

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
завідувач кафедри технологій
машинобудування та
матеріалознавства
професор_____ В.В. Проців
« ____ » _____ 20__ р.

Проект технологічного процесу виготовлення деталі
«Вал» з розробкою верстатного пристрою

ТММ.131-ОППБ.21.04.ПЗ

Керівник
доцент кафедри ТММ
_____ О.О. Богданов
« ____ » _____ 20__ р.

Студент
групи 131-18ск-1 ММФ
_____ Б. А.Луговий
« ____ » _____ 20__ р.

Підп. і дата	
Взам. інв. №	
Інв. № дубл.	
Підп. і дата	
Інв. № ориг.	

Реферат

Пояснювальна записка: ____ с, ____ рис, ____ табл., ____ додаток, ____ джерела.

Тема: Проєкт технологічного процесу виготовлення деталі «Вал» з розробкою верстатного пристрою.

Ключові слова: деталь, вал, технологія виробництва, токарна операція, фрезерна операція, вісь, маршрут обробки, верстат з ЧПК

Об'єкт розроблення у кваліфікаційній роботі – технологічні процеси механічної обробки однієї деталі - «Вал».

Метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності процесу технічної підготовки виробництва машинобудівної продукції на прикладі деталі «Вал» високої якості і конкурентоспроможності.

Результат роботи – технологічний процес виготовлення деталі «Вал» в умовах серійного виробництва з застосуванням сучасного обладнання.

Новизна кваліфікаційної роботи – вибір і обґрунтування варіанту технологічного процесу виготовлення деталі «Вал» з використанням сучасних технологій, прогресивного різального інструменту та обладнання.

Практична цінність – рекомендації щодо проектування процесу обробки конкретної деталі в умовах серійного виробництва.

У кваліфікаційній роботі розроблені детальні технологічні операції. Здійснено вибір багатоцільових верстатів та верстатів з ЧПК, прогресивного різучого інструменту. Спроековано спеціальний верстатний пристрій.

Зміст

Вступ	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	8
1.1 Характеристика об'єкта виробництва	8
1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі	9
2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	12
2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталі	12
2.2 Вибір заготовки	13
2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі	14
2.4 Розрахунок припусків на механічну обробку	17
2.5 Детальна розробка технологічних операцій	19
3 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	27
3.1 Постановка задачі	27
3.2 Алгоритм рішення	29
3.3 Засоби реалізації	35
Загальні висновки	37
Перелік літератури	38
ДОДАТОК А	
ДОДАТОК Б	
ДОДАТОК В	
ДОДАТОК Г	

					ТММ.ОППБ.21.04.ПЗ					
Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Луговий			Кваліфікаційна робота бакалавра		Лит.	Лист	Листов	
Перевір.		Богданов								
Н. Контр.		Проців					НТУ "ДП" 131-18ск-1			
Утверд.		Проців								

Вступ

Технічний прогрес здійснюється не тільки на основі застосування нових науково-технічних досягнень. Він базується і на широкому використанні вже визначилися напрямків в розвитку техніки і характеризується не тільки безперервною появою принципово нових технологічних процесів, але й безперервною заміною існуючих процесів більш точними, продуктивними і економічними.

У цій роботі розроблений технологічний процес механічної обробки деталі «Вал» в умовах серійного виробництва при розмірі операційної партії 15 штук. Основу для проектування склав типовий технологічний процес механічної обробки середніх валів. Як заготовки використовується круглий прокат по ГОСТ 2590-88. Ефективність використання матеріалу характеризується коефіцієнтом 0,25. Це низька ефективність, але допустима в умовах дрібносерійного виробництва при річній програмі випуску 315 штук.

Технологічний процес механічної обробки проектується на основі робочого креслення деталі і складального креслення виробу або складальної одиниці, технічних умов на виготовлення виробу.

Вибір оптимального варіанту технологічного процесу, тобто процесу, найбільш вигідного для даних конкретних умов, що забезпечує най-більшу продуктивність при найменшій собівартості обробки, вимагає в ряді випадків розрахунку економічної ефективності і порівняння економічних варіантів обробки. Вибір оптимального варіанту в значній мірі залежить від обсягу випуску, виробничих можливостей підприємства і умов проектування.

Пропонований технологічний процес характеризується використанням мінімальної кількості металорізальних верстатів з високим ступенем автоматизації, застосуванням універсальних пристроїв і сучасного метало-ріжучого інструменту, оснащеного твердосплавними пластинами. Крім того, перевагою даного процесу є застосування вітчизняного обладнання доступного і досить ефективного в умовах серійного виробництва.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Інформаційною основою при розробці технологічних процесів є: технологічний класифікатор об'єкта виробництва, класифікатор технологічних процесів, система позначень технологічних документів, стандарти Єдиної системи технологічної документації, типові технологічні процеси і операції, стандарти і каталоги на засоби технологічного оснащення, нормативи технологічних режимів, матеріальні та трудові нормативи .

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

1. Аналітичний розділ

1.1 Технічна характеристика об'єкта виробництва

Для розробки оптимального технологічного процесу виготовлення деталі, забезпечення раціональної концентрації технологічних операцій із застосуванням економічно обгрунтованих і технологічно необхідних методів обробки, необхідно проаналізувати призначення робочих поверхонь деталі, використовувані матеріали і технічні вимоги до них з точки зору умов збирання та експлуатації.

Дана деталь застосовується в кінематичного ланцюга диференціального механізму приводу подач металорізального верстата. Призначення деталі - передача значного крутного моменту від конічної шестерні на приводний ланка рейкової передачі.

Основними конструкторськими базами деталі є дві циліндричні шийки діаметром 25j₆, призначені для установки підшипників. Допоміжними базами - циліндрична поверхня діаметром 40f₇, що забезпечує базування маточини конічної шестерні і шліцьова поверхню 6x20x25, призначена для установки шестерні рейкової передачі.

Для захисту робочої частини вала від пилу і впливу вологості навколишнього середовища, характерних для виробничих приміщень, застосовуються ущільнюючі пристрої. Тому шийки вала мають ділянки поверхні з низьким параметром шорсткості при незначній точності розміру.

Робочі поверхні вала призначені для створення нерухомих со-напружень. Тому особливих вимог до їх твердості і зносостійкості не пред'являється. Для забезпечення міцності деталі досить механічних характеристик, які побічно задаються твердістю матеріалу - 310-340НВ.

Вал виготовляється з легованої конструкційної сталі по ГОСТ 4543-71 марки 20ХНР. Вона застосовується для виготовлення деталей, що працюють в умовах ударних навантажень, в тому числі зубчасті колеса, вали-шестерні, черв'яки, кулачкові муфти, валики. Поставляється у вигляді сортового прокату круглого перетину по ГОСТ 2590-88 і ГОСТ 7417-75, а також у вигляді поковок і кованих заготовок по

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

ГОСТ 1133-71. Стали цієї групи добре обробляються різанням. Хімічний склад стали 20ХНР наведено в таблиці 1.1 [6].

Таблиця 1.1

у відсотках

C	Mn	Si	Cr	Ni	P	S	Cu	Ti	B
					не більше				
0,16-0,23	0,60-0,90	0,17-0,37	0,70-1,10	0,80-1,10	0,035	0,035	0,30	0,06	0,001-0,005

В результаті об'ємної гарту деталі перетином 50 мм, Низькотемпературне відпуски при 200 ° С і охолодження на повітрі механічні властивості матеріалу відповідають даним, наведеним в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	RCU, Дж/см ²	HB
МПа		%			
1110	1200	-	62	147	310-340

1.2 Аналіз технологічності конструкції деталі

Склад робіт по забезпеченню технологічності конструкції виробів на всіх стадіях їх створення встановлюється Єдиною системою технологічної підготовки виробництва. Розрізняють виробничу, експлуатаційну та ремонтну технологічність. Єдиним критерієм технологічності конструкції изделия є її економічна доцільність при заданій якості і прийнятих умовах виробництва і експлуатації.

На етапі проектування технологічного процесу механічної оброблення, коли конструкторські документи вже затверджені і не підлягають заради-Кальний змін, доцільно проводити якісний аналіз технологічності конструкції деталі з метою узагальнено, на підставі досвіду виконавця, встановити ступінь відповідності між показниками якості і прийнятими умовами виробництва. Кількісну оцінку виконують за деякими показниками, щоб охарактеризувати ступінь задоволення вимог до технологічності конструкції.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Деталь відноситься до класу валів, тобто тіл обертання з довжиною більше двох діаметрів. Основною характеристикою валів, що визначає технологічність конструкції, є жорсткість, яку оцінюють по величині відношення $L/d_{\text{пр}}$,

де L – довжина вала, мм;

$d_{\text{пр}}$ – приведений діаметр вала, який визначається за формулою:

$$d_{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot l_i}{L} = \frac{25 \cdot 110 \cdot 32,5 + 40 \cdot 55 + 46 \cdot 5 + 23 \cdot 93 + 18 \cdot 25}{320} = 27,3 \text{ (мм)} \quad (1.3)$$

де d_i – діаметр i -тої ступені вала, мм;

l_i – довжина i -тої ступені вала, мм.

В даному випадку відношення дорівнює 11,7, що більше рекомендованого значення (10). Отже, для ефективної механічної обробки без обмеження режимів різання і досягнення економічно обґрунтованої точності, необхідно застосовувати схеми базування для нежорстких валів.

Основні конструкторські бази деталі - дві циліндричні поверхні діаметром 25 мм з допуском шостого квалітету і граничними відхиленнями форми і розташування поверхонь по шостого ступеня точності, відповідають службове призначення поверхонь. Їх обробка не збільшує технологічну собівартість виготовлення деталі.

Разом з тим, наявність двох поруч розташованих поверхонь з лівого торця деталі номінальним діаметром 25 мм з різними полями допусків f_9 і d_{10} , погіршують технологічність конструкції. Тому без шкоди для функціонального призначення поверхонь доцільно призначити одне поле допуску - d_{10} .

Застосовуваний матеріал забезпечує виконання вимог до механічного-ським властивостям поверхонь і деталі в цілому і має гарні технологічними характеристиками як при обробці тиском, так і різанням.

Конструкція вала дозволяє вести обробку в центрах, тобто забезпечити поєднання технологічних і вимірювальних баз, а також виконати вимогу сталості баз, що гарантує співвісний розташування робочих поверхонь вала.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Двостороннє розташування уступів і співвідношення діаметрів ступенів сприятливі для продуктивної токарного оброблення та рівномірної концентрації операцій.

Співвідношення квалитетов і параметрів шорсткості у більшості оброблюваних поверхонь є оптимальним. Таким чином, технологічність конструкції деталі «Вал» після якісного аналізу можна оцінити як гарну за основними показниками.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

2. Технологічний розділ

2.1 Встановлення виробничої програми випуску деталі

Виробнича програма випуску деталей встановлюється в залежності від річної потреби виробів і організаційно-технічних умов збирання. На початковому етапі проектування технологічних процесів виготовлення деталей, що входять у виріб, річна виробнича програма випуску визначається за формулою:

$$N = N_{\text{и}} \cdot q \left(1 + \frac{h}{100}\right). \quad (\text{шт/год}) \quad (1.1)$$

де $N_{\text{и}}$ – річна програма випуску виробів;

q – кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h – відсоток деталей, призначених на запасні частини.

Річна потреба в вузлах, що включають одну задану деталь, складає 310 штук. З огляду на умови роботи деталей, відсоток деталей, призначених на запасні частини повинен бути 1,5%. Підставивши ці дані в формулу 1.1, одержимо:

$$N = 310 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{1,5}{100}\right) = 314,7 \text{ шт}$$

Приймаємо річну програму випуску деталей 315 штук.

Одним з показників, що характеризують серійне виробництво, є величина партії деталей, одночасно що запускаються у виробництво. Її величина визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} = \frac{315 \cdot 12}{254} = 14,9 \text{ шт} \quad (1.2)$$

де a – періодичність запуску деталей у виробництво, днів. Можливі значення - 3, 6, 12, 24. Для среднесерійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на 6 днів;

Φ – число робочих днів в році, 254.

Приймаємо 15 шт. При цьому розмір партії повинен бути кратним річній програмі випуску.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

2.2 Вибір заготовки

Для раціонального вибору заготовки необхідно одночасно враховувати призначення і конструкцію деталі, технічні вимоги, масштаб і серійність випуску, а також економічність виготовлення. Вибрати заготовку - значить встановити спосіб її отримання, призначити припуски на обробку кожної поверхні, розрахувати розміри і вказати вимоги до точності виготовлення.

Оскільки на робочому кресленні деталі не зазначено вид заготовки та відсутні вимоги до структури матеріалу, пов'язані зі способом її отримання, розглянемо найбільш поширений для прийнятої річної програмі випуску вид заготовки - сортовий: прокат.

Розміри заготовки з сортового прокату визначаються з урахуванням припуску на обробку щаблі найбільшого діаметра і припуску на підрізування торців. Для номінального діаметра 46 мм і відношення довжини деталі до діаметру (12) рекомендується діаметр гарячекатаного прокату звичайної точності 53 мм. З огляду на несиметричне розташування ступені вала найбільшого діаметра щодо торців деталі і значний перепад діаметрів сусідніх ступенів вала, приймаємо в якості заготовки круглий гарячекатаний сталевий прокат по ГОСТ 2590-88 діаметром 50 мм, точності прокатки В з граничними відхиленнями розміру поперечного перерізу: верхнє 0,4 мм, нижнє- 1,0 мм ..

Припуск на обробку двох торців становить 7 мм, Ширина різку при обробленні прутків діаметром 30-80 мм дисковою пилкою приймається 5,5 мм. Таким чином, довжина заготовки на першій операції механічної обробки дорівнює 327 мм, а довжина для розрахунку вартості, з урахуванням ширини різку приймається 333 мм. Маса заготовки складе 5,13 кг, тоді коефіцієнт використання матеріалу дорівнює 0,28.

Це найнижчий показник, але з огляду на невелику річну програму випуску, використовувати більш дорогу штамповану заготівлю недоцільно.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

2.3 Розробка технологічного маршруту виготовлення деталі

При розробці маршрутної технології виготовлення деталі орієнтуємося на типовий технологічний маршрут виготовлення середніх валів.

Кількість технологічних операцій, їх концентрація буде визначатися методами обробки поверхонь, які призначені виходячи з необхідного квалітета розміру, параметра шорсткості і умов оброблюваності низьколегованих сталей. Перелік оброблюваних поверхонь і методи обробки, які можуть забезпечити виконання вимог креслення, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Вид поверхні, розмір, мм	Квалітет	Шорсткість Ra, мкм	Метод обробки поверхні
Зовнішня Ø46h14, Ø30h14, Ø23h14 мм	14	12,5	Точіння одноразове
Зовнішня Ø40 f7 мм	7	0.8	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування попереднє
Зовнішня Ø25 js6 мм	6	0.8	Точіння чорнове Точіння чистове Шліфування попереднє Шліфування остаточне
Зовнішня Ø25 d10 мм	10	3,2	Точіння одноразове Шліфування
Зовнішня M18x1-6h	-	6,3	Точіння одноразове Нарізання різьби різцем
Зовнішня шліцьова	-	3,2	Фрезерування одноразове
Торцеві 320 js15	15	12,5	Фрезерування одноразове
Торцеві 55 js15; 25 js15, 20 js15 мм	15	12,5	Точіння одноразове

Технологічними базами для обробки всіх поверхонь деталі будуть торці вала і центрові отвори, які обробляються на першій операції. В умовах серійного виробництва можливе використання як універсальних, так і спеціальних верстатів.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Мінімальну трудомісткість операції при високій продуктивності і незначних витратах на переналагодження забезпечить використання фрезерно-центрувального верстата послідовної дії.

З огляду на розміри кінцевих ступенів вала і вид заготовки, що передбачає видалення значного напуску, а також прагнучи збільшити продуктивність операції, чорнове точіння буде виконуватися на двох різних операціях. Для цієї мети може використовуватися як токарний Багаторізцеві копіювальний напівавтомат для багатопрохідної обробки, так і центровий токарний верстат з ЧПУ.

Чистове точіння опорних шийок вала і канавок виконується на окремій операції. Крім центрових отворів технологічною базою є правий торець деталі. При цьому забезпечується вільний доступ до поверхонь з лівого торця і можливість обробки без перевстановити опорної шийки діаметром 25 js6 мм зворотним ходом супорта. На даній операції доцільно використовувати верстат з ЧПУ, враховуючи схему обробки, жорсткість деталі, форму і розташування канавок.

Обробка шліцьовій поверхні, для забезпечення рівномірного розташування шліц, буде здійснюватися методом Обкатилса на Шліцефрезерная верстаті до шліфування опорних шийок.

Оскільки опорні шийки вала, що піддаються шліфуванню, мають один номінальний розмір, то їх обробка, як попередня, так і остаточна, може здійснюватися на одній операції з перевстановлення заготовки. Оскільки на операції попереднього шліфування обробляється і досить протяжні поверхні діаметрами 25d10 і 40f7, необхідно застосовувати метод шліфування з поздовжньою подачею, а з іншого боку метод врізного шліфування. Для цього доцільно використовувати верстат з ЧПУ.

Технологічний процес виготовлення деталі завершується контрольної операцією, на якій здійснюється комплексний контроль розмірів поверхонь і їх взаємного розташування. Пропонований маршрут наведено в таблиці 4.2.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Таблиця 4.2

№ оп..	Найменування операції	Короткий зміст операції	Модель верстата
1	Фрезерно-центровальна	Фрезерування торців, свердління центрових отворів з двох сторін	МР-71
2	Токарно-копіювальна	Попередня токарна обробка з лівого торця	1719Ц
3	Токарно-копіювальна	Попередня токарна обробка з правого торця	1719Ц
4	Токарна с ЧПК	Чистове точіння опорних шийок і канавок	16Б16Т1
5	Шліцефрезерувальна	Фрезерування шести шліців	5350
6	Фрезерна	Фрезерування паза	6Р11
7	Круглошліфувальна	Попереднє шліфування поверхонь $\varnothing 25d_{10} \varnothing 25j_s6$ мм	3М151Ф2
8	Круглошліфувальна	Остаточне шліфування опорних шийок $\varnothing 25j_s6$ мм з перевстановлення заготовки	3У12А
9	Контрольна	Комплексний контроль деталі.	-

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

2.4 Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуски на механічну обробку в значній мірі впливають на технологічну собівартість виготовлення деталі. Видалення надмірного припуску пов'язане зі збільшенням машинного часу на чорнову обробку як в разі виконання додаткових обдирні проходів, так і за рахунок зниження режимів різання в разі значної глибини різання. При цьому підвищується витрата ріжучого інструменту і загальні витрати на експлуатацію робочого місця.

Припуски на три поверхні призначаємо статистичними (табличним) методом. В цьому випадку загальний припуск визначається розміром прокату, а припуск на обробку, наступну після чорнової, за таблицями, які наведеним в довідковій літературі [10]. Методику розрахунку проілюструємо для зовнішньої поверхні діаметром 25_±6 мм.

Загальний припуск на діаметр дорівнює різниці між мінімальним розміром прокату і номінальним розміром поверхні (49 – 25= 24мм), допуск на розмір заготовки 1,4 мм (см. розділ 3). На чистове точіння рекомендується припуск 1,1 мм на діаметр [10, табл.1], на шліфування – 0,3 мм [10, табл.2]. Оскільки згідно табл. 4.1 для обробки цієї поверхні передбачено чорнове і чистове шліфування, рекомендований припуск поділяємо відповідно до рекомендацій довідкової літератури - 0,2 мм на чорнове шліфування і 0,1 мм - на чистове.

Припуск на чорнове точіння визначається як різниця між загальним припуском на механічну обробку і сумою операційних припусків.

$$Z_{\text{ч.ч.}} = Z_{\text{общ}} - Z_{\text{точ.чист}} - Z_{\text{шлиф.ч.ч.}} - Z_{\text{шлиф.чист.}} = 24 - 1,1 - 0,2 - 0,1 = 22,6 \text{ (мм)} \quad (5.1)$$

Розрахунковий розмір для останнього переходу (шліфування) приймається рівним мінімального розміру за кресленням (24,9935 мм). Для наступного переходу він визначається шляхом додавання призначеного припуску (25,0935мм). Аналогічні обчислення виконуються для всіх переходів МОП. Отримані значення приймають в якості мінімального операційного розміру після округлення з урахуванням значущих цифр технологічного допуску. Максимальні операційні розміри відрізняються від мінімальних на величину допуску.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Граничні припуски для кожного переходу МОП визначаються шляхом віднімання граничних розмірів на двох сусідніх переходах:

для чорнового точіння $Z_{\text{чер. min}} = 51,00 - 26,40 = 24,60$ (мм)

$Z_{\text{чер. max}} = 52,40 - 26,73 = 25,67$ (мм)

для чистового точіння $Z_{\text{чист. min}} = 26,400 - 25,294 = 1,106$ (мм)

$Z_{\text{чист. max}} = 26,730 - 25,378 = 1,352$ (мм)

для шліф. чорнового $Z_{\text{шлиф. черн. min}} = 25,294 - 25,094 = 0,200$ (мм)

$Z_{\text{шлиф. черн. max}} = 25,378 - 25,127 = 0,251$ (мм)

для шліф. чистового $Z_{\text{шлиф. чист. min}} = 25,094 - 24,993 = 0,101$ (мм)

$Z_{\text{шлиф. чист. max}} = 25,127 - 25,006 = 0,121$ (мм)

Правильність обчислень перевіряється за формулою:

$$Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i \quad (5.2)$$

Для даного розрахунку: $27394 - 26,007 = 1400 - 13$ или $1387 = 1387$.

Розрахунок операційних розмірів і граничних припусків на механічну обробку торців, пов'язаних розміром 320js15 мм представлені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Метод обробки поверхні (МОП)	При- пуск, мм	Розраху- нковий- розмір, мм	Допуск, мкм	Розмір, мм		Припуск, мкм	
				d _{min}	d _{max}	Z _{min}	Z _{max}
Зовнішня циліндрична діаметром 25 j _s 6 ±0.0065 мм							
Заготовка		48,9935	1400	49	50,4		
Точіння чорнове	22,6	26,3935	330	26,40	26,73	22,60	23,67
Точіння чистове	1,1	25,2935	84	25,294	25,378	1,106	1,352
Шліфування чорнове	0,2	25,0935	33	25,094	25,127	0,2	0,251
Шліфування чистове	0,1	24,9935	13	24,993	25,006	0,101	0,121
Торцеві, зв'язані розміром 320±1,15 мм							
Заготовка		325,85	3200	325,9	329,1		
Фрезерування торців	7	318,85	2300	318,9	321,2	7	7,9

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ		Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата			

2.5 Детальна розробка технологічних операцій

Основна мета детальної розробки технологічної операції - розробка технологічної документації, що містить повну інформацію про зміст операції, її технологічному і метрологічному оснащенні, трудовитратах. Вихідними даними, визначальними послідовність операцій і їх призначення, є технологічний маршрут, наведений в таблиці 4.2. Призначення режимів різання, вимог до точності розмірів здійснюємо на підставі результатів розрахунку міжопераційних припусків і розмірів, які наведені в таблицях 5.1.

Виготовлення деталі «Вал» передбачає 8 операцій механічної обробки. Розрахунок режимів різання виконаємо для фрезерно-центрувальної і Шліцефрезерна операцій. Результати детальної розробки інших операцій і дані для заповнення технологічної документації наведено в таблиці 6.1.

Операція 05, Фрезерно-центрувальна

Операція виконується на фрезерно-Центрувально верстаті моделі МР-71 і включає два технологічних переходу, виконуваних послідовно. Заготівля встановлюється в спеціальному пристосуванні при верстаті і базується по зовнішній циліндричних поверхнях діаметром 50 мм і лівого торця. Опорний елемент пристосування, призначений для базування по торця, відводиться після закріплення заготовки.

На першому технологічному переході одночасно фрезеруються два торця. Використовуються дві торцеві фрези зі швидкорізальної сталі діаметром 63 мм по ГОСТ 9304-69, ліва 2210-0072 і права 2110-0071. Інструменти встановлюються на двох однакових оправках К2.478.000-02 ТУ2 035-534-76.

На другому технологічному переході виконується свердління центрального отвори діаметром 2 мм форми А, глибиною 4,5 мм комбінованим центрувальні свердлом зі швидкорізальної сталі по ГОСТ 14952-75. Свердло кріпиться в цангові патрони К2.475.000-01 ТУ2 035-489-76. Як мастильно-охлаждающей рідини використовується 2-5% емульсія НГЛ 205.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Коротка характеристика верстата:

1. Розміри оброблюваної заготовки, мм	
діаметр	22-125
довжина	200-500
2. Найбільший хід головок, мм	
фрезерних	225
свердлильних	60
3. Діаметр фрези, мм	
найменший	50
найбільший	160
4. Діаметр свердла, мм	
найменший	2
найбільший	6
5. Ряд частот обертання фрезерних шпинделів, об/хв	68; 100; 141; 194,5; 283; 308; 552; 780
6. Ряд частот обертання свердлильних шпинделів, об/хв	250; 343; 490; 70; 1050; 1600
7. Діапазон подач фрезерних головок, мм/хв (б/с)	20-400
8. Ряд подач свердлильних головок, мм / об	0,037; 0,08; 0,083; 0,125; 0,17
9. Потужність приводу головного руху, кВт	
фрезерування	4,5
свердління	1,7
10. Габарити верстата, мм	
довжина	2640
ширина	1450
висота	1720
11. Маса, кг	4750

Призначення режимів різання виконуємо за методикою, наведеною в джерелі [9]. Матричне значення подачі при фрезеруванні торцевими фрезами вуглецевих сталей приймається 0,15 мм / зуб. Глибина різання приймається рівною максимальному припуску на обробку торців - 3,95 мм (див. Табл.5.1) Ширина фрезерування визначається розміром поперечного перерізу проката і становить 50 мм. Матричне значення подачі уточнюється в залежності від ступеня жорсткості технологічної схеми і мінливих обставин обробки по формулі:

$$S_Z = S_{ZT} \cdot K_{S_Z} = S_{ZT} \cdot K_{S_{Zc}} \cdot K_{S_{Zи}} \cdot K_{S_{ZR}} \cdot K_{S_{Zф}} = 0,15 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 1 = 0,045 \text{ мм/зуб}, \quad (6.1)$$

де S_{ZT} - матричне значення, мм/зуб;

$K_{S_{Zc}}$ - коефіцієнт, що враховує технологічні умови обробки (по таблиці 108

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

с.299-301 встановлюється шифр типової схеми обробки (IV), потім по таблиці 109 - коефіцієнт $K_{Szc}=0,6$;

K_{Szi} - коефіцієнт, що враховує матеріал фрези (табл.114 с.305);

K_{SziR} - коефіцієнт, що враховує шорсткість обробленої поверхні;

$K_{Szi\phi}$ - коефіцієнт, що враховує вид оброблюваної поверхні.

Визначаємо матричне значення швидкості різання (V_T) в залежності від діаметра фрези, глибини фрезерування і уточнене значення подачі (S_Z). $V_T = 203 \text{ м / хв.}$

Табличне значення швидкості різання уточнюється в залежності від ступеня жорсткості технологічної схеми і мінливих обставин обробки по формулі:

$$V = V_T \cdot K_V = V_T \cdot K_{Vc} \cdot K_{Vm} \cdot K_{Vi} \cdot K_{Vn} \cdot K_{Vo} \cdot K_{V\phi} \cdot K_{VB} = 203 \cdot 0,7 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 136,4 \text{ м/хв (6.2)}$$

де V_T – матричне значення швидкості;

K_{Vc} - коефіцієнт, що враховує технологічні умови обробки (по таблиці 108

с.299-301 встановлюється шифр типової схеми обробки, потім по таблиці

109 - коефіцієнт $K_{Vc}=0,7$);

K_{Vm} - коефіцієнт, що враховує марку оброблюваного матеріалу (0,8);

K_{Vi} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту (1,0);

K_{Vn} - коефіцієнт, що враховує стан оброблюваної поверхні (1,0);

K_{Vo} - коефіцієнт, що враховує умови обробки (1,2);

$K_{V\phi}$ - коефіцієнт, що враховує головний кут в плані (1,0);

K_{VB} - коефіцієнт, що враховує відношення фактичної ширини фрези-рування до нормативної (1,0);

Розраховуємо частоту обертання фрези (n), що забезпечує необхідну швидкість різання:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 136,4}{3,14 \cdot 63} = 689,5 \text{ об/хв, (6.3)}$$

де V – рекомендована швидкість різання;

D_ϕ – діаметр фрези, мм.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Розрахункове значення n порівнюється з паспортними даними верстата. Для подальших розрахунків приймається найближче менше значення з ряду частот обертання шпинделя. 552 об / хв, оскільки збільшувати розрахунковий параметр можна не більше, ніж на 5%. Тоді розрахункова подача для фрези з 14 зубами складе 348 мм / хв і буде забезпечена за рахунок бесступенчатого регулювання.

Визначаємо основний час на виконання переходу за формулою:

$$T_o = \frac{L_{px}}{S_{мин}} = \frac{l + l_1 + l_2}{S_{мин}} = \frac{65 + 1,5 + 0,5}{348} = 0,19 \text{ (хв)} \quad (6.4)$$

де l - довжина обробки (65);

l_1 - врізання (1,5);

l_2 - перебіг (0,5);

На другому технологічному переході виконується свердління двох центрових отворів діаметром 2 мм. Розрахунок режимів різання виконаний за методикою, наведеною в [9]. Результати розрахунку для обох технологічних переходів даної операції наведені в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1

Перехід	t , мм	S_T , мм/об	S_P , мм/об	V_T , м/хв	V_P , м/хв	n , об/хв	$S_{Ст}$, мм/хв	L_{px} , мм	T_o , хв
Фрезерування	4	0,15	0,045	203	136,4	552	348	67	0,19
Свердління	1,0	0,06	0,037	32	16,9	1600	59	5	0,09

Операція 10, Токарно-копіювальний

Операція виконується на центровому токарно-копіювальному напівавтоматі моделі 1719Ц, оснащеним чотирьохпозиційним копірним пристроєм, двохпозиційної револьверної головкою і поперечним супортом.

Заготівля базується в центрах. Задній центр - обертається А-1-5-НП ЧПУ ГОСТ 8742-75. Крутний момент передається трьохкулачковим диску приводу з плаваючим центром моделі НУ.2516.100. Інструмент встановлений в одній позиції РГ і на поперечному супорті. Охолоджуюча рідина - 2-5% емульсія НГЛ 205.

Зміст операції:

1 - з використанням трьох позицій копірного пристрою здійснюється вида-

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ				Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата					

лення напуску і точіння циліндричних поверхонь діаметрами 46_{-0,62}, 41,7_{-0,39}, 30_{-0,52} и 26,73_{-0,33} мм. Ріжучий інструмент - лівий різець з механічним кріпленням багатограних непереточуваних пластин (МНТП) з твердого сплаву Т15К6 2102-0306 ГОСТ 21151-75 тип4, з головним кутом в плані 95°, встановлюється в першій позиції РГ;

2 – з поперечного супорта здійснюється підрізка торця в розмір 227±0,36 мм і точіння двох фасок 2х45°. Застосовується багатоінструментна налагодження з використанням двох різців з напайними пластинами з твердого сплаву Т15К6. Різець 2112-0037 ГОСТ 2379-77 в результаті спеціальної заточки, забезпечує підрізування торця і точіння фаски в кінці робочого ходу. Інший прохідний прямий різець 2100-0469 ГОСТ 18878-73 призначений для точіння фаски з правого торця деталі.

Операція 15, Токарно-копіювальний

Операція оснащується аналогічно попередньої. Вона призначена для попередньої токарної обробки деталі з правого торця.

Операція 20 Шліцефрезерная

Операція виконується на Шліцефрезерная напівавтоматі моделі 5350. Деталь базується в Двумуфтовий трикулачні патроні 7102-0011 ГОСТ 24351-80 встановлюється в шпинделі виробу і піджигается заднім центром 7032-000035 ГОСТ 13214-79. Для збільшення жорсткості застосовується люнет.

Коротка характеристика верстата

1. Найбільші розміри оброблюваної поверхні, мм	
діаметр	150
довжина	1950
модуль	6
2. Найбільший діаметр фрези, мм	140
3. Діаметр фрезерної оправки, мм	27, 32, 40
4. Конус отвору	
пінолі задньої бабки	Морзе №5
шпинделю деталі	Морзе №4
5. Ряд частот обертання фрезерного шпинделя об/хв	80, 102, 125, 153, 202, 250
6. Подача на один оберт заготовки, мм	0,63, 1, 1,5, 2,0, 2,5, 3,0, 3,5, 4,0, 4,5, 5,0

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

7. Потужність приводу головного руху, кВт 7,5

Фрезерування шести шліців здійснюється методом Обкатился черв'ячної чистової фрезою для шліцевих валів з прямобічним профілем D6x21x25-d10-С ГОСТ 8027-86. Контроль оброблених поверхонь здійснюється комплексним калібром-пробкою. Як мастильно-охолоджувальної рідини використовується масло індустріальне І12А ГОСТ 22799-88.

Розрахунок режимів різання полягає в призначенні подачі фрези на один оборот заготовки і швидкості різання.

З огляду на характер обробки, чистове нарізування шліців з параметром шорсткості Ra 3,2 мкм, а також висоту шліца до 3 мм, - призначаємо подачу 1 мм на оборот заготовки. Для цих умов рекомендована швидкість різання дорівнює 19 м / хв. Вона уточнюється, в залежності від зміни умов обробки, за допомогою поправочних коефіцієнтів за формулою:

$$V = V_P \cdot K_M \cdot K_F \cdot K_W \cdot K_Z \cdot K_T = 19 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 20,5 \text{ м/хв} \quad (6.5)$$

де V_P – рекомендована швидкість різання, м/хв ($V_P=19$);

K_M – коефіцієнт, що враховує марку і твердість оброблюваного матеріалу (сталь 20ХНР, твердість до 230 НВ, $K_M=0,9$);

K_F – коефіцієнт, що враховує профіль зуба фрези ($K_F=1$)

K_W – коефіцієнт, що враховує осьові перестановки фрези (два, $K_F=1,2$)

K_Z – коефіцієнт, що враховує кількість шліців (шість, $K_Z=1$)

K_T – коефіцієнт, що враховує відношення фактичного періоду стійкості фрези до нормативної (приймаємо стійкість фрези 300 хв, $K_T=1$).

Для фрези із зовнішнім діаметром 70 мм дана швидкість забезпечується частотою обертання шпинделя, яка визначається за формулою:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_\phi} = \frac{1000 \cdot 20,5}{3,14 \cdot 70} = 93,3 \text{ (об/хв)} \quad (6.6)$$

Приймаємо по паспорту верстата 80 об/хв.

Машинний час на виконання операції визначається за формулою:

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

$$T_o = \frac{(l + l_1) \cdot z}{n \cdot s_o} = \frac{(26 + 17) \cdot 6}{80 \cdot 1,0} = 5,48 \text{ (хв)} \quad (6.7)$$

де l – довжина шліця (26), мм;

l_1 – довжина врізання інструмента (17), мм;

z – кількість шліців (6);

n – кількість обертів фрези (80), об/хв;

s_o – подача уздовж осі деталі за один її оборот (1,0), мм/об.

Операція 25, Токарна з ЧПУ

Операція виконується на центровому токарно-гвинторізний верстаті з ЧПУ моделі 16Б16Т1, оснащеним шестипозиційною револьверної головкою і оперативної системою управління «Електроніка НЦ-31». Заготівля базується в центрах. Задній центр - обертається, А-1-5-НП ЧПУ ГОСТ 8742-75. Крутний момент передається диску приводу УДО 124.000000.000 з плаваючим центром. Інструмент встановлений в шести позиціях РГ без застосування допоміжних пристроїв. Охолоджуюча рідина - 2-5% емульсія НГЛ 205.

Операція включає шість інструментальних переходів:

- 1 – здійснюється точіння циліндричної поверхні діаметром 18 мм і фаски з правого торця деталі. Використовується різець 2102-0312 тип 4 ГОСТ 21151-75;
- 2 – виконується точіння двох канавок шириною 3 і 4 мм правим карнавочним різцем шириною 2,8 мм К.01.4328.100 ВНИИи;
- 3 – виконується точіння двох канавок шириною 2,8 і 3 мм лівим канавочним різцем шириною 2,4 мм К.01.4328.100-01 ВНИИи;
4. – оброблюється різьбова поверхня М18х1,5-6h з використанням правого нарізного різця з механічним кріпленням ромбічної твердосплавних пластини К.01.4526-02 ВНИИи;
- 5 – здійснюється чистове точіння циліндричної поверхні діаметром 25,378-0,084 мм з лівого торця деталі з використанням лівого різця 2101-0642 тип 1 ГОСТ 20872-80;
- 6 – чистове точіння циліндричної поверхні діаметром 25,378-0,084 мм з правого торця деталі з використанням правого різця 2101-0641 тип 1 ГОСТ 20872-80.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

Операція 30, Фрезерна

Операція виконується на універсальному вертикально-фрезерному верстаті моделі 6Р11. Деталь базується в універсально-налагоджувальних пристосуванні.

За один прохід здійснюється фрезерування паза шириною 10 мм. Використовується шпонкова фреза зі швидкорізальної сталі з циліндричним хвостовиком ГОСТ 9140-78, яка кріпиться в цангові патрони 1-40-1-90 ГОСТ 26539-85. Як мастильно-охолоджувальної рідини застосовується 2-5% емульсія НГЛ 205.

Операція 35, Круглошліфувальна

Операція виконується на верстаті з ЧПУ моделі 3М151Ф2. Деталь базується в центрах. Передній і задній центри жорсткі 7032-0030 ГОСТ 13214-79. Для передачі крутного моменту використовується повідковий хомутик для шліфувальних робіт 7107-0068 ГОСТ 16488-70. Для підвищення жорсткості деталі застосовується нерухомий люнет.

Здійснюється попереднє шліфування за програмою опорних шийок вала до розміру $25,135_{-0,033}$ мм і одноразове шліфування поверхні діаметром 25d9 і шліфування поверхні діаметром 40f7. Застосовується абразивний круг з електрокорунду ПП 600х63х305 24А50СТ1К8 ГОСТ 2424-83. Розмір контролюється граничними гладкими калібрами. Як мастильно-охолоджуюча рідина застосовується 10-20% емульсія Аквол 6.

Операція 40, Круглошліфувальна

Операція виконується на напівавтоматі моделі 3У12А. Деталь базується в центрах з використанням нерухомого люнета. Передній і задній центри жорсткі 7032-0030 ГОСТ 13214-79. Для передачі крутного моменту використовується повідковий хомутик для шліфувальних робіт 7107-0037 ГОСТ 16488-70.

Здійснюється остаточне шліфування двох циліндричних поверхонь діаметром 25js6 мм. Абразивним інструментом є коло ПП 400х25х203 24А25С1К8 ГОСТ 2424-83. Для контролю розмірів використовується граничний калібр-скоба. Як мастильно-охолоджувальної рідини застосовується 10-20% емульсія Аквол 6.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн	Арк.	Докум.	Підп.	Дата		

3 Спеціальний розділ

3.1 Постановка задачі

Технологічне оснащення - це засоби технологічного оснащення, що доповнюють технологічне обладнання для виконання певної частини технологічного процесу.

До них відносяться верстатні, контрольні й складальні пристосування, а так само пристосування для установки і закріплення інструменту, тужавіння промислових роботів і т.д. Від ступеня використання технологічного оснащення залежить економічна ефективність обробки деталей.

Оснащення верстатів пристосуваннями, що розширюють їх технологічні можливості, дає особливо великий ефект в умовах індивідуального і серійного виробництва, компенсує відсутність тих чи інших видів обладнання, усуває зайві передачі деталей від верстата до верстата, а так само недовантаження окремих видів верстатів.

У загальній частці технологічної оснастки верстатні пристосування складають 80%, так як їх використовують при виконанні кожної операції для установки і закріплення вихідної заготовки. Застосування верстатних пристосувань дозволяє надійно базувати і закріплювати оброблювану заготовку зі збереженням її жорсткості в процесі обробки, стабільно забезпечувати високу якість одержуваних деталей при мінімальній залежності якості від кваліфікації робітника. Автоматизація та механізація пристосувань підвищує продуктивність і полегшує умови праці робітника, розширює технологічні можливості використовуваного обладнання.

Завдання полягає в тому що треба спроектувати верстатне пристосування для установки (базування і закріплення) деталі «Вал» на операції 30 Фрезерна, для фрезерування шпонкового пазу шириною 10 мм, довжиною 36 мм та глибиною 5 мм.

Розрахувати точність установки деталі в пристосуванні і розрахувати необхідне зусилля затиску.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Накреслити складальне креслення пристосування і зробити специфікацію деталей.

Дані:

1. Робочий кресленник деталі «Вал»
2. Річна програма випуска деталей «Вал», $N = 310$
3. Заготовка – прокат ГОСТ 2590-88
4. 20ХНР ГОСТ 4543-71

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2 Алгоритм рішення

3.2.1 Розрахунок верстатного пристосування

Враховуючи, що верстатне пристосування буде використовуватися разом з конкретним металорізальним верстатом (буде розміщатися на верстаті), слід визначити (по паспорту верстата) основні настановні й приєднувальні розміри верстата, пов'язані з установкою пристосування (розміри стола, розміри й розташування ТОбразних пазів і т.д.). Крім того, доцільно ознайомитися з верстатом у цеху, виявити технологічні можливості інструментального цеху, де будуть виготовляти пристосування, вивчити роботу й конструктивні особливості аналогічних пристосувань.

Ретельний аналіз вихідних даних дозволяє правильно вибрати раціональну схему верстатного пристосування. При цьому повинні бути визначені принципові особливості конструкції пристосування, а саме, кількість одночасна встановлюваних і оброблюваних заготовок (одномісне або багатомісне пристосування), кількість позицій обробки (однопозиційне й багатопозиційне пристосування), вид приводу затискного обладнання (ручний або механізований).

3.2.2 Можливість виконання річної виробничої програми

Виробнича програма випуску деталей встановлюється в залежності від річної потреби виробів і організаційно-технічних умов виробництва та збирання. За завданням приймається серійний тип виробництва. Вважаючи, що річна потреба в коробках передач 310 штук і в одному виробі застосовується одна деталь даного найменування, виробничу програму випуску деталей визначаємо за формулою:

$$N = N_u \cdot q \left(1 + \frac{h}{100} \right) = 315 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{1,5}{100} \right) = 315 \text{ (шт/Год)} \quad (1.1)$$

де N_u – річна програма випуску виробів;

q – кількість деталей даного найменування в одному виробі;

h – відсоток деталей, призначених на запасні частини (1-3%).

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основним показником, що характеризують серійне виробництво, є величина партії деталей, одночасно що запускаються у виробництво (серіями запускається виріб, що складається з певних деталей). Розмір партії визначається за формулою:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} = \frac{315 \cdot 12}{254} = 14,9 \text{ (шт)}, \quad (1.2)$$

где a – періодичність запуску деталей у виробництво, днів. Можливі значення - 3, 6, 12, 24. Для среднесерійного виробництва приймаємо, що запас деталей на складі забезпечує роботу складального цеху на 6 днів;

Φ – число робочих днів у році.

Приймаємо розмір партії 15 штук. Таким чином, розмір партії буде кратний річній програмі випуску деталей, яка забезпечується запуском 21 партії.

Для уточнення прийнятого типу виробництва, хоча це застосовується при великих обсягах випуску, визначаємо такт випуску деталей (t_v), використовуючи формулу:

$$t_v = \frac{60 \cdot F_d \cdot m}{N} = \frac{60 \cdot 1 \cdot 1930}{315} = 367,6 \text{ хв} \quad (1.3)$$

где F_d - річний дійсний фонд часу роботи верстата в одну зміну, хв

m - число змін роботи верстата на добу

Значення t_v більшу десяти хвилин, характерно для серійного типу виробництва.

3.2.3 Розрахунок похибки пристосування

Похибки установки, пов'язані з базуванням, закріпленням і неточністю пристосувань, мають прямий вплив на просторові відхилення, тобто на відхилення координуючих розмірів і співвідношень, і не впливають на відхилення розмірів і форми окремих поверхонь (зокрема, діаметральні розмірів і розмірів, одержуваних мірним інструментом), за винятком випадків затиску тонкостінних деталей.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

При виконанні будь-якої операції з застосуванням верстатних пристосувань сумарна похибка обробки не повинна перевищувати заданого допуску на виконуваний розмір:

$$W_{\Sigma} = W_0 + W_y \leq TA \quad (1)$$

де TA – поле допуску, представленого на операційному кресленні деталі.

W_0 - похибка обробки

W_y – похибка установки

А так як допуск паралельності у нас становить $= 0.25$, то

$$0.2 < 0.25$$

Висновок: дане пристосування задовольняє заданим параметрам точності обробки паза.

$$W_y = 1.2 \cdot \sqrt{W_6^2 + W_3^2 + W_{\text{пп}}^2} \quad (2)$$

де, W_6 – похибка базування

W_3 - похибка закріплення

$W_{\text{пп}}$ – похибка пристрою

Похибка W_6 розраховується за типовою формулою для даної схеми базування. (Рис. 1)

$$W_6 = 0,2 * TD$$

де $TD = 0,021\text{мм}$ – допуск на розмір

$$W_6 = 0,004 \text{ мм}$$

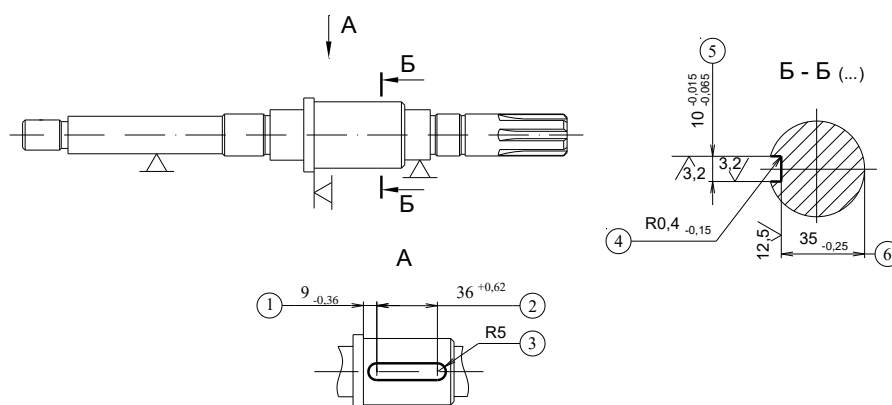


Рис.1 – Схема базування деталі

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ док.ум.	Підпис	Дата		

Так як закріплення заготовки здійснюється на призмі і забезпечується сталість сили затиску Q (в пристосуванні використовується механічний привід), то похибка закріплення приймаємо рівною нулю.

$$W_3 = 0 \text{ мм}$$

Похибка виготовлення характеризує стан настановних елементів пристосування. Похибка пристосування дорівнює 0,01..0,015 мм. Приймаємо

$$W_{\text{пш}} = 0,01 \text{ мм}$$

Таким чином похибка установки W_y дорівнює:

$$W_y = 1.2 \cdot \sqrt{W_6^2 + W_3^2 + W_{\text{пш}}^2} = 0,013$$

$$W_o = 0.07 \text{ мм}$$

Обчислюємо за формулою (1)

$$W_{\Sigma} = W_o + W_y = 0.2 \text{ мм}$$

Таким чином умова у формулі (1) виконується.

3.2.4 Проектування пристосування (механізованого) для заданої операції фрезерування.

На малюнку 2 зображено спрощена схема пристосування.

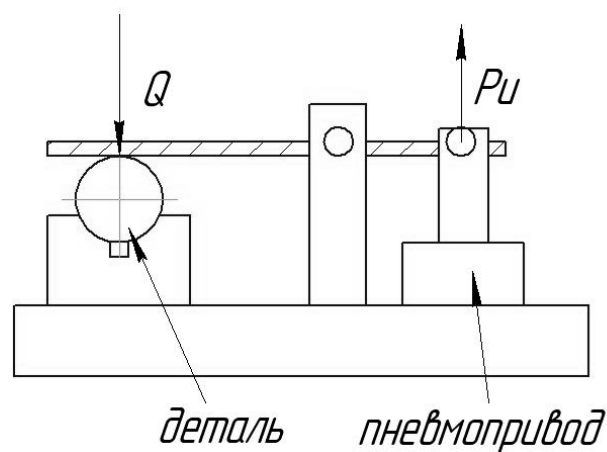


Рис.2 – Схема пристрою

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.5 Розрахунок зусилля затиску заготовки в пристосуванні

Основне призначення затискних пристроїв - забезпечити надійний контакт заготовки з установочними елементами і запобігти її зміщення щодо них і вібрацію в процесі обробки.

Розрахунок зусилля закріплення Q здійснюється за типовою формулою, яка розрахована для даної схеми закріплення заготовки:

$$Q := \frac{K}{f} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{(P_x)^2 + P_y^2 + (P_z)^2}$$

де K - коефіцієнт надійності закріплення заготовки

f - коефіцієнт тертя

α - кут паза у призмі

$$Q = 443,601$$

Виходячи з отриманого значення зусилля закріплення заготовки виробляємо розрахунок важеля виконавчого механізму, який застосовується в даному пристосуванні (рис.2)

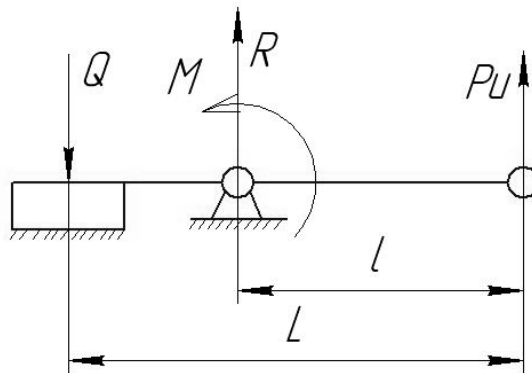


Рис.3 – Розрахунок важеля

Розрахунок розмірів важеля виробляємо за допомогою формули рівняння моментів для даного випадку:

$$P_{и} := \frac{L - l}{l \cdot \eta} \cdot Q$$

де $L=140$ мм

$l=80$ мм

$\eta = 0,85$

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

$$P_{и} = 390,882 \text{ Н}$$

Даному значенню вихідного зусилля $P_{и}$ відповідає вбудований пневматичний привід. Привід діафрагмовий, односторонньої дії. Розміри приводу відповідають ГОСТ15608-81.

Основні розміри і характеристики приводу:

Тиск в мережі..... 0,4мПа

Робочий хід..... 10мм

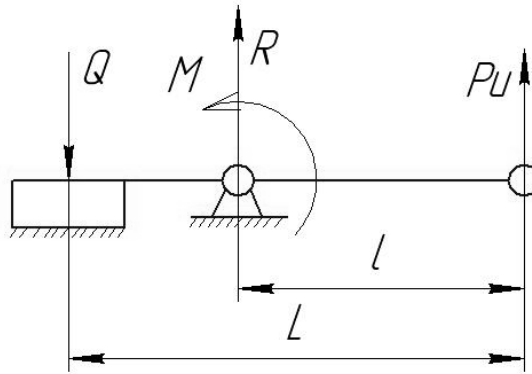
Діаметр діафрагми.....100мм

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3 Засоби реалізації

3.3.1 Розрахунок пристосування на міцність

Розрахунок на міцність деталі у вигляді стрижня круглого перетину, в нашому випадку осі, навантаженого осьовою силою, по напрузі, що допускається розтягування (стиснення) здійснимо за формулою:



$$\sigma_{cp} = \frac{4P_{cp}}{\pi d^2 i}$$

де P_{cp} – сила на зріз, Н

d- діаметр осі, мм

i – число стиків

$$P_{cp} = \frac{l_1}{l_2} \cdot P_{mk} = \frac{60}{80} \cdot 0,4 = 24 \text{ Н}$$

$$\sigma_{cp} = \frac{4 \cdot 24}{3,14 \cdot 10^2 \cdot 1} = \frac{96}{0,0314} = 3057 \text{ кг/см}^2 = 305,7 \text{ МПа}$$

З довідника ми знаходимо напруга, що допускається $[\sigma_u]$ другої категорії навантаження (що відповідає пульсуючому циклу зміни напружень):

$$\sigma = 305,7 \leq 400 \text{ МПа}$$

для вуглецевої сталі, при межі міцності $[\sigma_s] = 700 \text{ МПа}$

Висновок: перевіряється вісь відповідає заданим параметрам міцності.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

3.3.2 Економічна доцільність застосування пристосування

Економічний ефект від застосування пристосувань визначають шляхом співставлення річних витрат та річної економії для порівнюваних варіантів обробки деталей.

Застосування пристрою є економічно вигідним у тому випадку, якщо річна економія від його застосування більше річних витрат, пов'язаних з його експлуатацією.

3.3.3 Технологічна собівартість виконання операції із застосуванням розробленого пристосування:

$$C_A = L \left(1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{S}{N} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right) = 0,369 \left(1 + \frac{300}{100} \right) + \frac{60}{315} \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100} \right) = 1,6 \text{ грн,}$$

где L - штучна заробітна плата при використанні розробленого пристосування, грн.;

z - відсоток цехових накладних витрат на зарплату, 300%;

S - собівартість виготовлення пристосування, грн;

N - річна програма випуску деталей, 315 шт;

i - термін амортизації пристосування, 3 роки;

q - відсоток витрат, пов'язаних із застосуванням пристосування, 20%

Величина штучної заробітної плати:

$$L = t_{\text{шт}} \cdot 1 = 8,2 \cdot 4,5 = 36,9 \text{ грн,}$$

де $t_{\text{шт}}$ - штучний час на операцію, 8,2 мин.;

1 - тарифна ставка робітника III розряду 4,5 грн/час.

Орієнтовна собівартість виготовлення пристосування середньої складності:

$$S = C \cdot n = 3 \cdot 20 = 60 \text{ грн.,}$$

де c - постійна величина для середньої складності пристосування,

k - кількість деталей в пристосуванні, 20.

3.3.4 Технологічна собівартість виконання операції із застосуванням універсального прострою:

$$C_B = L \left(1 + \frac{Z}{100} \right) + \frac{S}{N} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100} \right) = 0,582 \left(1 + \frac{300}{100} \right) + \frac{38}{315} \left(\frac{1}{3} + \frac{20}{100} \right) = 2,4 \text{ грн,}$$

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де L - штучна заробітна плата при використанні розробленого пристосування, грн;

z - відсоток цехових накладних витрат на зарплату, 300%;

S - собівартість виготовлення пристосування, грн;

N - річна програма випуску деталей, 315 шт;

i - термін амортизації пристосування, 3 роки;

q - відсоток витрат, пов'язаних із застосуванням пристосування, 20%

Величина штучної заробітної плати:

$$L = t_{\text{шт}} \cdot l = 9,1 \cdot 6,4 = 58,2 \text{ грн.},$$

де $t_{\text{шт}}$ - штучний час на операцію, 9,1 мин.;

l - тарифна ставка робітника IV разряда 6,4 грн/час.

Орієнтовна собівартість виготовлення пристосування середньої складності:

$$S = C \cdot n = 22 \cdot 1,5 = 58 \text{ грн.},$$

где c - постійна для середньої складності пристосування - 1,5; n - кількість деталей в пристосуванні, 22. Тоді:

$$C_B = L \left(1 + \frac{z}{100} \right) + \frac{S}{N} \left(\frac{1}{i} + \frac{q}{100.} \right),$$

Висновок: Так як, собівартість обробки деталі в розробленому пристосуванні СА менше собівартості обробки СБ ($1,6 < 2,4$), то доцільно застосувати розроблене пристосування.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Загальні висновки

В аналітичному розділі показано, що призначення деталі робить її дуже відповідальною, в зв'язку з чим, на неї встановлені досить жорсткі допуски на розміри, а також допуски розташування поверхонь. Конфігурація деталі досить технологічна для обробки різанням на токарному верстаті, все поверхні легкодоступні для інструменту.

В технологічному розділі встановлено виробничу програму випуску деталі. Спосіб отримання заготовки круглий гарячекатаний сталевий прокат по ГОСТ 2590-88. Визначено припуски на механічну обробку виходячи з номінального розміру, що визначає положення поверхні, її параметра шорсткості і вихідного індексу. Здійснено детальну розробку технологічних операцій, обрано відповідне обладнання, інструмент, розраховано режими різання. Отримані данні зведено в таблиці.

В спеціальному розділі спроектоване верстатне пристосування для установки (базування і закріплення) деталі «Вал» на операції 30 Фрезерна для обробки шпонкового паза. Розраховано точність установки деталі в пристосуванні і визначено зусилля затиску. Вибрано та розраховано на міцність затискний механізм. Виконано робоче креслення деталі і складальне креслення пристосування, складено специфікацію деталей.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Горбачев А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. -Минск.: Высшая школа, 1983.
2. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
3. Кодирование технологической информации: Справочное пособие / Сост. С.Г.Пиньковский, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГУ, 2003.- 24с.
4. Комплектность и правила заполнения бланков технологических документов: Методическое пособие для самостоятельной работы/ Сост. С.Г.Пиньковский, В.И.Холоша, Ю.Г.Кравченко – Днепропетровск: НГУ, 2004.-34с.
5. Кузнецов В.И., Маслов А.Р., Байков А.Н. Оснастка для станков с ЧПУ Справочник. – М.: Машиностроение, 1983, 359 с.
6. Марочник сталей и сплавов / Под ред. В.Г.Сорокина – М.:Машиностроение, 1989 –638с.
7. Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под ред. А.А.Панова. . - М.: Машиностроение, 1988, 736 с..
8. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов. Справочник / Под ред. В.И.Баранчикова . - М.: Машиностроение, 1990, 399 с..
9. Руденко П.А., Харламов Ю.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении. Киев.: Вища школа, 1991
10. Справочное пособие по назначению операционных припусков на механическую обработку табличным методом / Сост.: С.Г. Пиньковский, Ю.Г.Кравченко, В.Г.Олейниченко – Днепропетровск: НГАУ, 2002.-15с.

					ТММ.ОППБ.21.04 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТОК А

	Формат	Позначення	Найменування	Кіль.	Примітки			
1								
2			Документація					
3								
4	A4	ТММ.ОППБ.21.04.ПЗ	Пояснювальна записка					
5	A4	ТММ.ОППБ.21.04.ТП	Комплект техн. документації					
6								
7								
8			Графічні матеріали					
9								
10	A1	ТММ.ОППБ.21.04.01	Вал	1	РК			
11	A3	ТММ.ОППБ.21.04.02	Наладка операція 05	1	РК			
12	A3	ТММ.ОППБ.21.04.03	Наладка операція 010	1	РК			
13	A2	ТММ.ОППБ.21.04.04	Наладка операція 020	1	РК			
14	A1	ТММ.ОППБ.21.04.05	Пристрій для фрезерної операції	1	СК			
15	A4	ТММ.ОППБ.21.04.06	Специфікація					
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
			ТММ.ОППБ.21.04					
Из.	Лист	№Докум.				Підпис	Дата	
Розробн.	Луговий				Матеріали кваліфікаційної роботи	Літ.	Лист	Листів
Керівн.	Богданов							1
						НТУ «ДП» 131-18ск-1		
Н.контр.	Проців							
Затв.	Проців							

ДОДАТОК Б

				18	1
	НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП		02070743. 01140.00005	
	Вал				

«Затверджую»

Головний інженер ()

« » _____ 2021 г.

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС

МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

ПОГОДЖЕНО:

Метрол. контроль _____ ()

Вед. технолог _____ ()

Н. контроль _____ ()

Акт № ____ от « ____ » _____ 2021 г.

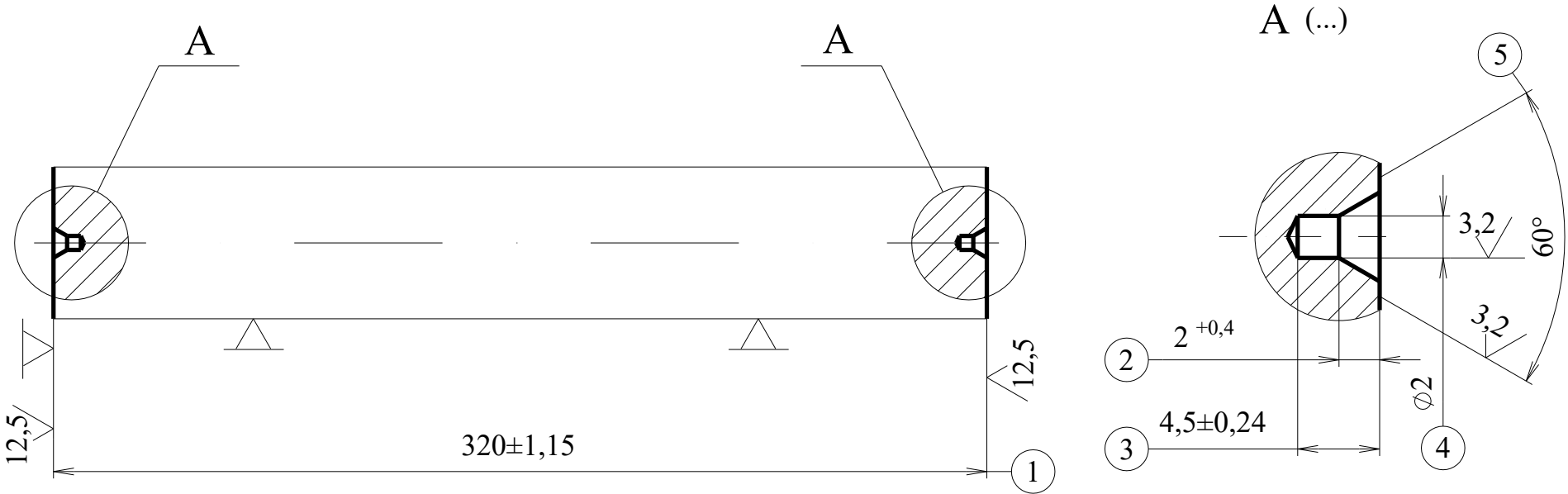
Підпис _____

Голов. спеціаліст _____ ()

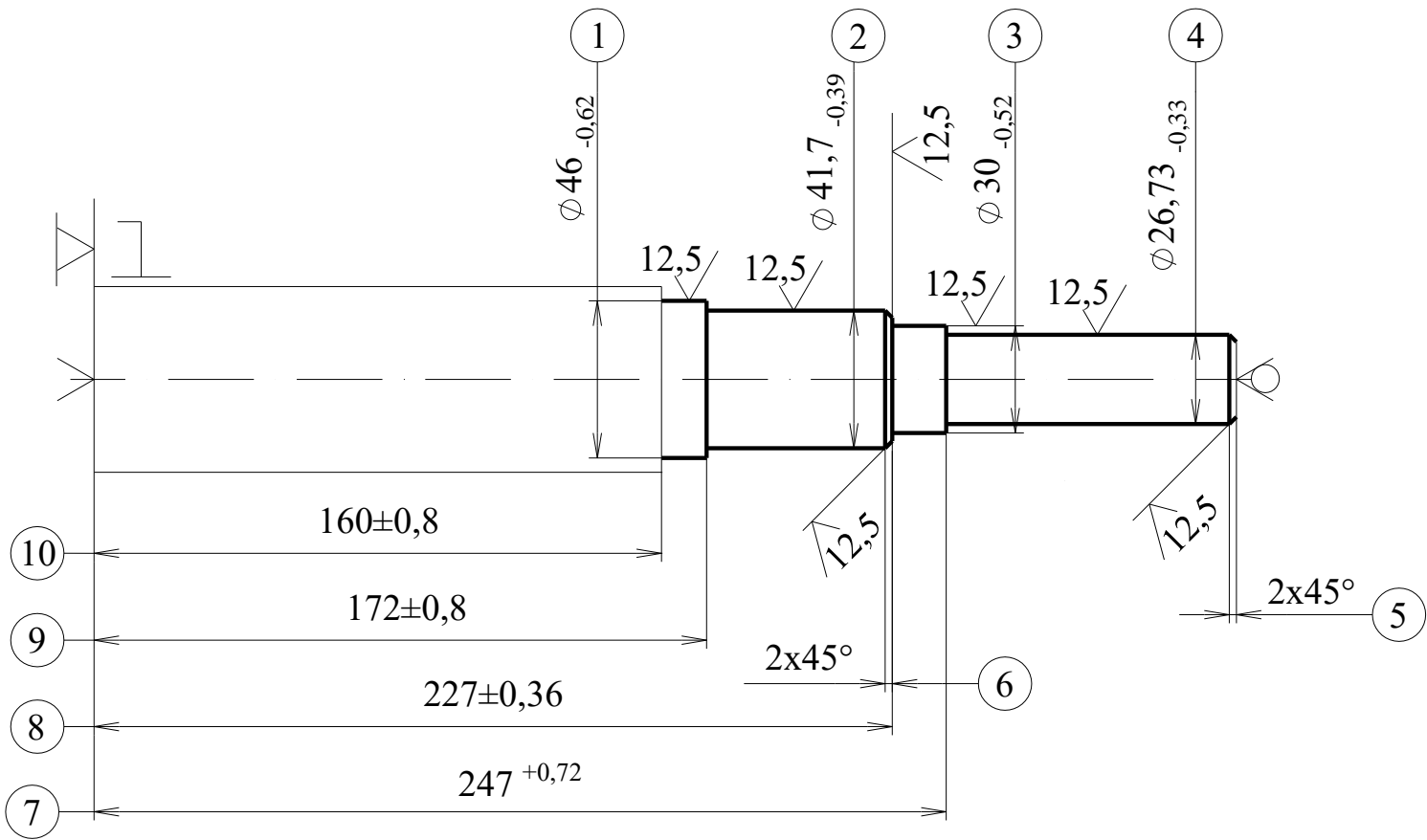
Нач. техбюро _____ ()

Розробник _____ (Луговий)

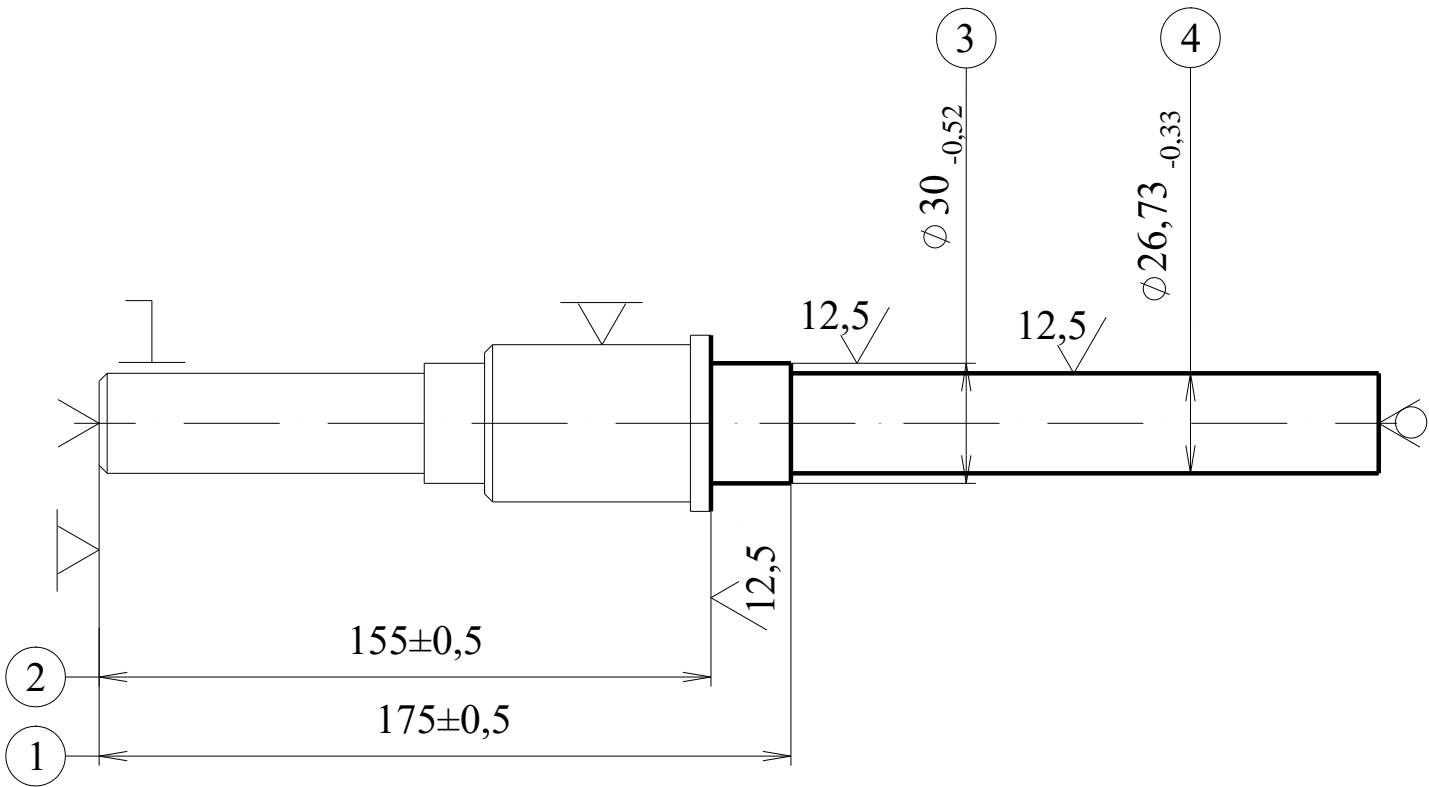
					02070743.60140.00501		1		1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП		02070743. 20140.00501			
Норм										
				Вал			5	1	5	05



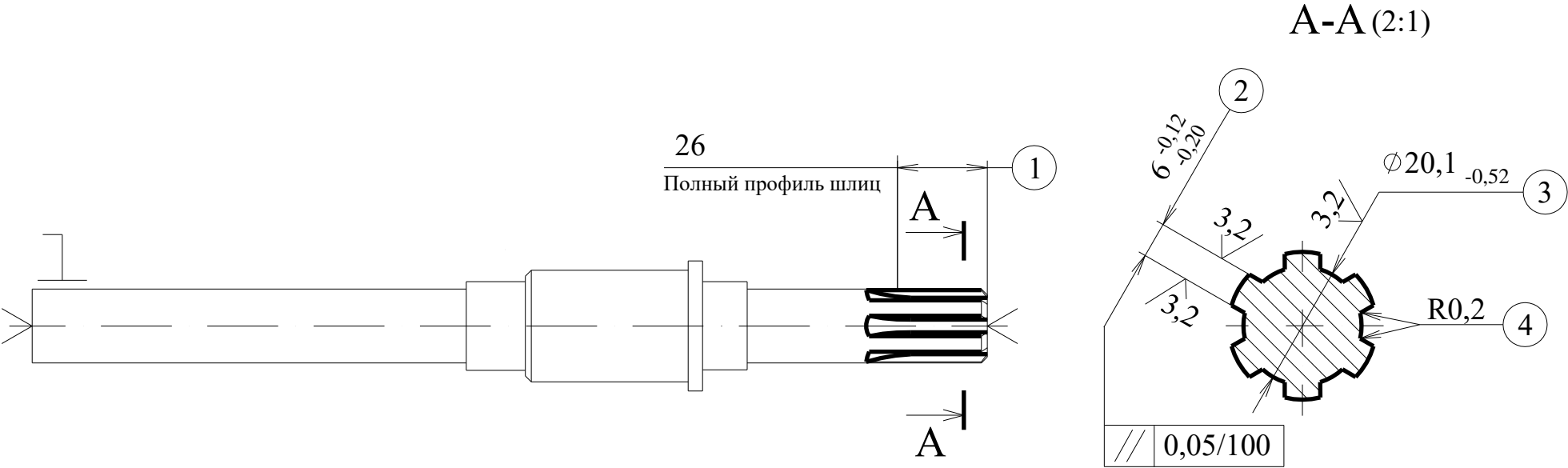
					02070743.60140.00502		1		1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП		02070743. 20140.00502			
Норм										
				Вал			5	1	8	10



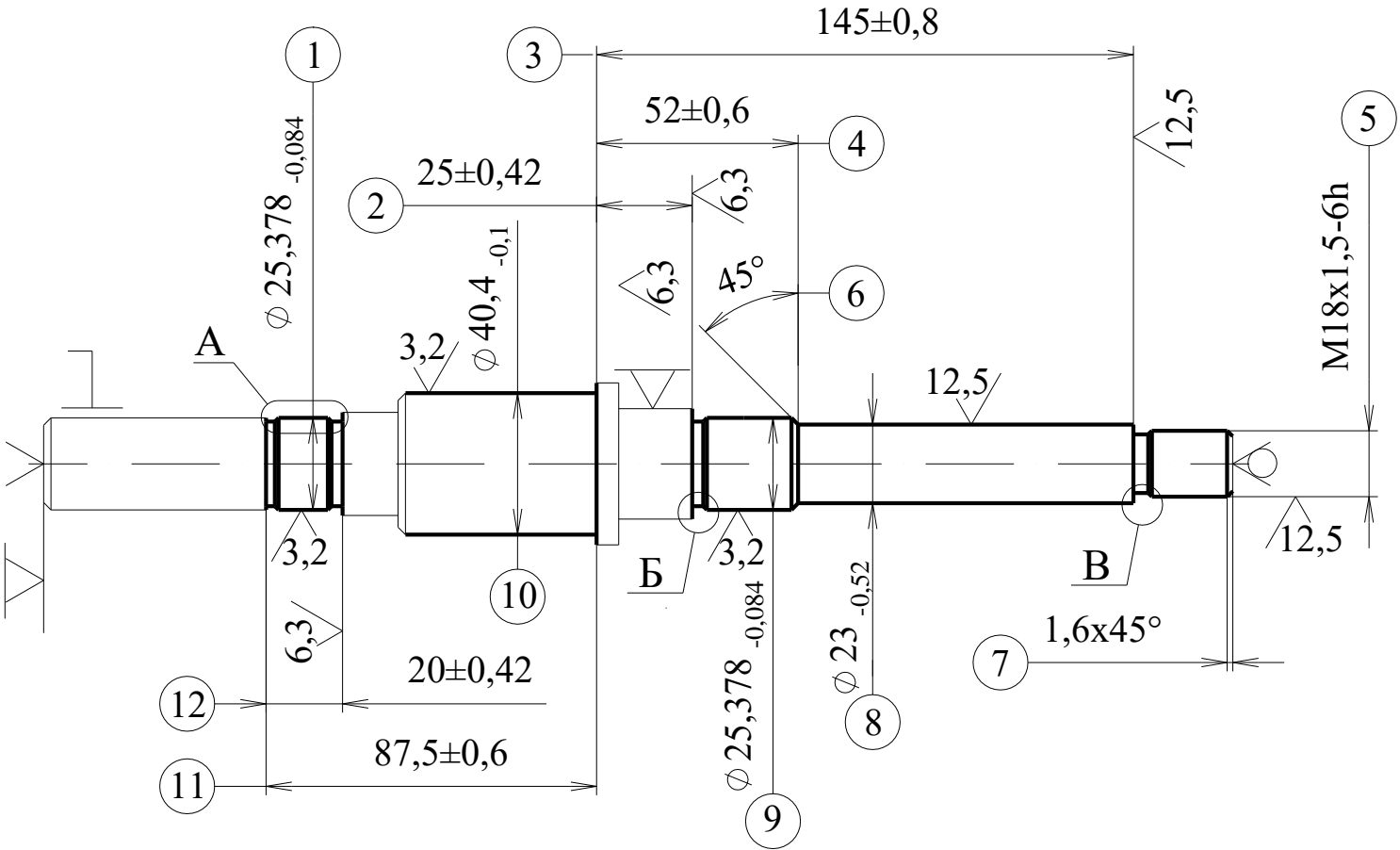
						02070743.60140.00503		1		1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП			02070743. 20140.00503			
Норм											
				Вал				5	1	9	15



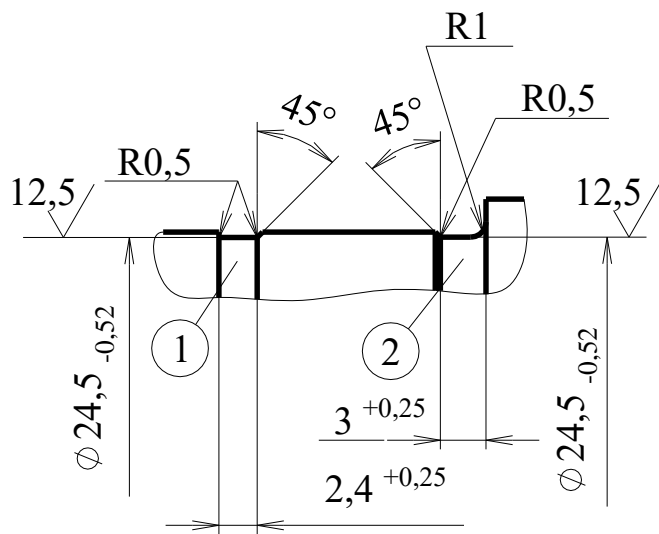
					02070743.60140.00504		1		1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП		02070743. 20140.00504			
Норм										
				Вал			5	4	72	20



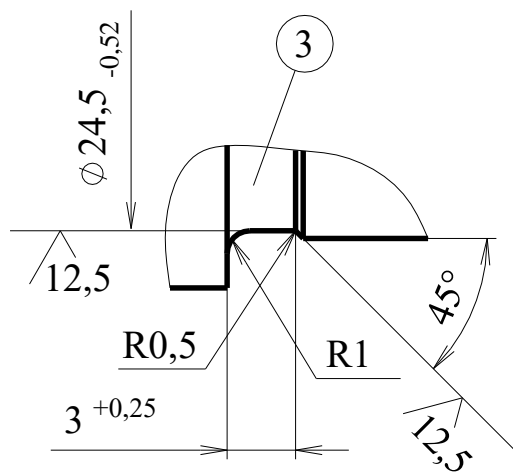
						02070743.60140.00505		2		1		
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП		02070743. 20140.00505					
Норм												
				Вал					5	1	11	25



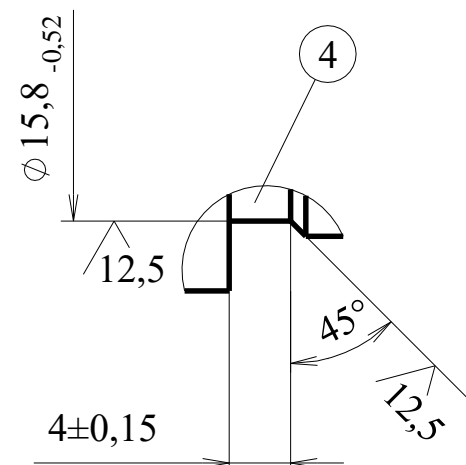
А(...)



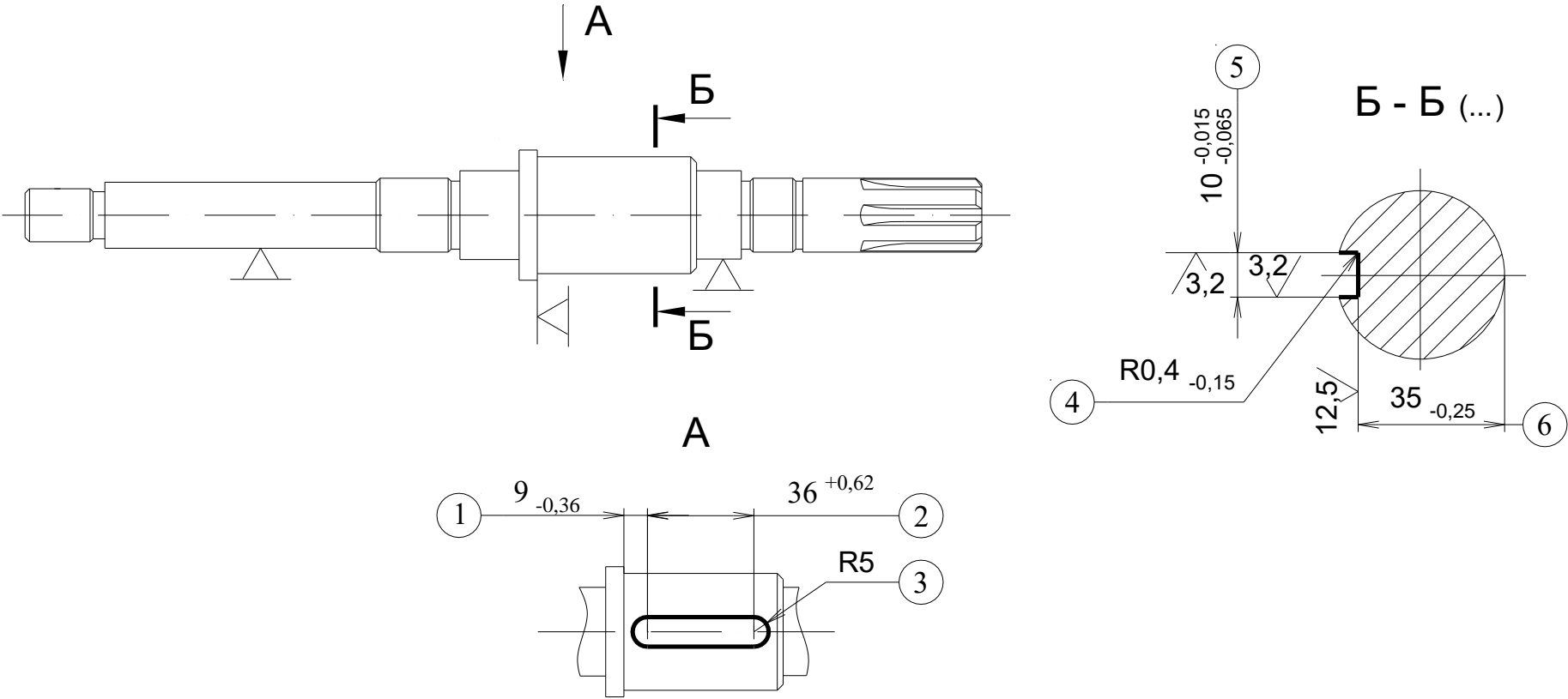
Б (...)



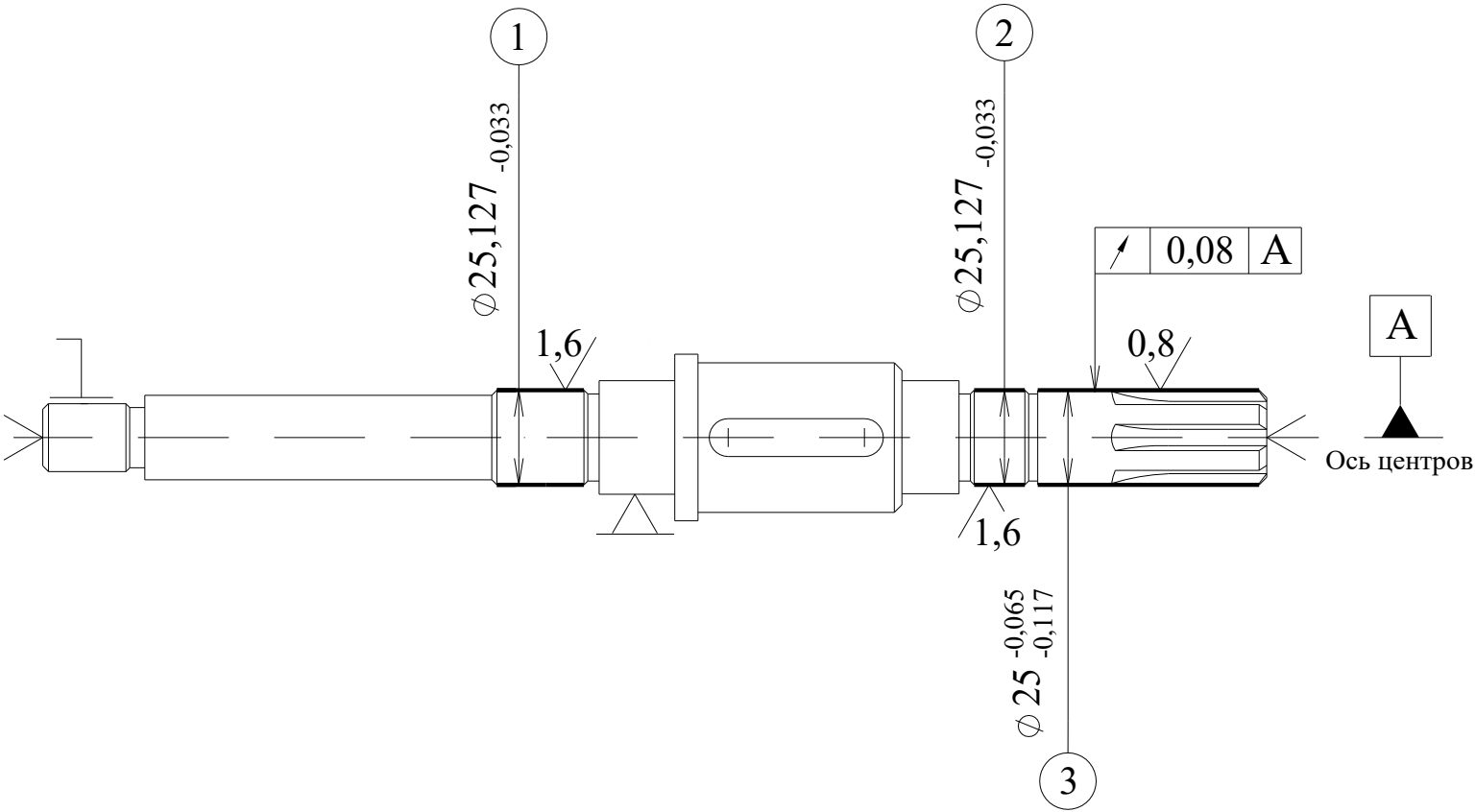
В (...)



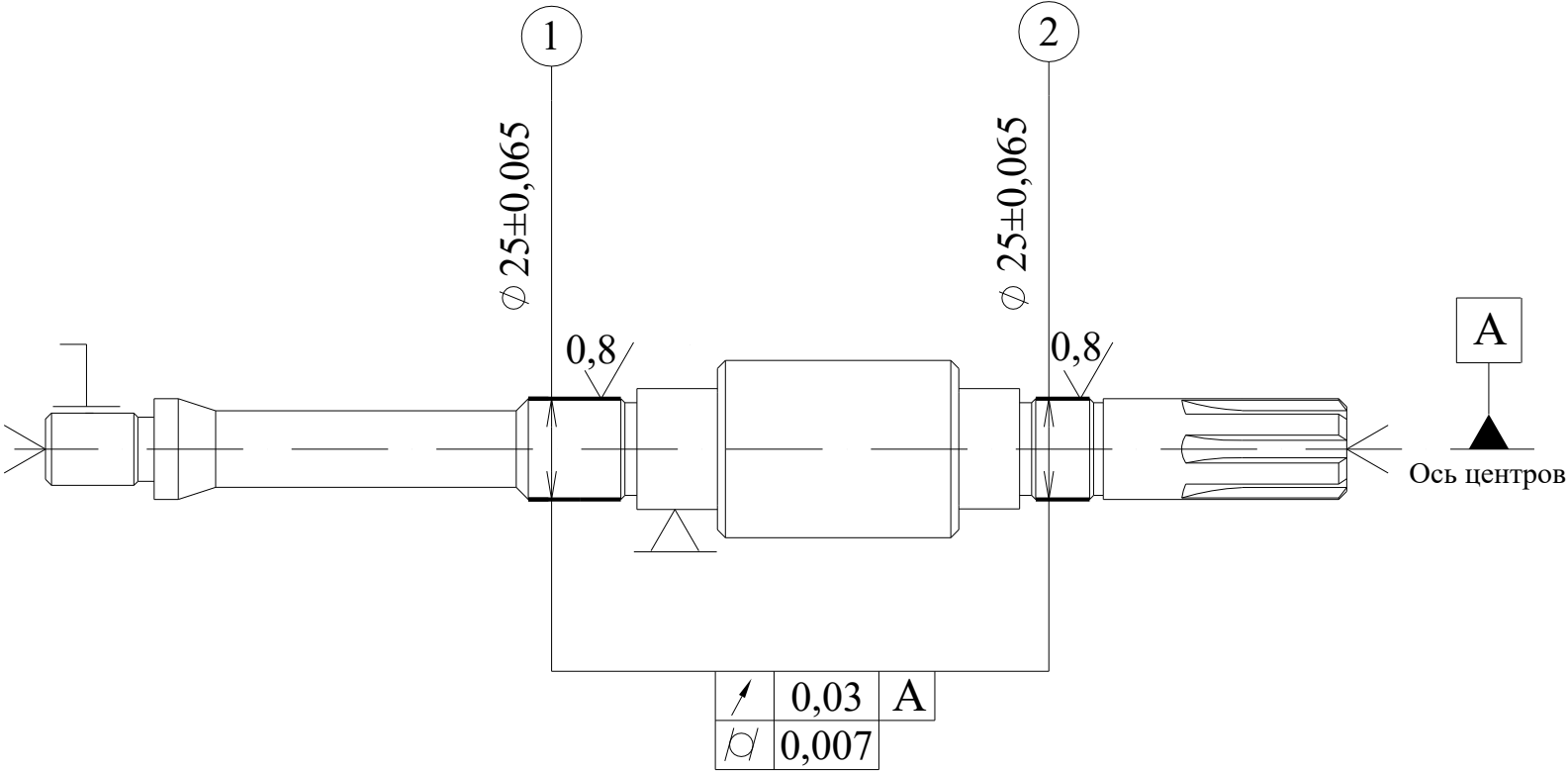
					02070743.60140.00506		1		1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП		02070743. 20140.00506			
Норм										
				Вал			5	3	57	30



					02070743.60140.00507		1		1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП		02070743. 20140.00507			
Норм										
				Вал			5	3	57	35



						02070743.60140.00508		1		1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП			02070743. 20140.00508			
Норм											
				Вал				5	3	60	40



														02070743.01140.00005				2	1				
Разраб	Луговий								НТУ «ДП»			ТММ.ОППБ.21.04 ТП								02070743. 10140.04105			
Норм																							
									Вал														
M01	Сталь 20ХНР ГОСТ 4543-71 / Круг 50-В ГОСТ 2590-88																						
M02	Код			ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.			Профіль и розміри				КД	МЗ						
	-			кг	1,43	1	5,13	0,28	Прокат		Ø50x227				1	5,04							
A	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, найменування операції					Обозначение документа													
Б	Код, найменування обладнання								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт.				
A 01	5	1	5	05	4269,Фрезерно-центрувальна					02070743.60140.00501; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-11													
Б 02	041231, МР71								-	18632	3	-	1	1	1	15							
03																							
A 04	5	1	8	10	4117,Токарно-копіювальна					02070743.60140.00502; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-5													
Б 05	041171, 1719Ц								-	18225	4	-	1	1	1	15							
06																							
A 07	5	1	9	15	4117,Токарно- копіювальна					02070743.60140.00503; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-5													
Б 08	041171, 1719Ц								-	18225	4	-	1	1	1	15							
09																							
A 10	5	4	72	20	4165, Шліцефрезерувальна					02070743.60140.00504; ТТИ102.25240.00099; ТБ-ХХ													
Б 11	041535, 5350								-	12287	4	-	1	1	1	15							
12																							
A 13	5	1	11	25	4233,Токарна с ЧПУ					02070743.60140.00505; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9													
Б 14	041161, 16Б16Т1								-	15292	5	-	1	1	1	15							

МК

										ТММ.ДП.131-18ск-1.01				02070743. 10140.04105				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, найменування операції					Позначення документа								
Б	Код, найменування обладнання					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _{шт.}	Т _{п.з.}	Т _{шт.}		
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Позначення, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н _{расх.}		
А 01	5	2	33	30	4165, Фрезерна					02070743.60140.00506; ТТИ102.25240.00099; ТБ-ХХ								
Б 02	041139, 6Р11					-	18632	4	-	1	1	1	15					
03																		
А 04	5	3	57	35	4131, Круглошліфульна					02070743.60140.00507; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9								
Б 05	041310, 3М151Ф2					-	18873	4	--	1	1	1	15					
06																		
А 07	5	3	60	40	4131, Круглошліфувальна					02070743.60140.00508; ТТИ102.25240.00105; ИОТ 1-9								
Б 08	041312, 3У12А					-	18873	4	--	1	1	1	15					
09																		
А 10	5	5	99	45	0260, Контрольна					02070743.60140.00509; ТТИ102.25240.00105								
Б 11	Стол БТК					-		5	-	1	1	1	15					
12																		
13																		
14																		
15																		
16																		
17																		
18																		

											02070743.10140.04105		1	1
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП				02070743. 60140.00501					
Норм														
				Вал						5	1	5	05	
Найменування операції			Матеріал			Твердість		ЕВ	МД	Профіль и розміри			МЗ	КОИД
Фрезерно-центрувальна			20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			Т _о		Т _в	Т _{пз}	Т _{шк}	СОЖ			
МР-71			-								2-5% эмульсія НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь													
Т 02	293210, Пристосування на верстаті													
03														
О 04	2. Фрезерувати одночасно два торця, витримавши розмір 1											0,1	0,19	
Т 05	291230, Оправка К2.478.000-02 ТУ2 035-534-76 (2): 282140, Фреза 2210-0072ГОСТ 9304-69 (лев.);													
Т 06	282140, Фреза 2210-0071 ГОСТ 22063-76 (прав.): 411000, ШЦ-II 0-250 ГОСТ 166-80													
Р 07					-	63	65	3,95	1	348	552	136,4		
08														
09														
О 10	3. Свердлити одночасно два центрових отвори, витримавши розміри 2-5											0,15	0,09	
Т 11	291110, Патрон К2.475.000-01 ТУ2 035-489-76 (2); 282430, Свердло 2 ГОСТ 14952-75 (2); 417000, Шаблон													
Р 12					-	2	5	1	1	59	1600	16,9		
13														
14														

OK

											02070743.10140.00005		1	1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП						02070743. 60140.000502				
Норм															
				Вал							5	1	8	10	
Найменування операції				Матеріал			Твердість		ЕВ	МД	Профіль и розміри			МЗ	КОИД
Токарно-копіювальна				20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			Т _о		Т _в		Т _{пз}		Т _{шк}	СОЖ	
1719Ц				-										2-5% эмульсія НГЛ-205	
Р				ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/мин	п, об/мин	V, м/мин		
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь														
Т 02	292243, Патрон НУ.2516.100; 292150, Центр А-1-5-НП ЧПК ГОСТ 8742-75														
03	Позиція РГ№1														
О 04	2. Точити по копіру за чотири проходи, витримавши розміри 1-4, 7, 8 (227,5±0,36), 9, 10														
Т 05	281110, Різець 2102-0306 ГОСТ 21151-75 тип4,; 411000, Штангенциркуль ШЦ II ГОСТ 166-80														
Р 06															
07	Поперечний суппорт														
О 08	3. Точити торець і фаски, витримавши розміри 5, 6, 8														
Т 09	281150, Різець 2112-0037 ГОСТ 2379-77; 281150, Різець 2100-0469 ГОСТ 18878-73; 417000, Шаблон α=45°														
Р 10															
11															
12															
13															
14															

OK

											02070743.10140.00005		1	1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП						02070743. 60140.000503				
Норм															
				Вал							5	1	9	15	
Наименование операции				Матеріал			Твердість		ЕВ	МД	Профіль и розміри			МЗ	КОИД
Токарно-копіювальна				20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			Т _о		Т _в		Т _{пз}		Т _{шк}	СОЖ	
1719Ц				-										2-5% эмульсія НГЛ-205	
Р				ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/мин	п, об/мин	V, м/мин		
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь														
Т 02	292243, Патрон НУ.2516.100; 292150, Центр А-1-5-НП ЧПК ГОСТ 8742-75														
03	Позиція РГ№1														
О 04	2. Точити по копіру за чотири проходи, витримавши розміри 1, 2 (155,5±0,31), 3, 4														
Т 05	281110, Резец 2102-0306 ГОСТ 21151-75 тип4,; 411000, Штангенциркуль ШЦ II ГОСТ 166-80														
Р 06															
07	Поперечний супорт														
О 08	3. Точити торець, витримавши розмір 2														
Т 09	281150, Різець 2112-0037 ГОСТ 2379-77; 417000, Шаблон α=45°														
Р 10															
11															
12															
13															
14															

OK

											02070743.10140.00005		1	1				
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП						02070743. 60140.000504							
Норм																		
				Вал							5	4	72	20				
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД			
Шліцефрезерувальна				20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			Т _о		Т _в		Т _{пз}		Т _{шк}	СОЖ				
5350				-										И12А ГОСТ 22799-88				
Р				ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/об	п, об/мин	V, м/мин					
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь														0,6			
Т 02	292210, Патрон 7102-0011 ГОСТ 24351-80; 292150, Центр 7032-0035 ГОСТ 13214-79; 293430, Люнет																	
03																		
О 04	2. Фрезерувати одночасно шість шліців, витримавши розміри 1-6														0,1		5,48	
Т 05	282320, Фреза D6x21x25-d10-С ГОСТ 8027-86; 141000, Калібр шліцьовий комплексний																	
Р 06	70432,511,08017,6																	
07																		
08																		
09																		
10																		
11																		
12																		
13																		
14																		

										02070743.10140.00005		2	1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП				02070743. 60140.000505					
Норм														
				Вал						5	1	11	25	
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Токарна з ЧПК			20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			Т _о		Т _в	Т _{пз}	Т _{шк}	СОЖ			
16Б16Т1, НЦ-31			005-25								2-5% эмульсія НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/мин	п, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь													
Т 02	292243, Патрон УГО 124.000000.000; 292150, Центр А-1-5-НП ЧПУ ГОСТ 8742-75													
03														
О 04	2. Точити, витримавши розміри 3 (145,5±0,8), 5 (Ø18 _{-0,236}), 7													
Т 05	281110, Різець 2102-0312 тип 4 ГОСТ 21151-75; 411000, Штангенциркуль ШЦ II ГОСТ 166-80; 417000, Шаблон α=45°													
Р 06	1													
07														
О 08	3. Точити канавки 3 і 4, витримавши розмір 2, 3													
Т 09	281230, Різець К.01.4328.100 ВНИИи, 417000, Шаблон													
Р 10	2													
11														
О 12	4. Точити канавки 1 і 2, витримавши розмір 11, 12													
Т 13	281230, Різець К.01.4328.100-01 ВНИИи, 417000, Шаблон													
Р 14	3													

ОК

							02070743.10140.00005		2
				ТММ.ДП.131-18ск-1.01			02070743. 60140.00504		25
Р		ПИ	Д или В, мм	L, мм	t	i	S мм/мин	п об/мин	Vм/мин
01									
О 02	5. Точити різьбу, витримавши розмір 5								
Т 03	281480, Різець К.01.4526-02 ВНИИи; 415000, Калібр різьбовий М18х1,5х6h ПР-НЕ								
Р 04	4								
05									
О 06	6. Точити, витримавши розміри 1, 10, 11								
Т 07	281110, Різець 2101-0642 тип 1 ГОСТ 20872-80; 414000, Калібр-скоба 25d9 ПР-НЕ								
Р 09	5								
10									
О 11	7. Точити, витримавши розмір 9								
Т 12	281110, Різець 2101-0641 тип 1 ГОСТ 20872-80.								
Р 13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

ОК

											02070743.10140.00005		1	1
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП				02070743. 60140.000506					
Норм														
				Вал						5	2	33	30	
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Фрезерна			20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1
Оборудование, устройство ЧПК			Обозначение программы			Т _о		Т _в	Т _{пз}	Т _{шк}	СОЖ			
6Р11			-								2-5% эмульсія НГЛ-205			
Р					ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/мин	п, об/мин	V, м/мин
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь													
Т 02	293230, Пристосування спеціальне													
03														
04														
О 05	2. Фрезерувати шпонкові паз, витримавши розміри 1-5													
Т 06	292230, Патрон 1-40-1-90 ГОСТ 26539-85; 282281, Фреза ГОСТ 9140-78; 414000, Калібр-шпоночний 10ПШ													
Р 07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														

ОК

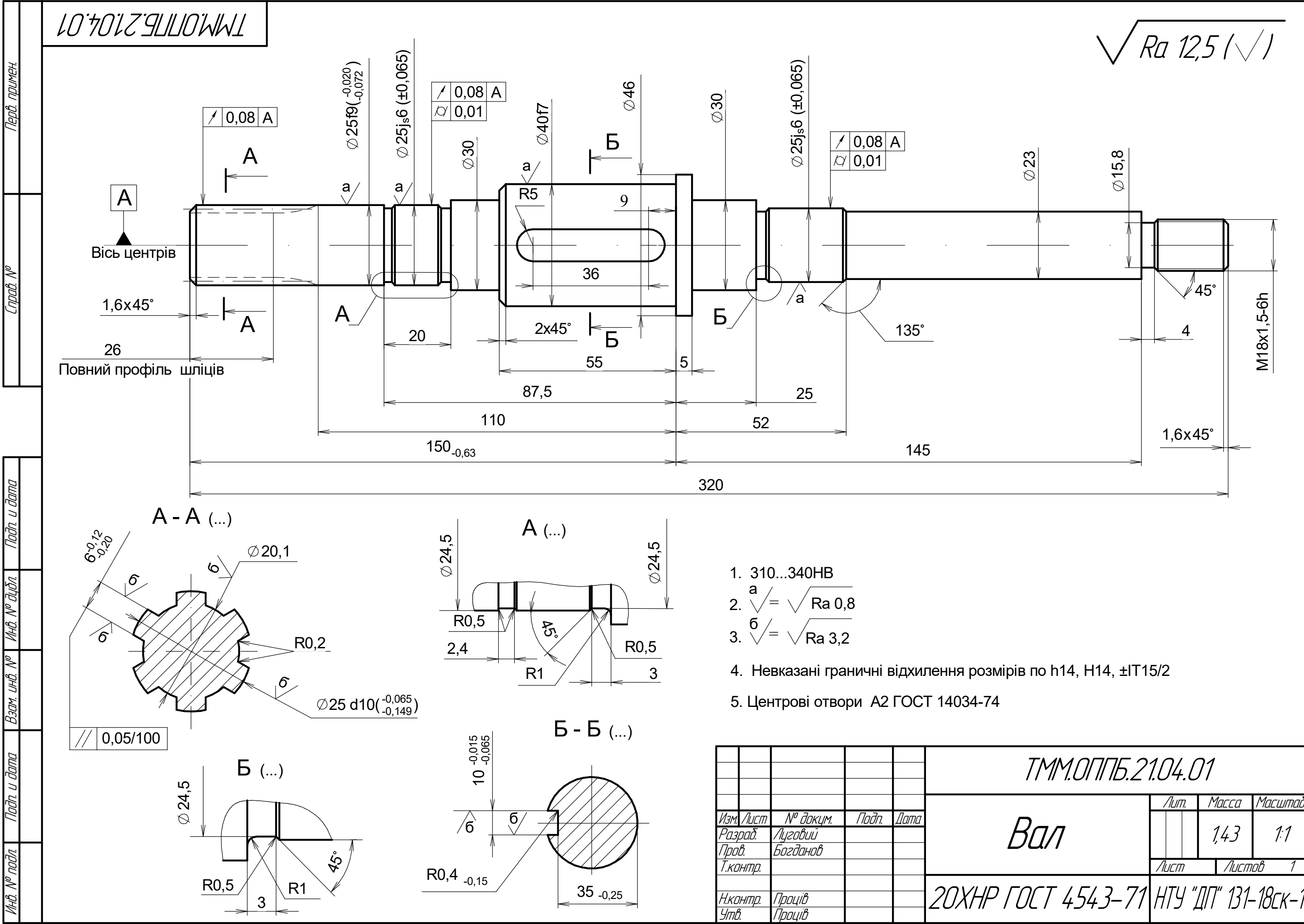
											02070743.10140.00005		1	1	
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП						02070743. 60140.000507				
Норм															
				Вал							5	3	57	35	
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Круглошліфувальна				20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			Т _о		Т _в	Т _{пз}	Т _{шк}	СОЖ			
3М151Ф2				005-30								10-20% эмульсія Аквол 6.			
Р				ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин		
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь														
Т 02	292150, Центр А1-2-НП ГОСТ 8742-75; 292150, Центр 7032-0029 ГОСТ 13214-79; 292241, Хомутик ГОСТ 16488-70														
03	293120, Люнет неурхомий														
04															
О 05	2. Шліфувати за програмою, витримавши розміри 1 - 3														
Т 06	284110, Круг ПП 600x63x305 24А50СТ1 К8 ГОСТ 2424-83; 414000, Калібр-скоба 25d9 ПР-НЕ; 25,127 _{-0,033} ПР-НЕ														
Р 07															
08															
09															
10															
11															
12															
13															
14															

OK

											02070743.10140.00005		1	1
Разраб	Луговий			НТУ «ДП»	ТММ.ОППБ.21.04 ТП				02070743. 60140.000508					
Норм														
				Вал						5	3	60	40	
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИД
Круглошліфувальна			20ХНР			310-340 НВ		кг	1,43	Ø50x327			5,04	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			Т _о		Т _в	Т _{пз}	Т _{шк}	СОЖ			
3У12А			-								10-20% эмульсія Аквол 6			
Р				ПИ	Д или В, мм		L, мм		t	i	S, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин	
О 01	1. Встановити, закріпити і зняти деталь													
Т 02	292150, Центр А1-2-НП ГОСТ 8742-75; 292150, Центр 7032-0029 ГОСТ 13214-79; 292241, Хомутик ГОСТ 16488-70													
03	293120, Люнет нерухомий													
04														
О 05	2. Шліфувати дві шийки вала, витримавши розміри 1,2													
Т 06	284110, Круг ПП 400x25x203 24А25С1К8 ГОСТ 2424-83; 414000, Калібр-скоба 25j ₆ ПР-НЕ													
Р 07														
08														
09														
10														
11														
12														
13														
14														

ОК

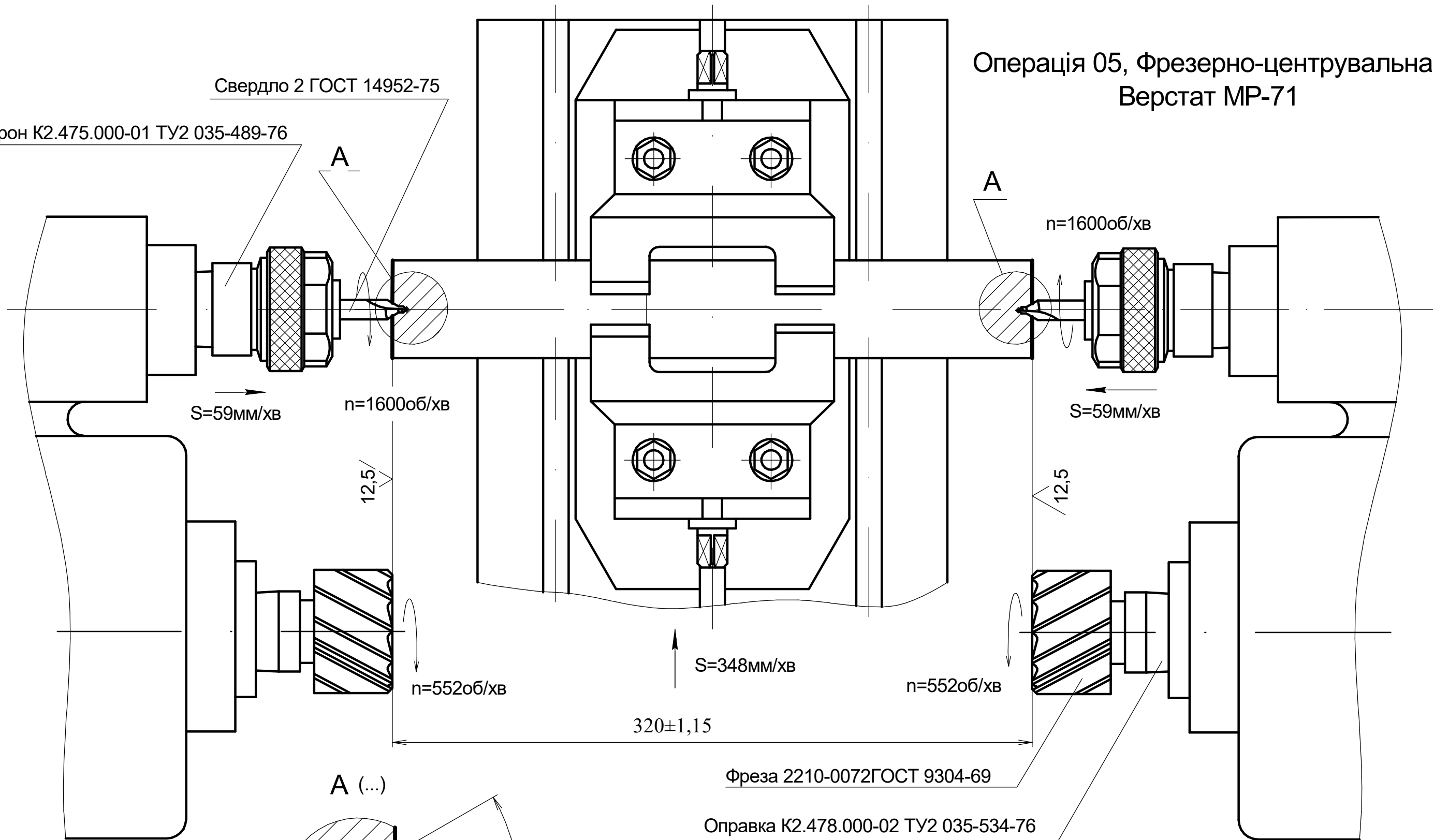
ДОДАТОК В



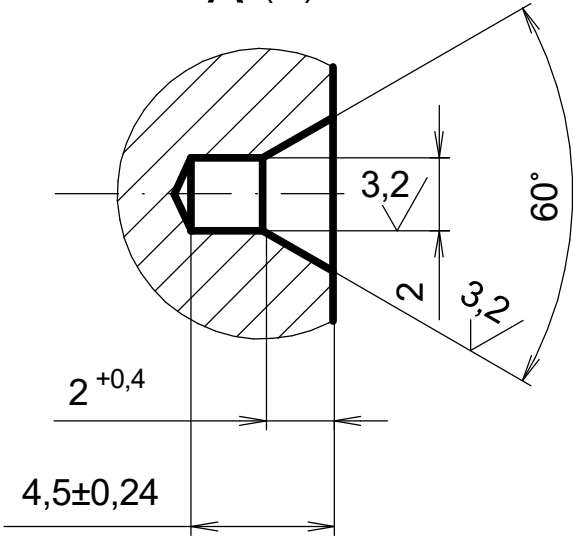
Операція 05, Фрезерно-центрувальна
Верстат МР-71

Патрон К2.475.000-01 ТУ2 035-489-76

Свердло 2 ГОСТ 14952-75



A (...)

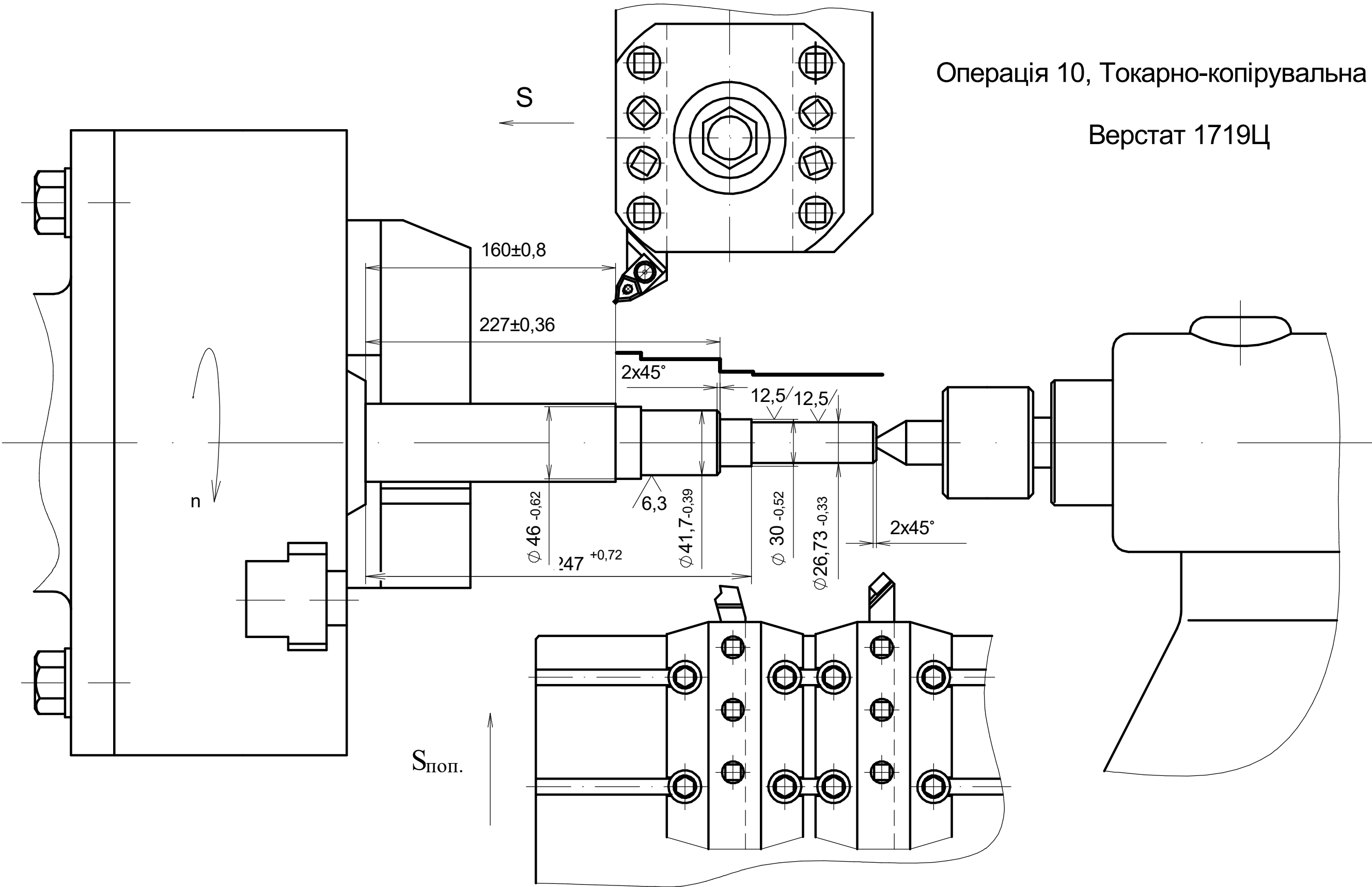


Фреза 2210-0072 ГОСТ 9304-69

Оправка К2.478.000-02 ТУ2 035-534-76

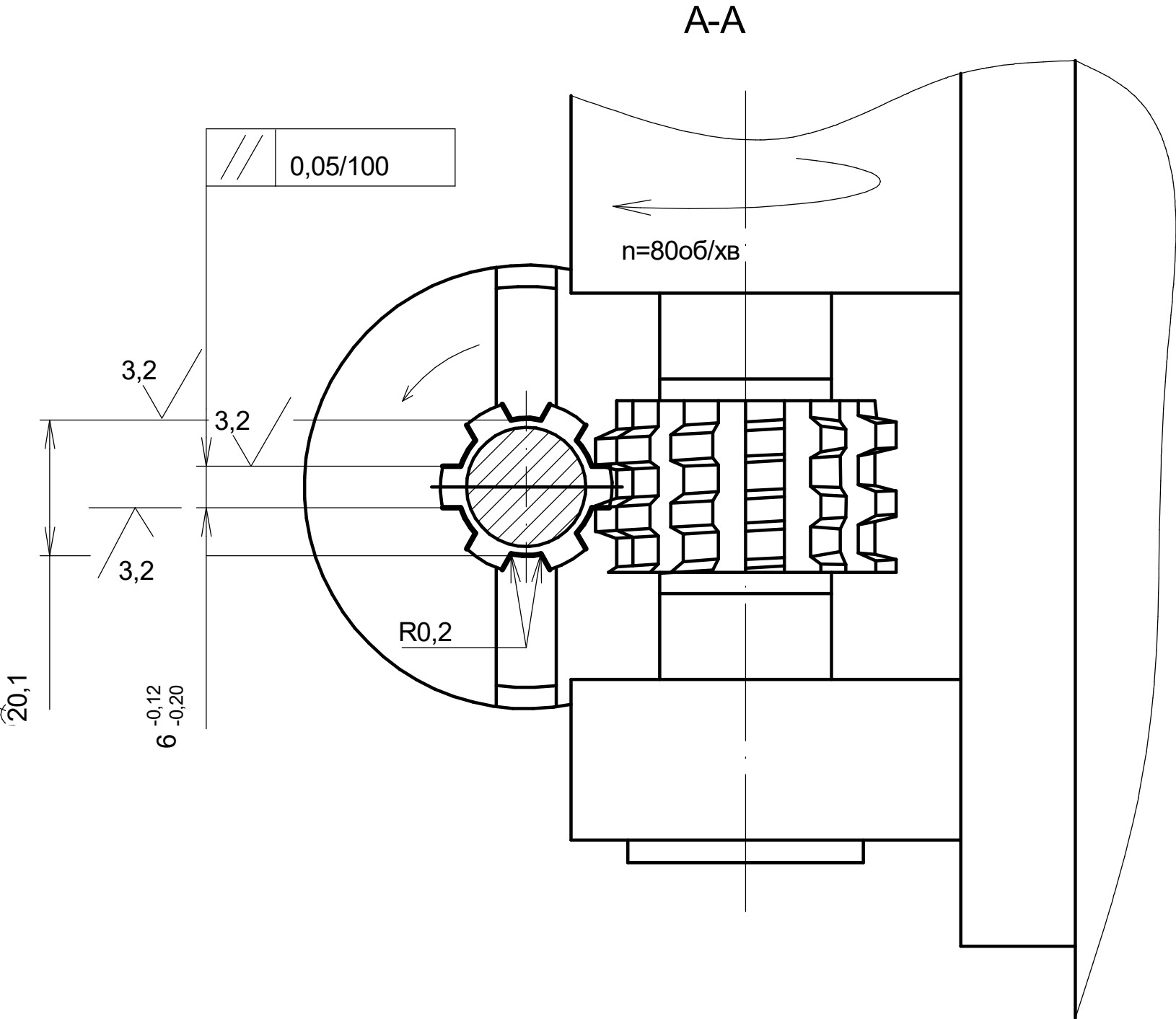
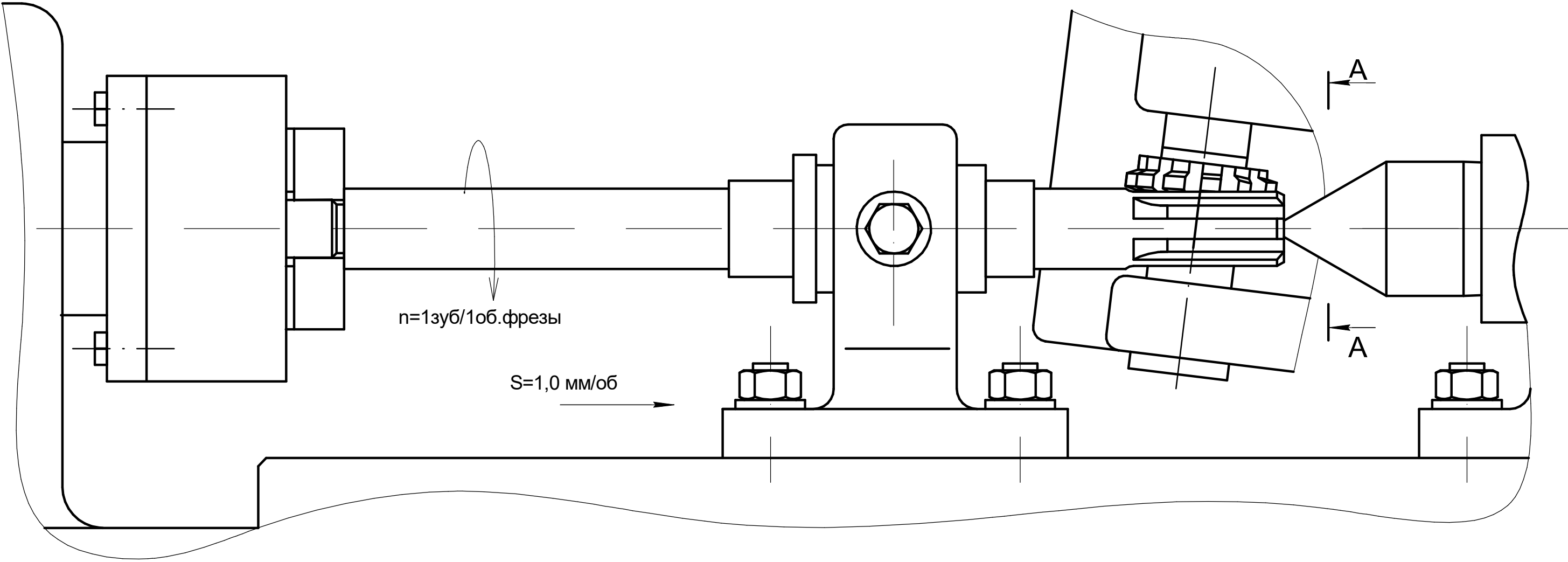
Операція 10, Токарно-копірувальна

Верстат 1719Ц



Операція 20, Шліце-фрезерувальна

Верстат 5350



Інструмент	Фреза D6x26x20-d10-С ГОСТ 8027-86				
Оснастка	Центр 7032-0035 ГОСТ 13214-79				
	Патрон 7108-0022 ГОСТ 2571-71				
Параметри процесу різання	$V, \text{м/хв}$	$n, \text{об/хв}$	$s, \text{мм/об}$	$T_o, \text{хв}$	$T_B, \text{хв}$
	17,6	80	1,0	5,48	0,1