2	730	57,7	1
	8	Нарізати різьбу M24x2.	0,4	2,0	900	68	5
025		Шпонково-фрезерний	-	-	-	-	-
	1	Фрезерувати шпонковий паз 10P9	0,2	350	500	23,3	25
030		Зубофрезерна					
	1	Фрезерувати методом обкатки зуба	8,8	1,8	125	35,5	1
040		Круглошліфувальна					
	1	Шліфувати попередньо $\varnothing 40,2_{-0,1}$,	0,2	0,005	300	29,9	1
045		Круглошліфувальна					
	1	Шліфувати попередньо конус	0,2	0,005	300	29,9	1
060		Круглошліфувальна					
	1	Шліфувати остаточно конус	0,2	0,002	300	29,9	1
065		Круглошліфувальна					
	1	Шліфувати кінцево $\varnothing 40m6$	0,2	0,002	300	29,9	1

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

2.1.15 Технічне нормування технологічного процесу

Норму часу, T_0 и T_B , розрахуємо на перехід операції - фрезерування пазу.

При фрезеруванні паза основний час t_0 дорівнює:

$$T_0 = \frac{L_1 \cdot i}{S_M} = \frac{(l_0 + l_{BP} + l_n) \cdot i}{S_Z \times Z \times n}; \quad (2.37)$$

де L – загальна довжина фрезерування, $L = 56$ мм;

S_M - подача в мм/хв, $S_M = 350$ мм/хв;

l_0 - довжина шпонкового паза 66мм;

l_{BP} - величина врізання, $l_{BP} = (2...3)$ мм;

l_n - величина перебіга, $l_n = (2...3)$ мм.

i – кількість переходів

$$T_0 = \frac{70}{350} \cdot 25 = 5,0 \text{ хв.} \quad (2.38)$$

Допоміжний час T_B приймаємо рівним з урахуванням робіт з установки і закріплення $T_B = 1,48$ хв. Час технічного обслуговування приймаємо 3%, організаційного обслуговування - 4%, перерв - 3% від оперативного часу відповідно до нормативів

Штучний час на операцію з урахуванням центральної операції:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{обр} + T_{отд} = 7,13 \text{ хв.} \quad (2.39)$$

$$\text{Технічна норма часів: } T_{ш.к} = 7,13 + 0,12 = 7,25 \text{ хв.} \quad (2.40)$$

Норми часу на виконання операцій для Валу представлені у зведеній відомості норм часу по операціях в таблицях 2.6.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Таблиця 2. 6 – Зведена відомість норм часу по операціях

№ оп.	Найменування операції	T _о	T _в	T _{шт.к}
005	Відрізна	-	-	-
010	Термічна	-	-	-
015	Фрезерно-центрувальна	0,43	0,6	1,17
020	Токарна з ЧПК	6,2	4,28	11,42
025	Шпонково-фрезерна	5,0	1,48	7,25
030	Зубофрезерна	5,42	0,37	6,43
035	Термічна	-	-	-
040	Круглошліфувальна	0,4	1,32	1,87
045	Круглошліфувальна	0,5	1,32	2,04
050	Слюсарна	-	-	18,1
055	Зубошевінговальна	12,8	0,37	14,23
060	Круглошліфувальна	0,5	1,32	2,04
065	Круглошліфувальна	0,7	1,32	2,2
070	Контрольна	-	-	30,0

2.1.16 Проектування наладок

При проектуванні розробляємо технологічні наладки на технологічні переходи токарної операції для Вала і фрезерну і свердлильну обробку корпусу. Оформлення схем наладок на верстатах наступне.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Оброблювана заготовка зображується в довільному масштабі і необхідній кількості проєкцій. На заготівлі вказуються витримуються розміри з граничними відхиленнями і шорсткістю. Оброблювані поверхні прив'язуються до технологічних баз відповідними розмірами. На наладці вказуємо напрямок робочих рухів ріжучих інструментів і заготовки, ріжучий інструмент в кінці робочого ходу і спосіб кріплення інструменту на верстаті. На вільному полі креслення вказуємо: назву операції, найменування та модель верстата, пристосування, ріжучий інструмент і режими обробки.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Проектування спеціального верстатного пристосування

3.1.1 Аналіз вихідних даних

Пристосування призначене для обробки паза деталі «Вал» (рис. 2.7).

Обладнання – Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6P13Ф3.

Ріжучий інструмент – Фреза шпонкова $\varnothing 10$, T15K6, ГОСТ 6396-78

Оброблюваний матеріал – сталь 34ХН3М.

Виробнича програма N=300 шт.

Штучний час на операцію $T_{шт}=7,25$ хв.

Маса деталі 4,4кг.

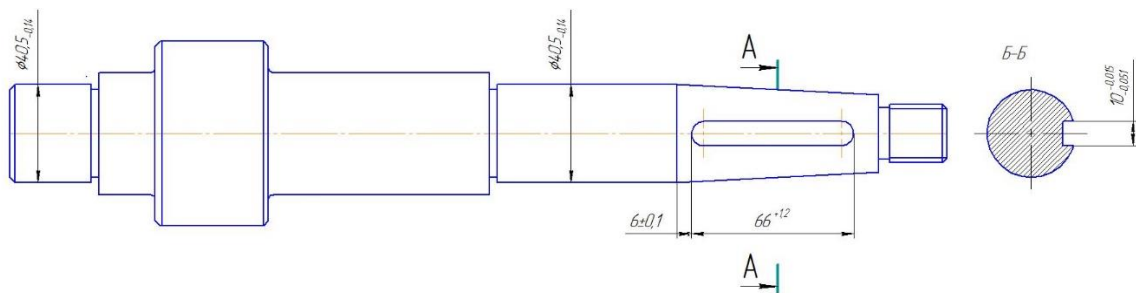


Рисунок 3. 1– Ескіз деталі

3.1.2 Вибір принципової схеми пристосування

Задана виробнича програма може бути виконана із застосуванням одномісного пристосування в тому випадку, якщо витрати часу на даном етапі обробки не перевершують фонду часу на виготовлення однієї деталі, а значить, штучний час в цьому випадку має бути менше (або дорівнює) такту випуску деталей. Розраховуємо величину такту випуску, прийнявши, що робота буде виконуватися в дві зміни при дійсному річному фонді часу 2020 годин

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

$$\tau = \frac{60 \cdot F_d \cdot n}{N} \text{ хв} \quad (3.1)$$

де F_d – дійсний річний фонд часу при однозмінній роботі, год;

n – кількість робочих змін;

N – виробнича програма, шт.

$$\tau = \frac{60 \cdot 2020 \cdot 2}{300} = 808 \text{ хв} \quad 7,25 < 808 \quad (3.2)$$

Отже, задана програма може бути виконана із застосуванням одного одномісного пристосування. (рис. 3.2):

Вибір схеми базування ґрунтується на тому, що деталь належить до технологічного класу «Вал». Комплект баз деталі включає:

$C_{1.2.3.4}$: S_y, S_z, R_y, R_z – подвійна напрямна база; C_5 : S_x – опорна база.

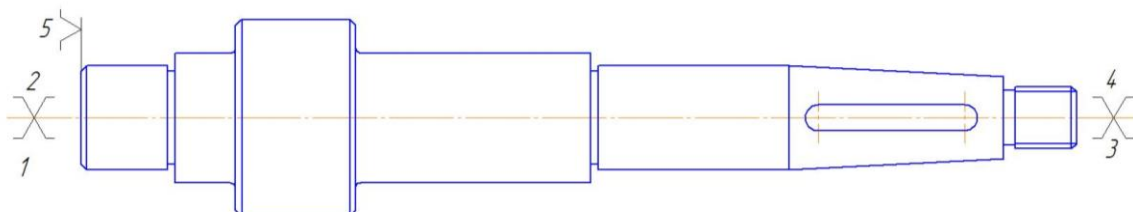


Рисунок 3. 2 – Схема базування деталі

Дану схему пропонується реалізувати за допомогою двох призм з притисками і точкової опори.

3.1.3 Силевий розрахунок верстатного пристосування

Сила різання при фрезеруванні визначається за такою формулою:

$$P_Z = \frac{10C_P \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}; \quad (3.3)$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

де $t = 0,2$ – глибина різання, мм

$S_z = 0,7$ – подача на зуб фрези, мм

$B = 10$ – ширина фрези, мм

$D = 10$ – діаметр фрези, мм

$z = 3$ – число зубів фрези,

$n = 500$ – частота обертання фрези, об/хв,

K_{mp} – поправочний коефіцієнт на якість оброблюваного матеріалу.

Підставивши знайдені за довідником значення складових формули, отримаємо значення сили різання в Н:

$$P_z := \frac{10 \cdot 12.5 \cdot 0.2^{0.85} \cdot 0.7^{0.75} \cdot 10^1 \cdot 3 \cdot 0.98}{10^{0.73} \cdot 500^{-0.13}} = 299.104$$

Для компенсації можливих випадкових відхилень силових факторів від розрахованих значень в силовий розрахунок вводиться коефіцієнт запасу:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.4)$$

де K_0 – гарантований коефіцієнт запасу, $K_0=1,5$;

K_1 – враховує стан базових поверхонь, $K_1=1$;

K_2 – враховує затуплення інструменту, $K_2= 1,1$;

K_3 – враховує ударне навантаження на інструмент, $K_3=1,1$;

K_4 – враховує стабільність сил, що розвиваються приводом, $K_4=1,2$;

K_5 – враховує зручність керування затискним механізмом з ручним приводом, $K_5=1$;

K_6 – враховує визначеність розташування опорних точок при зміщенні заготовки моментом сил, $K_6=1$

$$K=1.5 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 2,18 \quad (3.5)$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Для аналізу і вибору найбільш несприятливих ситуацій, необхідно вказати силові фактори, і визначити в якому разі деталь втратить свою нерухомість (рис. 3.3).

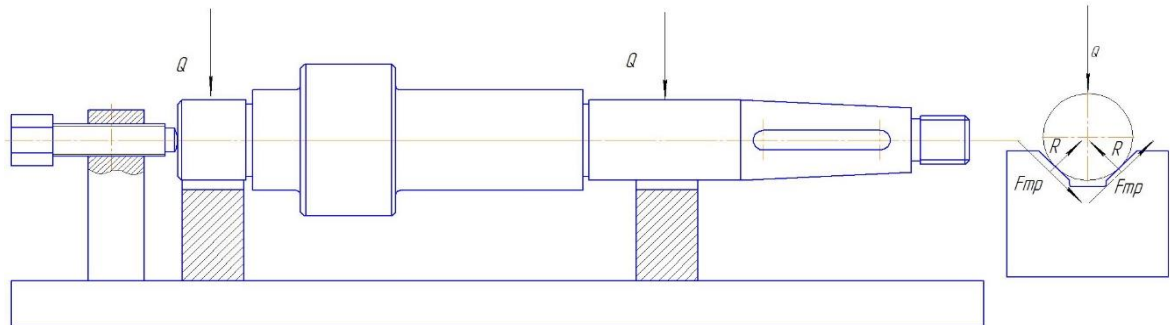


Рисунок 3. 3 – Схема сил закріплення

В процесі обробки заданої поверхні з боку ріжучого інструменту на деталь буде діяти сила різання $P_z = 1175\text{Н}$, вага тіла не враховується. З метою забезпечення нерухомості деталі щодо пристосування в процесі обробки необхідно визначити силу закріплення Q .

При такій реалізації схеми базування можлива наступна небезпечна (з точки зору втрати нерухомого стану деталлю) ситуація:

- поворот деталі в призмах навколо осі, при цьому рівняння рівноваги буде виглядати таким чином: $K \cdot P_z \cdot r_1 = 4 \cdot F_{тр} \cdot r_2$

$$Q = \frac{K \cdot P_z \cdot r_1}{f \cdot r_2 \cdot \cos 45^\circ}; \quad (3.6)$$

де r_1 – радіус оброблюваної поверхні;

r_2 – радіус поверхні по якій деталь закріплюється;

K – коефіцієнт запасу;

P_z – сила різання;

$$Q := \frac{2.18 \cdot 300 \cdot 12}{0.16 \cdot 20 \cdot 0.924} = 2.654 \times 10^3 \quad (3.7)$$

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КВР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Для подальших проектних розрахунків вибирається найбільша по величині сила. Для розглянутого випадку приймаємо $Q_1 = Q_2 = 2654/2 = 1327\text{Н}$.

Як затискного механізму приймаємо важільний механізм. Схема механізму зображена на рисунку 3.4. Важіль доцільно прийняти відкидний (або поворотний) для того, щоб без праці встановлювати деталь в призми.

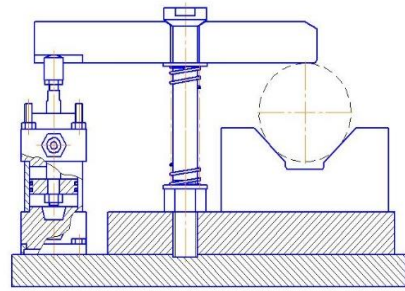


Рисунок 3. 4– Схема затискного пристрою

Сила тяги в цьому випадку визначається за такою формулою [11]:

$$W = \frac{Q \cdot l_2}{l_1 \cdot \eta}; \quad (3.8)$$

Прийнявши ставлення плечів важеля, рівним $l_1/l_2 = 1$ сила тяги в Н:

$$W := \frac{1327 \cdot 1}{1 \cdot 0.9} = 1.474 \times 10^3 \text{ Н} \quad (3.9)$$

Величина ходу притискного елемента визначається за формулою [10]:

$$S_q := \Delta_{\text{гар}} + \Delta + \frac{Q}{I} + \Delta S_q, \quad (3.10)$$

де $\Delta_{\text{гар}}$ – гарантований зазор для вільної установки заготовки;

Δ – відхилення розміру заготовки, мм;

Q – сила закріплення заготовки, Н;

I – жорсткість затискного механізму;

ΔS – запас ходу поршня, що враховує знос і похибка виготовлення механізму, мм.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

$$S_{(e)} = 0,5 + 0,5 + \frac{1500}{1000} + 0,5 = 3 \text{ мм} \quad (3.11)$$

Підсумкове переміщення вхідної ланки затискного механізму є переміщенням вихідного ланки виконавчого механізму силового приводу. Величина ходу приводу визначається величиною переміщення притискного елемента і передавального відносини переміщення механізму $S_w = 3 \text{ мм}$.

В даному випадку доцільно використовувати пневмопривід. Діаметр поршня одноштокового циліндра двосторонньої дії визначається виразом [12]:

$$d_{\text{п}} := \sqrt{\frac{4 \cdot W}{3.14 \cdot p \cdot \eta}}, \quad (3.12)$$

де $p = 0,4 \text{ МПа}$ – тиск робочого середовища;

$\eta = 0,85$ – коефіцієнт корисної дії;

W – сила тяги.

При цих значеннях величин, що входять в формулу (2.35) діаметр поршня:

$$d_{\text{п}} := \sqrt{\frac{4 \cdot 1500}{3.14 \cdot 10^6 \cdot 0.4 \cdot 0.85}} = 0.075 \quad (3.13)$$

Таким чином, сила затиску деталі в приводі верстата створювана за допомогою одноштокового пневмаціліндра двосторонньої дії з діаметром поршня рівним 80мм, діаметром штока 25мм і довжиною робочого ходу $L = 10 \text{ мм}$ достатня для забезпечення нерухомості деталі при обробці [13].

Технічні вимоги.

1. Циліндри повинні працювати на стисненому повітрі при тиску до 1МПа і температурі навколишнього середовища від +5 до +50 оС зі швидкістю переміщення штока не більше 0,5 м / с.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

2. Падіння тиску в відсікання обсязі, що викликається витоками при тиску 1МПа, не повинно бути більше 0,05МПа за 1хв.

3. Зусилля на штоку при тиску 0,4МПа: що штовхає - 1,75кН, який тягне - 1,6кН.

3.1.4 Оцінка точності пристосування

На даній операції необхідно забезпечити точність виконання розміру $66 \pm 1,2$ мм. Проектування пристосування повинно забезпечувати необхідний рівень точності обробки, що відповідає виконанню наступної умови

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

де ε - дійсна величина похибки пристосування

$[\varepsilon]$ – допустима величина похибки пристосування

$$[\varepsilon] = T - k_y \cdot \varpi, \quad (3.14)$$

де T – допуск на виконуваний розмір, $T=1,2$ мм;

ϖ – середня економічна точність даного виду обробки, при фрезеруванні $\varpi=0,1$ мм;

k_y - коефіцієнт посилення, $k_y=0,6$

$$[\varepsilon] = 1,2 - 0,6 \cdot 1,2 = 0,48 \text{ мм} \quad (3.15)$$

Дійсна похибка пристосування включає три складові:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2} \quad (3.16)$$

де ε_6 – похибка базування. Похибка базування виникає при розбіжності технологічної та вимірної баз. В даному випадку похибка базування $\varepsilon_6 = T_{110} = 0,3$ мм.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

ε_3 – похибка закріплення. Похибка закріплення обумовлена неоднорідністю властивостей поверхні оброблюваної заготовки, а також нестабільністю величини зусилля закріплення. В даному випадку $\varepsilon_3 = 0$ мкм, тому лінія дії зусилля закріплення перпендикулярна напрямку виконуваного розміру;

$\varepsilon_{\Pi} = \varepsilon_{\Pi}$ – похибка положення. Похибка положення визначається неточністю установки пристосування на столі верстата, похибкою виготовлення пристосування і зносом настановних елементів пристосування. Похибка положення визначається величинами своїх складових:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_y^2 + \varepsilon_c^2 + \varepsilon_u^2} \quad (3.17)$$

де ε_y – похибка, обумовлена неточностями виготовлення деталей пристосування і їх збирання, мкм;

ε_c – похибка, обумовлена неточністю установки пристосування на столі металорізального верстата, мкм;

Перші дві похибки при використанні одного одномісного пристосування можуть бути компенсовані відповідною настроюванням елементів технологічної системи. Тому $\varepsilon_y = \varepsilon_c = 0$.

ε_u – похибка, обумовлена лінійним зносом робочих поверхонь настановних елементів, мкм

$$\varepsilon_u = \beta \cdot \sqrt{N} \cdot \cos \alpha, \quad (3.18)$$

де β – емпіричний коефіцієнт, який визначає вплив умов обробки на величину зносу, зокрема, враховується вид і стан базової поверхні заготовки, а також вид установчого елемента, $\beta = 0,5$;

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

N – кількість контактів установочного елемента із заготівлею в процесі її експлуатації, тобто ця величина еквівалентна величині виробничої програми для даної деталі, $N=300$;

α – кут між напрямком виконуваного розміру і напрямком, перпендикулярним поверхні установочного елемента в зоні контакту з заготівлею, $\alpha = 0$.

$$\varepsilon_u = 0,5 \cdot \sqrt{300} = 8,66 \quad (3.19)$$

Дійсна похибка пристосування

$$\varepsilon_{\text{д.}} := \sqrt{300^2 + 0^2 + 8.66^2} = 300.125 \quad 300\text{мкм} < 480\text{мкм} \quad (3.20)$$

Умова виконується, отже, пристосування забезпечує необхідний рівень точності обробки.

3.1.5 Техніко-економічне обґрунтування використання пристосування

Доцільність використання проектного пристосування оцінюється по відношенню до варіанту аналогічного пристосування, що використовується раніше для тих же цілей, або іншого конкуруючого варіанту пристосування.

Якщо прийняти, що витрати на різальний інструмент, амортизацію верстата і електроенергію однакові, то елементи собівартості обробки, що залежать від конструкції пристосування, для порівнюваних варіантів визначаються за формулою [10]:

$$C := L \cdot \left(1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{S}{N} \cdot \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right), \quad (3.21)$$

де L - штучна зарплата при використанні пристосування в грн.;

$Z = 200\%$ – відсоток цехових накладних витрат на заробітну плату;

S – собівартість виготовлення даного пристосування в грн.;

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

$N = 300$ шт. – річна програма випуску деталей;

i – термін амортизації пристосування;

$q = 20\%$ – відсоток витрат, пов'язаних із застосуванням пристосування.

Штучна заробітна плата при використанні даного варіанту пристосування розраховується за такою формулою [9]:

$$L := T_{\text{шт}} \cdot l, \quad (3.22)$$

де $T_{\text{шт}}$ – штучний час на дану операцію;

l – заробітна плата робітника даної кваліфікації.

Собівартість виготовлення даного пристосування визначається за формулою [10]:

$$S := C \cdot K, \quad (3.23)$$

де C – постійна, що залежить від складності пристосування;

K – кількість деталей в пристосуванні.

Визначивши всі складові собівартостей, розраховуємо загальну величину (формула 2.35), грн:

$$C_1 := 6.72 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{4500}{300} \cdot \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100}\right) \rightarrow 28.16 \quad (3.24)$$

$$C_2 := 5.05 \cdot \left(1 + \frac{200}{100}\right) + \frac{3500}{300} \cdot \left(\frac{1}{5} + \frac{20}{100}\right) \rightarrow 19.8166 \quad (3.25)$$

Таким чином, $C_1 > C_2$, $28.16 > 19.8$

Оскільки собівартість спроектованого пристосування менше собі-вартості пристосування аналога, то застосування цього механізму доцільно.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

3.2 Проектування технологічної оснастки з використанням інтегрованих CAD-додатків КОМПАС3D

Технологічне оснащення є одним з найважливіших факторів, що впливають на якість продукції, що випускається машинобудівного підприємства. Витрати на її виготовлення наблизилися до витрат на виробництво металорізальних верстатів. Тому завдання підвищення ефективності і якості верстатних пристосувань стала однією з найважливіших проблем сучасного машинобудування. Одним із шляхів вирішення цих проблем є автоматизація проектування верстатних пристосувань на базі інтегрованих технологій типу CAD, що використовують методи твердотілого моделювання. При цьому в освітньому процесі найбільш ефективно і раціонально можуть знайти застосування лише CAD-системи низького і середнього рівня, як найбільш дешеві і мають достатні функції з побудови необхідного об'єкта. До цієї категорії інформаційних технологій відносяться російські програми - КОМПАС, T-Flex CAD, СПРУТ, закордонні програми - Solid Works, CIMATRON і ін.

Ефективність використання твердотілого моделювання при проектуванні оснащення ґрунтується на двох принципах:

- 1) швидкість і наочність передачі інформаційно-ємного матеріалу (конструктивних рішень, візуалізації розрахунків на конкретних прикладах);
- 2) повна сприйнятливості конструкції і принципу роботи.

CAD-технології на основі твердотілого моделювання забезпечують можливість розрахунків проєктованого виробу на точність виготовлення, міцність, жорсткість залежно від механічних, термічних і хімічних властивостей розглянутої технологічної системи.

Використання твердотілого моделювання при проектуванні дає дуже високий ефект в реалізації імітаційного моделювання процесів складання, розподілу пружних і температурних деформацій, точності розташування проєктованих об'єктів (рис. 3.4). Результати вибору раціональної схеми базування

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

відображаються на моделі заготовки, і користувач повинен вказати схему закріплення (точку прикладення і направлення дії сили затиску). Далі розраховується зусилля затиску, де дані про координати місць прикладання сили затиску і настановних елементів визначаються з аналізу заготовки.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

4 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

КОМПАС-3D для машинобудування - це необхідні та повнофункціональні набори спеціалізованих інструментів, покликаних прискорити проектування окремих видів промислової продукції. Дана система дозволяє: - оптимальне інструментальне рішення профільних завдань; - прискорення процесу проектування та випуску конструкторської документації за рахунок використання повного набору додатків; - конкурентна перевага від використання найсучасніших інструментів проектування АСКОН

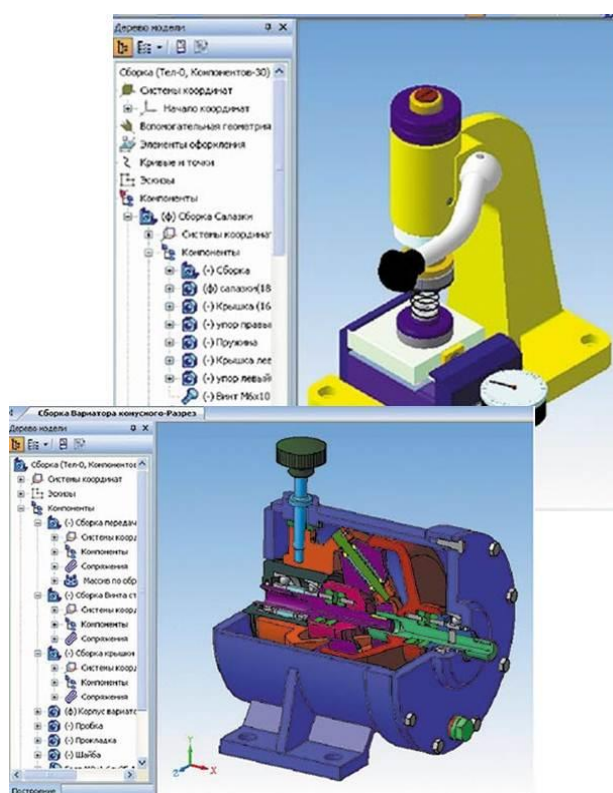


Рисунок 3.5 – Моделювання технологічної оснастки

Вибір розмірів настановних елементів здійснюється в залежності від їх призначення, розмірів і стану базових поверхонь, та інших даних. Обрані установочні елементи відшуковуються в базі даних параметризованих твердотільних моделей, яка створюється на підставі нормативів. Маючи інформацію про розміри контакту настановних елементів і базової поверхні, силі затиску визначаються похибки закріплення і зносу, а також міжремонтний період

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

проектного пристосування. На даному етапі розрахунку можливий вибір матеріалу і термообробки для настановних елементів.

Для подальшого синтезу конструкції пристосування, пов'язаного з визначенням елементів зажимного і силового механізмів, конструкції корпусу і компоновання пристосування, так само раціонально проводити з використанням методів твердотілого проектування. Можливість створення баз даних параметризованих твердотілих моделей конструктивних елементів і типових збірок дозволить як в ручну, так і автоматизовано синтезувати необхідну конструкцію верстатного пристосування. Вже згадана система має широкий набір інструментів, що дозволяють користувачеві автоматизовано генерувати за отриманою твердотілою моделлю пристосування складальні і робочі креслення конструктивних елементів.

В сучасних CAD системах можна проводити наступні етапи проектування технологічної оснастки: вибір типу і місця розташування настановних елементів пристосування; призначення конструктором схеми закріплення; вибір типів і точки прикладання елементів затискного механізму та точок докладання зусиль закріплення; розрахунок пластичних деформацій в зоні контакту інсталяційного елемента і базової поверхні заготовки; визначення похибки закріплення; визначення розмірного зносу настановних елементів; формування конструкції корпусу пристосування і компоновання пристосування в цілому; визначення температурних деформацій; формування робочих креслень; реалістичне моделювання деталей з листового матеріалу, що включає отримання заготовки і можливість конструювання в плоскому стані; здійснити моделювання складальних одиниць, що включає: можливість ведення процесу проектування відповідно до поставлених цілей; динамічність руху складальної одиниці за рахунок унікальних можливостей візуалізації; правдоподібні складальні примітиви для створення точної конструкції складальної одиниці; інструменти управління складанням, які покращують уявлення об'єкта; можливість повторного використання вже існуючих конструкцій з метою зниження зусиль, що витрачаються на проектування; наочність і високий ступінь деталізації.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

4.1 Інтегроване САD-програмування КОМПАС-3D

Широке впровадження комп'ютерних технологій у виробництво передбачає підготовку кваліфікованих фахівців, здатних використовувати 3-часові системи автоматизованого проектування.

КОМПАС3D - це вітчизняний програмний продукт, що дозволяє не тільки автоматизувати створення конструкторських документів, а й виконувати їх в суворій відповідності з ЕСКД, що відрізняє його від провідних іноземних систем проектування.

Як правило, сучасні студенти не знайомі з такими інструментами, як кульман, циркуль, рейсшини і т.п. Тепер в конструкторській практиці все частіше використовуються не циркуль і лінійка, а комп'ютер, спеціалізовані програми, графічні. Втратила актуальність і використання аксонометрії (наочного проектування на деяку площину). Створення об'ємних моделей за допомогою спеціальних програм - куди більш легкий і зручний спосіб побачити просторову фігуру.

Комп'ютер і систему КОМПАС3D можна уявити як якийсь електронний кульман, який дозволяє отримувати якіснішу і точну конструкторську документацію за більш короткий термін.

Новий напрямок комп'ютерної графіки - 3Dмоделювання, в основі якого лежить не креслення, а тривимірна геометрична модель, набуло широкого поширення в самих різних областях людської діяльності.

4.2 Моделювання верстатного пристосування для фрезерування

Для спроектованого технологічного процесу конструюється спеціальне верстатне пристосування. Конструкція пристосування розробляється з урахуванням особливостей обладнання, для якого пристосування проектується з дотриманням всіх норм техніки безпеки. При цьому необхідно забезпечити

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

необхідну точність виготовлення деталі, найбільшу виробляй-ність при найменшій вартості пристосування (пункт 3.2).

Проектування пристосування було виконано в наступному порядку:

- ознайомлення з літературними джерелами з конструкціями пристосувань, аналогічних заданому пристосуванню;
- вибір прототипу пристосування і його критичний аналіз з точки зору відповідності встановленим вимогам; пошук шляхів вдосконалення конструкції;
- складання ескізних варіантів конструкції пристосування;
- розрахунок пристосування на точність, економічне обґрунтування ви-лайливого варіанту пристосування;
- розрахунок на надійність закріплення;
- розробка креслеників пристосування.
- розробка 3D моделі пристосування;
- розрахунок елементів пристосування на міцність.

Розробка 3-D моделі пристосування виконується за допомогою системи КОМПАС. При цьому необхідно прагнути до максимального використання баз даних стандартизованих і нормалізованих деталей і напівфабрикатів даних систем, що дозволяє скоротити трудомісткість проектування приблизно на 25% і зменшити вартість виготовлення пристосування на 20 ... 30%.

Вибір настановних і затискних елементів пристосувань проводиться шляхом імпортування в складальну одиницю раніше створеного або типового (з

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

бази даних) елемента. Дані системи дають можливість створення бази даних твердотільних моделей деталей і креслень, в які можуть закладатися конструктивні елементи пристосування і складальні одиниці будь-якої системи (УСП, УРП, НСП, і ін.), А також типові конструкції пристосувань. Можливість створення твердотільної моделі в контексті збірки дозволяє легко і швидко створювати абсолютно нові нестандартні елементи (рис. 3.6).

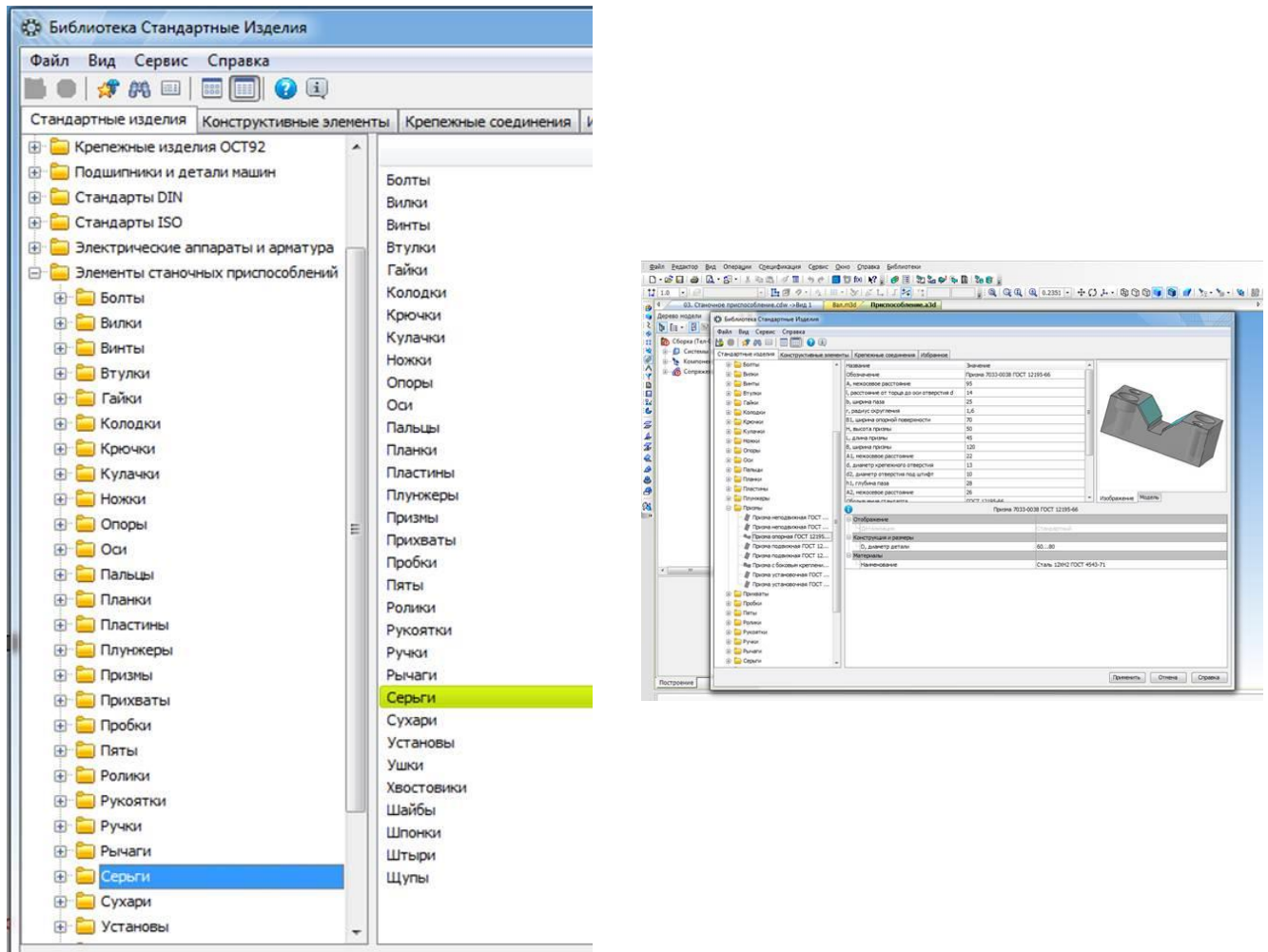


Рисунок 3. 6 – Бібліотеки стандартних виробів

Для найбільш навантажених деталей пристосування виконується аналіз міцності з використанням системи КОМПАС-Аналіз. Необхідні для аналізу 3D-моделі деталей пристосування отримують при розробці 3D-моделі пристосування. Методики та схеми навантаження деталей необхідними зусилля-ми розглянуті у відповідних додатках опису системи (рис. 3.7).

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

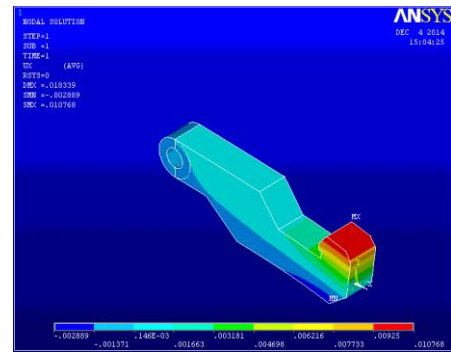
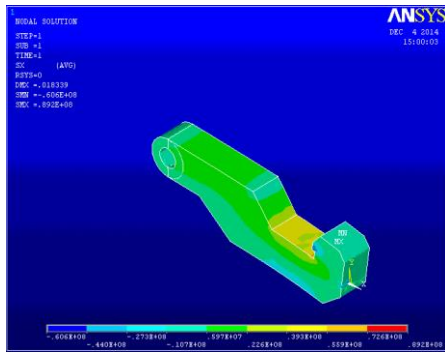


Рисунок 3. 7 – Аналіз міцності з використанням системи КОМПАС-аналіз

Складальне креслення пристосування зазвичай виконується в масштабі 1:1 і повинен містити необхідну кількість проекцій, розрізів, перерізів, що дають повне уявлення про конструкцію пристосування і його окремих деталей. На кресленні проставляються габаритні розміри пристосування, розміри посадочних місць для установки оброблюваної деталі або координати настановних елементів з допусками, розміри і посадки для відповідальних з'єднань. Крім того, вказуються технічні вимоги на збірку, приймання та установку пристосування на робочій позиції.

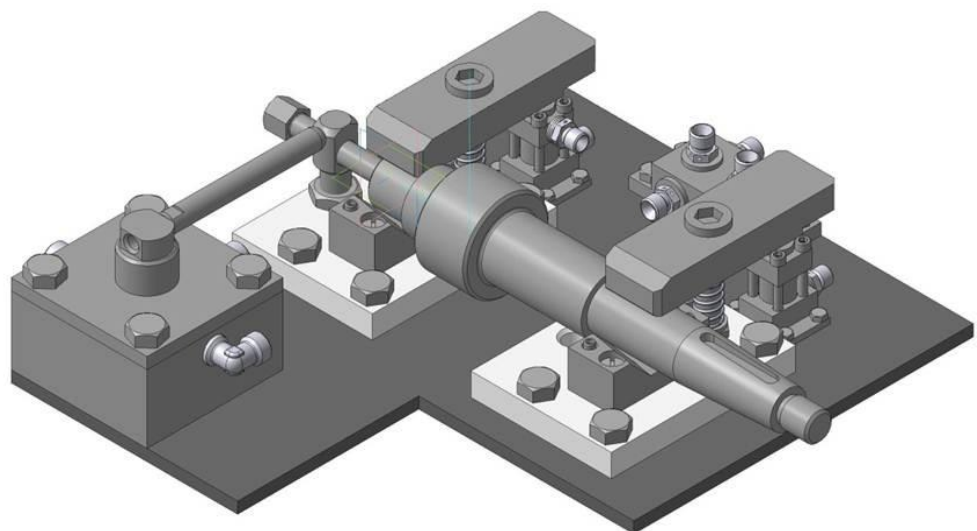


Рисунок 3. 8 – 3D модель фрезерного пристосування

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Застосування CAD-технологій дозволяє скоротити час на розробку (без втрати якості) конструкторської документації проекрованої технологічне оснащення, провести цілий ряд конструкторських і технологічних розрахунків: оптимальної конструкції виробу на основі обмежень по механічним, термічним і хімічним властивостям даної системи виготовлення та експлуатації виробу; забезпечення заданих вимог до якості виготовляється виробу через експлуатаційні та конструктивні характеристики проекрованої оснастки.

У комплексних проектах можуть бути вирішені широкі виробничі та наукові завдання по створенню прогресивної технологічної оснастки на основі розробки додаткових спеціалізованих інженерних додатків до від-критим CAD-систем, таких як, за рішенням завдань побудови оптимальної конфігурації виробу і процесів складання, забезпечення заданого якості проектованого об'єкта і т.д. Рациональне використання таких технологій є базою розвитку науково-технічної культури автоматизованого конструювання різних об'єктів.

4.3 Особливості САМ – системи «Токарна обробка, Модуль ЧПК, для КОМПАС 3-D»

САМ-система використовується з метою поліпшення умов праці технологів- програмістів, скорочення термінів розробки керуючих програм, скорочення часу на виготовлення деталей на верстатах з ЧПК і пошук оптимальних режимів різання.

КОМПАС використовується як проміжна ланка між конструкторської розробки і САМ- системою для написання керуючих програм. Впершу чергу - це конвертація розроблених моделей або ескізів через різні формати в САМ-систему, що не зручно при роботі зі сторонніми замовниками, що використовують різнорівневі САД- пакети.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

«Модуль ЧПК. Токарна обробка» розроблений Мордовським державним університетом як прикладна бібліотека КОМПАС, яка стирає «міст конвертування» з CAD в САМ, - всі розрахунки робляться в оболонці КОМПАС. Даний модуль розрахований на розробку керуючих програм для токарних верстатів з ЧПК, оснащених револьверною голівкою. У базовий комплект модуля входять постпроцесори на найбільш відомі системи ЧПК: Маяк 600Т; NC - 31; Балт - Систем; FANUC Series Oi-TD; SINUMERIK 802D; FAGOR CNC 8035 T. Всі створювані проходи, переходи, налаштування формуються у вигляді плану обробки команди панелі інструменту або відповідним модулем в менеджері бібліотек. Створення в контексті меню дерева обробок можливо, якщо тільки в дереві присутній хоча б одна стратегія.

Створення плану обробки необхідно починати з завдання локальної системи координат ЧПК, яка визначає положення нульової точки і координатні осі X і Z щодо деталі. При програмуванні в даному модулі необхідно, щоб вісь обертання деталі збігалася з віссю Z. Досягти цього можна, скориставшись командою КОМПАС ЛСК.

ЛСК полегшує процес, тому що конструктор може розташувати деталь в просторі 3D - вікна так, як він вважає за потрібне для свого проекту.

Так само на першому етапі проекту необхідно вибрати систему ЧПК. Згодом її можна змінити і згенерувати програму на іншу стійку. На другому етапі вибираємо заготовку, інструменти, пристосування, вихідну точку і зону безпеки.

У модулі організований вибір параметризація ріжучого інструменту і верстатних пристосувань з каталогу, а також шляхом підключення користувальницьких 3D - моделей. Призначені для користувача моделі так само можна параметризовані через змінні, в результаті чого в панелі властивостей з'являться параметри створеного користувачького інструменту або пристосування.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Після того як вибрані всі передстартові параметри, можна переходити до третього етапу - плану обробки, який являє собою послідовність всіх технологічних переходів в проекті керуючої програми.

У модулі можуть бути представлені наступні типи стратегії обробки:

- багатопрохідна обробка;
- контур;
- канавка;
- свердління;
- нарізання різьби різцем;
- нарізання різьби плашкою / мітчиком;
- відрізка

Багатопрохідна обробка, що дозволяє зняти основну частину припуску, використовується як чорнова обробка. Цей спосіб обробки можна застосовувати для зовнішнього точіння. Схема в елементарних рухах пропонує обробку вздовж деталі - багатопрохідний токарний цикл або обробку в поперечному напрямку - багатопрохідний канавка. Постпроцесор провадить конвертацію машинних циклів системи ЧПК в керуючу програму відповідно вибором користувача циклу обробки наприклад (G71 - знімання припуску при поздовжньо точенні, G72 - знімання припуску при торцевому точінні, G73 - повтор схеми, G75 - обробка канавок). Кожен цикл також наділений певними параметрами для розрахунку траєкторії.

Свердління - функція, за допомогою якої в даному модулі можна запрограмувати наступні типи обробок: центрування, свердління, зенкування, розгортання, зенкування. Існують два способи завдання робочого контуру отвору:

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

- по поверхні - в якості поверхні вказується та, яку необхідно просвердлити;
- за ескізом - вказується ескіз, який містить контур отвору.

Стратегія Відрізка створює траєкторію відрізаного різця в елементарних переміщеннях. Тут варто вказати торцеву поверхню, по якій пройде відрізка, програма сама розрахує траєкторію інструмента в залежності від введених параметрів різця і стратегія обробки.

Як вже зазначалося, функція верифікації керуючої програми дозволяє перевірити її на помилки реального часу якщо заданий коефіцієнт швидкості 1,0 або ж в прискореному / уповільненому перегляді.

Реалізована функція перевірки зіткнення інструменту з пристосуваннями і перевірка врізання інструменту в заготовку на прискореній подачі. Верифікація має твердотільної візуалізацією переміщень інструменту з імітацією видалення матеріалу. В режимі верифікації є зручна функція генерації 2D - фрагменту або 3D - моделі. Збереження у вигляді 3D - моделі дозволяє створити деталь для наступного установа, якщо обробка відбувається з кількох перестановок.

Однією з особливостей бібліотеки є можливість включення в керуючу програму циклів систем ЧПК, що дозволяє отримувати дуже короткі і ефективні програми. В цьому випадку програмування і контроль частково переносяться на рівень стійки управління верстатом, що підвищує надійність і безпеку згенерованої програми, покращує її читаність і скорочує витрату оперативної пам'яті верстата.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У процесі проектування механоскладального цеху і розробці технологічних процесів виготовлення Вала і кришки редуктора були розроблені та внесені наступні зміни.

Змінено спосіб отримання заготовки та зменшено припуски під механічну обробку для деталі «Вал». Спосіб отримання заготовки - вільне кування на молотах замінили спосіб отримання заготовки - штампування на ГШКП що дає економію матеріалу на 10% і скорочує кількість операцій в порівнянні з базовою заготівлею.

Враховуючи масу, розташування і характер оброблюваних поверхонь, забезпечення меншої трудомісткості механічної обробки деталі «кришка», а також її собівартості базовий спосіб отримання заготовки - лиття по металічним моделям із застосуванням машинної формовки залишаємо.

Зроблено вдосконалення технологічних процесів виготовлення Вала і кришки з введенням більш прогресивного устаткування, інструменту і оснастки.

Зокрема, для обробки деталі «Вал» застосовано напівавтомат МР-76АМ, фрезерно-центрувальний, який дозволяє виконати підрізання торців, їх зацентровки, свердління центруючих отворів за одну операцію. Застосування токарно-фрезерного обробного центру мод. Multicut 1000 дозволяє об'єднати токарні і фрезерні операції в одну.

Для обробки деталі «кришка» використовуємо оброблювальний центр з поворотним столом ІР800ПМФ, який дозволяє виконати всі види обробки характерні для верстатів свердлильно-фрезерно-розточний групи.

При розрахунку розмірної аналізу виявлено можливість забезпечення мінімальних припусків і максимально-можливих допусків на обробку при заданому рівні якості виробу.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Для зменшення допоміжного та операційного часу, забезпечення необхідної точності обробки деталі, досягнення найбільшої продуктивності, економічності та безпеки було спроектовано верстатний пристрій для фрезерування торців деталі «Вал».

Виконана спеціальна частина, в якій розглянуто питання підвищення експлуатаційної надійності Валу редуктора методом ППД.

Розроблені вихідні дані для проектування механо-складального цеху з виробництва заданих деталей.

В економічній частині розглянуто доцільність прийнятих проектних рішень. Продуктивність праці збільшилася: 1 працюючого на 21,1%, 1 робочого на 11,9%, фондівіддача збільшиться на 6,7%; собівартість зменшується на 6,6%. Термін окупності капітальних вкладень склав 2,6 року, що свідчить про економічну ефективність капітальних вкладень.

В розділі охорона праці розглянуто основні шкідливості і небезпеки базового цеху і подано методи їх усунення в спроектованому механічному цеху; проведено розрахунок місцевої витяжної вентиляції та розрахунок системи захисного заземлення.

Вважаємо, що представлений проект, що дозволяє підняти продуктивність праці і якість продукції, що випускається на більш високий рівень, заслуговує на увагу і може бути впроваджений на базовому підприємстві.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія машинобудування» (спеціальні розділи) для студентів спеціальності / Укл.: В.С. Гришин, О.М. Молоткіна, С.П. Лапшин. – Дніпропетровськ: 2004. - 42 с.
2. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності 7.090202 – технологія машинобудування /Укл.: О.Є. Проволоцький, І.С. Цехмістро. - Дніпропетровськ: 2006.-62 с.
3. Програма, методичні вказівки і контрольні завдання по дисципліні «Проектування механо-складальних цехів» для студентів спеціальності 0501. – Дніпропетровськ: ДМетІ, 1985. – 68 с.
4. Довідник технолога – машинобудівника: У 2-х т. / Під ред. А.Г. Косилової, Р.К. Мещерякова – М.: Машинобудування, 1985. т.1. – 656 с.; т.2. – 496 с.
5. Методичні вказівки по розмірному аналізу технологічних процесів обробки деталей при виконанні курсових і дипломних проектів для студентів спеціальності 12.01 / Склав І.С. Цехмістро. – Дніпропетровськ: 1989. – 48 с.
6. Спеціальні металоріжучі верстати загальномашинобудівного застосування. / Під заг. ред. В.Б. Дьяченко. – М.: Машинобудування, 1983. – 288 с.
7. Металоріжучі верстати. / Під ред. В.К. Тепінкичєва. – М.: Машинобудування, 1973. – 472 с.
8. Ансеров. М.А. Пристосування для металоріжучих верстатів. – Л.: Машинобудування, 1975. – 656 с.
9. Обробка металів різанням: Довідник технолога / Під заг. ред. А.А. Панова. – М.: Машинобудування, 1988. – 736 с.
10. Робоча програма і методичні вказівки до виконання контрольної роботи по дисципліні «Проектування технологічного оснащення» для студентів спеціальності 12.01 / Склав: А.Г. Ясев, Г.І. Дубовою. – Дніпропетровськ. 1992. – 75 с.
11. Болотін Х.Л., Костромін Ф.П. Верстатні пристосування. – М.: Машинобудування, 1973. – 344 с.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

- 12.Анурьев В.И. Довідник конструктора – машинобудівника: У 3-х т. – М.: Машинобудування, 1978.
- 13.Полевой С. Н., Евдокимов В. Д. Зміцнення металів. Довідник. – М.: Машинобудування, 1986 – 350 с.
- 14.Молодик Н.В., Зенкін А.С. Відновлення деталей машин. Довідник. – М.: Машиностроение 1989 г. – 400 с.
- 15.Канарчук В.Е., Токаренко В.М. Основи проектування і реконструкції механічних цехів і ділянок машинобудівних і ремонтних виробництв. – К.: Вища школа, 1988. – 223 с.
- 16.Методичні вказівки по розробці економічної частини дипломного проекту (для студентів технічних спеціальностей) /Склав: Р.В. Ільїна, В.А. Емельянов. – Дніпропетровськ: , 1998. – 16 с.
- 17.Законодательство Украины об охране труда (в 4-х томах). - Киев,1995.
- 18.ДСП № 173-96 Державні санітарні правила планування та забудови населених пунктів. Міністерство охорони здоров'я України, 1996 р.
- 19.ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – М.: Издательство стандартов, 1988, 75с.
- 20.ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень
Затверджено постановою Головного державного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 року N 42
- 21.ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Шкідливі речовини. Классификация та спільні вимоги безпеки. – М.: Издательство стандартов, 1976, 25с.
- 22.ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Головний Державний санітарний лікар України.
Постанова від 1 грудня 1999 року N 37
- 25.Правила устройства электроустановок. - М.: Энергоатомиздат, 1987, 645с.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до комплексної роботи містить: стор. _____, рисунків _____, 1 комплекти карт на _____ стор. на технологічний процес виготовлення деталі, _____ листів графічної частини.

Об'єкт розробки: ремонтно-механічний цех, технологічний процес виготовлення деталі (Валу).

Метою розробки є ескізне проектування ремонтно-механічного цеху з комплексною розробкою технологічних процесів механічної обробки деталі.

Розроблено раціональні технологічні процеси виготовлення деталі, які містять вибір оптимального варіанту отримання заготовки, розрахунок і визначення припусків на обробку.

Проведено розмірний аналіз, призначені оптимальні маршрути обробки, вибрано нове виробниче обладнання, ріжучій та вимірювальний інструмент, технічне устаткування. Розроблені комплекти технологічної документації, технологічні наладки, швидкодіючий верстатний пристрій.

В спеціальній частині розглянуто особливості сучасного проектування технологічної оснастки у CAD-системі.

ЗАГОТОВКА, ВАЛ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, МЕХАНІЧНА ОБРОБКА, ПРИПУСК, РІЖУЧІЙ ІНСТРУМЕНТ.

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

ДОДАТКИ

Ізм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ТММ.КвР.18.03.000.00.ПЗ	Лист

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
Розроб.														
Перевір.														
Погоджено														
Т. контр.														
Н. контр.														

Вал

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою технології машинобудування
_____ ()

« ____ » _____ г.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

Виготовлення деталі Вал
Виріб Редуктор

ПОГОДЖЕНО:

Керівник Пацера С.Т. _____ ()Розробник Баркар Ю.С. _____ ()

Н.контроль _____ ()

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата											
			Листів 2	Лист 1											

Розроб.	Баркар Ю.С.															
Перевірил	Пацера С.Т.															
Погоджено																
Т. контр.																
Н. контр																

Вал

M01	Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71													
-----	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.		Профіль та розміри			КД	МЗ		
				4,4			0,25	прокат		Ø85х385				17		

A	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, найменування операції					Позначення документу										
B					Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	P	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт	Т п.з.	Т шт.

01				005	Заготівельна															
02					Відрізка на мірні заготовки															
03				010	Термічна															
04					Піч															
05				015	Фрезерно-центрувальна															1,17
06					Фрезерно-центрувальний МР-78															
07				020	Токарна с ПК															11,42
08					Багатофункціональний обробний центр WEILER E30															
09				025	Шпонково-фрезерна															7,25
10					Вертикально-фрезерний верстат з ЧПК 6M616Ф4															
11				030	Зубофрезерна															6,43
12					Зубофрезерна 5K310															
13				035	Термічна															
14					Піч															
15				040	Круглошліфувальна															1,87
16					Круглошліфувальний 3M151Ф3															
17																				

МК	МАРШРУТНА КАРТА														
-----------	------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
			Листів 2	Лист 2

Розроб.	Баркар Ю.С.													
Перевірів	Пацера С.Т.													
Погоджено														
Т. контр.														
Н. контр														

Вал

M01	Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71												
-----	--------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

M02	Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профіль та розміри			КД	МЗ	
				4,4			0,25	прокат	Ø85x385				17	

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, Найменування операції	Обозначение документа												
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К шт	Т п.з.	Т шт.		
Б					Код, наименование оборудования													
01				045	Круглошліфувальна													2,04
02					Круглошліфувальний 3М151Ф3													
03				050	Слюсарна													18,1
04					Верстак													
05				055	Зубошевінгувальна													14,23
06					Зубошевінгувальний 5702В													
07				060	Круглошліфувальна													2,04
08					Круглошліфувальний 3М151Ф3													
09				065	Круглошліфувальна													2,2
010					Круглошліфувальний 3М151Ф3													
11				070	Технологічний контроль													30,0
12					Контрольний стіл													
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		

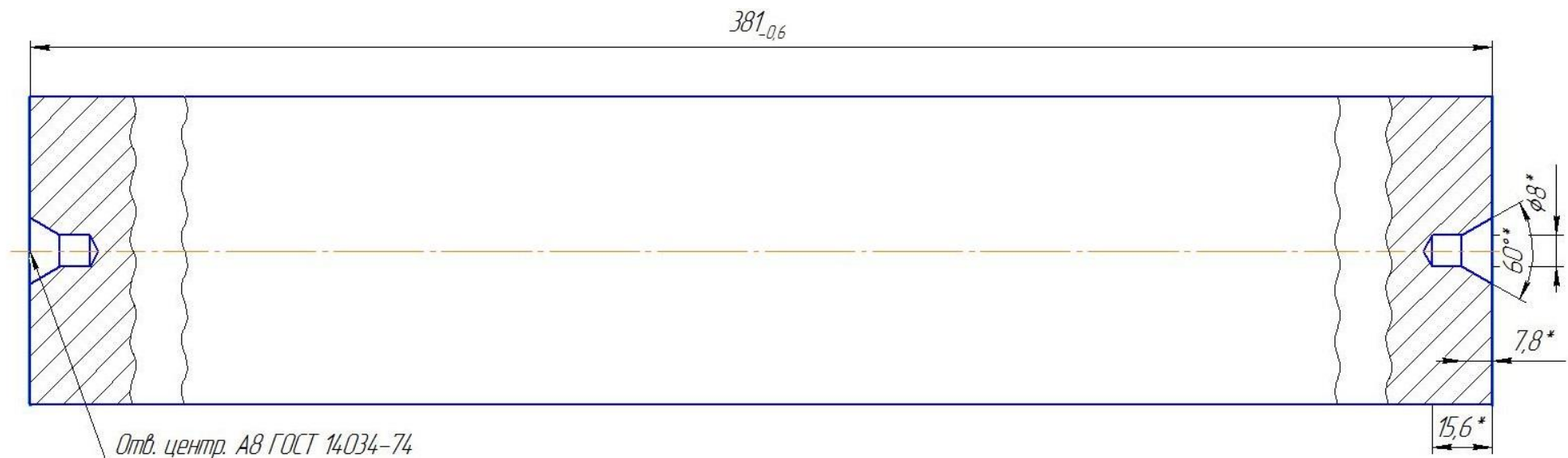
МК	МАРШРУТНА КАРТА
-----------	------------------------

Дубл.															
Взам.															
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
												Листів 2	Лист 2		
Розроб.	Баркар Ю.С.														
Перевірів	Пацера С.Т.														
Погоджено															
Т. контр.															
Н. контр														015	
Найменування операції				Матеріал		Твердість		ЕВ	МД	Профіль і розміри			МЗ	КОИД	
Фрезерно-центрувальна				Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71		170...217НВ		кг	4,4	Прокат Ø85x385			17	1	
Устаткування, пристрій ЧПУ				Позначення програми		Т о	Т в	Т пз		Т шт.		СОЖ			
Фрезерно-центрувальний МР-78						0,43	0,6	0,06		1,17		емульсія			
Р						П	Д або В	L	t	i	S	n	V		
01	А. Встановити і закріпити деталь														
02	Призматичне пристосування тісочного типу з пневмоприводом														
03															
04	1. Фрезерувати торці в розмір 381 _{-1,4} .														
05	Фреза торцевая Ø60, Z=6, Т5К10, ГОСТ 9473-80					Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,05, ГОСТ 166-89									
06								2		1		0,62		320 200	
07	2. Центрувати 2 отвори Ø4 мм на глибину 8 мм														
08	Центрувальне свердло Ø4, Р6М5, ГОСТ 14952-75					Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,05, ГОСТ 166-89									
09								2		1		0,1		500 35	
10	Б. Зняти деталь														
11															
12															
13															
14															
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА														

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
								Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
											Листів 3	Лист 1		
Розроб.	Баркар Ю.С.													
Перевірив	Пацера С.Т.													
Погоджено														
Т. контр.														
Н. Контр.														015

Вал

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

KE

КАРТА ЕСКІЗІВ

Дубл.										
Взам.										
Подл.								Изм	Лист	№ докум.
										Підпис
										Дата
										Листів 3
										Лист 2

Розроб.	Баркар Ю.С.								
Перевірів	Пацера С.Т.								
Погоджено									

Т. контр.										
Н. контр										020

Найменування операції	Матеріал	Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОИД
Токарна з ЧПК	Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71	170...217НВ	кг	4,4	Прокат Ø85х385			17	1
Устаткування, Пристрій ЧПК	Позначення програми	Т о	Т в	Т пз	Т шт.		СОЖ		
Обробний центр WEILER E30		6,2	4,28	0,1	11,42		емульсія		
Р		П и	Д або В	L	t	i	S	n	V

01	А. Встановити і закріпити деталь								
02	Патрон 3-хкулачковий N-215A15, центр								
03									
04	1. Точити начерно поверхні $\varnothing 77_{-0,3}$, $\varnothing 50_{-0,25}$, $\varnothing 41_{-0,25}$, витримавши розміри $36\pm 0,1$; $61\pm 0,15$; $103\pm 0,2$								
05	Різець прохідний 2020-K06, ГОСТ 25003-81, калібр-скоба ГОСТ 18367-93, Шаблон лінійний								
06					2,2	1	0,5	500	57,7
07	2. Точити начисто поверхні $\varnothing 75,62_{-0,12}$ $\varnothing 40,5_{-0,14}$, витримавши розміри R2 та фаски $2\times 45^\circ$								
08	Різець контурний, 2020-K06, ГОСТ 25003-81, калібр-скоба ГОСТ 18367-93, Шаблон лінійний								
09					0,35	1	0,2	1000	130
10	3. Проточити виточку $\varnothing 39,5_{-0,1}$ шириною 3, витримавши R1								
11	Різець канавочний, 2020-5-T12, ГОСТ 18874-73, калібр-скоба ГОСТ 18367-93, Шаблон лінійний								
12					0,35	1	0,2	1000	130
13	Б. Перехопити деталь								
14	Патрон 3-хкулачковий N-215A15, центр								
15									

OK ОПЕРАЦІЙНА КАРТА

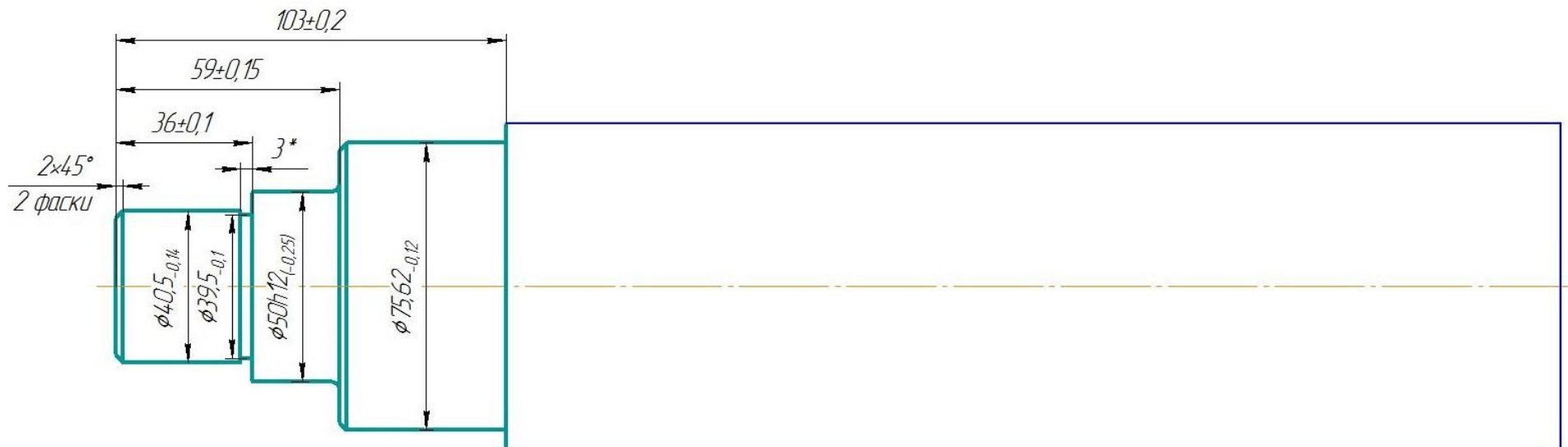
ГОСТ 3.1404-86										Форма	
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
							Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
									Листів 3	Лист 3	
Розроб.	Баркар Ю.С.										
Перевірив	Пацера С.Т.										
Погоджено											
Т. контр.											
Н. контр											
	Вал									020	
Р				ПШ	Д або В	L	t	i	S	n	V
01	1. Точити начерно поверхні $\varnothing 50_{-0,25}$, $\varnothing 41_{-0,25}$, $\varnothing 25_{-0,2}$ та конус, витримавши розміри $276 \pm 0,25$; $186 \pm 0,2$; $110 \pm 0,15$; $28 \pm 0,1$										
02	Різець проходний, 2020-К06, ГОСТ 25003-81, калібр-скоба ГОСТ 18367-93, Шаблон лінійний										
03							2,2	1	0,5	500	57,7
04	2. Точити начисто поверхні $\varnothing 40,5_{-0,14}$, $\varnothing 24,5_{-0,1}$ та конус, витримавши розміри R2 та фаски $2 \times 45^\circ$										
05	Різець контурний, 2020-К06, ГОСТ 25003-81, калібр-скоба ГОСТ 18367-93, Шаблон лінійний										
06							0,35	1	0,2	1000	130
07	3. Проточити виточку $\varnothing 39,5_{-0,1}$ шириною 3, витримавши R1										
08	Різець канавочний, 2020-5-Т12, ГОСТ 18874-73, калібр-скоба ГОСТ 18367-93, Шаблон лінійний										
09							0,35	1	0,2	1000	130
10	4. Проточити виточку $\varnothing 21_{-0,084}$ шириною 4,5, витримав R1										
11	Різець канавочний, 2020-К06, ГОСТ 18874-73, калібр-скоба ГОСТ 18367-93, Шаблон лінійний										
12							4,5	1	0,2	730	57,7
13	5. Нарізати різьбу M24x2-8g										
14	Різці різьбові з пластинами з твердого сплаву ГОСТ 18885-73 кільце різьбове M24 ГОСТ 17763-72										
15							0,4	5	2,0	900	68
16	В. Зняти деталь										
17											
18											

OK ОПЕРАЦІЙНА КАРТА

Дубл.													
Взам.													
Подл.									Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
												Листів 2	Лист 1
Розроб.	Баркар Ю.С.												
Перевірів	Пацера С.Т.												
Погоджено													
Т. контр.													
Н. Контр.													020

Вал

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

KE

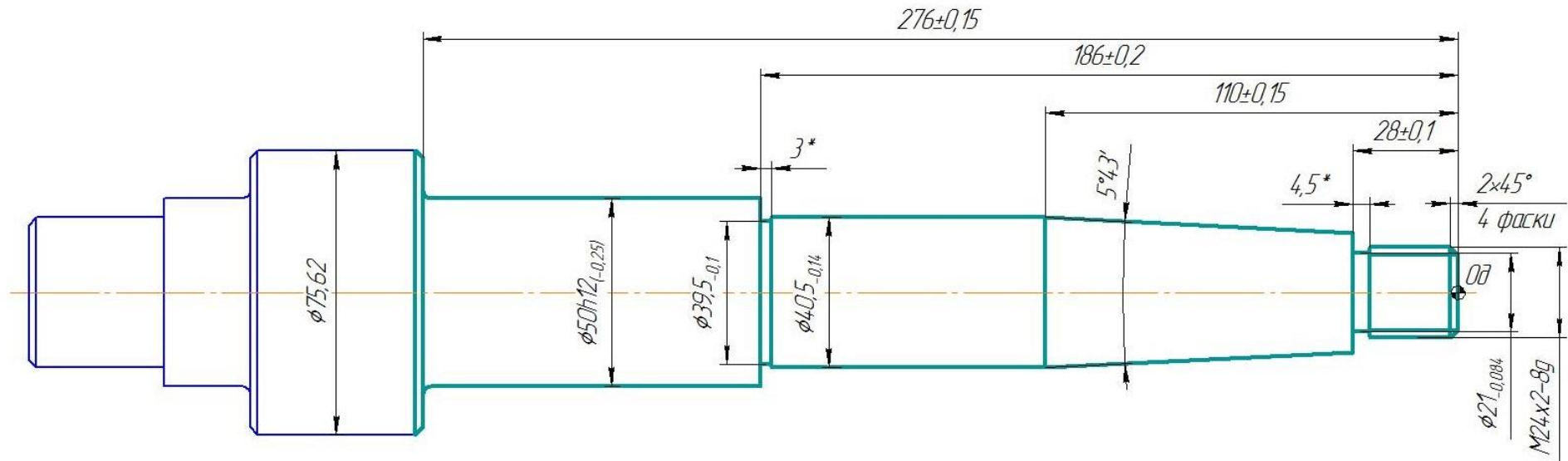
КАРТА ЕСКІЗІВ

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

						Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
									Листів 3	Лист 1

Розроб.	Баркар Ю.С.									
Перевірів	Пацера С.Т.									
Погоджено										
Т. контр.										
Н. Контр.										020

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

KE

КАРТА ЕСКІЗІВ

						ГОСТ 3.1404-86		Форма 2				
Дубл.												
Взам.												
Подл.						Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		
									Листів 2	Лист 2		
Розроб.	Баркар Ю.С.											
Перевірив	Пацера С.Т.											
Погоджено												
Т. контр.						Вал				025		
Н. контр												
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОИД	
Шпоночно-фрезерна		Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71			170...217НВ	кг	4,4	Прокат Ø85x385		17	1	
Устаткування, пристрій ЧПК		Позначення програми			Т о	Т в	Т пз	Т шт.	СОЖ			
Вертикально-фрезерний с ЧПК 6Р13Ф3					5,0	1,48	0,12	7,25	емульсія			
Р					ПИ	Д або В	L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити і закріпити деталь											
02	Спец. пристосування											
03												
04	1. Фрезерувати шпоночний паз 10Р9, на довжині 66, витримвши розмір 10 _{-0,12}											
05	Фреза шпоночна Ø10, Т15К6, ГОСТ 6396-78 Калібр пробка Ø10Н9, ГОСТ 17180-70 Лінійка ШП-1-1000, ГОСТ 8026-75											
06								0,2	25	350	500	23,3
07	Б. Зняти деталь											
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА											

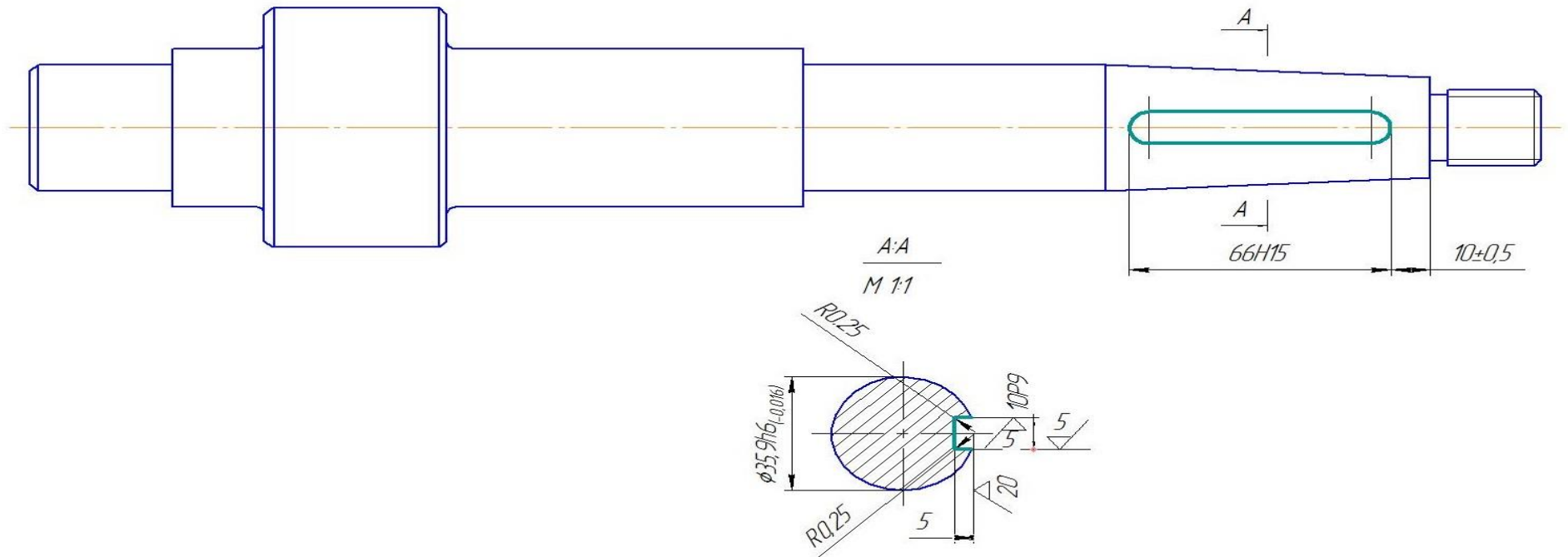
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

						Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
									Листів 2	Лист 1

Розроб.	Баркар Ю.С.									
Перевірів	Пацера С.Т.									
Погоджено										
Т. контр.										
Н. Контр.										025

Вал

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

KE

КАРТА ЕСКІЗІВ

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
						Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
									Листів 2	Лист 2				
Розроб.	Баркар Ю.С.													
Перевірив	Пацера С.Т.													
Погоджено														
Т. контр.														
Н. контр														030
Найменування операції				Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОИД	
Зубофрезерна				Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71		170...217НВ	кг	4,4	Прокат Ø85x385			17	1	
Устаткування, пристрій ЧПК				Позначення програми		Т о	Т в		Т пз		Т шт.		СОЖ	
Зубофрезерний 5К310						5,42	0,37		0,06		6,43		емульсія	
Р						П	Д або В		L		t		i S n V	
01	А. Встановити та закріпити деталь													
02	Поводковий патрон, Центри													
03														
04	1. Фрезерувати методом обкатки зубів $m=4$, $Z=15$													
05	Фреза черв'ячна, Ø90, $d=32$, $Z=10$, Р18, ГОСТ 9324-80 Індикатор ИЧ-10, 1 кл, ГОСТ 577-68 Нормалемер М1-АВ, ГОСТ 7760-81													
06														
07	Б. Зняти деталь													
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														
15														

ОК ОПЕРАЦІЙНА КАРТА

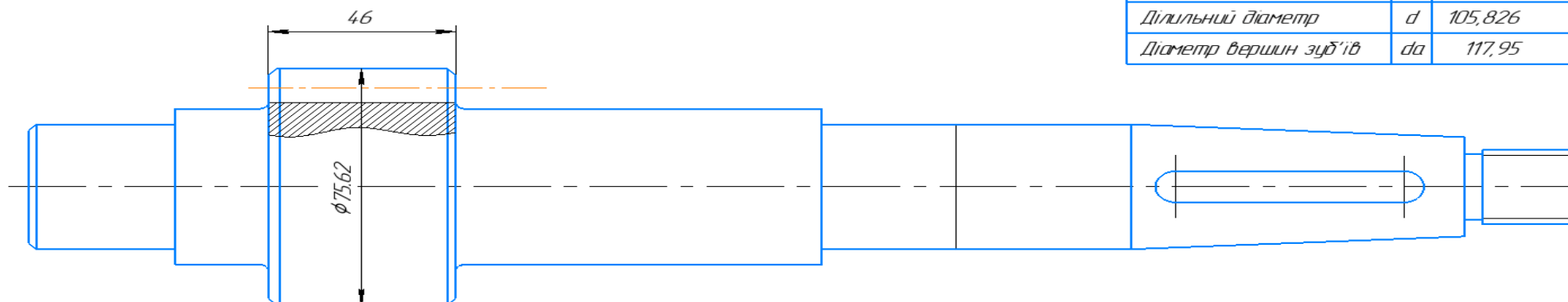
ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.										
Взам.										
Подл.						Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

							Листів 2		Лист 1	
Розроб.	Баркар Ю.С.									
Перевірив	Пацера С.Т.									
Погоджено										
Т. контр.					Вал					
Н. Контр.										030

Ra 3.2

Модуль	<i>m</i>	4
Число зуб'ів	<i>z</i>	15
Кут нахилу		19.6
Нормальний вихідний контур		ГОСТ13755-81
Напрямок лінії зуба		Правое
Коефіцієнт зміщення	<i>X</i>	0
Ступінь точності		9-8-7-B
Діляльний діаметр	<i>d</i>	105,826
Діаметр вершин зуб'ів	<i>da</i>	117,95



* Розмір забезпечити інструментом

КЕ	КАРТА ЕСКІЗІВ
-----------	----------------------

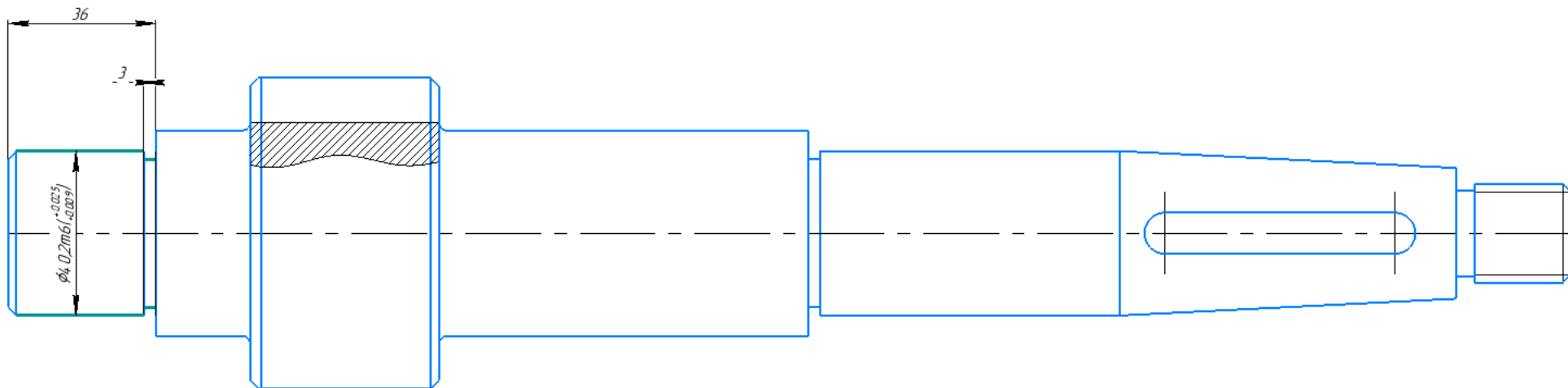
ГОСТ 3.1404-86										Форма 2						
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
							Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
									Листів 2	Лист 2						
Розроб.	Баркар Ю.С.															
Перевірив	Пацера С.Т.															
Погоджено																
Т. контр.																
Н. контр																
Вал											040					
Найменування операції				Матеріал			Твердість		ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОИД	
Круглошліфувальна				Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71			170...217НВ		кг	4,4	Прокат Ø85x385			17	1	
Устаткування, пристрій ЧПК				Позначення програми			Т о	Т в		Т пз		Т шт.		СОЖ		
Круглошліфувальний 3М151Ф3							0,4	1,32		0,06		1,93		емульсія		
Р						П	и	Д або В		L	t		i	S	n	V
01	А. Встановити та закріпити деталь															
02	Поводковий патрон, центри															
03																
04	1. Шліфувати попередньо до Ø40,2 _{-0,057} , на довжині 33															
05	Шліфувальний круг ПП 600x80x203, А4025СМ1К5, ГОСТ 2424-83, калібр-скоба ГОСТ 17181-70															
06										0,2	1	0,005	300	30		
07	2. Шліфувати попередньо до Ø40,2 _{-0,057} , на довжині 36															
08	Шліфувальний круг ПП 600x80x203, А4025СМ1К5, ГОСТ 2424-83, калібр-скоба ГОСТ 17181-70															
09										0,2	1	0,005	300	30		
10	Б. Зняти деталь															
11																
12																
13																
14																

15									
ОК	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА								

								ГОСТ 3.1105-84		Форма 7		
Дубл.												
Взам.												
Подл.								Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
										Листів 2	Лист 1	
Розроб.	Баркар Ю.С.											
Перевірів	Пацера С.Т.											
Погоджено												
Т. контр.												040
Н. Контр.												

Вал

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

КЕ	КАРТА ЕСКІЗІВ
-----------	----------------------

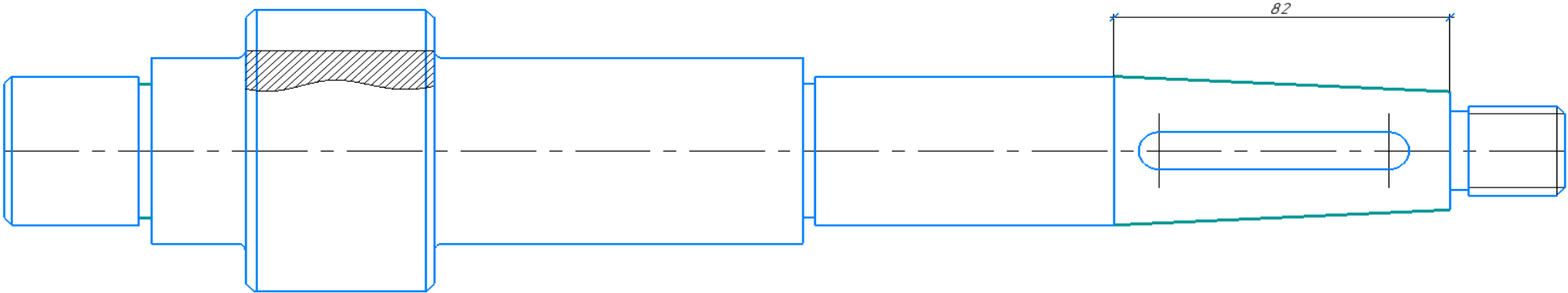
										ГОСТ 3.1404-86	Форма 2	
Дубл.												
Взам.												
Подл.												
							Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
									Листів 2	Лист 2		
Розроб.	Баркар Ю.С.											
Перевірів	Пацера С.Т.											
Погоджено												
Т. контр.												
Н. контр												
Вал											045	
Найменування операції			Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОИД	
Круглошліфувальна			Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71		170...217НВ	кг	4,4	Прокат Ø85x385		17	1	
Устаткування, пристрій ЧПК			Позначення програми		Т о	Т в	Т пз	Т шт.	СОЖ			
Круглошліфувальний 3М151Ф3					0,5	1,32	0,06	1,98	емульсія			
Р					ПИ	Д або В	L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити та закріпити деталь											
02	Поводковий патрон, центри											
03												
04	1. Шліфувати попередньо конус, на довжині 82js15, шаблон											
05												
06												
07	Б. Зняти деталь											
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												

15										
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА									

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7		
Дубл.														
Взам.														
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
												Листів 2	Лист 1	
Розроб.	Баркар Ю.С.													
Перевірив	Пацера С.Т.													
Погоджено														
Т. контр.														
Н. Контр.														055

Вал

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

KE	КАРТА ЕСКІЗІВ
-----------	----------------------

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2	
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
							Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
									Листів 2	Лист 2	
Розроб.	Баркар Ю.С.										
Перевірив	Пацера С.Т.										
Погоджено											
Т. контр.											
Н. контр											
Вал											055
Найменування операції		Матеріал		Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОИД
Зубошевінгвальна		Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71		170...217НВ	кг	4,4	Прокат Ø85x385			17	1
Устаткування, пристрій ЧПК		Позначення програми		Т о	Т в	Т пз	Т шт.			СОЖ	
Зубошевінгвальний 5702В				12,8	0,37	0,06	14,3			емульсія	
Р				П	Д або В	L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити та закріпити деталь										
02	Поводковый патрон, центри										
03											
04	1. Шевінгувати зуб'я m=4, Z=15, начисто										
05	Нормалемер М2-АВ, ГОСТ 7760-81										
06							0,2	1	0,05	125	28,76
07	Б. Зняти деталь										
08											
09											
10											
11											
12											
13											
14											
15											

ОК ОПЕРАЦІЙНА КАРТА

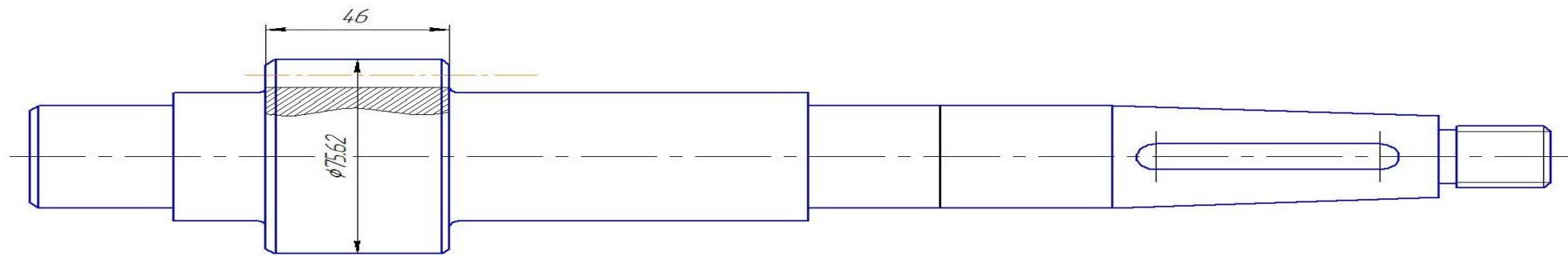
ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

Дубл.										
Взам.										
Подл.						Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

								Листів 2	Лист 1
Розроб.	Баркар Ю.С.								
Перевірів	Пацера С.Т.								
Погоджено									
Т. контр.				Вал					
Н. Контр.								055	

Ra 3.2

Модуль	<i>m</i>	4
Число зубьев	<i>z</i>	15
Угол наклона		19.6
Нормальный исходный контур		ГОСТ 13755-81
Направление линии зуба		Правое
Коэффициент смещения <i>X</i>	<i>X</i>	0
Степень точности		9-8-7-B
Делительный диаметр	<i>d</i>	105,826
Диаметр вершин зубьев	<i>da</i>	117,95



* Розмір забезпечити інструментом

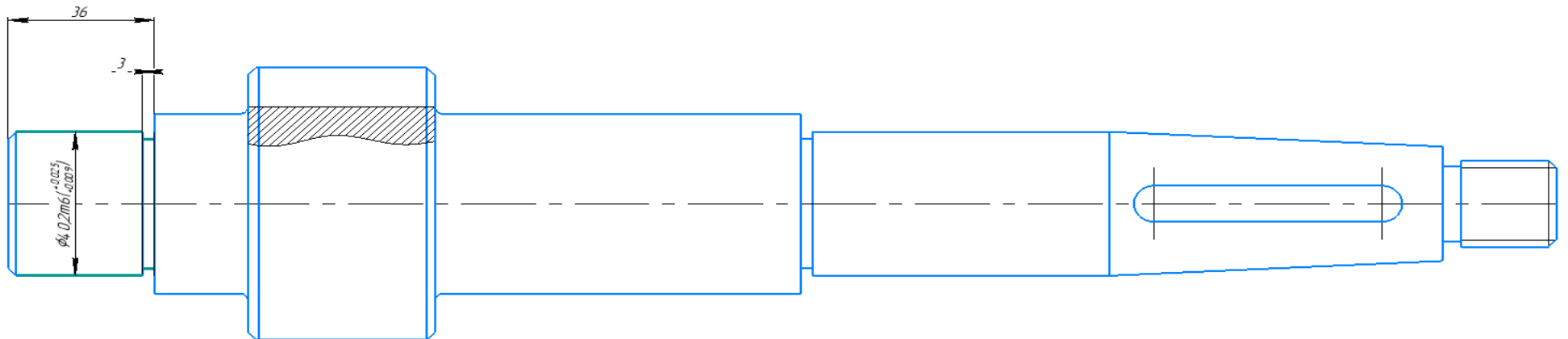
КЕ	КАРТА ЕСКІЗІВ
-----------	----------------------

ГОСТ 3.1404-86										Форма 2	
Дубл.											
Взам.											
Подл.											
							Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
									Листів 2	Лист 2	
Розроб.	Баркар Ю.С.										
Перевірив	Пацера С.Т.										
Погоджено											
Т. контр.											
Н. контр											
Вал											060
Найменування операції		Матеріал		Твердість		ЕВ	МД	Профіль та розміри		МЗ	КОИД
Круглошліфувальна		Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71		170...217НВ		кг	4,4	Прокат Ø85x385		17	1
Устаткування, пристрій ЧПК		Позначення програми		Т о	Т в	Т пз		Т шт.		СОЖ	
Круглошліфувальний 3М151Ф3				0,5	1,32	0,06		2,04		емульсія	
Р		ПИ	Д або В	L		t	i	S	n	V	
01	А. Встановити та закріпити деталь										
02	Поводковий патрон, центри										
03											
04	1. Шліфувати остаточно Ø40m6, на довжині 33										
05	Шліфувальний круг ПП 600x80x203, А4025СМ1К5, ГОСТ 2424-83 Гранична калібр-скоба Ø40m6 ГОСТ 17181-70										
06						0,2	1	0,002	300	30	
07	2. Шліфувати остаточно Ø40m6, на довжині 36										
08	Шліфувальний круг ПП 600x80x203, А4025СМ1К5, ГОСТ 2424-83 Гранична калібр-скоба Ø40m6 ГОСТ 17181-70										
09						0,2	1	0,002	300	30	
10	Б. Зняти деталь										
11											
12											
13											
14											

15										
OK	ОПЕРАЦІЙНА КАРТА									

										ГОСТ 3.1105-84		Форма 7		
Дубл.														
Взам.														
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
												Листів 2	Лист 1	
Розроб.	Баркар Ю.С.													
Перевірів	Пацера С.Т.													
Погоджено														
Т. контр.														
Н. Контр.				Вал										
												060		

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

KE	КАРТА ЕСКІЗІВ
-----------	----------------------

										ГОСТ 3.1404-86	Форма 2				
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
								Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
										Листів 2	Лист 2				
Розроб.	Баркар Ю.С.														
Перевірив	Пацера С.Т.														
Погоджено															
Т. контр.															
Н. контр															
Вал											065				
Найменування операції		Матеріал			Твердість	ЕВ	МД	Профіль та розміри			МЗ	КОИД			
Круглошліфувальна		Сталь 25ХГТ ГОСТ 4543-71			170...217НВ	кг	4,4	Прокат Ø85x385			17	1			
Устаткування, пристрій ЧПК		Позначення програми			Т о	Т в	Т пз	Т шт.		СОЖ					
Круглошліфувальний 3М151Ф3					0,7	1,32	0,06	2,26		емульсія					
Р					П	И	Д	або	В	L	t	i	S	n	V
01	А. Встановити та закріпити деталь														
02	Поводковый патрон, центри														
03															
04	1. Шліфувати остаточно конус, на довжині 82js15														
05	Шліфувальний круг ПП 600x80x203, А4025СМ1К5, ГОСТ 2424-83, гранична калібр-скоба Ø35,9 _{-0,1} ГОСТ 17181-70														
06											0,2	1	0,002	300	30
07	Б. Зняти деталь														
08															
09	Контролювати розміри -100 %														
10															
11															
12															
13															
14															
15															

OK | ОПЕРАЦІЙНА КАРТА

ГОСТ 3.1105-84 Форма 7

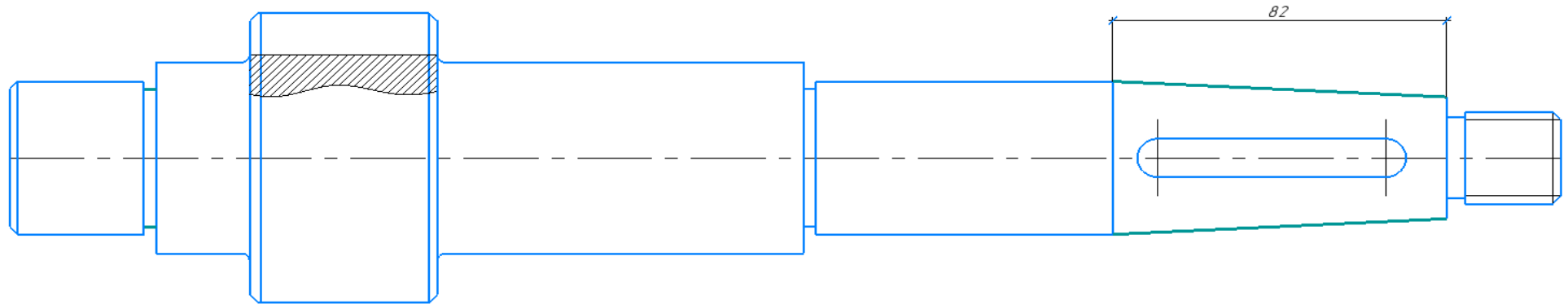
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
						Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
									Листів 2	Лист 1			

Розроб.	Баркар Ю.С.												
Перевірив	Пацера С.Т.												
Погоджено													
Т. контр.													
Н. Контр.													

Вал

065

Ra 3.2



* Розмір забезпечити інструментом

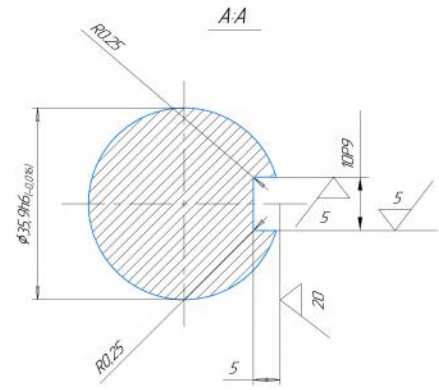
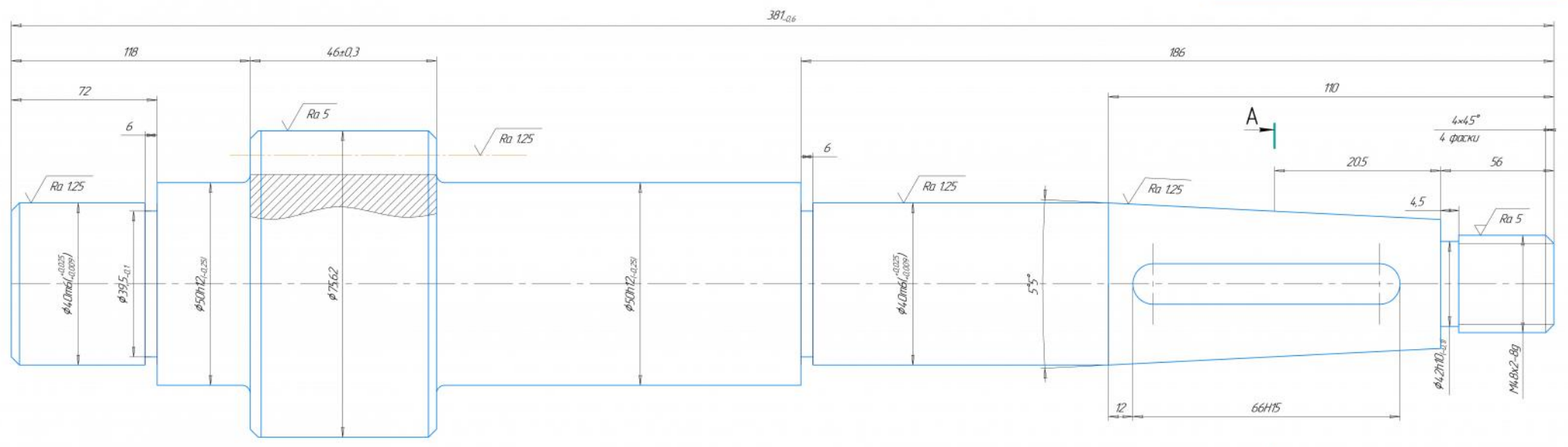
Дубл.														
Взам.														
Подл.										Изм	Лист	№ докум.	Підпис Листів 2	Дата Лист 2

Розроб.	Баркар Ю.С.												
Перевірів	Пацера С.Т.												
Погоджено													
Т. контр.													
Н. контр													

		Вал					
	Розмір, що контролюється	Вимірювальний інструмент	% Контроля	T _{штг}			
01	381-1,4	Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,05, ГОСТ 166-89	100%	1,17			
02	Ø4	Штангенциркуль ШЦ-II-500-0,05, ГОСТ 166-89	100%	1,17			
03	36±0,1;	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
04	61±0,15	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
05	103±0,2	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
06	Ø40,5-0,14,	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
07	Ø24,5-0,1	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
08	Ø39,5-0,1	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
09	Ø21-0,084	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
10	M24x2-8g	кільце різьбове М24 ГОСТ 17763-72	100%	11,42			
11	Ø75,62-0,12	калібр-скоба ГОСТ 18367-93	100%	11,42			
12	10-0,12	Калібр пробка Ø10Н9, ГОСТ 17180-70 Лінійка ШП-1-1000, ГОСТ 8026-75	100%	7,25			
13	15	Індикатор ИЧ-10, 1 кл, ГОСТ 577-68 Нормалемер М1-АВ, ГОСТ 7760-81	100%	6,43			
14	Ø40,2-0,057	ГОСТ 2424-83, калібр-скоба ГОСТ 17181-70	100%	1,93			
15	Ø40m6	Гранична калібр-скоба Ø40m6 ГОСТ 17181-70	100%	2,04			
16	82js15	гранична калібр-скоба Ø35,9-0,1 ГОСТ 17181-70	100%	1,98			
17							
18							
19							

КК

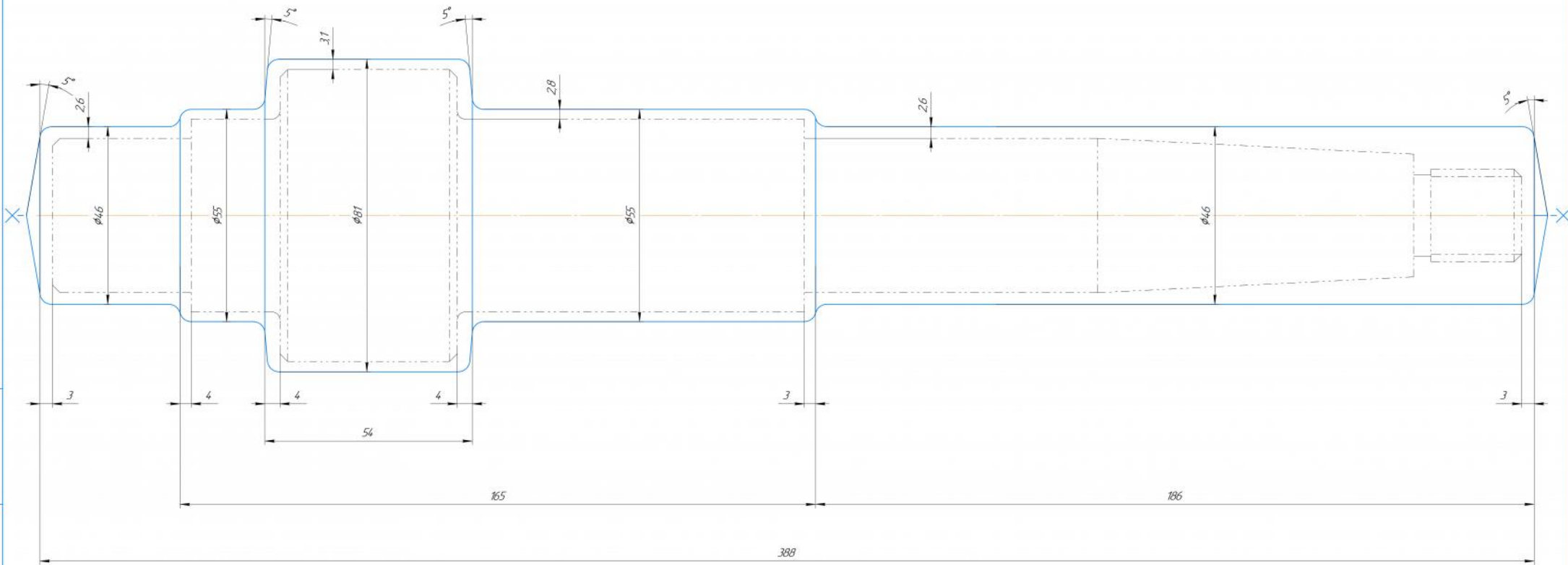
Модуль, мм	<i>m</i>	4
Число зуб'ів	<i>z</i>	15
Кут нахилу		19
Нормальний вихідний контур		ГОСТ13755-81
Напрямок лінії зуба		Праве
Коефіцієнт зміщення	<i>X</i>	0
Ступінь тоності		9-8-7-B
Ділячий діаметр	<i>d</i>	60
Діаметр вершин зуб'ів	<i>da</i>	75,62



1. 170...217 НВ, крім місця, вказаного особливо.
2. Невказані граничні відхилення H12, h12, ±IT12/2

ТММКвР.18.03.000.00.Кр1					
Вал					
Мат. Аст.	№ Штан.	Лист.	Дата.	Авт.	Маса
Резерв	Баркод ВС				4,4
Група	Познач С.Т.				21
Технік					
Начальн.					
Інж.					
25ХГТ ГОСТ 4543-71				131М-173-1	
Конструктор: Формат: А1					

Акт № маш. / Інш. у. дана / Век. у. д. № / Акт. № зб. / Інш. у. дана / Назв. деталі / Назв. групи



1. Незаданені штампувальні ухили 15°, радіуси R3
2. Допустиме зміщення по площині розсічу штампка - до 12
3. Твердість 156 ... 229 HB
4. Клас точності виготовлення - Т4, ступінь складності - С1
5. Допускається задирок після обрізки до 1 мм на сторону
6. Розміри без допусків витримувати до 0,8 мм

						ТММКВР.18.03.000.00.Кр2		
						Заготовка		
Мат. Ауст	№ Штанги	Лист	Дата	Лист	Маса	Масштаб		
Розроб	Баркав В.С.				84	2:1		
Гроби	Павлюк С.Т.						Лист	Листів 1
Технік								
Начальн								
Гроби	Гроби В.В.							
						25ХГТ ГОСТ 4543-71 131М-173-1		
						Корпусов		
						Формат А1		

Лист 1 з 1

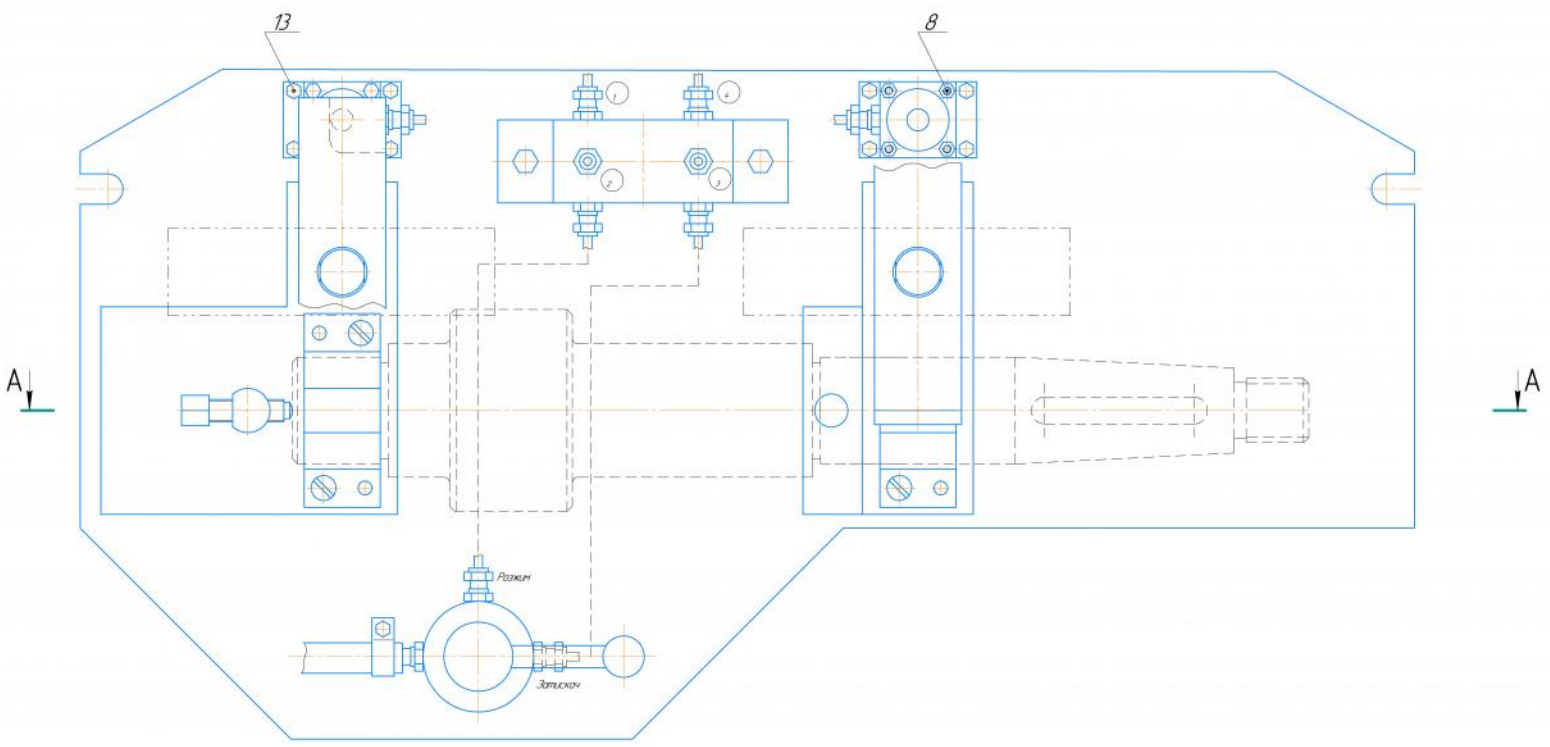
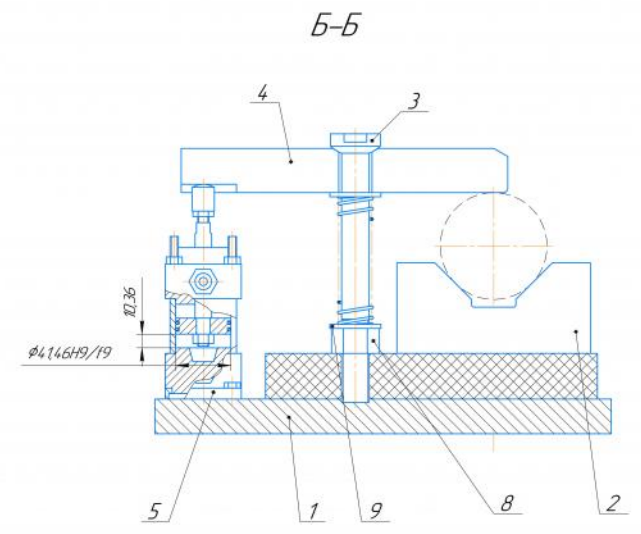
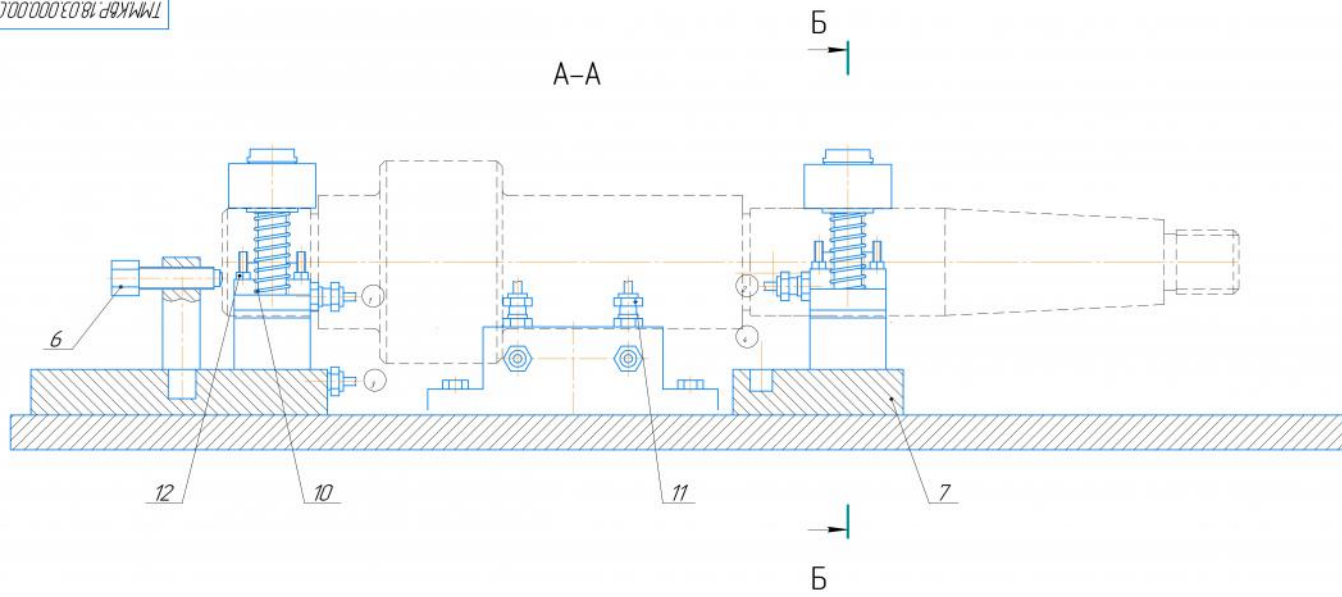
Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1



Поз.	Обозначення	Найменування	Кількість
Документація			
	ТММКВР.18.03.000.00.СБ	Складальне креслення	
Деталі			
1	ТММКВР.18.03.000.01	Стіл	1
2	ТММКВР.18.03.000.02	Пластина	2
3	ТММКВР.18.03.000.03	Болт	2
4	ТММКВР.18.03.000.04	Пружин	2
5	ТММКВР.18.03.000.05	Пневмоциліндр	2
6	ТММКВР.18.03.000.06	Болт	1
7	ТММКВР.18.03.000.07	Основа	1
Стандартні вироби			
8		Гайка ГОСТ 5915-70 M20x25	8
9		Шайба ГОСТ 11371-78 φ20	4
10		Пружинні сталеві ГОСТ 1576-86 φ26	2
11		Перехідник ГОСТ 20196-74 M12x1	11
12		Гайка ГОСТ 5915-70 M6x1	
13		Болт ГОСТ 7798-70 M6x1	16

ТММКВР.18.03.000.00.СБ

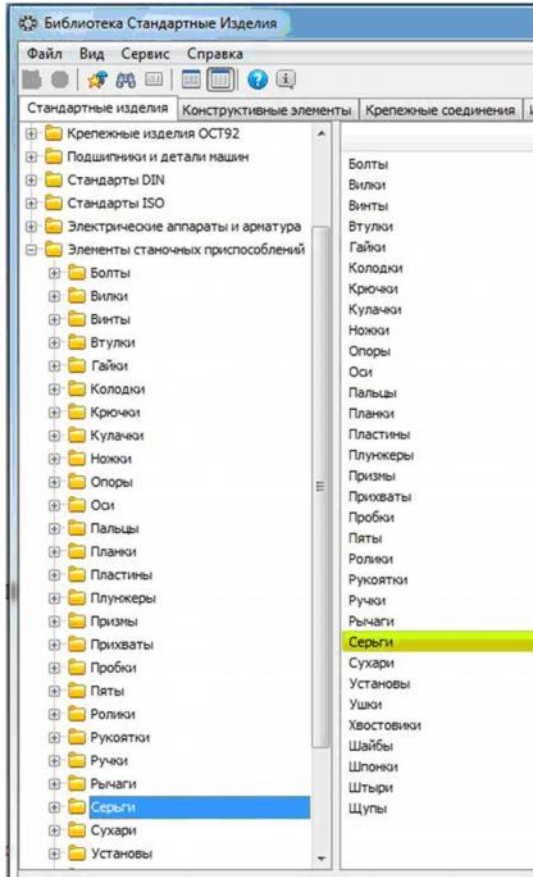
Верстатне пристосування

Лист	Маса	Масштаб
1		1

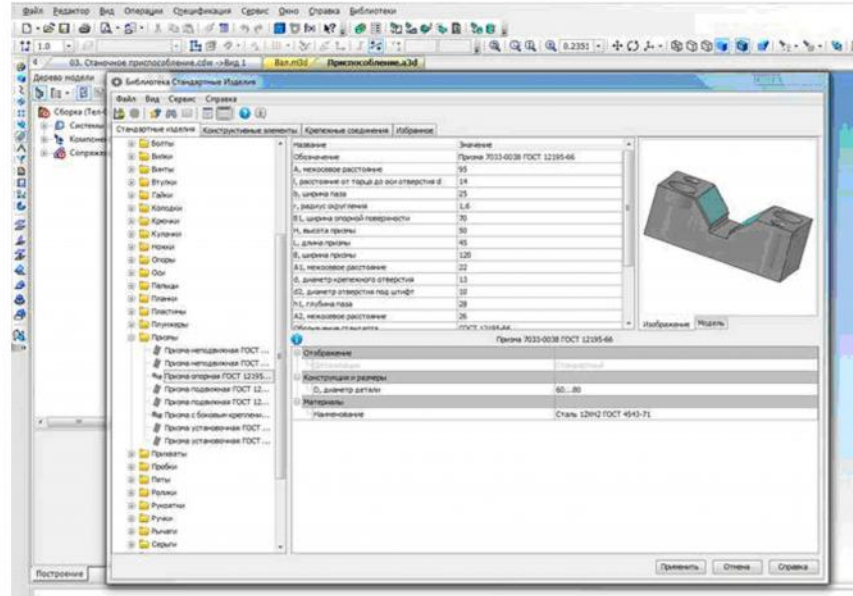
Корект.	Лист	Дата
Розроб.	Баркара В.С.	
Проб.	Павлюк С.Т.	
Начальн.		
Стр.	Григор'єв В.В.	

ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ У САД-СИСТЕМІ

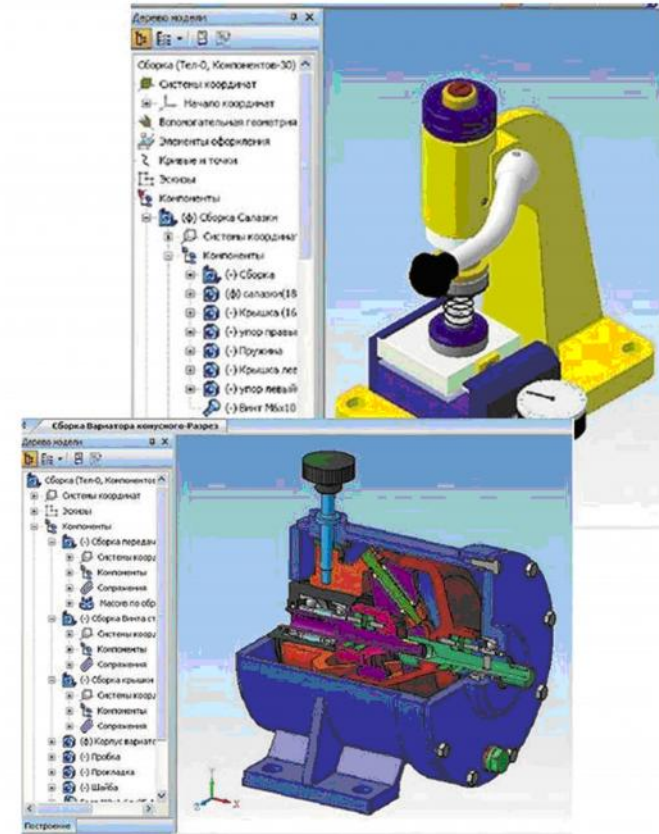
Використання бібліотеки стандартних виробів



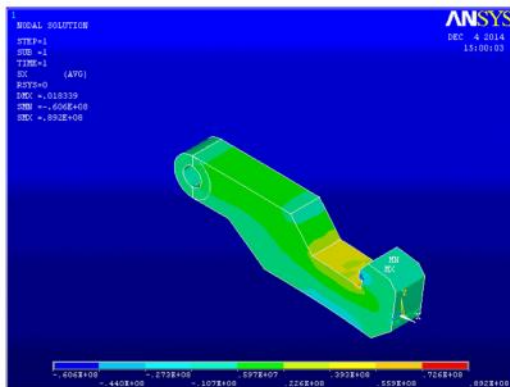
При розробці 3-D моделі приставування необхідно прагнути максимальне використання без даних стандартизованих та нормалізованих деталей та напівфабрикатів даних систем що дозволяє скоротити трудомісткість приблизно на 25%



Моделивання технологічної оснастки

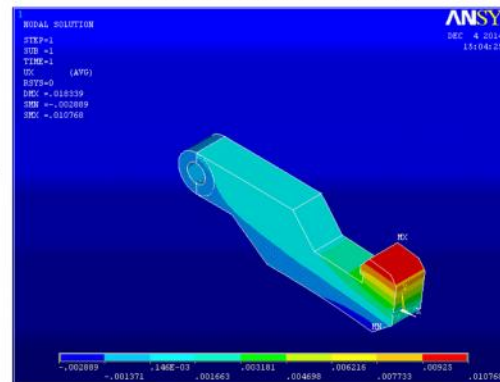


Аналіз міцності з використанням системи КОМПАС-аналіз



Для найбільш навантажених деталей приставувань можливе виконання аналізу на прочність з використанням системи КОМПАС-Аналіз

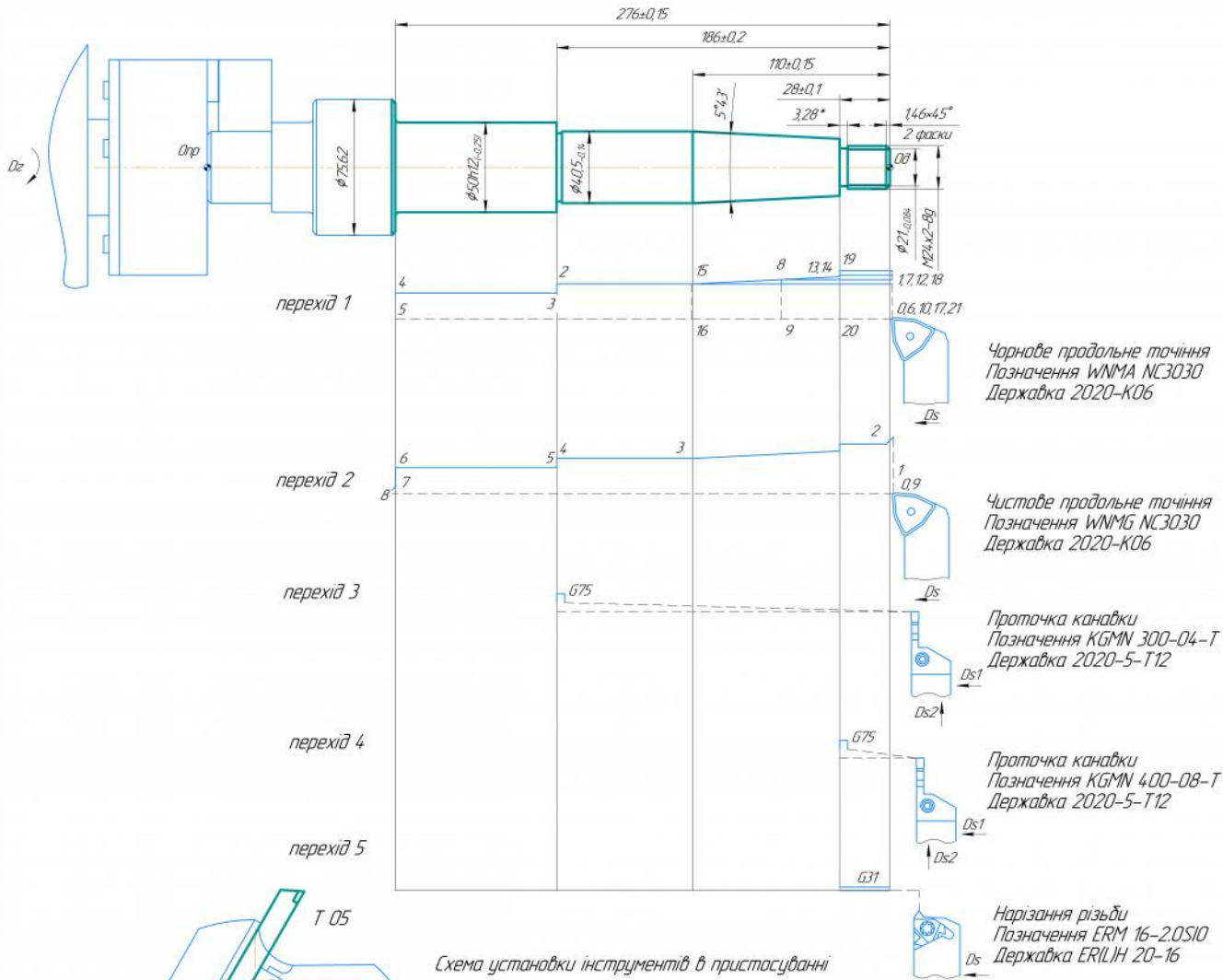
Приклади результатів аналізу



КОМПАС-3D для машинобудування – це необхідні та повнофункціональні набори спеціалізованих інструментів, покликаних прискорити проектування окремих видів промислової продукції. Дана система дозволяє:

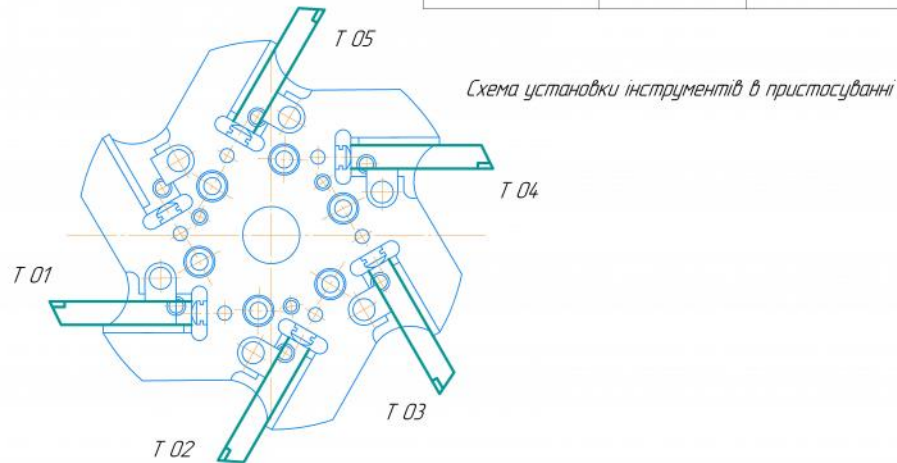
- оптимальне інструментальне рішення профільних завдань;
- прискорення процесу проектування та випуску конструкторської документації за рахунок використання повного набору додатків;
- конкурентна перевага від використання найсучасніших інструментів проектування АСКОН

Операція O20 – Токарна з ЧПК
Верстат PUMA PL2000L



Технічні характеристики

Довжина переміщень по осі Z (мм) 1050/1030
 Довжина переміщень по осі X (мм) 250/150
 Максимальний діаметр над супортом (мм) 430
 Число інструментальних позицій (шт) 12
 Швидкість шпинделя (об / хв) 5000
 Максимальний діаметр обробки (мм) 350/240
 Максимальна довжина обробки (мм) 1000



N переходу	Позиція інструменту	f	S ₀	V	n	T ₀
1	T 01	2,2	0,5	57,7	360	3,73
2	T 02	0,35	0,2	130	1000	2,33
3	T 03	0,35	0,2	130	1000	2,33
4	T 04	4,5	0,2	57,7	730	0,04
5	T 05	0,4	2,0	68	900	0,10

Відгук керівника кваліфікаційної роботи

Кваліфікаційна робота Баркара Юрія Сергійовича виконана на актуальну тему: Аналіз альтернативних варіантів обробки Валу із застосуванням САМ-модуля програми Компас 16.

Тема кваліфікаційної роботи розкрита в чотирьох розділах: аналітичному, технологічному, конструкторському, спеціальному. В аналітичному розділі показано, що конструкція деталі є технологічною.

В технологічному розділі виконано визначення типу виробництва, обґрунтування методу отримання заготовки, вибір методів обробки поверхонь деталі, формування маршруту обробки, вибір обладнання, розмірний аналіз та розробка технологічної документації.

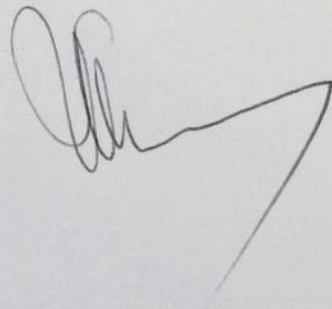
У конструкторському розділі було запроєктовано спеціального верстатного пристосування.

У спеціальному розділі розглянуто особливості САД-програмування у Компас-3D та САМ-системи «Токарная обработка. Модуль ЧПУ»

Кваліфікаційній роботі притаманні органічний зв'язок змісту пояснювальної записки з графічною частиною та наявність посилань на джерела інформації, логічна послідовність викладу матеріалу. Кваліфікаційна робота заслуговує оцінки «добре».

Керівник кваліфікаційної роботи

професор



Пацера С.Т.