

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

БДР.ПМ–013.00.000.ПЗ

Група ПМ-18-1

Логаза Антон Вікторович

2022

Міністерство освіти та науки України
Івано-Франківський національний технічний університет
нафти і газу

Інститут інженерної механіки
Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Логаза Антон Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

УДК 621.91
(індекс)

БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА

Технологічні аспекти вдосконалення механічної обробки деталі «Вал ТП
22.05.196.002» в умовах середньосерійного виробництва
(назва роботи)

Комп'ютеризовані та роботизовані технології машинобудування
(назва освітньої програми)

131 – Прикладна механіка
(шифр і назва спеціальності)

А.В. Логаза
(підпис, ініціали та прізвище здобувача освітнього ступеня)

Науковий керівник Пітулей Лоліта Дмитрівна, доцент кафедри КМВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

професор _____ Панчук В.Г.
(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Рецензент

(посада) (підпис) (дата) (ініціали та прізвище)

Робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

м.Івано-Франківськ-2022 рік

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут інженерної механіки

Кафедра комп'ютеризованого машинобудування

Освітній рівень – бакалавр

Спеціальність 131 – Прикладна механіка

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

<____>

_____ 20 ____ року

ЗАВДАННЯ **НА БАКАЛАВРЬСКУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Логаза Антону Вікторовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Технологічні аспекти вдосконалення механічної обробки деталі «Вал ТП 22.05.196.002» в умовах середньосерійного виробництва

кервіник роботи: Пітулей Лоліта Дмитрівна, доцент кафедри КМВ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “___” _____ 20__ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи: креслення деталі «Вал ТП 22.05.196.002» _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Конструкторсько-технологічний аналіз, проектування технології виготовлення деталі, проектування технологічної оснастки, створення керуючої програми для обробки на верстаті ЧПК.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Креслення деталі та заготовки – 1 лист А1, креслення різального інструменту –

1 лист А1, креслення базувальної призми – 1 лист А2.

ЗМІСТ

Вступ	8
Розділ 1. Конструкторсько-технологічний аналіз	
1.1 Аналіз призначення і конструкції деталі.....	9
1.2 Аналіз технологічності деталі.....	12
1.3 Визначення організаційних умов виробництва.....	14
Розділ 2. Проектування технології виготовлення деталі	
2.1 Вибір заготовки.....	15
2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі.....	18
2.3 Вибір засобів технологічного оснащення.....	21
2.4 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки.....	24
2.5 Визначення режимів різання.....	25
2.6 Нормування технологічної операції.....	27
2.7 Аналіз техніко-економічних показників.....	28
Розділ 3. Проектування технологічної оснастки	
3.1 Пристрій для механічної обробки.....	
3.2 Конструкція та характеристика різального обладнання	
3.3 Сучасний вимірний та контрольний інструмент	
Розділ 4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті ЧПК	
4.1 Вибір верстатного обладнання з ЧПК.....	
4.2 Процес створення керуючої програми із застосуванням ПЗ.....	
Висновки	
Список використаних джерел	
Додатки	

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>		<i>Лозаза А.В.</i>			<i>Пояснювальна записка</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевірів</i>		<i>Пітулей Л.Д.</i>						
<i>Затвердив</i>						<i>ПМ-18-1 ІФНТУНГ</i>		

Анотація

Бакалаврська робота на тему: Технологічні аспекти вдосконалення механічної обробки деталі «Вал ТП 22.05.196.002» в умовах середньосерійного виробництва. Дана робота викладена у 47-ох аркушах та складається з 12-ти рисунків, 10-ти таблиць, 2-х додатків. При розрахунках робіт було використано 10 бібліографічних найменувань.

Об'єкт дослідження – типові процеси механічної обробки валів.

Предмет дослідження – вдосконалення механічної обробки деталі «Вал ТП 22.05.196.002».

Мета роботи – аналіз технологічного забезпечення процесу виготовлення деталі «Вал ТП 22.05.196.002» в умовах середньосерійного виробництва.

Основним завданням роботи є розроблення технологічного процесу для деталі, вибір необхідних верстатів для обробки, створення та проектування пристроїв та технологічного оснащення. Відповідно до поставленої задачі в технологічній частині бакалаврської роботи було проаналізовано конструкцію, призначення та умови роботи деталі, визначено річну програму випуску та кількість деталей у партії, проаналізовано та застосовано кращі методи отримання заготовки, запропоновано проектний технологічний процес. Для проектного технологічного процесу вибрано сучасне верстатне та різальне обладнання, розраховано режими різання, припуски на механічну обробку, проведено аналіз точності обробки розмірів безпровідними щупами, та розраховано норми часу на виконання операцій. В конструкторській частині спроектовані верстатні пристрої. В додатках наведена технологічна документація до маршруту механічної обробки, специфікації верстатних пристроїв.

Ключові слова: технологічний процес, способи формоутворення механічна обробка, режим різання, припуски на механічну обробку, точність розмірів, якість поверхні, пристрої, технологічне оснащення, креслення деталі, тривимірна модель.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

Annotation

Bachelor's thesis on the topic: Technological aspects of improving the machining of parts "Shaft TP 22.05.196.002" in terms of medium-scale production. This work is presented in 47 sheets and consists of 12 figures, 10 tables, 2 appendices. 10 bibliographic titles were used in the calculations of the works.

The object of study - typical processes of mechanical processing of shafts.

The subject of research is the improvement of machining of the part "Shaft TP 22.05.196.002".

The purpose of the work is the analysis of technological support of the manufacturing process of the part "Shaft TP 22.05.196.002" in the conditions of medium-scale production.

The main task of the work is to develop the technological process for the part, the selection of the necessary machines for processing, creation and design of devices and technological equipment. In accordance with the task in the technological part of the bachelor's work was analyzed design, purpose and operating conditions of the part, determined the annual production program and the number of parts in the batch, analyzed and applied the best methods of obtaining the workpiece, proposed design process. Modern machine and cutting equipment was selected for the design process, cutting modes, machining allowances were calculated, analysis of dimensional accuracy with wireless probes was performed, and time norms for operations were calculated. Machine tools are designed in the design part. The appendices contain technological documentation for the route of machining, specifications of machine tools.

Key words: technological process, methods of forming, machining, cutting mode, allowances for machining, dimensional accuracy, surface quality, devices, technological equipment, drawing details, three - dimensional model.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

ВСТУП

Машинобудування є основою розвитку промислового комплексу України. Еволюція цієї галузі пов'язана з прогресом верстатобудування, оскільки металорізальні верстати разом з деякими іншими видами технологічних машин забезпечують виготовлення будь-якого нового обладнання. Технічний процес машинобудування характеризується як поліпшенням конструкцій машин, так і неперервним удосконаленням технології їх виробництва. Головна задача технології машинобудування – виготовити машину заданої якості у необхідній кількості при найменших витратах матеріалів, мінімальній собівартості та високій продуктивності.

Розвиток машинобудування та удосконалення його продукції викликає потребу в обробці дедалі складніших за формою деталей, з більш високими вимогами до точності. Виникають нові й удосконалюються існуючі технології обробки. Це зумовило інтенсифікацію процесу технічного переозброєння підприємств, підвищення вимог до металорізального обладнання та його удосконалення в напрямі технічних можливостей, точності, жорсткості, продуктивності обробки, автоматизації процесів. У результаті стрімкого розвитку проектування складних технічних об'єктів з'являються багатоопераційні верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК) нового покоління, на яких, не знімаючи деталь з верстата, можна виконати токарну, свердлильну, розточувальну, фрезерувальну, шліфувальну обробку в трикоординатному просторі. Верстати з ЧПК характеризуються виробничою гнучкістю, здатністю швидко переналагоджуватися на обробку різних деталей. Для цього потрібно всього лише замінити управляючу програму. Вже перевірена і відпрацьована програма може бути використана у будь-який момент і будь-яке число разів. Ці верстати забезпечують вищу геометричну точність оброблених деталей, що пояснюється їх вищою статичною і динамічною жорсткістю, а також більш високою точністю позиціонування і повторюваності траєкторії руху інструменту відносно заготовки, що оброблюється. Зменшення витрат на виготовлення деталей у машинобудуванні є однією з основних умовою підвищення прибутковості й конкурентоспроможності машинобудівного виробництва в ринкових умовах.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		8

Розділ 1. Конструкторсько-технологічний аналіз

1.1 Аналіз призначення і конструкції деталі

Деталі типу тіл обертання є складовою частиною майже усіх машин та механізмів. Усе різноманіття тіл обертання можна розподілити на деталі загальномашинобудівного, спеціалізованого та спеціального призначення. До деталей типу тіл обертання загальномашинобудівного призначення відносяться: вали, осі, диски, втулки, зубчасті колеса, фланці, шківни, барабани, зірочки та ін.

Вали широко використовуються у механізмах машин для передачі обертального руху та крутного моменту. Їх розрізняють за службовим призначенням, конструкцією, розмірами та матеріалом. Вони можуть бути безступінчасті та ступінчасті, суцільні та пустотілі, гладкі та шліцьові, вали-шестірні, а також комбіновані в різних поєднаннях.

Таблиця 1.1 – Характеристики поверхонь деталі

№ поверхні	Геометрична форма, профіль поверхні	Службове призначення (функції) поверхні	Розмір, допуск, квалітет	Шорсткість, мкм
1,19	торцева	торець	$\varnothing 26h14; \varnothing 21_{-0,2}$	Ra 6,3
2,12,16,18	конічна	фаска	$3_{-0,2}$	Ra 6,3
3,15	циліндрична	пов.(підшипники)	30k6;30h9	Ra 3,2
4,8	торцева	-	$\varnothing 36h14; \varnothing 45h14$	Ra 6,3
5,7,9,13	циліндрична	-	$\varnothing 35; \varnothing 36; \varnothing 45; (IT/2)$	Ra 6,3
6,14	фасонна	-	R=3	
10	конічна	фаска	$4_{-0,4}$	Ra 6,3
11,17	циліндрична	пов.(шпонкове)	$\varnothing 40r6; \varnothing 25k6$	Ra 0,8
20,22	призматична	шпонковий паз	22H14x12P9; 26H14x8P9	Ra 6,3
21,23	призматична	шпонковий паз	5H12;4 ^{+0,2} H14	Ra 6,3

З якості поверхонь 3 та 15, робимо висновки, що ці поверхні на посадку під підшипники. Поверхні 20,21,22,23 під шпонкове з'єднання.

					БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1.2 – Хімічний склад (Ст45 у відповідності ДСТУ 7809)у %

C	Si	Mn	P	Ni	Cr	S	Cu	As	Fe
0,42-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	<0,035	<0,25	<0,25	<0,04	<0,25	<0,08	97

Таблиця 1.3 –Механічні властивості (нормалізації по ДСТУ 7809)

Межа плинності σ_T , Н/мм ²	Тимчасовий супротив σ_B , Н/мм ²	Відносне видовження δ_5 , %	Відносне звуження ψ , %
355	600	16	40

Матеріал, що оброблюється, відноситься до групи Р (нелеговані та високолеговані сталі) за оброблюваністю згідно класифікації ISO-513:2012.

Найбільш поширені в машинобудуванні, у тому числі у верстатобудуванні, різноманітні ступінчасті вали середніх розмірів, серед яких мають перевагу гладкі. Більш 85 % загальної кількості типорозмірів ступінчастих валів в машинобудуванні складають вали довжиною 150 - 1000 мм. За формою геометричної осі вали можуть бути прямими, колінчастими, кривошипними та ексцентриковими (кулачковими). Вали різноманітні за службовим призначенням, конструктивній формі, розмірам та матеріалам. Не дивлячись на це, технологу при розробці технологічного процесу виготовлення валів доводиться вирішувати багато однотипних задач. Тому є доцільним користуватися типовими процесами, що розроблені на базі класифікації. Під типовою деталлю розуміють сукупність деталей, що мають однаковий план операцій, які здійснюються в основному однаковими методами з використанням однорідного обладнання, пристосувань, інструментів. Такі деталі, що мають спільні конструктивні та технологічні ознаки, у серійному виробництві при організації роботи за принципом потоку обробляють на одній верстатній лінії з обладнанням, розташованим за типовим технологічним маршрутом.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Аналіз технологічності деталі

Технологічність — це комплекс особливостей конструкції деталі, що дозволяє застосувати найбільш досконалі сучасні технології її виготовлення. Оцінюється за такими ознаками:

— можливість групової обробки, що знижує кількість потрібного оснащення й інструменту; може використовуватись одна базова комплексна керуюча програма, в результаті редагування якої отримують програми на деталі групи;

— ступінь уніфікації елементів деталі — визначається кількістю інструментів, застосованих для обробки;

— інструмент має бути стандартним; використання спеціального інструменту можливе тільки як виняток;

— мінімальна кількість перестановок у ході обробки;

— жорсткість деталі — мінімальна деформація під час обробки;

— оброблюваний контур деталі має складатися з відрізків прямої, дуг кола, відрізків параболи, іншої кривої, яку можна описати математично.

Виходячи з конструкції деталі, що представляє собою типовий гладкий нежорсткий вал, робимо висновок, що деталь — технологічна.

План операції обробки деталі на токарному верстаті з ЧПК розробляють за такою послідовністю: аналізуємо креслення, виділяємо поверхні обробки та базові поверхні, призначаємо додаткову обробку базових поверхонь, встановлюємо вимоги до оброблюваних поверхонь після обробки: точність виконуваних розмірів та геометричного розташування поверхонь, шорсткість, припуски й допуски на поверхні, які оброблюються на верстаті з ЧПК, складаємо план операції: послідовність обробки поверхонь і технологічний регламент обробки кожної.

Зовнішні поверхні ступінчастих валів обточують на токарних, токарно-копіювальних, горизонтальних багато-різцевих верстатах, на вертикальних одношпindelних та багатошпindelних автоматах, а також на верстатах з ЧПК.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		11

Таблиця 1.4 – План механічної обробки поверхонь

№ поверхні	Послідовність обробки (методи, вид); інструменти	Точність, шорсткість	Тип верстата; пристрій
1,19	Точніня чорнове (різець)	168 Ra 6,3	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
2,12,16,18	Точніня чорнове (різець)	2*45H14 Ra6,3	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
3,15	Точіння чорнове та чистове (різець)	30k6;30h9 Ra 3,2	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
4,8	Точніня чорнове (різець)	Ø36h14; Ø45h14	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
5,7,9,13	Точніня чорнове (різець)	Ø35; Ø36; Ø45;(IT/2)	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
10	Точніня чорнове (різець)	3*45H14 Ra6,3	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
11	Точніня чорнове (різець)	Ø40r6	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
17	Точіння чорнове та чистове (різець)	Ø25k6	Токарний з ЧПК HAAS ST-15
20,22	Фрезерування (фреза)	22H14x12P9; 26H14x8P9	Фрезерний з ЧПК VF-1
21,23	Фрезерування (фреза)	5H12;4 ^{+0,2} H14	Фрезерний з ЧПК VF-1

Центрування заготовок в серійному та масовому виробництвах виконують на спеціальних одно - або двобічних центрувальних верстатах, а також на фрезерно-центрувальних верстатах.

Деякі моделі фрезерно-центрувальних верстатів дозволяють окрім фрезерування торців та центрування отворів також обточувати крайні шийки валу з одного установу, що створює, таким чином, основні технологічні бази з мінімальними похибками.

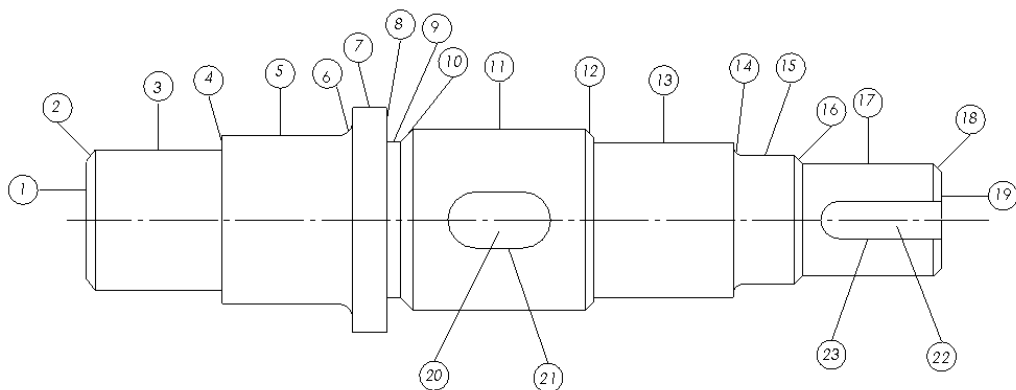


Рисунок 1.1 – Поверхні деталі

1.3 Визначення організаційних умов виробництва

Тип виробництва: середньосерійне.

Режим роботи підприємства: 2 зміни за добу.

Дійсний річний фонд робочого часу обладнання:

$$F_d = 8 \cdot 249 \cdot 2 \cdot 0,9 = 3585,6 \text{ год};$$

Число робочих днів у році: $F = 249$ днів;

Періодичність запуску партій деталей у виробництво:

$$a = (249 \cdot n) / N = 14 \text{ днів};$$

Дійсний фонд робочого часу обладнання за 1 зміну: $F_o = 480$ хв;

Нормативний коефіцієнт завантаження верстатів: 0,8;

Коефіцієнт серійності : $K_c = 15$;

Кількість операцій обробки : $n = 3$;

Сумарний штучний час, хв.: $\sum T_{шт} = 3,91$;

Середній штучний час, хв.: $T_{шт.сер} = \sum T_{шт} / n = 1,3$

Такт випуску деталей, хв. :

$$t_B = K_c \cdot T_{шт.сер} = 19,5;$$

Річна програма випуску деталей, штук за рік :

$$\text{– розрахункова: } N = F_d \cdot 60 / t_B = 11032;$$

$$\text{– прийнята: } N = 11030;$$

Розрахункова кількість деталей в партії, шт.:

$$n_p = N \cdot a / F = (11030 \cdot 14) / 249 = 620;$$

Розрахункове число змін для обробки партії:

$$C_p = T_{шт.сер} \cdot n_p / (F_o \cdot 0,8) = 2,099$$

Прийнята кількість змін : $C_{пр} = 2$

Прийнятий обсяг партії деталей, шт. :

$$n_d = C_{пр} \cdot F_o \cdot 0,8 / T_{шт.сер} = 590;$$

Тобто обсяг партії приймаємо $n_d = 590$ деталей.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Розділ 2. Проектування технології виготовлення деталі

2.1 Вибір заготовки

Вали в основному виготовляють з конструкційних та легованих сталей. Ці сталі повинні мати високу міцність, добру оброблюваність, малу чутливість до концентрації напруги, а для підвищення зносостійкості повинні підлягати термічній обробці. Таким вимогам найбільш повно відповідають конструкційні сталі 35, 40, 45, 40Х, 50Х, 40Г2, азотовані 38ХМЮА і цементовані 12Х2Н4А, 12ХН3А та інші. Леговані сталі в порівнянні з конструкційними використовують не так часто через те, що вони більш коштовні, а також мають підвищену чутливість до концентрації напруги. Продуктивність механічної обробки валів залежить від виду матеріалу, розмірів та конфігурації заготовки, а також характеру виробництва.. У виробництві з великою програмою випуску, а також при виготовленні валів більш складних за конфігурацією зі ступенями з великою різницею діаметрів заготовки доцільно отримувати методами пластичного деформування: куванням, штампуванням, періодичним прокатуванням, стискуванням на ротаційно-кувальних машинах, електровисадкою. Ці методи дозволяють отримати заготовки за формою та розмірами найбільш близькі до готової деталі, що значно підвищує продуктивність механічної обробки, значно зменшує металомісткість. При механічній обробці валів на настроєних та автоматизованих верстатах пред'являються підвищені вимоги до точності заготовки. Для отримання таких заготовок використовують перспективний та високопродуктивний метод обробки ступінчастих валів – поперечно-гвинтова прокатка на тривалкових станах. Робота тривалкових станів легко піддається автоматизації, включаючи рух подачі заготовки, її нагрівання, прокатку, розрізування на мірні заготовки, охолодження прокату, укладання та упакування. Існує також метод радіального стиснення. Отримані цим методом заготовки мають малі припуски, високу точність ($\pm 0,02 - 0,2$ мм), та шорсткість поверхні Ra 0,63 - 0,32 мкм.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оскільки маса деталі невідома, то щоб отримати її потрібно знати об'єм та питому вагу сталі. Розрахуємо об'єм, як суму об'ємів окремих частин валу:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n;$$

$$V_1 = \pi * r^2 * h_1 = 3,1415 * 15^2 * 20,8 = 14702 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 1)}$$

$$V_2 = \pi * r^2 * h_2 = 3,1415 * 18^2 * 27,6 = 28093 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 2)}$$

$$V_3 = \pi * r^2 * h_3 = 3,1415 * 22,5^2 * 7,2 = 11451 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 3)}$$

$$V_4 = \pi * r^2 * h_4 = 3,1415 * 17,5^2 * 1,6 = 1539 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 4)}$$

$$V_5 = \pi * r^2 * h_5 = 3,1415 * 20^2 * 31,6 = 39709 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 5)}$$

$$V_6 = \pi * r^2 * h_6 = 3,1415 * 18^2 * 28,8 = 29314 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 6)}$$

$$V_7 = \pi * r^2 * h_7 = 3,1415 * 15^2 * 15,6 = 11026 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 7)}$$

$$V_8 = \pi * r^2 * h_8 = 3,1415 * 12,5^2 * 28,8 = 14137 \text{ мм}^3; \text{(циліндрична форма 8)}$$

$$V_{\phi 1} = \frac{1}{3} \pi * h * (r_1^2 + r_1 * r_2 + r_2^2) = 1070 \text{ мм}^3; \text{(січений конус(фаска 1))}$$

$$V_{\phi 2} = \frac{1}{3} \pi * h * (r_1^2 + r_1 * r_2 + r_2^2) = 3318 \text{ мм}^3; \text{(січений конус(фаска 2))}$$

$$V_{\phi 3} = \frac{1}{3} \pi * h * (r_1^2 + r_1 * r_2 + r_2^2) = 2270 \text{ мм}^3; \text{(січений конус(фаска 3))}$$

$$V_{\phi 4} = \frac{1}{3} \pi * h * (r_1^2 + r_1 * r_2 + r_2^2) = 1191 \text{ мм}^3; \text{(січений конус(фаска 4))}$$

$$V_{\phi 5} = \frac{1}{3} \pi * h * (r_1^2 + r_1 * r_2 + r_2^2) = 833 \text{ мм}^3; \text{(січений конус(фаска 5))}$$

$$V = 14702 + 28093 + 11451 + 1539 + 39709 + 29314 + 11026 + 14137 + 1070 + 3318 + 2270 + 1191 + 833 = 156383 \text{ мм}^3 \text{ або } 0,000156383 \text{ м}^3;$$

За довідниками підберемо для марки Ст45 питому вагу: $\rho = 7850 \text{ кг/м}^3$

За формулою визначимо кінцеву масу деталі (без врахування шпонкових пазів):

$$m = \rho * V = 7850 * 0,000156383 = 1,23 \text{ кг};$$

Визначаємо масу поковки:

$$m_k = m * K_p = 1,23 * 1,3 = 1,59 \text{ кг};$$

Клас точності поковки: (закрита штамповка) Т3;

Група сталі: М2 – сталь з масовою долею вуглеця вище 0,35 до 0,65 %, та включення сумарної масової долі легуючих елементів більше 2 до 5 %;

					БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Ступінь складності: $G_p/G_f = 1,7192/2,0911=0,86$, що відповідає С1;

Конфігурація площини роз'єму штампу – П (плоский);

За визначеними вище параметрами підберемо початковий індекс за табличним значення по ГОСТ 7505-89, що рівний 8.

Таблиця 2.1 – Припуски, розміри і допуски заготовки

Розмір деталі, мм	Допуск розміру, мм	Основний припуск на механічну обробку (на сторону), мм	Додатковий припуск на сторону, мм	Розмір заготовки, мм
168	1,6	1,5	0,4	171±0,8
23	1,0	1,1	0,2	25±0,5
28	1,0	1,1	0,2	30±0,5
32	1,0	1,1	0,2	34±0,5
29	1,0	1,1	0,2	31±0,5
16	1,0	1,1	0,1	18±0,5
Ø45	1,2	1,3	0,2	Ø48±0,6
Ø40к6	1,2	1,2	0,2	Ø42±0,6
Ø36	1,0	1,1	0,2	Ø38±0,5
Ø35	1,0	1,1	0,2	Ø37±0,5
Ø30к6	1,0	1,2	0,2	Ø32±0,5
Ø30h9	1,0	1,2	0,2	Ø32±0,5
Ø25к6	1,0	1,1	0,2	Ø27±0,5

$$K_{\text{вм}} = M_{\text{д}}/M_{\text{з}} = 1,23/1,59 = 0,77 < 0,8;$$

– тобто за використанням матеріалу деталей також технологічна.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2.2 Вибір маршруту і операцій обробки деталі

Для обробки на звичайних токарних верстатах найбільш технологічною вважається форма виробу, яка складається з як найменшого числа циліндричних ділянок та прямих торців. Для верстатів з ЧПУ утворення більшого числа циліндричних та конічних ступеней, сферичних та інших фасонних поверхонь не пов'язано з перешкодами їх виготовлення, але незначно збільшує трудомісткість програмування. Використовування токарних верстатів з ЧПУ відкриває можливість поліпшення функціональних властивостей виробів за рахунок конструювання виробів складної форми, які більш відповідають своєму призначенню за конфігурацією.

Крізні та закриті з однієї сторони шпонкові канавки виготовляють фрезеруванням дисковими фрезами. Фрезерування канавки відбувається за один-два проходи. Цей спосіб найбільш продуктивний і забезпечує достатню точність ширини канавки.

Закриті шпонкові канавки виготовляються кінцевими фрезами за один або декілька проходів. Для отримання за шириною точних канавок застосовуються спеціальні шпонково-фрезерні верстати з маятниковою подачею, що працюють кінцевими двоспіральними фрезами з лобовими різальними кромками. При цьому способі фреза врізається на 0,1 - 0,3 мм і фрезерує канавку на всю довжину, потім знову врізається на ту ж глибину і фрезерує канавку знову на всю довжину, але в іншому напрямку і так далі. Цей метод є найбільш раціональним для виготовлення шпонкових канавок в серійному та масовому виробництві.

Різка скорочення витрат при обробці виробів на верстатах з ЧПУ, як показують розрахунки, може бути досягнуто за рахунок широкого використання типізованих технологічних рішень, перевірених в конкретних виробничих умовах.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Опис проектної технології обробки деталі

№ операції	Назва операції		Ескіз обробки деталі на операції
	Верстат (потужн.); пристрій; оснастка		
№№ переходів	Основні технологічні переходи; інструмент	№ обр. пов.	
005	Контрольна		
010	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>А – установити та закріпити деталь у патроні верстата.</p> <p>1. Підрізати торець L=15 мм.</p> <p>2. Точити поверхню витримуючи р-р Ø30 мм.</p> <p>3. Точити поверхню з уступом (галтеля R=3 мм) витримуючи р-р Ø36 мм.</p> <p>4. Точити поверхню витримуючи р-р Ø45 мм.</p> <p>5. Точити фаску 2x45°</p> <p>6. Точити поверхню витримуючи р-р Ø30 мм начисто.</p> <p>Б – зняти деталь</p> <p>Токарний з ЧПК ST-15</p> <p>Патрон трикулачковий АМ-2</p>	<p>1</p> <p>3,4</p> <p>5,6</p> <p>7</p> <p>2</p> <p>3</p>	
015	<p>Токарна з ЧПК</p> <p>А – установити та закріпити деталь у патроні верстата.</p> <p>1. Підрізати торець L=12 мм.</p> <p>2. Точити поверхню витримуючи р-р Ø25 мм.</p>	<p>19</p> <p>17</p>	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

	<p>3. Точити поверхню з уступом (галтеля R=3 мм) витримуючи р-р Ø30 мм</p> <p>4. Точити поверхню витримуючи р-р Ø36 мм</p> <p>5. Точити поверхню витримуючи р-р Ø40 мм</p> <p>6. Точити канавку</p> <p>7. Точити фаску 3x45°</p> <p>8. Точити фаску 2x45°</p>	<p>15</p> <p>13</p> <p>11</p> <p>9,8</p> <p>10</p> <p>12,</p> <p>16</p> <p>,18</p> <p>17</p>	
	<p>9. Точити поверхню витримуючи р-р Ø25 мм начисто</p> <p>10. Точити поверхню витримуючи р-р Ø30 мм начисто</p> <p>11. Точити поверхню витримуючи р-р Ø40 мм начисто</p> <p>Б – зняти деталь</p>	<p>15</p> <p>11</p>	
020	<p>А – установити та закріпити деталь у патроні верстата.</p> <p>1. Фрезерувати закритий шпонковий паз р-р 22Н14 мм</p> <p>2. Фрезерувати відкритий шпонковий паз р-р 26 мм</p> <p>Б – зняти деталь</p> <p>Фрезерний верстат VF-1</p> <p>Базуюча призма</p>	<p>20,</p> <p>21</p> <p>22,</p> <p>23</p>	
025	Контрольна	-	-

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ

Арк.

19

2.3 Вибір засобів технологічного оснащення

Токарний різець – однолезовий інструмент для оброблення з поступальним або обертальним головним рухом різання та можливістю руху подачі у будь якому напрямку.

Токарні різці призначені для оброблення деталей з циліндричними, конічними, фасонними і торцевими поверхнями, що утворюються в результаті обертання заготовки і переміщення різця відносно осі обертання. Відігнутий прохідний токарний різець призначений для оброблення простих циліндричних деталей з великим припуском. Конструкція відрізняється значною жорсткістю. Від прямого прохідного відрізняється тим, що може обробляти як циліндричні так і торцеві поверхні. Отже, така конструкція є більш універсальною.

Фреза – лезовий інструмент для оброблення з обертальним головним рухом різання інструмента без можливості зміни радіуса траєкторії його руху та з рухом подачі напрям якого не співпадає з віссю обертання.

Для утворення пазів та оброблення контурів застосовують кінцеві фрези, які мають два типи різальних ромок. Головні різальні кромки, що виконують основну роботу по видаленню припуску, як і у торцевих фрез, розташовані на циліндричній поверхні, а допоміжні – на торцевій стороні фрези. Кінцеві фрези відрізняються від торцевих тим, що мають діаметр менший ніж висоту. Кінцеві фрези застосовують як для оброблення бічних поверхонь заготовки так і для утворення фігурних пазів. Зубці кінцевих фрез виготовляють зазвичай гвинтовими, з кутом нахилу до осі $\omega = 30..45^\circ$. Таке велике значення кута за наявності великих за об'ємом стружкових канавок забезпечує надійне відведення стружки із зони різання навіть за дуже обмежених умов різання. З цієї причини число різальних зубів у кінцевих фрез значно менше, ніж у торцевих фрез. Проте при цьому зниження продуктивності компенсується за рахунок збільшення подачі на зуб.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Установлення заготовок на зовнішню циліндричну поверхню, перепендикулярну до її очі площину, зазвичай здійснюється на призми. Для заготовок з обробленою поверхнею застосовують широкі опорні призми, для заготовок з необробленою поверхнею – вузькі призми, які зменшують вплив макрогеометричних похибок.

Для локалізації контакту заготовки можна встановлювати її на чотири опори, запресовані в бічні поверхні призми. У таких призмах заготовки займають цілком стійке положення, навіть за наявності викривленості, бочкоподібності й інших похибок форми.

Токарний трикулачковий самоцентрувальний патрон, використовують на токарних верстатах для кріплення циліндричних деталей при обробці їх зовнішніх та внутрішніх поверхонь. Деталь закріплюється в патроні за допомогою кулачків, які приводяться в дію енергією стиснутого повітря. Цей пристрій використаємо на операції 010 та 015. За два установи та певну кількість операцій обробки обточимо вал (зовнішні поверхні циліндра). Патрон токарний трикулачковий самоцентрувальний має циліндричний корпус 11 в якому знаходиться важіль 4 та 5, до якого прикріплений кулачок 3, шток 8. В склад патрон також входить пневмопривід 1. Закріплення заготовки здійснюється через затиск деталі між трьома кулачками. Подаючи повітря в пневмопривід 1, шток переміщується вліво і через втулку 9 давить на важіль 5, який в свою чергу діє на важіль 4. В результаті чого важіля через кулачки 3 здійснює затиск заготовки в патроні. Затиск заготовки здійснюється рівномірно, так як три кулачки розміщені рівномірно по колу. Кріплення патрона до шпинделя верстату здійснюємо за допомогою планшайби та чотирьох болтів що вгвинчуємо в різьбові отвори.

За технологічними ознаками й можливостями верстати з ЧПК класифікуються так само, як і універсальні, на базі яких їх виготовлено. Найбільшу групу (30-40 % усього верстатного парку) становлять токарні верстати з ЧПК.

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>				

Комплектуються токарні верстати з ЧПК револьверними головками — різцетримачами з горизонтальною або вертикальною віссю на 6, 8, 12, 16 позицій. Верстати можуть мати два різцетримачі. Це передбачає обробку двома інструментами одночасно. Токарні верстати можуть оснащуватися магазинами до 30 інструментів, які по команді від програми подаються в зону різання. Для обробки деталей вагою понад 16 кг верстати оснащуються маніпулятором, яким керує програма. Сучасні токарно-фрезерні оброблювальні центри з ЧПК містять спеціальний супорт із фрезерувальною головкою, що дозволяє, не знімаючи деталь з верстата, крім токарної обробки, фрезерувати на ній лиски, пази, свердлити по8 поперечній позацентрові отвори в торцях, виконувати інші фрезерні та свердлильні операції. Комбінація таких видів обробки дає змогу за одну установку виконати повну обробку деталі з максимальною точністю і швидкістю. Токарні верстати з ЧПК, оснащені інструментальною револьверною головкою, яка містить позиції для інструментів з автономним приводом, також можуть виконувати торцеве і радіальне фрезерування, поперечне і торцеве свердління, зокрема торцеве свердління не в осі обертання шпинделя. Сучасні токарні верстати для довгомірних деталей оснащуються керованими програмою лонетами та задньою бабкою.

Фрезерні верстати з ЧПК випускаються вертикальні, горизонтальні, вертикально-горизонтальні з різним ступенем охоплення керуванням функцій верстата: від програми для 2,5 координат (обробка плоского контуру з подачею по третій координаті в програмі глибини фрезерування, обробка отворів) до п'яти-координатних верстатів з керованими від програми поворотами шпиндельної бабки, поворотом патрона з деталлю, встановленого на столі верстата, поворотом стола, можливістю програмування рухів одночасно по трьох координатах X, Y, Z та поворотом навкруг двох осей.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		22

2.4 Визначення міжопераційних припусків і розмірів обробки

Припуск – шар матеріалу, який знімається з поверхні заготовки в цілях досягнення заданих властивостей оброблюваної поверхні деталі.

Припуск на обробку поверхні деталі може бути призначений по відповідним довідковим таблицям, ГОСТам та Держстандартам або на основі розрахунково-аналітичного методу визначення припусків.

ДСТУ та таблиці дозволяють назначити припуски незалежно від технологічного процесу обробки деталі й умов його способу створення й тому в загальному є завищеними, мають резерви зниження витрат матеріалу та трудомісткості виготовлення деталі.

При проектуванні процесу виготовлення деталі слід намагатись призначити оптимальні припуски, які зможуть забезпечити виконання механічної обробки з забезпеченням вимог до точності і шорсткості оброблюваних поверхонь при найменшій собівартості деталі. За оптимальних припусків зменшується розхід матеріалу, витрати часу та збільшується продуктивність. Враховуючи вище перелічене призначаємо припуски на механічну обробку за нормативами.

Таблиця 2.3 – Припуски на механічну обробку

№ поверхні	Переходи механічної обробки	Величина припуску
1,19	Підрізання торця	$Z=1,5$
2,12,16,18	Точіння чорнове (за один прохід)	$2Z=4$
3,15	Точіння чорнове Точіння чистове	$2Z=4$ $2Z=0,6$
4,8	Підрізання торця	$Z=1,5$
5,7,9,13	Точіння чорнове (за один прохід)	$2Z=4$
10	Точіння чорнове (за один прохід)	$2Z=4$
11	Точіння чорнове Точіння чистове	$2Z=4$ $2Z=0,6$
17	Точіння чорнове Точіння чистове	$2Z=4$ $2Z=0,6$
20,22	Фрезерування	напуск
21,23	Фрезерування	напуск

2.5 Визначення режимів різання

Режими різання вибираємо за нормативами, для обробки на:

- токарних верстатах;
- шпонково-фрезерних;

та заносимо в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 – Режими різання

№ операції	Переходи механічної обробки	Розміри оброблюваної поверхні		Режими різання				Основний час T _о , хв
		D, мм	L, мм	t, мм	S, мм/об	V, м/хв	n, хв. -1	
005	Токарна з ЧПК							0,39
	1. Підрізати торець L=15 мм	30	15	1,5	0,6	117,6	1250	0,08
		30	23	1,2	0,4	117,6	1250	0,117
	2. Точити поверхню витримуючи р-р Ø30 мм							
	3. Точити поверхню з уступом (галтеля R=3 мм) витримуючи р-р Ø36 мм	36	28	1,1	0,4	141,1	1250	0,171
	4. Точити поверхню витримуючи р-р Ø45 мм	45	7	1,3	0,4	176,4	1250	0,053
010	5. Точити фаску 2x45°							
	6. Точити поверхню витримуючи р-р Ø30 мм начисто	30	2	1,5	0,6	117,6	1250	0,010
		30	23	0,1	0,7	150	1600	0,124
	Токарна з ЧПК							1,7
010	1. Підрізати торець L=12 мм	25	12,5	1,1	0,6	98,1	1250	0,06
	2. Точити поверхню витримуючи р-р Ø25 мм	25	29	1,1	0,4	98,1	1250	0,123
	3. Точити поверхню з уступом (галтеля R=3 мм) витримуючи р-р Ø30 мм	30	16	1,2	0,4	117,8	1250	0,081
	4. Точити поверхню витримуючи р-р Ø36 мм	36	29	1,1	0,4	141,3	1250	0,177
	5. Точити поверхню витримуючи р-р Ø40 мм	40	32	1,3	0,4	157	1250	0,217
	6. Точити канавку							
	7. Точити фаску 3x45°	45	2	5	0,2	137,5	1250	0,504
	8. Точити фаску 2x45°	40	3	1,3	0,4	157	1250	0,02
	25	2	1,1	0,4	110	1250	0,08	

	9. Точити поверхню витримуючи р-р Ø25 мм начисто	25	29	0,1	0,7	125	1600	0,130
	10. Точити поверхню витримуючи р-р Ø30 мм начисто	30	16	0,1	0,7	150	1600	0,053
	11. Точити поверхню витримуючи р-р Ø40 мм начисто	40	32	0,1	0,7	201	1600	0,230
015	Шпонково-фрезерна							0,152
	1. Фрезерувати закритий шпонковий паз L=22 мм (H=12 мм)	40	22	5	0,08	50	400	0,064
	2. Фрезерувати відкритий шпонковий паз L=26 мм (H=8 мм)	25	26	4	0,06	32	400	0,088

Розраховуємо величину основного часу і теж заносимо в таблицю 2.x
 Розрахунок режимів ведемо наступним чином: враховуючи матеріал деталі, розмір та вид обробки поверхні, матеріал різальної частини інструменту із нормативів вибираємо глибину різання, подачу і швидкість. Маючи швидкість різання за формулою:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D}$$

визначаємо число обертів шпинделя, потім згідно даних паспорту відповідного верстату приймаємо відповідну частоту і уточнюємо швидкість різання, після чого визначаємо основний час за формулами:

- чорнове підрізання торця – $0,037(D^2-d^2)$;
- чорнове точіння за один прохід – $0,17dl$;
- напівчистове точіння по 11-му квалітету – $0,11dl$;
- чистове точіння по 9-му квалітету – $0,18dl$;
- фрезерування чорнове та чистове шпонкових пазів – 6l та 4l

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.6 Нормування технологічної операції

Під технічним нормуванням розуміють встановлені норми часу на виконання певної роботи або норму виробітку в штуках в одиницю часу.

Правильне нормування витрат робочого часу на обробку деталей, зборку і виготовлення всієї машини має дуже важливе значення для виробництва. Величина витрати часу на виготовлення тієї чи іншої продукції при необхідній якості є одним з основних критеріїв для оцінки удосконалення технологічного процесу.

Норму часу визначають на основі технічного розрахунку і аналізу, виходячи із умов можливості більш повного використання технічних можливостей обладнання і інструмента в відповідності з вимогами до обробки даної деталі.

В серійному виробництві визначається норма штучно-калькуляційного часу.

Норму штучно-калькуляційного часу визначають по формулі:

$$T_{шт.к.} = \varphi_k \cdot T_o,$$

де T_o – основний час на операцію, φ_k – перевідний коефіцієнт.

Таблиця 2.5 – Технічне нормування операцій

Номер і назва операції	T_o , хв	φ_k	$T_{шт.к.}$, хв
Токарна з ЧПК(1)	0,39	1,75	0,6825
Токарна з ЧПК(2)	1,7	1,75	2,975
Шпонково-фрезерна	0,152	1,7	0,26
Всього	-	-	3,91

2.7 Аналіз техніко-економічних показників

Найбільш економічний варіант з кількох можливих варіантів технологічних процесів, які забезпечують виготовлення визначеної деталі чи виробу, вибирають на основі розрахунку економічної ефективності.

Розрізняють два показники економічної ефективності – загальний (абсолютний) та відносний (порівняльний).

Для технологічних процесів показником абсолютної економічної ефективності \mathcal{E} є відношення різниці між оптовою вартістю C підприємства та собівартістю C продукції до капітовкладень K , що викликало таку економію. Значення \mathcal{E} співставляють з відповідним значенням відгалуженого нормативу E , та якщо $\mathcal{E} > E$, то розглядають капіталовкладення ефективними.

Для машинобудування в цілому норматив абсолютної економічної ефективності $E = 0,160$. Цей норматив визначають диференціювання по галузям, підгалузям, об'єднаннями, підприємства та передивляються (в сторону збільшення) кожну п'ятилітній період.

Відносну або порівняльну економічну ефективність одного варіанту технічного рішення визначають при співставленні з іншим варіантом технічного рішення по розрахунковому коефіцієнту порівняльної економічної ефективності або за розрахунку терміну окупності додаткових капіталовкладень за рахунок економії на собіварості. Більш капіталоемніший варіант вважають ефективнішим, якщо $E_p > E_n$.

Таблиця 2.6 – показники економічної ефективності

Показник	Формула	Критерій оцінки
К-ф порівняльної економічної ефективності	$E_p = \frac{C_1 - C_2}{K_2 - K_1}$	$E_p > E_n$
К-ф абсолютної економічної ефективності	$\mathcal{E}_a = \frac{C - C}{K}$	-
Термін окупності дод. капіталовкладень	$T_p = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}$	$T_p < T_n$

Будь-яке кількісне вивчення процесу можливе лише в разі, якщо визначені величини, що характеризують процес з кількісної точки зору. Тому при математичному описі технологічного процесу кожному фіксованому моменту часу становлять у відповідність миттєвий стан цього процесу, що задається набором чисел, які виражають основні його властивості з необхідним наближенням. Якщо роздивлятися процес як послідовну зміну станів у часі, то величини виявляються функціями часу.

Продуктивність – це показник виробничого процесу, який виражає середню кількість виробів, які виготовлені системою за фіксований інтервал часу. Продуктивною роботою системи називається процес, результатом якого є виготовлення виробу.

Надійність процесу є його здатність функціонувати в відповідності до технічних умов заданий період часу при заданих умовах експлуатації. Ця здатність забезпечується розрахунково-теоретичними, конструктивними і профілактичними заходами, пов'язаними зі створенням і роботою системи, що здійснює процес. Критеріями надійності процесу є інтенсивність зриву, середні години продуктивної роботи і зривів процесу. Найбільш повним є критерій вірогідності нормального перебігу процесу, тобто ймовірність того, що протягом заданого часу і при заданих умовах виробничий процес буде протікати відповідно до технічних вимог.

Надійність процесу, таким чином, як якісна, так і надійна категорія, являє собою динамічну характеристику; може бути оцінена тільки відповідно до визначеного відрізка часу і певним комплексом умов. Тому зв'язок описаних критеріїв надійності здійснюється за допомогою таких функціональних співвідношень, в яких аргументом є час. Наведені показники виробничого процесу найбільш часто використовуються на практиці. Вони мають універсальний характер та придатні для використання в якості характеристик практично будь-якого виробничого процесу.

Розділ 3. Проектування технологічної оснастки

3.1 Пристрій для механічної обробки

Для аналізу компонувань ВП з точки зору технічних характеристик розглянемо як приклад варіанти базування ступінчастого валу по зовнішніх циліндричних поверхнях в універсальному, механізованому й автоматизованому ВП.

Ця схема базування є найбільш поширеною для деталей типу валу при обробці на свердлильних і фрезерних верстатах із ЧПК. Для реалізації цієї схеми базування часто застосовують жорсткі опорні призми.

Комплект призм складається з 10 типорозмірів, що охоплюють діаметри базових поверхонь 5–150 мм. Маса комплекту призм без кріпильних елементів становить 10,7 кг. Для забезпечення установа заготовок з різними діаметрами базових поверхонь доцільно мати два комплекти призм, щоб виключити можливість, коли базові діаметри однієї заготовки належать до одного діапазону діаметрів, тобто потребують використання одного типорозміру призм.

З метою забезпечення співвісності шийок ступінчастого валу при базуванні у призмах використовують комплекти прокладок і підкладок. Сумарна висота прокладок і підкладок, які встановлюються під одну з призм, компенсує необхідну величину Δ . Комплект прокладок складається з 80 шт., розміри яких від 1,00 до 4,95 мм з кроком 0,05 мм. До комплекту підкладок входить 7 типорозмірів: 5 мм, 7,5 мм, 10 мм, 12,5 мм, 15 мм, 17,5 мм та 20 мм. При установа ступінчастого валу у ВП на жорсткі опорні призми його базують по зовнішніх циліндричних поверхнях і торцю. На базовій плиті 1 розміщують жорсткі опорні призми 2 та 3, причому під призму 2 додатково встановлюють прокладку 4 і підкладку 5 з метою забезпечення паралельності осі ступінчастого валу 6 відносно площини базової плити. Жорсткий упор 7 реалізує опорну базу.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

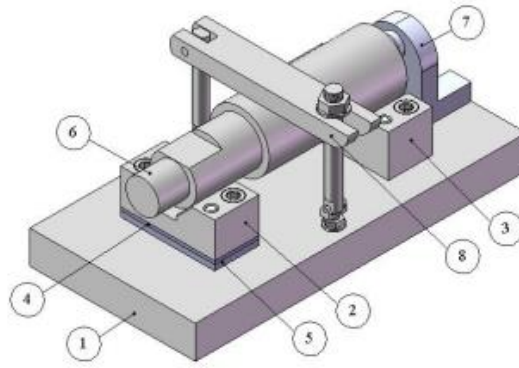


Рисунок 3.1 – Установлення ступінчастого валу на жорстких опорних призмах

Закріплення заготовки здійснюється відкидною планкою 8. При переході до обробки деталей з іншими базовими діаметрами необхідні заміна жорстких опорних призм і підбір відповідних прокладок та підкладок з комплекту.

Величина похибки базування валу ϵ для різних варіантів призначення розмірів відрізняється за величиною і залежить від допуску на базовий діаметр заготовки T_d та кута призми α .

$$\epsilon_{\delta_1} = \frac{T_d}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} - 1 \right); \epsilon_{\delta_2} = \frac{T_d}{2} \cdot \left(\frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} + 1 \right); \epsilon_{\delta_3} = \frac{T_d}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}$$

За табличним значення підберемо похибку базування валу у призмі стр 211[х]: за квалітетом точності базових поверхонь заготовки ІТ7 та величині кута призми $\alpha = 90^\circ - \epsilon = 0,005 \text{ мм}$;

Гранично допустиме навантаження на призму з умов контактної міцності можна визначити за формулою (для заготовки з чавуну або сталі):

$$Q = 7 \cdot b \cdot D = 7 \cdot 50 \cdot 36 = 12600 [\text{Н}];$$

де b – довжина лінії контакту заготовки з призмою, мм;

D – діаметр заготовки, мм;

α – кут призми ($\alpha = 90^\circ$);

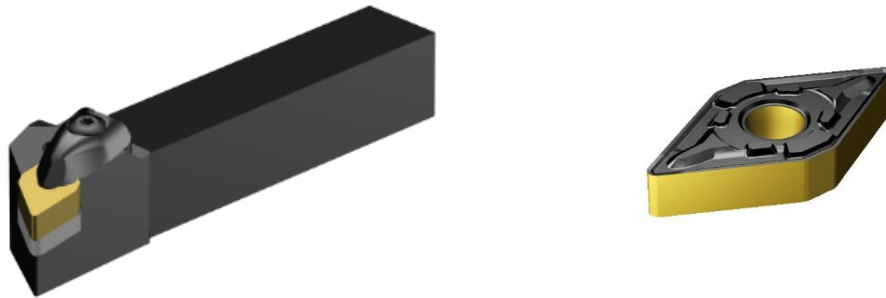
3.2 Конструкція та характеристика різального обладнання

На сьогодні дослідження з метою забезпечення працездатності різального інструменту проводяться у двох напрямках:

- 1) створення нових інструментальних матеріалів;
- 2) нанесення різноманітних зносостійких покриттів на традиційні інструментальні матеріали, а саме: швидкорізальні сталі і тверді сплави.

На сайті фірми ліцензійного виробника інструментів «Sandvik Coromant» для обробки торця, зовнішньої циліндричної поверхні та шпонкових пазів, скориставшись помічником в обробці, підберемо за рекомендаціями різальний інструмент:

– токарна обробка: державка DDJNR 2020K 15 та змінна непереточувана пластинка DMNG 15 06 12 PR-4425 (Рисунок 3.2)



Главный угол в плане (KAPR1)	93 deg	Классификация материала, уровень 1 (TMC1ISO)	P K
Главный угол в плане (дюйм) (PSIR)	-3 deg	Тип операции (CTPT)	Roughing
Типа закрепления (MTP)	D	Тип крепления пластины (IFS)	2
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента (CUTINTMASTER)	DNMG 150608	Диаметр отверстия под винт (D1)	5,156 mm
Интерфейс со стороны станка (ADINTMS)	Rectangular shank -metric: 20 x 20	Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE)	DN1506
Махугол врезания (RMPX)	27 deg	Число режущих кромок (CEDC)	4
Угол корпуса со стороны заготовки (BAWS)	0 deg	Диаметр вписанной окружности (IC)	12,7 mm
Угол корпуса со стороны станка (BAMS)	0 deg	Форма пластины (SC)	D
Маквылет (ONX)	39,4 mm	Эффективная длина режущей кромки (LE)	14,304 mm
Исполнение (HAND)	R	Радиус при вершине (RE)	1,191 mm
Демпфирующие свойства (DPC)	false	Наличие кромки Wiper (WEP)	false
Тип подвода СОЖ к инструменту (CNSC)	0: without coolant	Исполнение (HAND)	N
Тип подвода СОЖ к зоне резания (CXSC)	0: no coolant exit	Сплав (GRADE)	4425
Ширина хвостовика (B)	20 mm	Основа сплава (SUBSTRATE)	HC
Высота хвостовика (H)	20 mm	Покрyтие (COATING)	CVD TiCN+Al2O3+TiN
Функциональная длина (LF)	125 mm	Толщина пластины (S)	6,35 mm
Функциональная ширина (WF)	25 mm	Задний угол главный (AN)	0 deg
Функциональная высота (HF)	20 mm	Sensor embedded property (SEP)	0
Главный передний угол ортогональный (GAMD)	-6 deg	Масса элемента (WT)	0,015 kg
Угол наклона (LAM5)	-7 deg	Release date (ValFrom20)	2020-06-26
Крутящий момент (TC)	3,9 Nm		
Материал корпуса (BMC)	Сталь		

Рисунок 3.2 – Державка та змінна непереточувана пластинка

					БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

– фрезерування пазу D=Ø8 мм: 2F342-0794-038-PC 1730 (Рисунок 3.3)



Диаметр резания (DC)	7,938 mm
Диаметр резания, контакт по торцу (DCF)	7,176 mm
Радиус при вершине (RE)	0,381 mm
Мак глубина резания (APMX)	19,1 mm
Мак глубина резания (APMXFFW)	19,1 mm
С возможностью сверления (CCC) (CCC)	false
Мак глубина резания (APMXFFW)	19,1 mm
Рабочая длина (LU)	26,988 mm
Число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP)	5
Интерфейс со стороны станка (ADINTMS)	Cylindrical shank without clamping features -inch: 5/16
Махугол врезания (RMPXFFW)	7 deg
Допуск на диаметр соединения (TCDCON)	h6
Сплав (GRADE)	1730
Основа сплава (SUBSTRATE)	HC
Покрытие (COATING)	PVD AlCrN
Стандарт (BSG)	COROMANT
Тип подвода СОЖ к инструменту (CN5C)	0: without coolant
Диаметр соединения (DCON)	7,938 mm
Функциональная длина (LF)	63,5 mm
Диаметр корпуса (BD1)	7,55 mm
Диаметр корпуса (BD2)	7,55 mm
Диаметр шейки (DN)	7,55 mm
Длина корпуса (LB1)	26,988 mm
Длина корпуса (LB2)	27,32 mm

Рисунок 3.3 – Кінцева фреза для обробки пазу D=Ø8 мм

– фрезерування пазу D=Ø12 мм: 1P221-1170-XB 1630 (Рисунок 3.4)



Диаметр резания (DC)	11,7 mm
Нижнее отклонение диаметра резания (DCSTOLL)	-0,07 mm
Верхнее отклонение диаметра резания (DCSTOLL)	-0,05 mm
Диаметр резания, контакт по торцу (DCF)	11,3 mm
Фаска при вершине (KCH)	45 deg
Ширина фаски при вершине (CHW)	0,2 mm
Мак глубина резания (APMX)	12,5 mm
Мак глубина резания (APMXFFW)	12,5 mm
С возможностью сверления (CCC) (CCC)	true
Мак глубина резания (APMXFFW)	12,5 mm
Рабочая длина (LU)	12,5 mm
Число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP)	3
Интерфейс со стороны станка (ADINTMS)	Weldon (DIN6535-HB) -metric: 12
Махугол врезания (RMPXFFW)	8 deg
Допуск на диаметр соединения (TCDCON)	h6
Сплав (GRADE)	1630
Основа сплава (SUBSTRATE)	HC
Покрытие (COATING)	PVD AlCrN
Стандарт (BSG)	DIN 6527 K
Тип подвода СОЖ к инструменту (CN5C)	0: without coolant
Диаметр соединения (DCON)	12 mm
Функциональная длина (LF)	73 mm
Угол подъема стружечной канавки (FHA)	30 deg

Рисунок 3.4 – Кінцева фреза для обробки пазу D=Ø12 мм

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ

Арк.

32

3.4 Сучасний вимірний та контрольний інструмент

Вимірювальні індикатори призначені для порівняльних вимірів шляхом визначення відхилень від заданого розміру. У поєднанні з відповідними пристосуваннями індикатори можуть застосовуватися для безпосередніх вимірів. Вимірювальні індикатори, що є механічними стрілочними приладами, широко застосовуються для виміру діаметрів, довжин, для перевірки геометричної форми, співвісності, овальності, прямолінійності, площинності. Крім того, індикатори часто використовуються як складова частина приладів і пристосувань для автоматичного контролю і сортування. Ціна ділення шкали індикатора зазвичай дорівнює 0,01 мм, у ряді випадків – 0,002 мм. Різновидом вимірювальних індикаторів є мініметри і мікрокатори.

Вимірювальні пристосування призначені для виміру виробів великих розмірів.

Вимірювальні проектори – це прилади, що відносяться до групи оптичних, засновані на використанні методу безконтактних вимірів, тобто вимірів розмірів не самого предмета, а його зображення, відтвореного на екрані в багатократному збільшенні.

Вимірювальні мікроскопи, як і проектори, відносяться до групи оптичних приладів, в яких використовується безконтактний метод вимірів. Вони відрізняються від проекторів тим, що спостереження і вимір виконуються не на зображенні предмета, спроектованому на екрані, а на збільшеному зображенні предмета, спостережуваному в окулярі мікроскопа.

Вимірювальний мікроскоп служить для виміру довжин, кутів і профілів різноманітних виробів.

На сьогодні датчики для виміру/налаштування на технологічну операцію використовуються на багатьох верстатах з ЧПК в усіх секторах обробної промисловості. Випускається широкий спектр контактних датчиків, придатних для використання на усіх верстатах з ЧПК.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Загальні характеристики контактних датчиків:

- повторюваність вимірювань - $(\pm)1,0$ мкм, у напрямках $(\pm)X$, $(\pm)Y$, $+Z$;
- міцність: високий ступінь опору ударів і вібрацій;
- герметичне виконання (ступінь захисту IP68): стійкість до ЗОР та металевої стружці;
- надійність: випробуваний практикою механізм контактного датчика забезпечує точність при виконанні мільйонів операцій;
- зручність використання: програмне забезпечення, яке відповідає стандартам галузі, мінімальні вимоги до технічного обслуговування контактних датчиків, батареї з тривалим терміном служби.

Існують високоточні руки для налагодження інструменту забезпечують високу повторюваність виконання операцій на всіх типах багатоцільових токарних верстатів. Системи підключаються до стандартних входів ЧПК для датчиків і можуть використовувати стандартні вимірювальні підпрограми, що використовують метод одного дотику або метод двох дотиків. Інструменти виставляються один щодо одного і прив'язуються до щупа датчика руки, який фактично є високоточною базовою точкою верстата. При використанні автоматичної руки для налагодження інструменту виконується також перевірка наявності несправного інструменту.

Системи налагодження інструменту забезпечують економію часу до 90% в порівнянні з витратами часу на ручну наладку на верстаті. Крім того, вони дозволяють виявляти несправний інструмент. Промінь лазера або вимірювальний щуп цих систем є фактично базовою точкою на верстаті. При торканні інструменту вимірювального щупа (лазерного проміння) положення осей верстата фіксується, і реєструється положення ріжучої кромки інструменту. При необхідності знімаються координати додаткових точок, для визначення розмірів інструменту.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Бездротова інтуїтивна зондова вимірювальна установка Haas для токарних верстатів (WIPS-L) – це повний вимірювальний пакет, який включає вимірювальний щуп, прикріплений до револьверної голівки, та оптичний верстатний інтерфейс разом із потужним програмним забезпеченням, яке інструктує оператора під час вимірювального процесу за допомогою легень у використанні шаблонів. WIPS може використовуватися для здійснення швидкого контролю першої деталі партії, а також виконання операцій контролю в процесі обробки і обробки в автоматичному режимі. Вона також може використовуватися для оновлення робочих зсувів при компенсації зносу інструменту для забезпечення високої точності обробки деталі. Установка включає візуальну систему програмування HAAS, макроси та орієнтацію шпинделя.



Рисунок 3.2 – Комплект безпроводного вимірного щупа WISP-L

Бездротова інтуїтивно-зрозуміла зондова вимірювальна система Haas для токарних верстатів (WIPS-L) включає потужну систему візуального програмування Haas (VPS), в якій застосовуються прості у використанні діалогові шаблони для програмування стандартних операцій вимірювання щупом.

Бездротова інтуїтивна система вимірювання щупом (WIPS) Haas дозволяє виконувати налаштування фрези Haas у п'ять разів швидше. WIPS – це повний пакет для системи вимірювання щупом, який включає вимірювальний щуп шпинделя, щуп для розмірного налаштування інструментів та оптичний верстатний інтерфейс разом із потужним програмним забезпеченням. WIPS забезпечує можливість визначення координат значення робочої корекції, встановлення корекцій довжини інструменту, а також виконання активного контролю та визначення поломки інструменту.



Рисунок 3.3 – Комплект безпроводного вимірного щупа WISP

Вимірювальні щупи працюють завдяки маленьким програмам, які називаються цикли щупа та розроблені для конкретних технічних характеристик. Кожне завдання вимагає введення даних про деталі та завдання. Haas Automation пропонує шаблони для Системи візуального програмування (VPS), щоб полегшити введення даних для калібрування системи вимірювального щупа, налаштування корекції та виявлення розміщення поворотних столів та пристроїв завантаження інструментів

Розділ 4. Створення керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК

4.1 Вибір верстатного обладнання з ЧПК

Металорізальним верстатом з ЧПК називають верстат, керований за допомогою обчислювальних пристроїв від програми, яка містить всю необхідну інформацію для обробки деталі (послідовність обробки поверхонь, величини переміщень виконавчих органів, режими обробки тощо). Відповідно до введеної програми керування верстат здійснює робочі та допоміжні рухи виконавчих органів для отримання оброблюваної деталі належної якості. Порівнюючи можливості верстатів з ЧПК з їх універсальними аналогами, можна констатувати істотні переваги цих верстатів.

Верстати з ЧПК — основна складова гнучких автоматизованих ліній, роботизованих технологічних комплексів, дільниць, цехів, кількість яких збільшується. Керування такими комплексами відбувається з одного центру, за допомогою однієї програми, з використанням маніпуляторів для переміщення деталі з одного верстата на інший.

Керуюча програма — це записана спеціальною мовою сукупність геометричних рухів, підготовчих, технологічних та допоміжних команд, які через пристрій ЧПК забезпечують обробку деталі на верстаті. Під час розробки програми, незалежно від того, який орган верстата рухається, описують рух точки інструмента, що називається його центром. Для фрези, свердла, розвертки, інших мірних інструментів це буде їх вісь, для різця — його вершина на чорнових операціях або центр радіуса заокруглення вершини у разі точної обробки, ліва вершина — для канавкового чи відрізного різця.

Текст керуючої програми являє собою послідовність кадрів, кожен з яких складається зі слів, розташованих у фіксованому порядку. Причому деякі, що повторюються, можна пропускати.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Кожне слово складається з букви, що називається адресою, і наступної групи цифр, які визначають функцію букви або розмір параметра. Кількість цифр після кожної букви однакова, крім тих, що визначають відстань переміщення. Наприклад:

N10 G01 X4,8 Y54,3 — кадр керуючої програми N10;

G — адреса;

01 — число;

G01 — слово, яким позначається функція лінійної інтерполяції;

X — адреса;

4,8 — число;

18 X4,8 — слово — значення координати X;

Y — адреса;

54,3 — число;

Y54,3 — слово — значення координати Y.

Продуктивність обробки на верстатах з ЧПК у 1,5-5 разів підвищується за рахунок скорочення основного й допоміжного часу на переустановки деталі, зменшення кількості операцій, концентрації обробки на меншій кількості верстатів, зниження втрат на міжопераційне транспортування, зростання швидкості руху робочих органів під час обробки і холостих ходів.

Спрощується обробка складних криволінійних поверхонь — немає потреби у виготовленні спеціальних копіїв та розмітці, проведенні спеціальних підгінних робіт.

Зникає потреба виготовлення складних пристроїв — кондукторів для виконання свердлильно-розточувальних робіт. У результаті істотно скорочуються затрати на виробництво і терміни його підготовки.

Стала можливою обробка в недоступних для універсального верстата місцях — різноманітні внутрішні кармани, канавки, поверхні складної конфігурації тощо.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Скорочується час на контроль деталей та підналагодження верстата. Зменшується процент браку та розсіювання розмірів деталей в партії, що поліпшує якість наступної операції.

Знижується потреба у висококваліфікованих робітниках. Оператором може бути верстатник невисокої кваліфікації. На якість обробки деталей менше впливає людський фактор — втомлюваність. Завдяки поліпшенню умов праці, підвищенню культури виробництва робітник уже не є безвідривним учасником процесу. Він може водночас обслуговувати кілька верстатів.

Виробничий процес став стабільнішим, з більш прогнозованими результатами і терміном обробки, що зумовлює зменшення запасу незавершеного виробництва. Це сприяє якіснішому плануванню та досконалішій організації праці.



Рисунок 4.1 – Токарний верстат з ЧПК ST-15 фірми HAAS



Рисунок 4.2 – Фрезерний верстат з ЧПК VF-1 фірми HAAS

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

4.2 Процес створення керуючої програми із застосуванням ПЗ

Для написання програми обробки деталі типу вал скористаємося програмним забезпеченням «SPRUTCAM».

Для початку відкриємо програму та імпортуємо файл модель 3D з «SolidWorks 2018» у форматі IGES. Для операцій обробки виберемо токарний та шпонково-фрезерний верстати з ЧПК.

Заготовку підбираємо, як циліндр навколо деталі по осі X та центром у центрі координат, з додатнім припуском на механічну обробку. Далі за попередньо встановленим маршрутом починаємо обробку заготовки.

За 1-ий установ обробляємо торець операцією «підрізання торця», опісля операцією «чорнова токарна» знімаємо верхій шар металу. Після закінчення чорнкової обробки, начисто точимо поверхню з квалітетом точності 6 ($\text{Ø}30\text{k}6$).

За 2-ий установ обробляємо спершу другий торець, за тим чорнвоюю обробкою знімаємо шар металу з поверхонь 9,11,13,15,17. Після закінчення чорнкової обробки, начисто точимо поверхню з квалітетом точності 6 та 9 ($\text{Ø}25\text{k}6, \text{Ø}30\text{h}6, \text{Ø}40\text{r}6$).

По завершенні токарної обробки, перевстановлюємо інструмент. Шпонковою фрезою оброблюємо шпонкові пази (поверхні 20,21,22,23) начисто за декілька проходів. Для цього оберемо фрезу діаметрами на 1 мм меншим за розміри шпонкових пазів.

Процес написання програми в середовищі «SPRUTCAM» та результат роботи (дерево операцій) зображено на рисунка 4.1, 4.2, 4.3.

Вихідний код для програми по обробки деталі на верстаті з ЧПК, занесемо у додатки окремим текстовим повідомленням.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

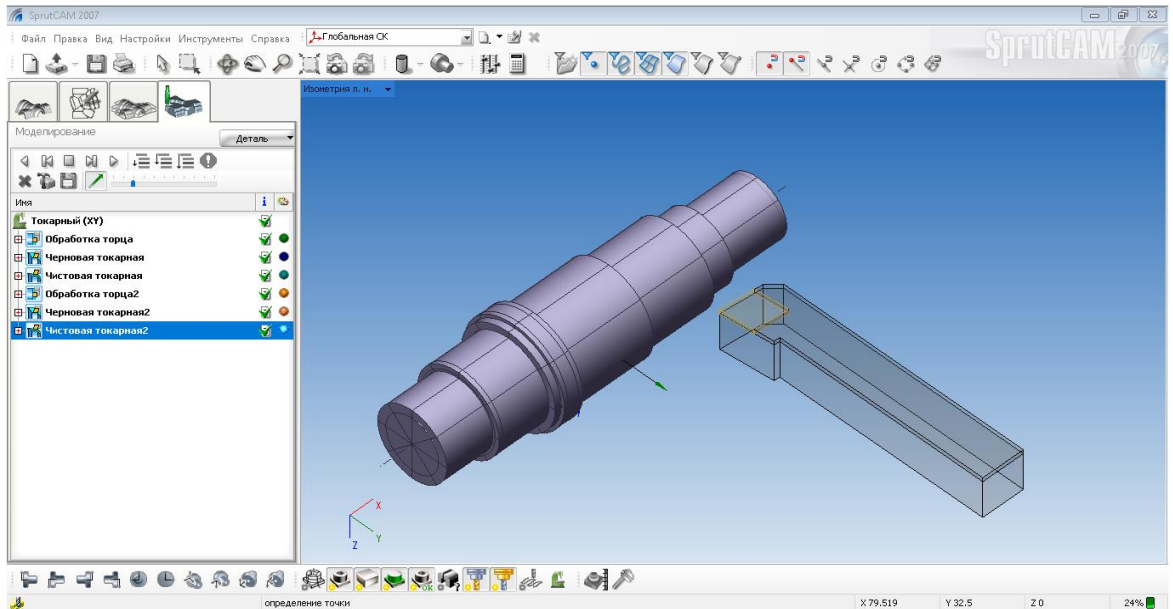


Рисунок 4.3 – Заготовка та дерево операцій

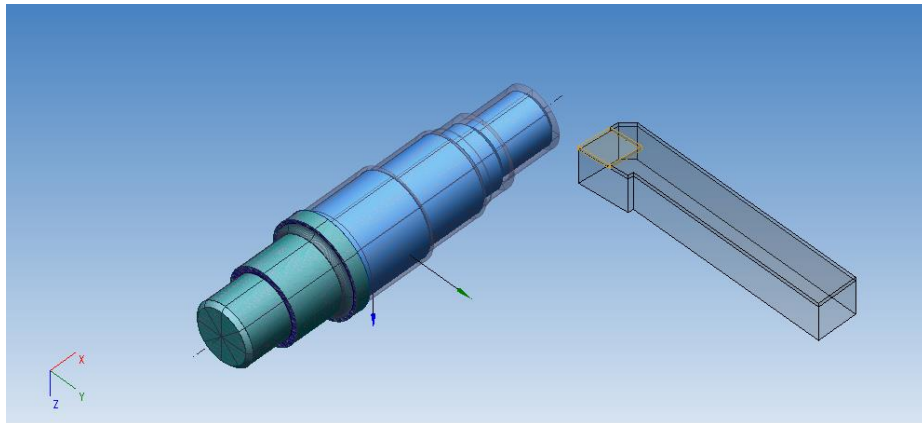


Рисунок 4.4 – Результат токарної обробки

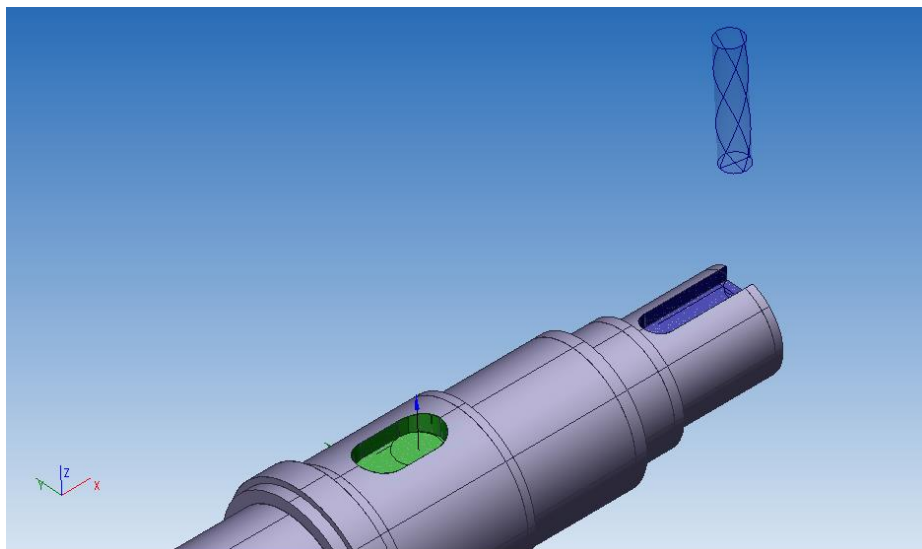


Рисунок 4.5 – Результат фрезерування шпонкових пазів

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>41</i>

ВИСНОВОК

В даній бакалаврській роботі проведено аналіз технологічності конструкції деталі. За рекомендаціями обрано спосіб отримання заготовки, вираховано річну програму випуску та розроблено маршрути обробки: назначено припуски на механічну обробку, режими різання та проведено нормування маршруту виготовлення.

Верстатна основа являє собою сучасне обладнання із числовим програмним забезпеченням, оснащення та пристрої на окремі операції для проведення обробки деталі. Проведено опис конструктивних особливостей та призначення різального інструменту, а саме токарного прохідного різця, кінцевої та шпонкової фрези збірних конструкцій зі змінним непереточуваними пластинками.

За рахунок використання додаткового програмного забезпечення «SPRUTCAM» проведена робота з написання робочої програми для обробки деталі на верстаті з ЧПК.

Проведено аналіз та підібрано оптимальний контрольно-вимірний пристрій.

Графічна частина роботи складається з чотирьох листів, на яких зображено відповідно: креслення деталі і заготовки (лист формату А1), різального інструменту збірних конструкцій (3 листи А4), технологічного оснащення (1 лист А2) та схеми діагностики процесу точіння (лист формату)

Основою для виконання бакалаврської роботи стали знання здобуті на лекційних, практичних та лабораторних заняттях з таких предметів, як технологічні основи машинобудування, основи програмування верстатів з ЧПК, основи формоутворення та різання металів, основи технологічної оснастки.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Список використаних джерел

1. Доля В.М. Технологія обробки типових деталей: Конспект лекцій – Харків: НТУ «ЧПІ», 2003. – 64 с.
2. В.Є.Карпусь Оптимізація механічної обробки тіл обертання: Монографія – Харків, 2012. – 296 с.
3. Онофрейчук Н.В. Основи обробки та програмування на верстатах з ЧПК: підручник – Львів: Світ, 2019. – 352 с.
4. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя. /П.П. Серебrenицкий – СПб.: Политехника, 2007. – 951 с.
5. Грабченко А.І., М.В. Везуб, Ю.М.Внуков Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: підручник – Житомир: ЖДТУ, 2011. – 507 с.

					<i>БДР. ПМ – 013.00.000.ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

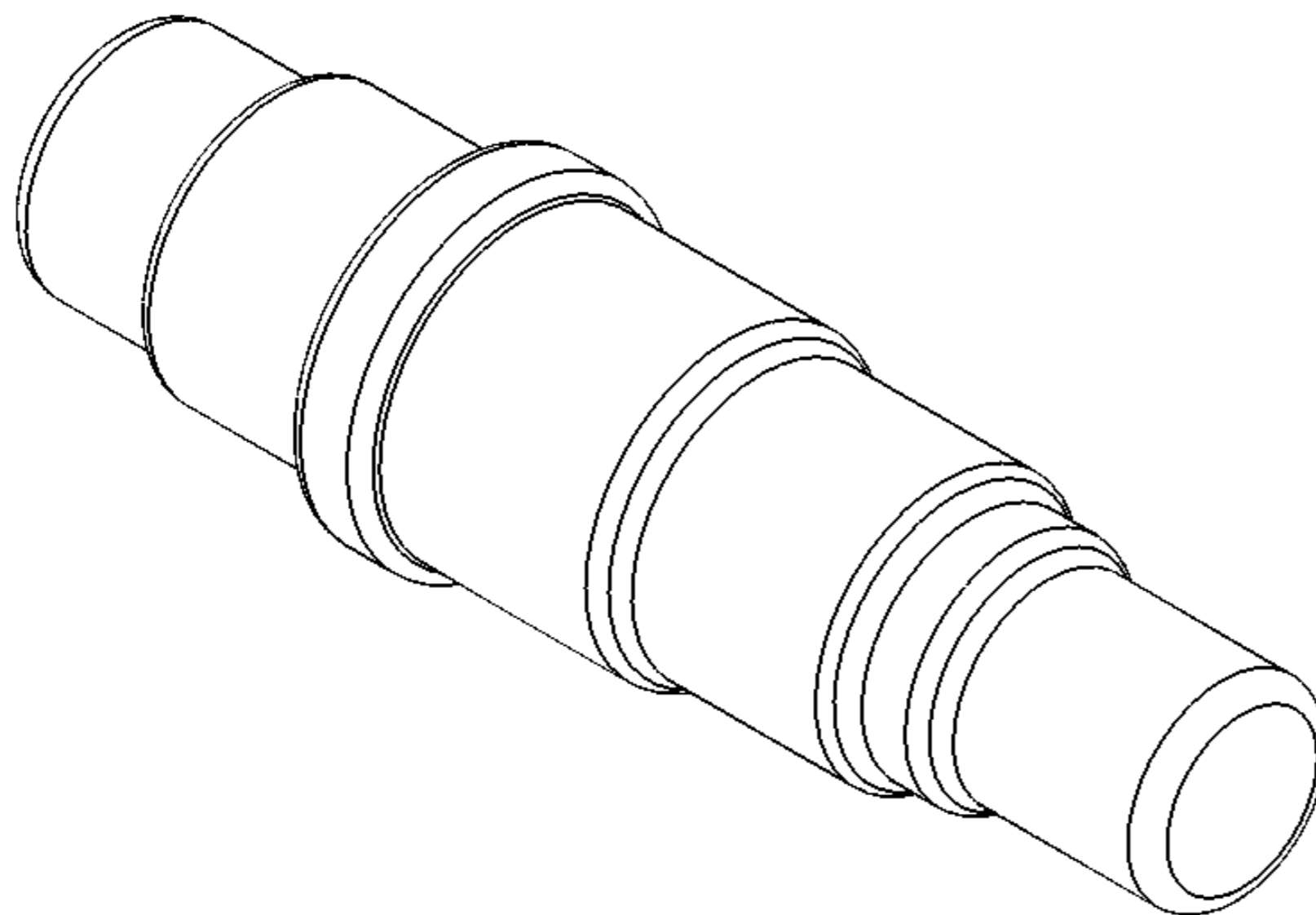
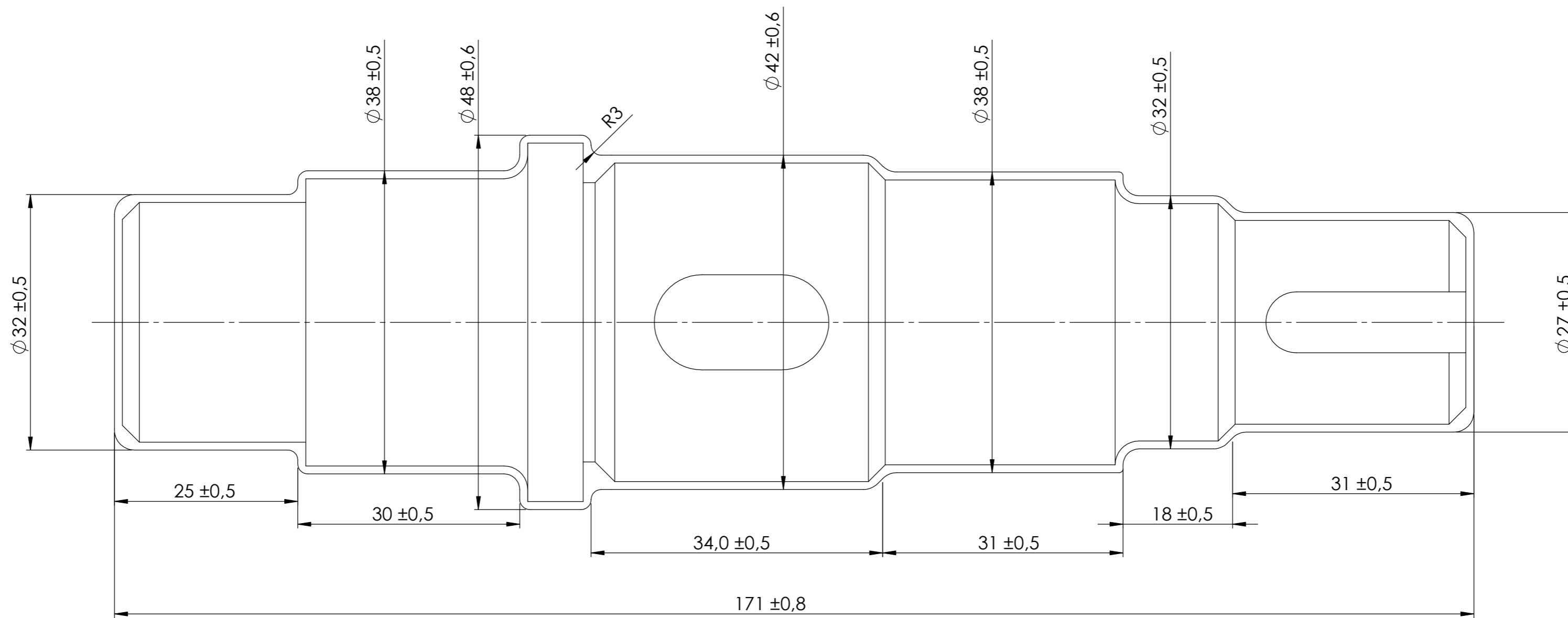
ДОДАТКИ

Код токарної обробки (верстат з ЧПК фірми HAAS)

%	X36.4Z-59.2R0.2	Z82.992F0.05
ОТОКАРНА	Z-34.525	X48.984F0.1
G97S1250M04	G03X42.Z-31.8R2.801	Z86.998
G54X51.Z89.	X45.	X44.984
Z1816.768	G02X45.4Z-31.6R0.2	X24.984
X47.984	Z-23.02	Z83.992F0.05
G01G99F0.1M08	G01X65.4F0.1	X44.984F0.1
X27.984	S1250	Z86.998
X-1.58	X50.6	X40.986
X-21.58	Z87.	X20.986
X66.384	X32.998	Z85.89F0.05
Z-37.654	X30.998	X40.986F0.1
X46.384	X-1.804	S1400
Z-30.792F0.05	X-21.804	X47.04
X66.384F0.1	X24.764	Z95.962
Z-62.399	Z86.	X-0.676
X58.384	X22.764	X-2.42Z86.
X38.384	X-1.98	X20.6F0.05
Z-58.392F0.05	X-21.98	G03X20.882Z85.941R0.2
X58.384F0.1	X68.984	X24.882Z83.941
Z-85.052	Z-21.548	X25.Z83.8R0.2
X54.384	X48.984	Z57.083
X34.384	Z-24.071F0.05	X29.882Z54.641
Z-59.4F0.05	X68.984F0.1	X30.Z54.5R0.2
X54.384F0.1	Z-21.401	Z44.4
Z-85.199	X64.984	G02X35.6Z41.6R2.8
X50.386	X44.984	G03X36.Z41.4R0.2
X30.386	Z-24.408F0.05	Z12.683
Z-80.053F0.05	X64.984F0.1	X39.882Z10.741
X50.386F0.1	Z15.799	X40.Z10.6R0.2
S1400	X60.984	Z-24.4
X47.44	X40.984	X44.6
Z-83.072	Z-24.4F0.05	X45.Z-24.6R0.2
X17.904	X60.984F0.1	Z-33.18
X-2.02Z-82.2	Z47.599	G01X65.F0.1
X26.F0.05	X56.984	M09
G02X26.282Z-82.141R0.2	X36.984	Z87.02
X30.282Z-80.141	Z12.191F0.05	M05
X30.4Z-80.R0.2	X56.984F0.1	G28
Z-59.4	Z86.851	M30
X36.	X48.984	%
	X28.984	

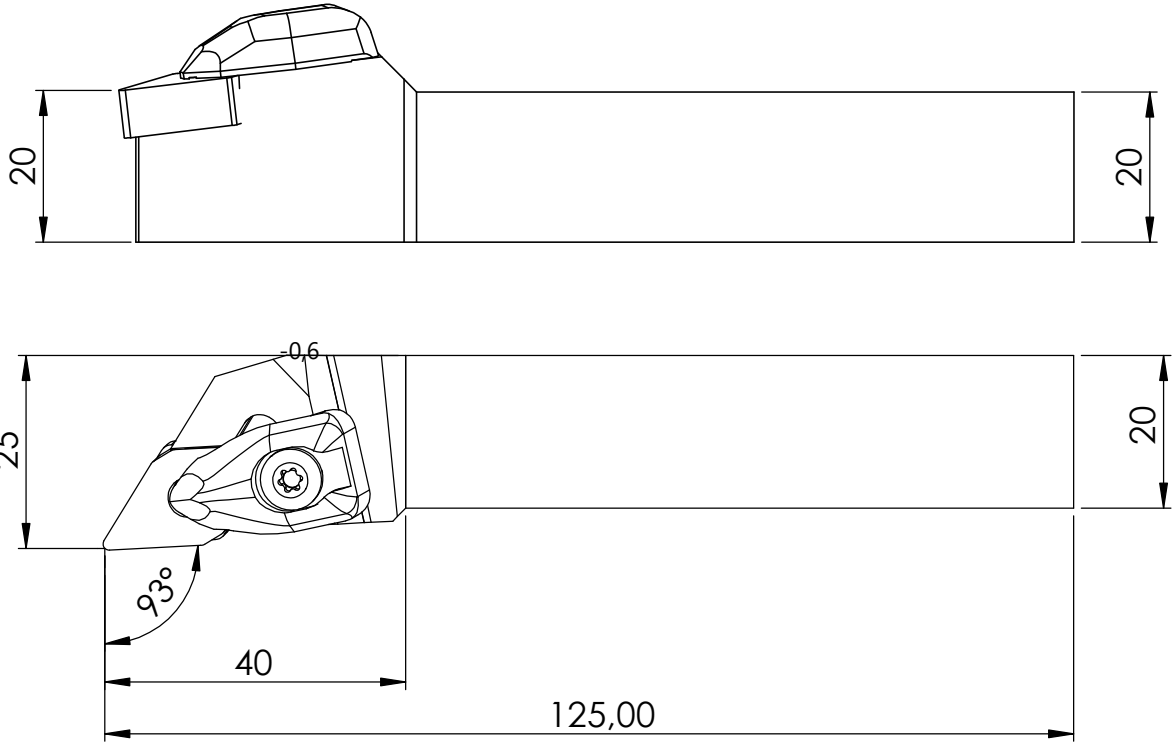
Код шпонково-фрезерної обробки (верстат з ЧПК фірми HAAS)

%	M05M09
OFREZERNA	M01
T101	T202
G97S398M03	G97S398M03
G54X0.98Z0.098Y40.	X1.152Z86.725
Y27.5	Y18.3
G01Y17.5F100.M08	G01Y8.3F100.M08
X0.996Z0.049F200.	G02X1.Z86.043R3.509
X1.Z0.	Z86.
Z-10.	G01Z64.2F200.
G03X-1.R-0.5	G03X-1.R-0.5
Z0.	Z86.
X0.98Z0.098R0.5	G01Z86.043F100.
G01Y15.F100.	G02X-1.184Z86.8R3.502
X0.996Z0.049F200.	X1.184
X1.Z0.	X1.152Z86.725
Z-10.	Y40.
G03X-1.R-0.5	M05M09
Z0.	G28
X0.98Z0.098R0.5	M30
Y40.	%

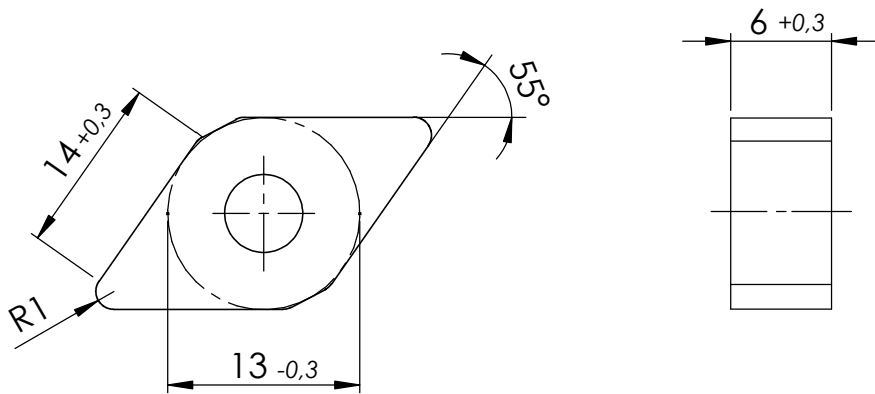


1. Клас точності - Т3, група сталі - М2, ступінь складності - С2, вихідний індекс - 8 ГОСТ 7505-89.
2. Допустимі величини зміщення по поверхні роз'єму штампку - 0,2 мм.
3. Допустима величина задирки - 1мм.
4. Невказані радіуси зкруглення - 1мм(мінімальний).
5. Невказані граничні відхилення розмірів по ГОСТ 7505-89.
6. Інші технічні вимоги по ГОСТ 8479-70.

				БДР.ПМ - 013.00.002			
Зм. Арк.	Недокументу	Підпис	Дата	Вал ступінчатий Штамповка	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Логаса А.В.		06.06			1,59	2:1
Перевірів	Пітулей Л.Д.		06.06		Аркуш	2 Аркуші	4
Т. контр.							
Н. контр.				Сталь 45 ГОСТ 1050-47	ПМ-18-1 ІФНТУНГ		
Затвердив							

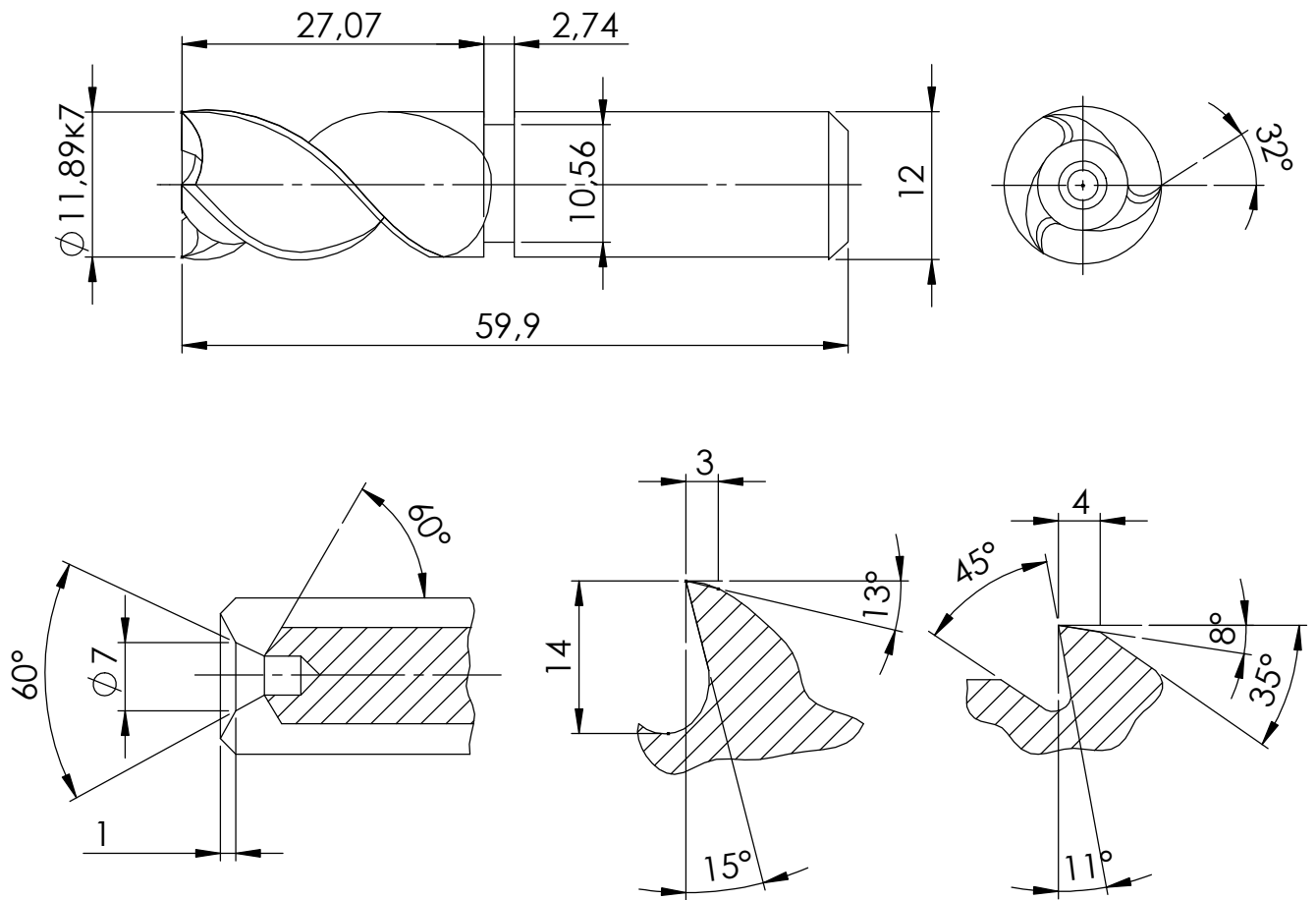


DDJNR 2020K 15



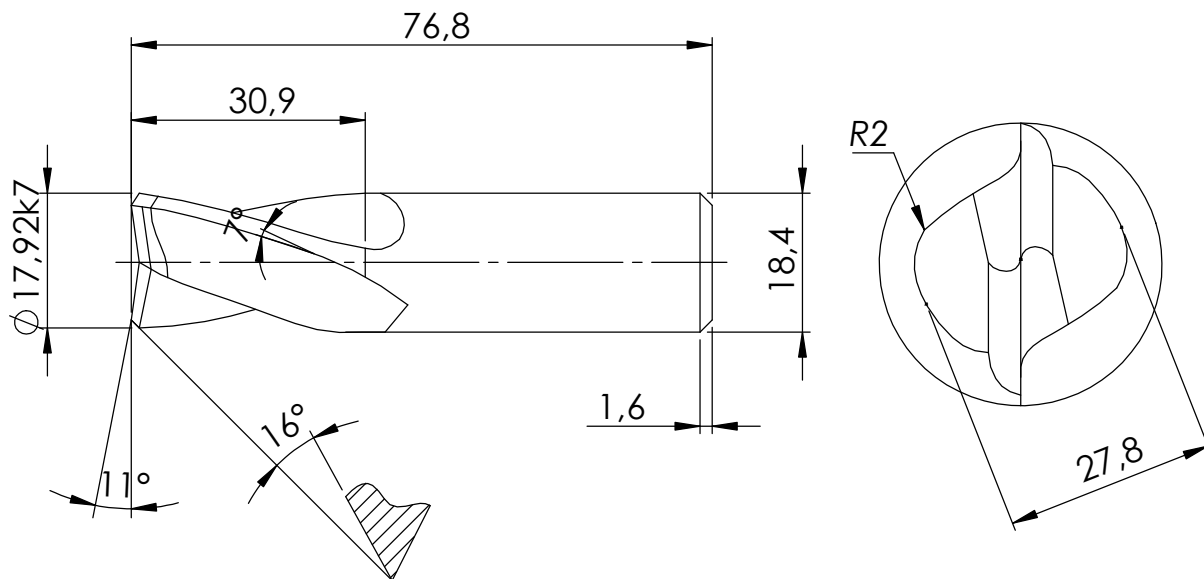
DNMG 15 06 12-PR 4425

					БДР. ПМ - 013.01.003			
					Різець токарний прохідний			
Зм.	Арк.	Недокументу	Підпис	Дата				
Розробив		Логаза А.В.		06.06		0,37	1:1	
Перевірів		Пітулей Л.Д.		06.06				
Т. контр.					Аркуш	1	Аркушів	3
Н. контр.					ПМ-18-1 ІФНТУНГ			
Затвердив								



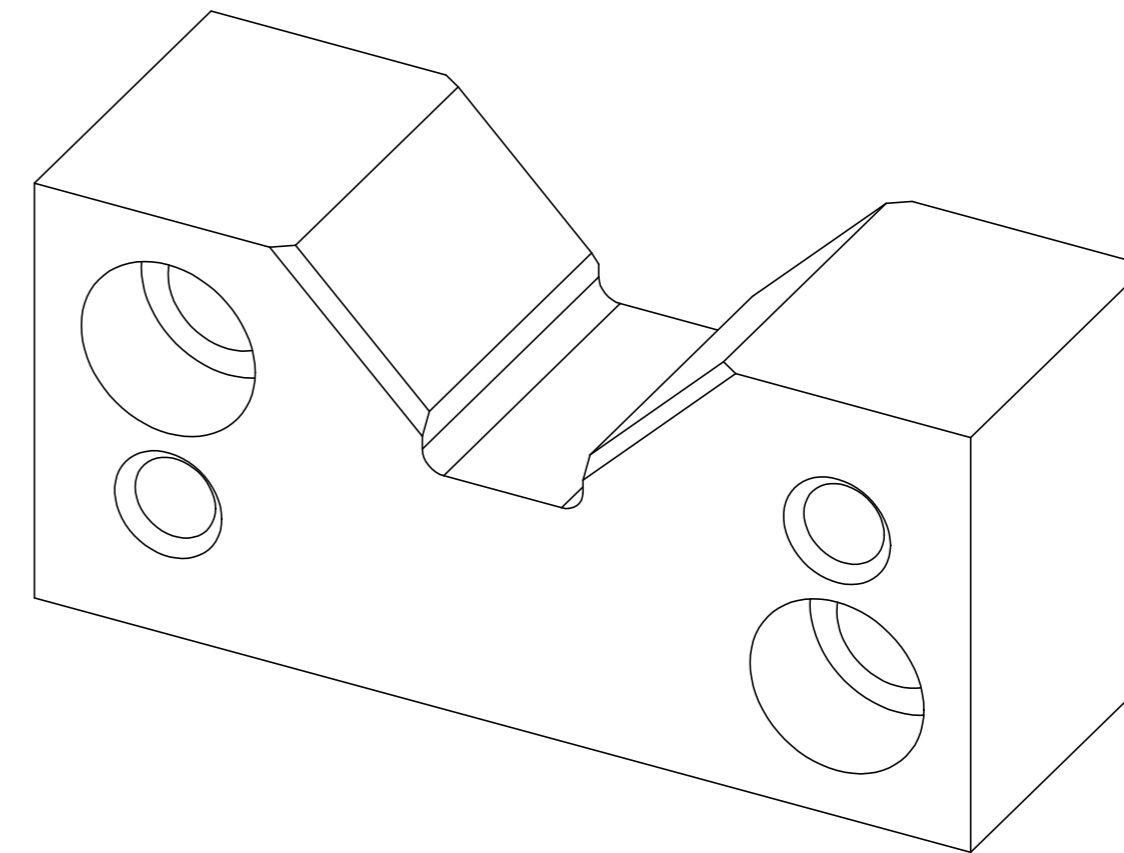
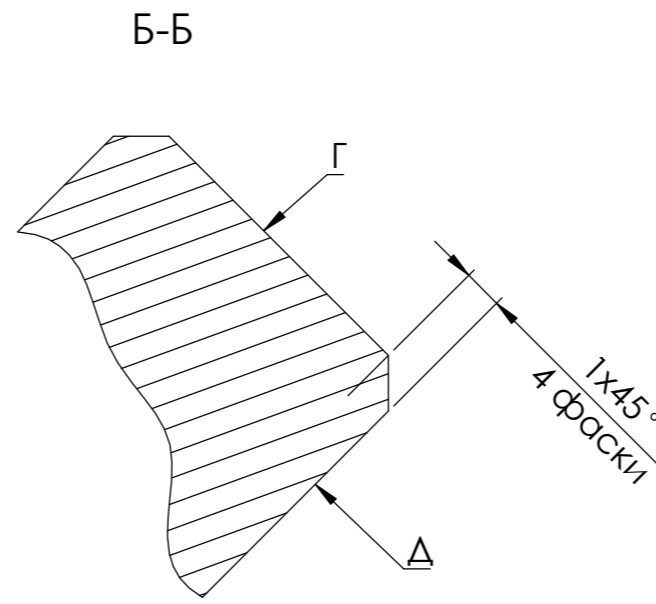
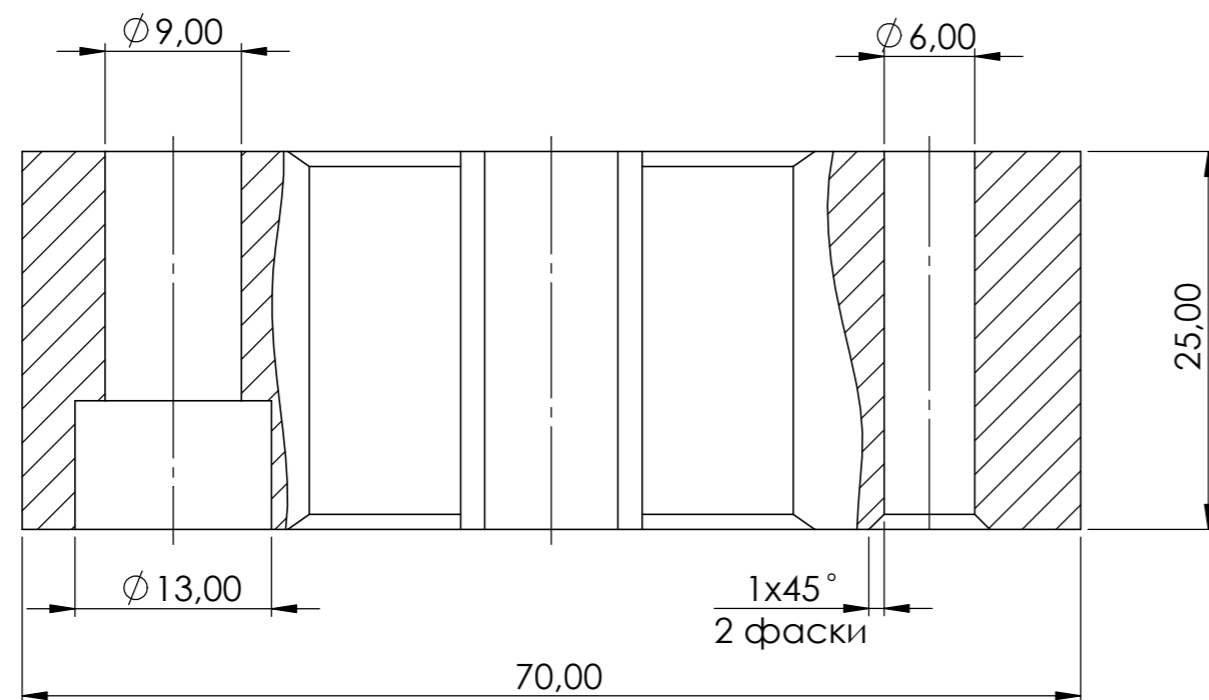
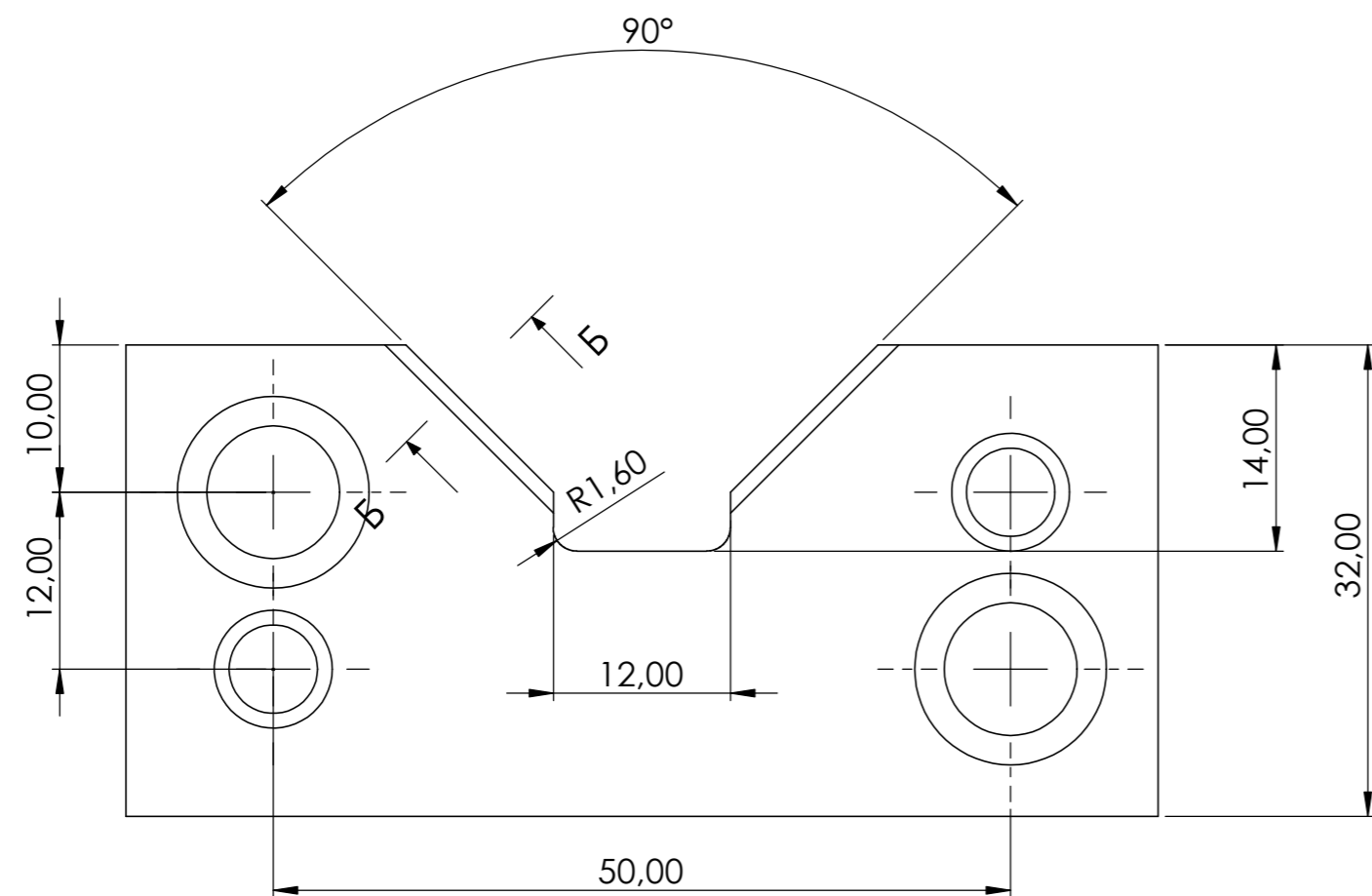
1. Матеріал різальної частини - сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73, 63...66 НРС.
2. Матеріал хвостової частини - сталь 40Х ДСТУ 7806:2015, 45...50 НРС.
3. Розмір хвостовика - за ГОСТ 25334-94.
4. Центрувальні отвори форма В - за ДСТУ ГОСТ 14034:2008.
5. ДСТУ ISO 2768 - мК.
6. Решта технічних вимог за ГОСТ 17034-82.

					БДР. ПМ - 013.02.003			
					Фреза кінцева			
Зм.	Арк.	Недокументу	Підпис	Дата				Літ.
Розробив		Логаза А.В.		06.06			1:1	
Перевірів		Пітулей Л.Д.		06.06				
Т. контр.					Аркуш	2	Аркушів	3
Н. контр.					ПМ-18-1 ІФНТУНГ			
Затвердив								



1. Матеріал різальної частини - сталь Р6М5 ГОСТ 19265-73, 63...66 НРС.
2. Матеріал хвостової частини - сталь 40Х ДСТУ 7806:2015, 45...50 НРС.
3. Розмір хвостовика - за ГОСТ 25334-94.
4. ДСТУ ISO 2768 - mK.
5. Решта технічних вимог за ГОСТ 17034-82.

					БДР. ПМ - 013.03.003		
					Фреза шпонкова		
Зм.	Арк.	Недокументу	Підпис	Дата	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив		Логаса А.В.		06.06			1:1
Перевірів		Пітулей Л.Д.		06.06			
Т. контр.					Аркуш	3	Аркушів
Н. контр.					ПМ-18-1 ІФНТУНГ		
Затвердив							



1. Матеріал - сталь марки 20Х по ГОСТ 4543-71. Допускається заміна на сталі інших марок з мехнічними властивостями не нижче, ніж у сталі марок 20Х.
2. Твердість роочих поверхонь - 56...61 HRC. Цементувати h 0,8...1,2 мм.
3. Опорні поверхні під кріпильні деталі - по ГОСТ 12876-67.
4. Невказані граничні відхилення розмірів: H14, h14, +/- IT/2.
5. Допуск перпендикулярності поверхні Г відносно поверхні Д - 0.05 мм по довжині 100 мм.
6. Покриття - хімічне окислення по ГОСТ 9.306-85.
7. Маркувати партію деталей одного типорозміру на тарі або упаковці з вказаними умовними позначеннями.

				БДР. ПМ - 013.00.004			
Зм. Арк.	Недокументу	Підпис	Дата	Призма з боковим кріпленням	Літ.	Маса	Масштаб
Розробив	Логаса А.В.		06.06			0,32	2:1
Перевірив	Пітулей Л.Д.		06.06		Аркуш	4 Аркуші	4
Т. контр.							
Н. контр.				Сталь 20Х ГОСТ4543-71			ПМ-18-1 ІФНТУНГ
Затвердив							

