Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи
за освітньо-кваліфікаційним рівнем «магістр»
на тему:
Удосконалення технології отримання заготовки і виготовлення деталі типу «Вал 12.54АС» з використанням CALS-технології
08-26.МКР.025.00.000 ПЗ

Виконав: студент 2 курсу, групи 2ПМ-18м
спеціальності 131 – «Прикладна механіка»
Токар О.О. _____
Керівник: к.т.н., проф. каф. ТАМ
Бурєнніков Ю.А._____
«____» _____ 20__ р.
Рецензент: к.т.н., доцент каф. АТМ
_____

«____» _____ 20__ р.

Вінниця ВНТУ - 2019 року

Created by Universal Document Converter

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

Освітньо-кваліфікаційний рівень – «Магістр»
Спеціальність 131 – «Прикладна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ТАМ
д.т.н., професор Козлов Л.Г.
_____
«04» жовтня 2019 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Токар Богдан Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема магістерської кваліфікаційної роботи (МКР): ____Удосконалення технології отримання заготовки і виготовлення деталі типу «Вал 12.54АС» з використанням CALS-технології

керівник МКР _____Бурєнніков Ю.А._____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНТУ від «2» жовтня 2019 року №254.
2. Строк подання студентом МКР: 16 грудня 2019
3. Вихідні дані до МКР:_____креслення деталі корпус А12.54____
_____
_____
_____
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): _____
_____
_____
_____
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
_____
_____
_____
_____
_____

Created by Universal Document Converter

6. Консультанти розділів МКР

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видано	завдання виконано
Спеціальна частина	Бурєнніков Ю.А.		
Економічна частина	Кавецький В.В,		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Віштак І.П.		

7. Дата видачі завдання «04» жовтня 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів МКР	Строк виконання етапів МКР	Примітка
1	Визначення об’єкту та предмету дослідження	10.10.2019	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	20.10.2019	
3	Техніко-економічне обґрунтування методів досліджень	22.10.2019	
4	Розв’язання поставлених задач	28.11.2018	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	02.12.2019	
6	Виконання розділу «Економічна частина»	02.12.2019	
7	Виконання розділу «Охорона праці безпека в надзвичайних ситуаціях»	02.12.2019	
8	Попередній захист МКР	6.12	
9	Перевірка роботи на плагіат	4.12	
10	Нормоконтроль МКР	12.12	
11	Рецензування МКР	16.12	
12	Захист МКР	20.12	

Студент _____
Керівник МКР _____

Created by Universal Document Converter

АНОТАЦІЯ

Токар О.О. Удосконалення технології отримання заготовки і виготовлення деталі типу «Вал 12.54АС» з використанням CALS-технології. – Вінниця: ВНТУ, кафедра ТАМ, 2019 - 132с. РПЗ, 10 аркушів формату А1.

В даній роботі було виконано модернізацію технологічного процесу механічної обробки для збільшення твердості поверхневого шару і зменшення шорсткості завдяки удосконалення процесу фінішної обробки деталей поверхневим пластичним деформуванням, а саме: проведено аналіз конструкції і технологічності деталі, вибрано спосіб виготовлення заготовки, спроектовано модернізований маршрут механічної обробки деталі на верстатах з ЧПК з розробкою змісту операцій, на фінішну операцію обрано спосіб поверхневої пластичної деформації, здійснено розмірний аналіз технологічного процесу та встановлені технологічні розміри, розміри припусків та заготовки, визначено режими різання, спроектована дільниця механічної обробки; досліджено напружено-деформований стан в осередку деформації та його залежність від конструктивних та технологічних характеристик процесу; розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях на дільниці механічної обробки. Розроблена графічна частина.

Created by Universal Document Converter

ABSTRACT

Tokar O.O Improvement of the workpiece production technology and manufacturing of "Val 12.54AS" type parts using CALS technology. - Vinnitsa: VNTU, Department of TAM, 2019 - 132 p. RPZ, 10 sheets of A1 format.

In this work, modernization of the technological process of mechanical processing was performed to increase the hardness of the surface layer and reduce roughness due to the improvement of the process of finishing the parts by surface plastic deformation, namely: analysis of the design and machinability of the part, the method of manufacturing the workpiece was selected, the modernized route of machining of the part was designed on CNC machines with the development of maintenance operations the analysis of the design and machinability of the part, the method of manufacturing the workpiece was chosen, the modernized route of mechanical processing of the part on the CNC machine tools was designed with the development of the maintenance of the operations, the method of surface plastic deformation was chosen for the finishing operation, the dimensional analysis of the technological process was made and the technological dimensions, sizes of allowances and workpieces , the cutting modes are determined, the machining section is designed; the stress-strain state in the deformation cell and its dependence on the structural and technological characteristics of the process are investigated; developed measures for occupational safety and emergency in emergency situations at the machining station. The graphic part is developed.

Created by Universal Document Converter

ЗМІСТ

ВСТУП…… 7
1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУУ ОБКОЧУВАННЯ ВАЛІВ 10
1.1 Пристосування для обкочування тонких валів 10
1.2Оцінка використаного ресурсу пластичності в поверхневому шарі 15
1.3. Висновки 21
2 РОЗРОБКА МАРШРУТУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ 22
2.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи 22
2.2 Аналіз конструкції і технологічності деталі 28
2.3 Вибір способу виготовлення заготовки 34
2.4 Аналітичний огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей в умовах даного типу виробництва 42
2.4 Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності визначення кількості ступенів механічної обробки циліндричної поверхні 44
2.5 Вибір чистових і чорнових технологічних баз 48
2.6 Проектування маршруту механічної обробки з розробкою змісту операцій, попереднім вибором верстатів 50
2.7 Розмірний аналіз технологічного процесу 52
2.8 Розрахунок проміжних припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричної поверхні 56
2.9 Визначення режимів різання на обробку конструкторських баз і кріпильних отворів 60
2.10 Визначення технічних норм часу для всіх операції 65
2.11 Проектування дільниці механічної обробки 70
2.12 Висновки 76
3 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ 80
3.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки…….. 80

Created by Universal Document Converter

3.2 Прогноз попиту на інноваційне рішення…… 84
3.3Вибір каналів збуту та після продажного обслуговування…… 86
3.4 Виявлення основних конкурентів…… 88
3.5Обрання методу ціноутворення…… 90
3.6 Оцінка рівня якості інноваційного рішення…… 94
3.7Оцінка конкурентоспроможності інноваційного рішення…… 96
3.8 Прогнозування витрат на виконання роботи…… 98
3.9 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки…… 100
3.10 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності…… 102
3.11 Висновки…… 103
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ 104
4.1 Аналіз умов праці…… 104
4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії…… 108
4.2 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи…… 110
4.4 Дослідження стійкості роботи обладнання дільниці механічної обробки в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій… 112
4.5 Висновки…… 114
ВИСНОВКИ…… 119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… 120
ДОДАТКи

Created by Universal Document Converter

ВСТУП

Відомо, що різноманітні корозійні середовища чинять негативний вплив на втомну міцність деталей. Дослідженнями багатьох учених встановлено, що обробка ППД сприяє усуненню дії агресивних середовищ на втомну міцність. Наприклад, накатування сталі 40Х дозволило повністю ліквідувати вплив корозійного ефекту; деталь мала одну і ту ж границю стійкості при дослідженні на повітрі та у воді.

Актуальність теми На отримувану після поверхневої пластичної деформації (ППД) поверхня, а саме на її якість впливає багато факторів. Тому постійно вдосконалюються процеси, для того щоб досягнути максимального зміцнення, мінімальної шорсткості при допустимому використаному ресурсу пластичності..

Метою роботи Метою магістерської кваліфікаційної роботи є модернізація маршруту механічної обробки деталі Вал 12.54АС для зниження собівартості деталі завдяки застосуванню сучасних технологій і нових методів обробки заготовок.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- дослідження процесу обкочування деталі Вал 12.54АС;
- варіантний вибір способу виготовлення заготовки;
- проектування технологічного процесу механічної обробки з використанням сучасних верстатів з ЧПК і методів обробки;
- розмірно-точнісне моделювання маршруту механічної обробки;
- проектування дільниці механічної обробки;

Об'єкт дослідження: процес обкочування поверхонь деталей.

Предмет дослідження: Основні закономірності і методики розрахунку механізмів формування напружено-деформованого стану і основних показників якості деталей при їх обкочуванні.

Методи дослідження. Методи теорії розмірних ланцюгів, які дозволили виконати розмірно-точністне моделювання маршруту механічної обробки, методи теорії автоматичного керування; метод імітаційного

Created by Universal Document Converter

моделювання.

Наукова новизна одержаних результатів Наукову новизну роботи складають імітаційна модель і результати досліджень характеристик процесу обкочування тонких валів.

Практичне значення одержаних результатів: полягає в удосконаленні технологічного процесу обробки, а зокрема фінішної операції, деталі типу «Вал 12.54АС»; при цьому запропоновані такі нові рішення:

- для найбільш доцільних способів виготовлення виконано розрахунок заготовки, та за техніко-економічним порівняння обрано як кращий прокат;
- розроблений оригінальний технологічний процес механічної обробки, економічні розрахунки показали, що впровадження удосконаленого технологічного процесу потребує від інвестора вкладень термін окупності яких складає 2,21 року;
- для удосконаленого ТП розроблено план дільниці механічної обробки; при обробці приведеної програми графіки завантаження обладнання знаходяться в рекомендованих межах для серійного виробництва;
- для фінішної обробки запропоновано обкочування, що дозволило збільшити твердість поверхневого шару.

Особистий внесок здобувача. Основні результати досліджень отримані автором самостійно. Мета та завдання досліджень узгоджені з науковим керівником.

Апробація результатів. Основні матеріали роботи розглядались на науково технічній конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи».

Публікації. Матеріали магістерської кваліфікаційної роботи були опубліковані в тезах науково-технічної конференції [1] .

Created by Universal Document Converter

1 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ОБКОЧУВАННЯ ВАЛІВ

1.1 Пристосування для обкочування тонких валів

Поверхневе пластичне деформування призводить до значного підвищення характеристик конструктивної міцності деталей машин, виготовлених зі сталей, чавуну, кольорових металів та сплавів; втомлю вальної міцності, контактної витривалості, контактної жорсткості, зносостійкості, корозійної стійкості та ряду інших.

В таблиці наведені результати дослідження мало циклової втомлюваності гладеньких зразків на базі 8-10 цикл / хв.

Як видно з цих результатів ППД дає суттєве підвищення довговічності в порівнянні із шліфуванням, причому найбільше підвищення довговічності (в 3-7,5 разів) було досягнуто при обкатуванні роликом.

Особливо ефективним є застосування обробки ППД деталей із різноманітними концентратами напружень. Збільшення границі витривалості при багатоцикловій втомлюваності тим вищі, чим більша концентрація напружень. В такому випадку ППД, як зміцнюючий метод обробки має перевагу у порівнянні з термічними і хімічно-термічними методами Існують експериментальні роботи, що вказують на підвищення контактної витривалості деталей після обробки ППД. Зміцнення зразків зі сталі 20ХНЗА шариком, підвищили їхню довговічність при терті кочення на 34-50 % в порівнянні зі шліфованими після цементації і термічної обробки зразками.

Встановлено, що зразки, виготовлені зі сталі ШХ15 і зміцненні алмазним вигладжуванням, більш довговічні (при 50%-ній можливості руйнування – в 1.7, а при 10%-ній – в 3,5 рази), ніж зразки, оброблені суперфінішуванням. Після алмазного вигладжування отримуються добрі

Created by Universal Document Converter

характеристики процесу, але по-перше він вимагає обов'язкового шліфування поверхні перед процесом вигладжування, оскільки шорсткість вихідної поверхні не має перевищувати 0,8 мм, крім того це досить не продуктивний метод, оскільки наприклад для обробки Сталі 45 при обкатуванні пропонується використовувати подачу близько 0,5 мм/об, то при алмазному вигладжуванні таке значення складає 0,02 мм/об, що пов'язано із малим радіусом сфери алмазного зерна. Крім того алмаз, що використовується в процесі має бути близько 4 каратів, що звичайно призводить до відносної дороговизни цього способу. Тому прийнято до розгляду процес поверхневої пластичної деформації – обкатування.

Розроблена велика кількість конструкцій обкатників та розкатників. Деякі з них показані на слайдах. Наприклад пристосування з самоустановлюючимся роликом, або обкатники для зубчастих коліс, обкатник, який кріпиться на токарному верстаті і може виконувати обкатування та розкатування циліндричних поверхонь.

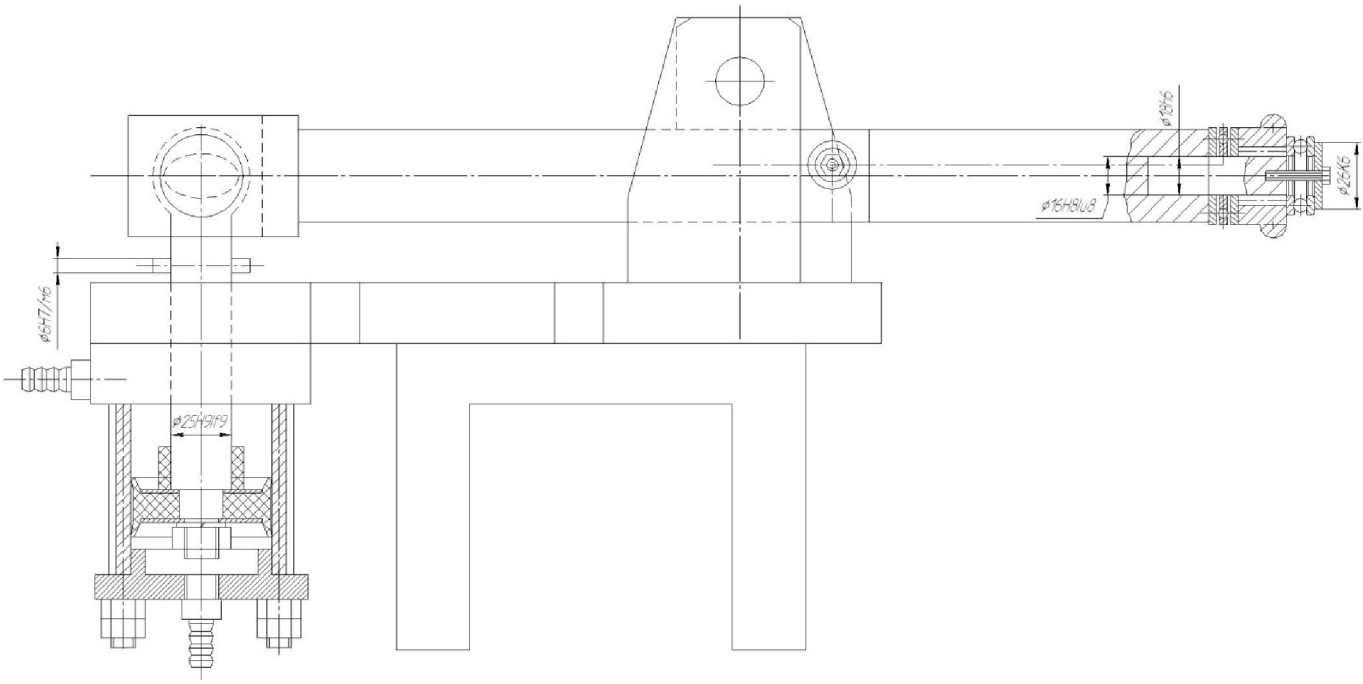
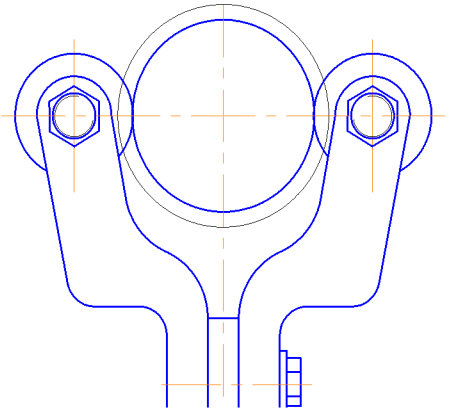
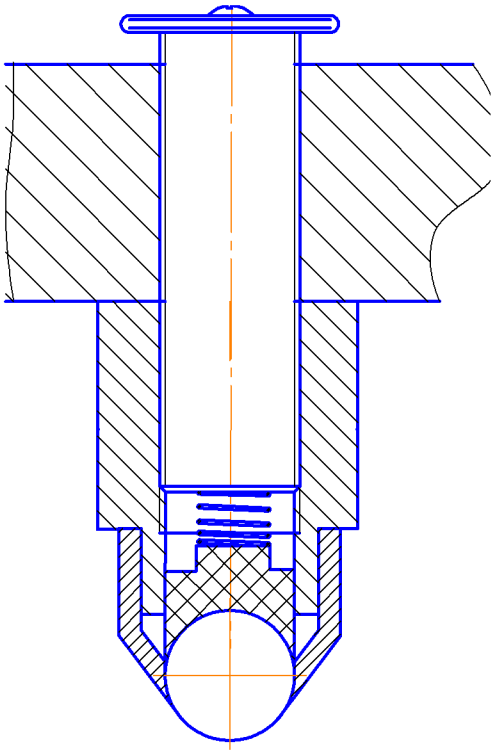


Рисунок 1.1 – Пристосування для обкочування

Created by Universal Document Converter

Крім того ми приділили увагу обкатуванню тонких валів, оскільки в цьому плані існує певна проблема, так як вал під дією ролика чи шарика прогинається і відповідно виникає потреба у використанні підпору. Розроблено дві конструкції обкатників для валів які схематично показані на слайдах. Перший це шарикове комбіноване пристосування, яке дозволяє виконувати остаточне точіння та одночасно накатування поверхні.





Created by Universal Document Converter

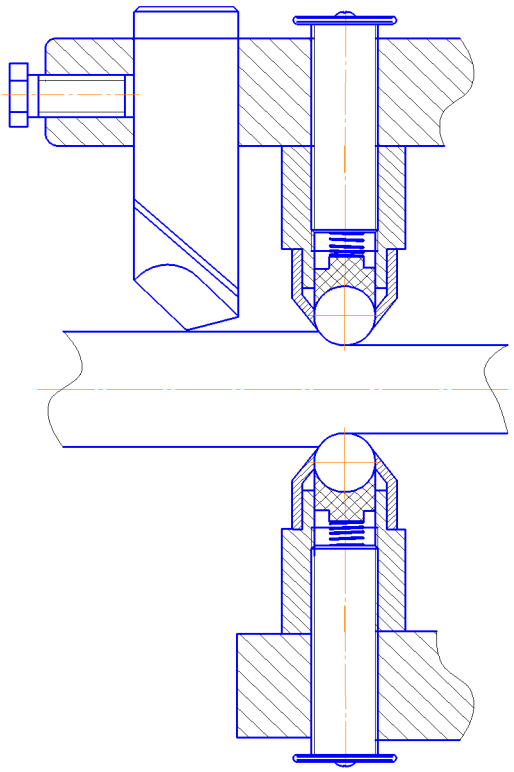


Рисунок 1.2 – Пристосування для одночасного точіння та обкочування валів

Дане пристосування може встановлюватися в різцетримач токарного верстату. Він складається із двох подібних частин, на одній розміщено різець та ролик, на іншій лише ролик, між ними встановляється пластина, за рахунок неї можна в невеликому інтервалі, близько 10 мм змінювати діаметр оброблюваних валів. Перевагою шарикового пристосування є можливість само установа шарів, що не мають примусової осі обертання. В результаті цього практично відсутнє проковзування шарів відносно оброблюваної поверхні. Крім того мала площа контакту дозволяє забезпечити великі питомі контактні тиски при малих навантаженнях на стінки заготовки. Простота конструкції і виготовлення шарикових пристосувань, можливість використання стандартних шарів від шарикопідшипників роблять рентабельними їх використання навіть в дрібносерійному виробництві.

Created by Universal Document Converter

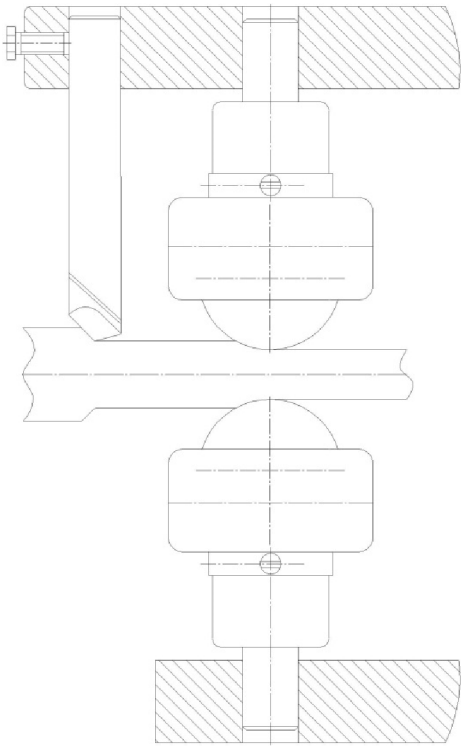


Рисунок 1.3 – Пристосування для одночасного точіння та обкочування валів

Більш продуктивним пристосуваннями є роликові, оскільки використання роликів в якості деформуючих елементів дозволяє значно збільшити осьову подачу інструмента в порівняні з шариковими розкатниками.

Created by Universal Document Converter

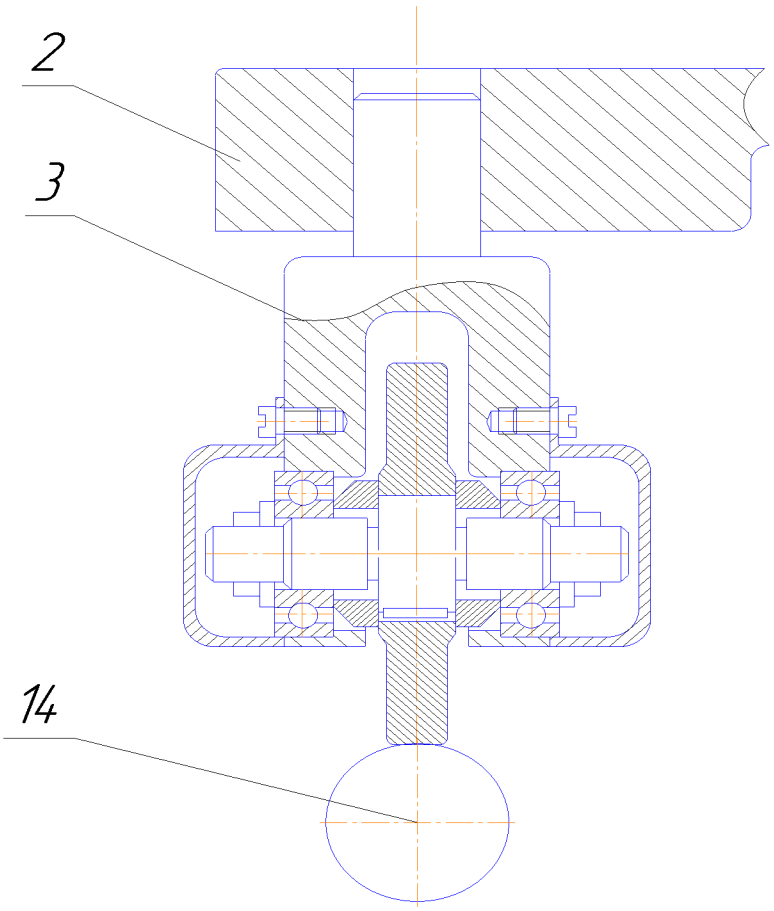


Рисунок 1.4 – Кріплення ролика

На рисункові 1.4 показано вузол установлення та кріплення ролика. І на рисункові 1.5 показано саме пристосування, що правда переріз виконано по роликови вузлам і тому невидно різця, який розташований за ними. Пристосування містить стійку 1 з закріпленою на неї ричажною системою, що складається із двох ричагів 2, на кінцях яких встановлено ролики, а на кінці верхнього ричала ще й різець. Крім того зі стійкою 1 жорстко зв’язана державка 5і відповідно гідравлічна система, що включає робочий 6, нагнітаючий 7, та управляючий 8 гідроциліндри, що встановлені в корпусі 9 і гідравлічно зв’язані між собою. При цьому плунжер робочого 6 6 циліндра шарнірно зв’язаний з іншим кінцем ричала 2, плунжер 11 циліндра управління зв’язаний із державкою 5. Поршень 12 нагнітаючого циліндра пов’язаний із механізмом регулювання робочого тиску 13.

Created by Universal Document Converter

Попередньо державку 5 закріплюють в різцетримачі токарного верстату. Встановлюють тиск в гідро циліндрах. При цьому Різець підводиться до деталі і пристрою дають поздовжню подачу.

При обертані деталі, якщо вал має якісь випуклості, чи неточну геометричну форму, що призводить до того що збільшується навантаження на різець і ролики,

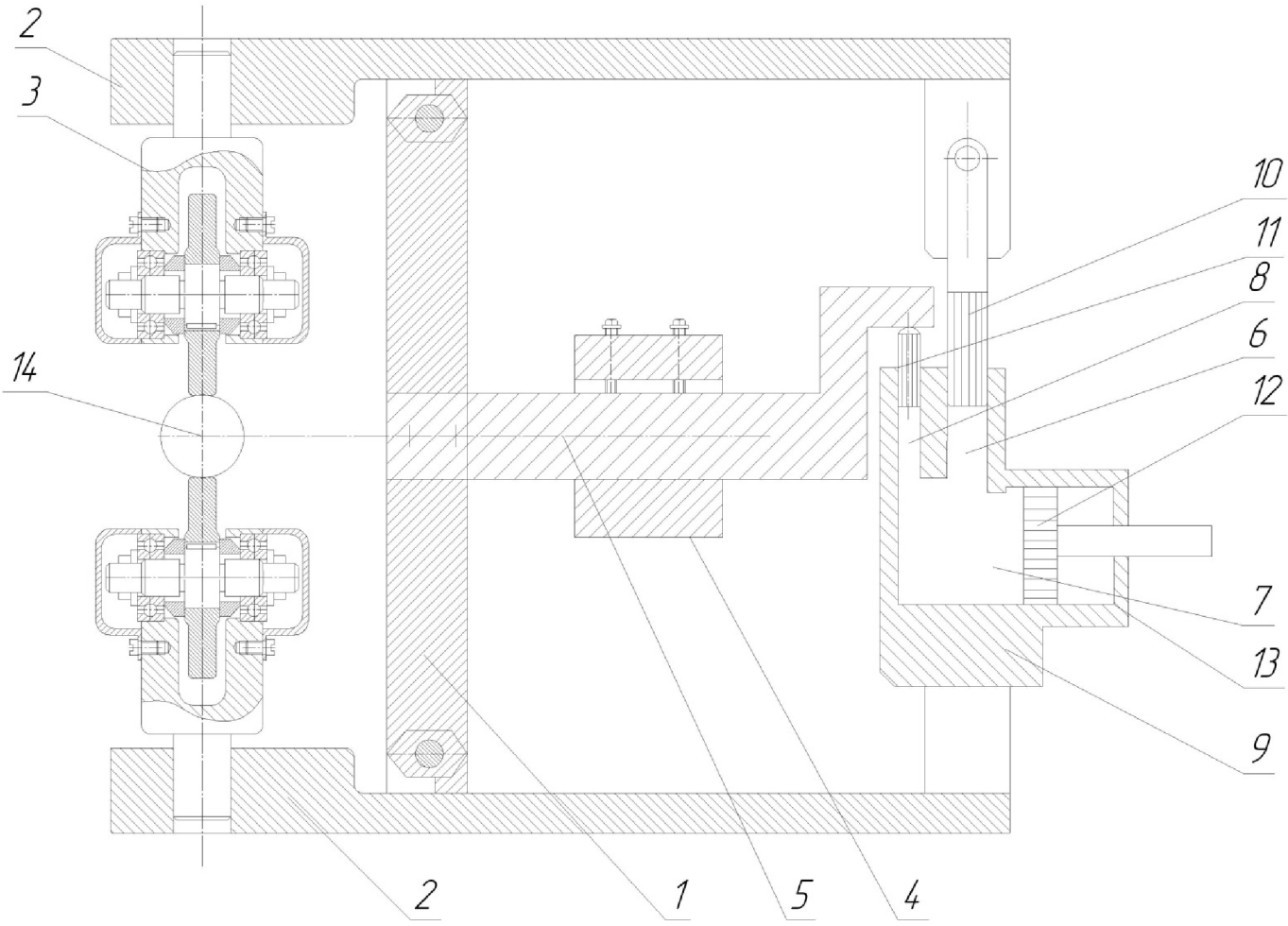


Рисунок 1.5 – Пристосування для суміщеного обкочування роликами

які можуть дещо відійти від деталі, тоді через державку 5 переміщується плунжер 11 управляючого гідро циліндра 8 внаслідок чого змінюється робочий тиск в системі і відповідно піднімається плунжер 10 робочого гідро циліндра збільшуючи силу прикладену до деформуючих елементів.

Created by Universal Document Converter

Таким чином, поверхневий шар на опуклих частинах отримує більшу ступінь деформації. Використання даного пристосування дозволяє досить ефективно усувати короблення деталей від попередніх технологічних операцій, підвищує точність і якість обробки не жорстких валів і дає можливість виправляти

1.2 Оцінка використаного ресурсу пластичності в поверхневому шарі металу

В даний час вважається загальнопризнаним, що більше 80% випадків виходу із ладу машин, механізмів та пристроїв обумовлено руйнуванням, яке починається з поверхні. Однак дослідженням механіки руйнування поверхневого шару металу при поверхневому пластичному деформуванні до даного часу приділялось мало уваги, що, ймовірно пояснюється складністю процесів зародження та росту поверхневих тріщин та відсутністю відповідних теоретичних методів аналізу.

В даній роботі для оцінки пошкодженості поверхневого шару металу при поверхневій пластичній деформації використані методи прикладної теорії деформівності. В якості кількісної характеристики пошкодженості прийнята величина використаного ресурсу пластичності.

В роботі [87] для оцінки пластичності металів при немонотонному навантаженні запропоновано використовувати тензор пошкоджень, компоненти якого визначаються за формулою

$$\psi_{ij} = \int_0^{e_u} F\left(e_u^*, \eta, \mu_\sigma\right) \beta_{ij} de_u^*, \qquad (1.1)$$

де $\eta = \dfrac{3\sigma}{\sigma_u}$ - показник жорсткості напруженого стану,

$\sigma = \dfrac{1}{3}\sigma_{ij}\delta_{ij}$ - середнє напруження,

Created by Universal Document Converter

μ_σ - параметр Надаі-Лоде,

$e_u = \int_0^t \dot{\varepsilon}_u d\tau$ - ступінь деформації,

t – час деформування з моменту початку пластичної деформації до деформованого стану, який розглядається.

Компоненти направляючого тензора прирощень деформацій β_{ij} в (1.1) прийняті рівними

$$\beta_{ij} = \sqrt{\frac{2}{3}} \frac{d\varepsilon_{ij}}{de_u}. \tag{1.2}$$

Функція $F(e_u,\eta,\mu_\sigma)$ залежить від фізико-механічних характеристик матеріалу і від історії навантаження. Умова руйнування запропонована в [5] має вид

$$\psi_{ij}\psi_{ij}=1. \tag{1.3}$$

З використанням умови руйнування (1.3) на даний час отримані розв'язки задач двохетапного, циклічного і складного навантаження, які підтверджують достовірність тензорної моделі (1.3).

Головні компоненти тензора βij дорівнюють

$$\beta_1 = -\frac{1}{\sqrt{6}} \frac{\mu_\sigma - 3}{\sqrt{\mu_\sigma^2 + 3}},$$

$$\beta_2 = \frac{1}{\sqrt{6}} \frac{2\mu_\sigma}{\sqrt{\mu_\sigma^2 + 3}}, \tag{1.4}$$

$$\beta_3 = -\frac{1}{\sqrt{6}} \frac{\mu_\sigma + 3}{\sqrt{\mu_\sigma^2 + 3}}.$$

Created by Universal Document Converter

$$\psi_1 = \int_0^{e_u} \left(1 - a + 2a\frac{e_u}{e_p(\eta,\mu_\sigma)}\right)\beta_1 \frac{de_u}{e_p(\eta,\mu_\sigma)}$$

$$\psi_2 = \int_0^{e_u} \left(1 - a + 2a\frac{e_u}{e_p(\eta,\mu_\sigma)}\right)\beta_2 \frac{de_u}{e_p(\eta,\mu_\sigma)} \qquad (1.5)$$

$$\psi_3 = \int_0^{e_u} \left(1 - a + 2a\frac{e_u}{e_p(\eta,\mu_\sigma)}\right)\beta_3 \frac{de_u}{e_p(\eta,\mu_\sigma)}.$$

Умова руйнування в розглядуваній моделі приймає вид

$$\psi_\sigma + \psi_\tau = 1 \qquad (1.6)$$

де $\psi_\sigma = \int_0^{e_u} \frac{de_u}{e_p(\eta_1)}$, $\psi_\tau = \int_0^{e_u} \frac{de_u}{e_p(\eta_2)}$.

Умову руйнування можна використовувати для оцінки граничного фрмозмінення при немонотонному навантаженні. При цьому необхідно мати експериментально отриману поверхню граничних деформацій $e_p(\eta,\mu_\sigma)$.

Розглянуту вище методику оцінки величини використаного ресурсу пластичності можна використовувати при поверхневому пластичному деформуванні, коли пластична деформація поверхневого шару металу реалізується за кілька проходів, тобто, коли має місце немонотонність навантаження, обумовлена послідовними розвантаженнями.

Created by Universal Document Converter

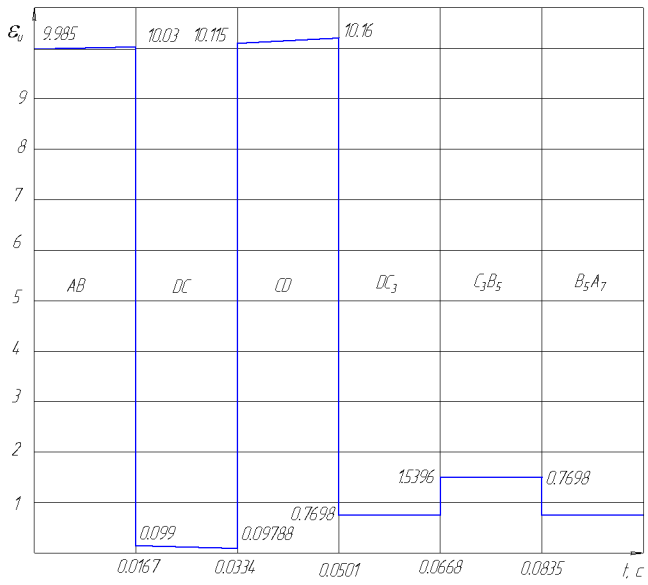


Рисунок 1.6 – Інтенсивність швидкостей деформацій в поверхневому шарі

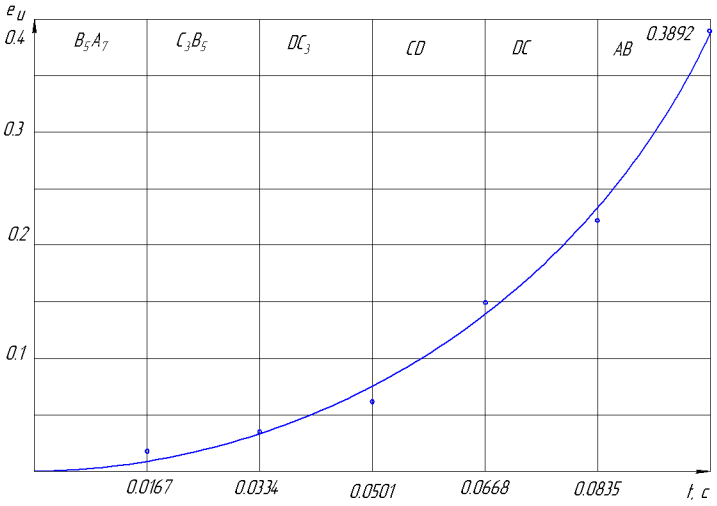


Рисунок 1.7 –Накопичена пластична деформація в поверхневому шарі

З даного графіку можна зробити висновок, що матеріал піддається формозміненню і в області пластичної хвилі, але все ж значно більше в областях випередження і відставання. В даному випадку, при обробці із обраними параметрами максимальна ступінь деформації складає 0,3892.

На основі отриманих результатів побудовано графіки залежності накопиченої деформації від лінійної швидкості переміщення ролика (рисунок 1.8), для трьох роликів діаметром 4, 7 та 10 мм, відповідно.

Created by Universal Document Converter

Із врахуванням отриманих формул визначені нормальні і дотичні напруження в кожній області, при обробці латуні Л62-1.

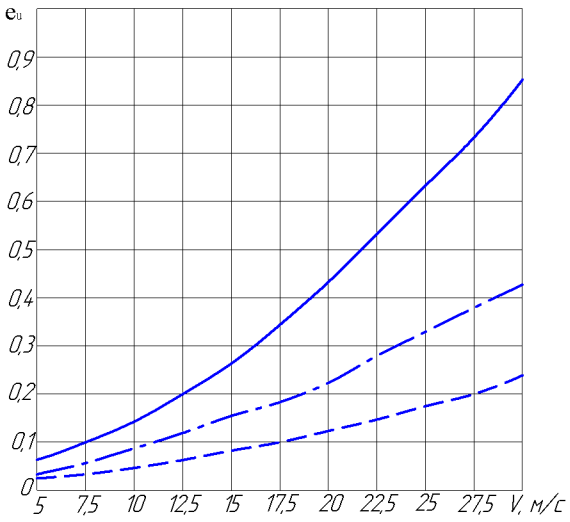


Рисунок 1.8 – Залежність накопиченої пластичної деформації від лінійної швидкості та діаметра ролика

Висновок

В результаті досліджень виявлено, що при обкочуванні по двухроликовій схемі в поверхневих шарах валів формуються остаточні напруження, що досягають при однопрохідній обробці значень до 650 МПа, при двохпрохідній – 700МПа.

Величина остаточних наружень, що формуються при обкочуванні, найбільше залежить від схеми обкочування, зусилля обкочування, а також швидкості обертання валу в процесі обкочування.

Created by Universal Document Converter

2 РОЗРОБКА МАРШРУТУ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

2.1 Визначення типу виробництва і форми організації роботи

Тип виробництва згідно ГОСТ 3.1121-84 визначається за коефіцієнтом закріплення операцій:

$$К_{з.о.} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (2.1)$$

де ΣO_i – кількість операцій, які виконуються на дільниці; ΣP_i – кількість робочих місць на дільниці.

Вихідними даними для визначення $К_{з.о.}$, а значить і типу виробництва, є робоче креслення і річна програма випуску деталі.Згідно креслення деталі встановлені найбільш характерні переходи механічної обробки деталі “ Вал ” і занесені до таблиці 2.1, це точіння циліндричних поверхонь Ø35, Ø45, Ø63, Ø33,5.

Для обраних переходів механічної обробки наближено визначено основний час механічної обробки $Т_{осн}$, для кожного переходу формули для розрахунку записані в таблицю 2.1 Штучно-калькуляційний час визначався за формулою:

$$Т_{шт-к} = Т_{осн} \cdot \varphi_К \quad [хв] \quad (2.2)$$

де $\varphi_к$ – коефіцієнт.

Для кожного переходу механічної обробки необхідна кількість верстатів:

$$C_{pi} = \frac{N \cdot T_{шт.к.}}{60 F_д \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (2.3)$$

Created by Universal Document Converter

де N =4500 шт. – річна програма випуску деталі “ Вал 12.81”; $T_{шт.к.}$ – штучно-калькуляційний час, хв; $F_д$ – дійсний фонд роботи обладнання ($F_д$ = 2040 год); $\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання ($\eta_{з.н.}$ = 0,8). Наприклад при розточуванні попередньому та остаточному отвору Ø76 отримаємо:

$$C_{p1} = \frac{4500 \cdot 0.95}{60 \cdot 2040 \cdot 0.8} = 0.04$$

Одержану розрахункову кількість верстатів заокруглено до найближчого більшого числа і одержано прийняту кількість верстатів Р (по одному верстату на кожне робоче місце).

Фактичний коефіцієнт завантаження обладнання:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{C_{pi}}{P_i}, \qquad (2.4)$$

де C_{pi} – необхідна кількість верстатів для виконання даної операції; P_i – кількість робочих місць для виконання даної операції.

Кількість операцій, які виконуються на і-му місці визначаються:

$$O_i = \frac{\eta_{з.н}}{\eta_{з.ф.i}}, \qquad (2.5)$$

де $\eta_{з.н.}$ – нормативний коефіцієнт завантаження обладнання; $\eta_{з.ф.i}$ – фактичний коефіцієнт завантаження обладнання, на *i*-ій операції.

Знайдено сумарну кількість операцій, що можуть бути виконані на всіх робочих місцях $\sum O_i$:

$$\sum O_i = 18,26+13,98+19,43+22,65+74,36=148,69$$

Created by Universal Document Converter

Сумарна кількість прийнятих верстатів $\sum P$=5. Відповідно коефіцієнт закріплення $К_{з.о}$:

$$К_{з.о}=148,69/5=29,74$$

Всі розрахункові дані занесені до таблиці 2.1. Згідно отриманого коефіцієнта закріплення операцій тип виробництва – дрібносерійне.

Доцільність вибору групової чи потокової форми організації роботи визначається шляхом порівняння потрібного добового випуску виробів $N_д$ і розрахункової добової продуктивності лінії $Q_д$. Якщо $N_д<Q_д$, то потокову лінію використовувати недоцільно.

$$N_д = \frac{N}{254}, \tag{2.6}$$

де 254 кількість робочих днів в року;

$$T_{шт-к_{сер}} = \frac{\sum T_{шт-к_i}}{\sum n_i}, [хв] \tag{2.7}$$

де $T_{шт-к_i}$ – штучно-калькуляційний час виконання *i*-го переходу, хв.; $\sum n_i$ – сумарна кількість виконуваних переходів.

Відповідно середній штучно-калькуляційний час виконуваних переходів становитиме:

$$T_{шт-к_i} =(0,95+1,25+0,9+0,77+0,23)/5=0,57 \text{ (хв.)}$$

Отже добова продуктивність лінії становитиме:

$$Q_д = \frac{952}{0.57 \cdot 0.8} = 1335$$

Created by Universal Document Converter

Таблиця 2.1 - Розрахунок коефіцієнта закріплення операцій

№ п/п	Зміст технологічних переходів	$T_{осн}$, хв	$\varphi_к$	$T_{шт.к.}$, хв	$m_р$	Р	$\eta_{з.ф.}$	О	$К_{з.о.}$
1	Точіння поверхні Ø33,5	0,529	1,8	0,95	0,04	1	0,04	18,26	29,74
2	Точіння поверхні Ø63	0,691	1,8	1,25	0,06	1	0,06	13,98	
3	Точіння поверхні Ø35	0,497	1,8	0,90	0,04	1	0,04	19,43	
4	Точіння поверхні Ø35 остаточно	0,427	1,8	0,77	0,04	1	0,04	22,65	
5	Точіння поверхні Ø45	0,130	1,8	0,23	0,01	1	0,01	74,36	
6	Всього	1,585		2,85				148,6	

Потрібний добовий випуск виробів:

$$N_д = \frac{4500}{254} = 18$$

Оскільки потрібний добовий випуск виробів значно менший добової продуктивності лінії то відповідно обираємо групову форму організації роботи.

При груповій формі організації роботи визначається кількість деталей в партії для одночасного запуску

$$n = \frac{N \cdot a}{254}, \qquad (1.9)$$

де a − періодичність запуску деталей на обробку, в днях (4 дні).

Created by Universal Document Converter

$$n = \frac{4500 \cdot 4}{254} = 71$$

Отже тип виробництва – дрібносерійне, форма організації роботи – групова, при цьому кількість деталей в партії для одночасного запуску складає 71 шт, але це викличе необхідність за одну зміну запускати декілька партій деталей, якщо ж запускати в одну зміну одну партію то вона складатиме 667 шт.

2 Аналіз конструкції і технологічності деталі

На основі робочого креслення деталі виконується аналіз технологічності конструкції деталі – якісний та кількісний.

Кількісний аналіз технологічності конструкції деталі необхідно провести за показниками: коефіцієнт уніфікації, коефіцієнт точності, коефіцієнт шорсткості.

Таблиця 2.2 – Лінійні розміри

Лінійний розмір	1.6	2	18	79	96	3	30.8	35	34.5	45	63	33.8	273	М36	М33
Уніфікований розмір	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+
Лінійний розмір	33,5	4	3	116	93	16	13,8	1	18,6	20	3	1,4	19,5		
Уніфікований розмір	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	-		
Кількість лінійних розмірів 28							Кількість уніфікованих розмірів 16								

Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів:

Created by Universal Document Converter

$$K_{ye}=Q_{ye}/Q_e \quad (2.8)$$

Q_{ye} – кількість уніфікованих елементів в конструкції деталі, Q_e – загальна кількість елементів.

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт уніфікації конструктивних елементів

Розміри				Шорсткість	
Лінійні		Кутові			
$P_л$	$P_{л.у}$	P	$P_у$	Ш	$Ш_у$
28	16	4	4	7	7
$Q_{ye}=27$ $Q_e=39$				$K_y=\frac{27}{39}=0.692$	

Коефіцієнт точності обробки згідно ГОСТ 18831-73

$$K=1-\frac{1}{T_{ср}}, \quad (2.9)$$

де $T_{ср}$ – середній квалітет точності

$$T_{ср}=\frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (2.10)$$

де T_i – квалітет точності оброблюваних поверхонь даної деталі, n_i – кількість поверхонь деталі, що мають точність T_i квалітета.

$$T_{ср}=\frac{427}{32}=13.34$$

$$K_T=1-\frac{1}{13..34}=0.925$$

Created by Universal Document Converter

Таблиця 2.4 – Коефіцієнт точності обробки

Квалітет	Кількість поверхонь	Розрахунок
6	2	6·2=12
9	1	9·1=9
14	29	14·29=406
Всього	32	427

Таблиця 2.5– Коефіцієнт шорсткості поверхні

Шорсткість R_a, мкм	Кількість поверхонь	Розрахунок
1,25	3	3,75
2,5	4	10
12,5	21	262,5
$Ш_{ср} = \frac{276.25}{28} = 9.87$ $K_T = \frac{1}{9.87} = 0.1013$		276,25

Коефіцієнт шорсткості поверхні згідно ГОСТ 18831-73

$$K_ш = \frac{1}{Ш_{ср}}, \tag{2.11}$$

де $Ш_{ср}$ – середня шорсткість поверхні.

$$Ш_{ср} = \frac{\sum Ш_K \cdot n_K}{\sum n_K}, \tag{2.12}$$

де $Ш_K$ – шорсткість оброблюваних поверхонь даної деталі; n_K – кількість

Created by Universal Document Converter

поверхонь, що мають шорсткість, яка відповідає певному числовому значенню R_a, мкм

Отже виконуються умови:

$$K_y > 0{,}6,\ K_T > 0{,}8,\ K_ш < 0{,}32$$

тобто деталь за кількісними показниками технологічна.

Деталь містить досить зручні базові поверхні, в якості яких можуть бути використані зовнішні поверхні, хоча бажано створити штучні технологічні бази у вигляді центрових отворів, які будуть використовуватися протягом усього технологічного процесу. Задана точність поверхонь може бути досягнута на верстатах підвищеної точності. Деталь містить ряд уніфікованих елементів. Для механічної обробки важкодоступних місць не має, потреби у спеціальних пристосуваннях та вимірювальних інстументах теж немає.

Деталь містить ряд точних поверхонь 6 квалітету, які можуть бути отримані тонким точінням або шліфуванням. Крім того на одній з поверхонь є шліци, які вимагаю ть додаткового обладнання або пристосувань для їх обробки. На кресленні валу вказано ряд стандартних канавок, які можуть бути отримані стандартним ріжучим інструментом і слугують для виходу шліфувального креуга при обробці точних поверхонь.

В цілому деталь не містить важкодоступних для обробки місць і може бути отримана із вказаними вимогами точності поверхонь та їх взаємного розташування. Тобто деталь технологічна за якісними та кількісними показниками.

2.3 Вибір способу виготовлення заготовки

2.3.1 Вибір двох альтернативних способів виготовлення заготовки

Оскільки матеріал деталі Сталь 40Х, в якої ливарні властивості відносно погані, то заготовка може бути виготовлена штампуванням, або з прокату. При штампувані мінімальний діаметр отвору що отримується 30 мм.

Created by Universal Document Converter

Більшість поверхонь деталі мають 14 квалітет точності, тому доцільно обрати метод виготовлення заготовки, що забезпечує дану ступінь точності, це дозволить мінімізувати механічну обробку заготовки. Використовувати штампування на молотах недоцільно, так як даний метод є малопродуктивним і отримувані заготовки мають низьку точність (13...17 квалітет точності та шорсткість 320...40 мкм), крім того процес важко механізувати та автоматизувати, а умови праці важкі. При штампуванні на кривошипних гарячештампувальних пресах продуктивність значно вища, вища також точність заготовок і відповідно вищий коефіцієнт використання матеріалу, відсутні ударні навантаження, кращі умови праці, але вища вартість обладнання, необхідність в додаткових проміжних операціях, зокрема нагрівання металу. Проміжне положення між двома вище вказаними способами отримання заготовки займає штампування на гвинтових пресах. В даному випадку заготовки мають достатню точність – 13-15 квалітет, пристосування є тихохідне і досить легко процес можна механізувати та автоматизувати. При використані гідравлічних пресів отримуються заготовки високої точності, але стійкість штампів низька, необхідність в охолоджені штампу і як наслідок висока собівартість заготовок. Тобто використовуючи для отримання заготовки штампування на гідравлічних пресах ми можемо отримати отвір, тобто матимемо досить високий коефіцієнт використання матеріалу заготовки, що важливо, оскільки виробництво є серійним. Крім того заготовку можна отримати із прокату, оскільки деталь містить цілий ряд отворів, які не можуть бути отримані під час штампування через їх невеликі розміри.

Отже на основі проведеного аналізу обрано два способи отримання заготовки:

1) штампування на кривошипних гарячештампувальних пресах (КГШП);

2) прокат.

При цьому штампування на КГШП може бути у відкритих або закритих

Created by Universal Document Converter

штампах, або в штампах для витискування.

Штампування у відкритих штампах характеризуються тим, що у зазор між верхньою і нижньою частинами штампа (що є змінним) випливає надлишок металу, що утворює облой. Останній є небажаним відходом.

При штампуванні в штампах для витискування поковки мають високу якість поверхні, щільну мікроструктуру. Однак вимагаються ретельна підготовка вихідних заготовок під штампування, висока точність виготовлення і налагодження штампів, використання спеціальних змащувальних сумішей. Широке застосування стримується високими питомими зусиллями деформування, великими енерговитратами і низькою стійкістю штампів.

Штампування в закритих штампах відрізняються тим, що невеликий зазор між верхньою і нижньою частинами штампа забезпечує лише їх взаємне переміщення і в процесі деформування металу залишається постійним. Відсутність облою у закритих штампах зменшує витрату металу, виключає необхідність в обрізанні облою. Цей тип штампів застосовується для порівняно простих деталей, в основному тіл обертання, і вимагає використання точних заготовок з каліброваного прокату чи попередньо оброблених, що можливо в даному випадку. Тому буде використовуватися штампування в закритих штампах.

Штампування на КГШП може бути у відкритих або закритих штампах, або в штампах для витискування.

Штампування у відкритих штампах характеризуються тим, що у зазор між верхньою і нижньою частинами штампа (що є змінним) випливає надлишок металу, що утворює облой. Останній є небажаним відходом.

При штампуванні в штампах для витискування поковки мають високу якість поверхні, щільну мікроструктуру. Однак вимагаються ретельна підготовка вихідних заготовок під штампування, висока точність виготовлення і налагодження штампів, використання спеціальних змащувальних сумішей. Широке застосування стримується високими

Created by Universal Document Converter

питомими зусиллями деформування, великими енерговитратами і низькою стійкістю штампів.

Штампування в закритих штампах відрізняються тим, що невеликий зазор між верхньою і нижньою частинами штампа забезпечує лише їх взаємне переміщення і в процесі деформування металу залишається постійним. Відсутність облою у закритих штампах зменшує витрату металу, виключає необхідність в обрізанні облою. Цей тип штампів застосовується для порівняно простих деталей, в основному тіл обертання, і вимагає використання точних заготовок з каліброваного прокату чи попередньо оброблених, що можливо в даному випадку. Тому буде використовуватися штампування в закритих штампах.

2.3.2 Розрахунок розмірів заготовки для двох способів її виготовлення

Згідно ГОСТ 7505-89 на КГШП при штампуванні в закритих штампах отримуються заготовки Т2-Т3 класу точності, для серійного типу виробництва приймаємо 3 клас точності (Т3).

Деталь виготовляється із Сталі 40Х, що відповідно містить 0,4% вуглецю, тобто даний матеріал відноситься до другої групи (М2).

Для того, щоб визначити ступінь складності виливка, що є одною із конструктивних характеристик форми поковок, необхідно попередньо обчислити масу штамповки. Скористаємося формулою для орієнтовного розрахунку[4]:

$$M_{п.р.}=M_{д}\cdot K_{р},\ [кг] \qquad (2.13)$$

де $M_{п.р.}$ – розрахункова маса поковки; $M_{д}$ – маса деталі; $K_{р}$ – розрахунковий коефіцієнт, що для валу даної конфігурації рівен 1,2 [4].

Відповідно отримаємо:

$$M_{п.р.}=2,5\cdot 1,2=3\ (кг)$$

Вал вписується у циліндр, маса якого складатиме:

$$M=\pi\cdot 31,5^{2}\cdot 273\cdot 7,814\cdot 10^{-6}=6,646\ (кг)$$

Відношення маси деталі до маси заготовки:

Created by Universal Document Converter

3/6,646=0,45

Отже згідно із ГОСТ 7505-89 поковка матиме 2 ступінь складності (С2).

Площина роз'єму проходитиме через вісь валу.

Згідно [4] вихідний індекс з врахуванням отриманих вище даних складатиме – 11.

Припуск на механічну обробку включає основний, а також додаткові припуски, що враховують відхилення форми поверхні. Основний припуск на механічну обробку поковок визначається в залежності від вихідного індексу, лінійних розмірів та шорсткості поверхні деталі для кожного розрахункового розміра. Наприклад для ∅35 згідно [4] він складає 1,6 мм. Аналогічно визначається припуск на інші поверхні, результати занесено до таблиці 2.1. Додатковий припуск на зміщення по поверхні роз'єму штампа складають 0,3 мм [4], причому внаслідок наявності двох площин роз'єму їх зміщення впливатиме на всі поверхні які охоплені розрахунковими розмірами. Додатковий припуск для врахування вигнутості і відхилення від площинності, прямолінійності визначається в залежності від класу точності (Т3) та найбільшого розміру заготовки (273 мм) в даному випадкові складає 0,5 мм.

З врахуванням прийнятих припусків отримаємо розміри заготовки:

∅35+(1,6+0,2+0,5)·2=∅39,6 (мм) приймаємо ∅40;

∅45+(1,3+0,2+0,5)·2=∅49 (мм);

∅63+(1,3+0,2+0,5)·2=∅67(мм);

∅36+(1,6+0,2+0,5)·2=∅40,6 (мм) приймаємо ∅41;

∅20+(1,6+0,2+0,5)·2=∅24,6 (мм) приймаємо ∅25;

273+(1,7+0,2+0,5+1,7)=277,1 приймаємо 277 (мм);

79+(1,7-1,6+0,2+0,5)=79,8 приймаємо 80 (мм);

96+(1,7-1,3+0,2+0,5)=97,1 прймаємо 97(мм);

16+(1,7-1,5+0,2+0,5)=16,9 приймаємо 17;

116+(1,7-1,4+0,2+0,5)=117 (мм).

Created by Universal Document Converter

Допустимі відхилення лінійних розмірів поковок призначаються в залежності від вихідного індекса і розмірів поковки за [4]. Отримані дані заносимо до таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 - Розрахунок розмірів штампованої заготовки

Вхідні дані	Штамповка на КГШП									
Клас точності	Т3									
Марка матеріалу	М2									
Ступінь складності	С2									
Індекс	11									
Конфігурація поверхні розєму штампа	П									
Припуски: Основні	Розрахункові розміри, мм									
	∅35	∅45	∅63	∅36	∅20	79	96	16	116	273
	1,6	1,3	1,3	1,6	1,6	1,6	1,3	1,5	1,4	1,7
Додаткові: На зміщення поповерхні розєму штампа	0,2									
Для врахування вигнутості і відхилення від площиності, прямолінійності	0,5									
Радіуси заокруглень	2,5									
	Розміри заготовки									
	40	49	67	41	25	80	97	17	117	277
Допуски: розмірів	1,6 $(^{+1.1}_{-0.5})$	2 $(^{+1.3}_{-0.7})$	2 $(^{+1.3}_{-0.7})$	1,6 $(^{+1.1}_{-0.5})$	1,6 $(^{+1.1}_{-0.5})$	2 $(^{+1.3}_{-0.7})$	2 $(^{+1.3}_{-0.7})$	1,6 $(^{+1.1}_{-0.5})$	2,2 $(^{+1.4}_{-0.8})$	2,8 $(^{+1.8}_{-1.0})$
Зміщення по поверхні розєму штампа	0,5									
По вигнутості від площинності і прямолінійності	1									
Радіусів заокруглень	0,5									
Величини замкнутого облою	0,7									

опустима величина зміщення по поверхні роз'єму штампу визначається в залежності від маси поковки, конфігурації поверхні роз'єму штампа і

Created by Universal Document Converter

класу точності і не повинна перевищувати 0,5 мм.

Допустиме відхилення по вигнутості від площинності і прямолінійності для плоских поверхонь складає 1 мм [4]. Дана величина не враховує перепади по висоті чи ширині поковки.

Допустима величина остаточного облою за лежить від маси поковки, конфігурації поверхні роз'єму і класа точності та призначається згідно ГОСТ 7505-89, і складає 0,7 мм.

Радіуси заокруглень прийняті рівними 2,5 мм, з врахуванням того, що глибина полості штампа складає не більше 60 мм, при цьому допуск на радіус заокруглення рівен 0,5 мм.

Для полегшення виймання заготовки із штампу зовнішні поверхні робляться з штампувальним нахилом 7°, а внутрішні поверхні - 10°.

Отримані результати заносимо до таблиці 3.1.

Оскільки, одним із варіантів обрано заготовку із прокату, то за довідником обрано прокат із сталі 40Х.

Розраховуємо граничні розміри заготовки:

$$Ø\ 63 + 2 \cdot 2 = 67\ (мм).$$

Найближчий більший гостований прокат 70 ГОСТ 19903-74, [4].

Лінійний розмір 273 буде дорівнювати сумі номінального розміру і подвоєному припуску на підрізання торцю.

$$273 + 2 \cdot 6 = 285\ (мм).$$

Отже, з гостованого 2000х Ø 70 мм прокату, врахувавши припуск на розрізку і обробку торцю прокату - ми одержимо 7 заготовок.

При цьому прокат обирають виготовлений за 16 квалітетом точності, і відповідно допуски на отримувані розміри складатимуть: $200_{-2,9}$, $Ø67_{-1,9}$.

Created by Universal Document Converter

2.3.3 Оформлення ескізів обох варіантів заготовки

Ескізи наведено на рисунках 2.1 та 2.2.

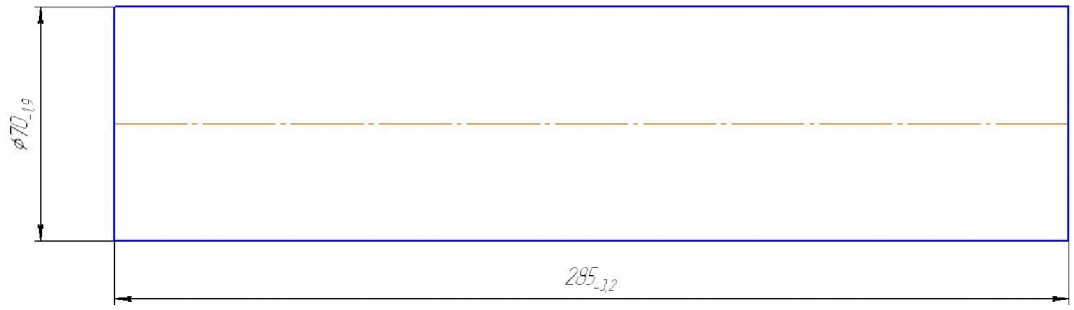


Рисунок 2.1 – Заготовка з прокату

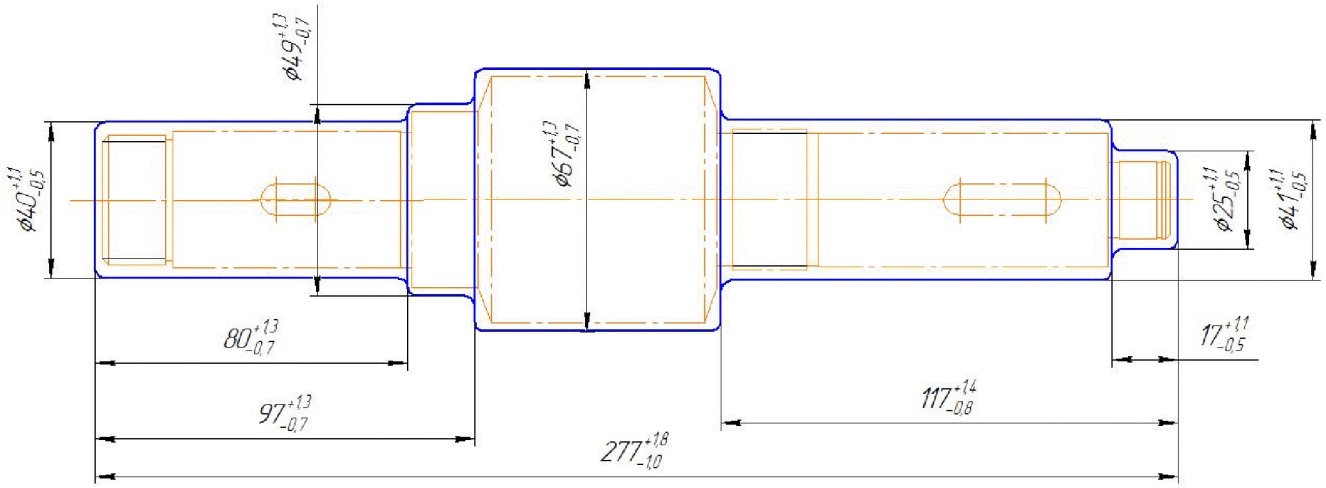


Рисунок 2.2- Заготовка отримана штампуванням на КГШП

2.3.4 Розрахунок маси і коефіцієнтів використання матеріалу для двох варіантів заготовки

Масу загототовок, аналогічно масі деталі, обчислюємо за допомогою КОМПАС-3D.

– КГШП:

МЦХ

Created by Universal Document Converter

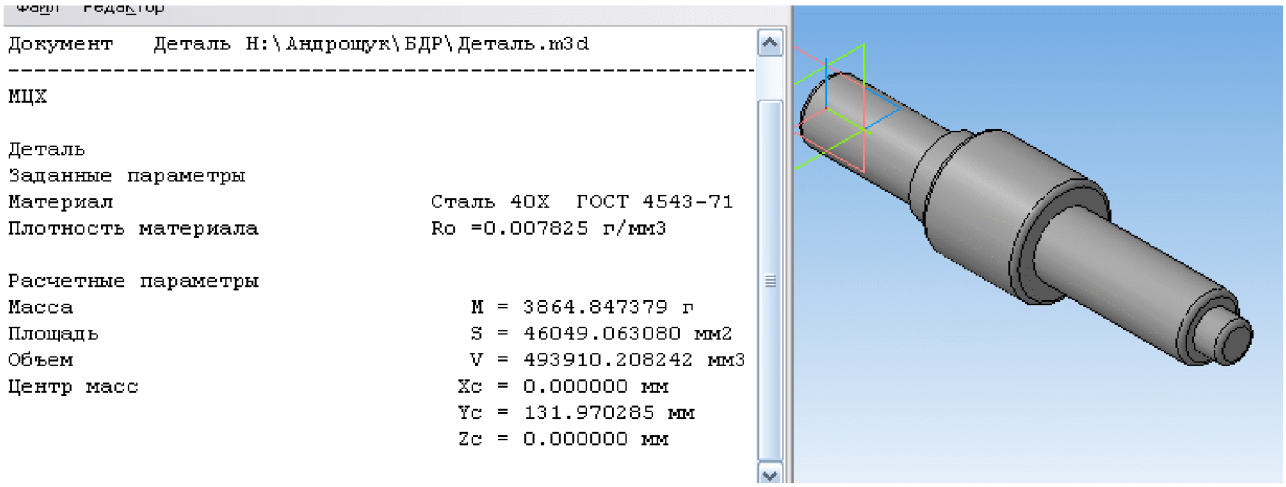


Рисунок 2.3 – Визначення маси заготовки штампованої на КГШП

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$\gamma = G_{дет} / G_{заг} = 2,5/3,86 = 0,64$$

– Прокат:

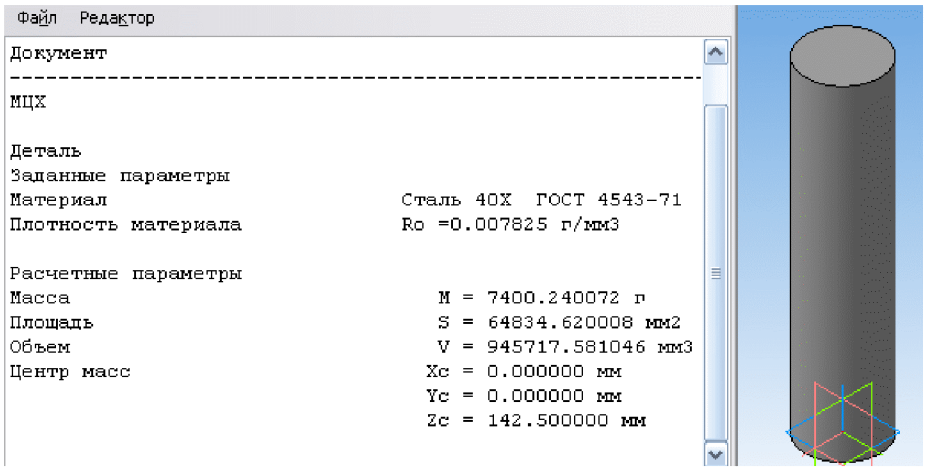


Рисунок 2.4 – Визначення маси заготовки із прокату

Коефіцієнт використання матеріалу заготовки:

$$\gamma = G_{дет} / G_{заг} = 2,5/7,4 = 0,34$$

Коефіцієнт використання матеріалу при штампуванні на КГШП більший ніж при прокатуванні. Це означає, що при одержанні заготовки на

Created by Universal Document Converter

пресах менше матеріалу знімається у вигляді стружки з поверхонь заготовки при механічній обробці, тобто заготовка більш наближена до готової деталі.

2.3.5 Техніко-економічне порівняння обох варіантів заготовки і вибір найраціональнішого

Вартість заготовки – це економічний показник, який впливає на собівартість виготовлення деталі. Для того, щоб надати перевагу якомусь способу штампування необхідно визначити вартість заготовок.

Вартість заготовки визначаємо за формулою, [4]:

$$C_{заг.} = \left(\frac{G_{заг}}{1000} \cdot C_{шт} \cdot K_T \cdot K_M \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_П\right) - \left(\frac{G_{заг} - G_{дет}}{1000}\right) \cdot C_{відх}, [грн] \quad (3.3)$$

де $G_{заг}$=3,86 кг – маса заготовки;

$G_{дет}$ =2,5 кг – маса деталі;

$C_{шт}$ =18730– базова вартість 1т штамповки;

K_T – коефіцієнт, що враховує клас точності заготовок;

K_M – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки;

K_C – коефіцієнт, що враховує групу складності заготовки;

K_B – коефіцієнт, що враховує масу заготовки, вибираємо згідно;

$K_П$ – коефіцієнт, що залежить від об'єму виробництва;

$C_{відх}$ – вартість 1 т. стружки, для сталі $C_{відх}$ = 1520.

Призначаємо коефіцієнти: K_T = 1, K_M = 1,0, K_C =0,75, K_B =1,33, $K_П$ = 1,0.

Штампування на КГШП:

$$C_{ЗАГ.ШТ.} = \frac{3.86 \cdot 18730 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 0{,}75 \cdot 1{,}33 \cdot 1{,}0}{1000} - \frac{(3.86 - 1{,}5)}{1000} 1520 = 68{,}33$$

Created by Universal Document Converter

(грн.)

Вартість заготовки визначаємо за формулою, [2]:

$$C_{пр.} = \frac{Q_{заг}}{1000} \cdot C_{м} - \frac{(Q_{заг} - Q_{дет})}{1000} \cdot C_{відх.}, [грн] \qquad (2.14)$$

де $Q_{заг.}$ – маса заготовки, кг; $C_м$ – вартість 1т матеріалу заготовки, грн;

$Q_{дет.}$ – маса готової деталі, кг; $C_{відх.}$ – вартість 1т відходів, грн;

$C_м$ = 10000 гр.о, $C_{відх}$ = 1520 гр.о

$$C_{ЗАГ.ШТ.} = \frac{7.4 \cdot 10000}{1000} - \frac{(7.4 - 2.5)}{1000} 1520 = 66{,}56 \text{ (грн.)}$$

Отже, після розрахунку вартості заготовок бачимо, що вартість прокатної заготовки менша ніж на КГШП пресах.

Для прийняття остаточного рішення відносно вибору варіанту одержання заготовки крім вартості заготовок, коефіцієнтів використання матеріалу та вагової точності потрібно порівняти маршрути механічної обробки деталі. Якщо є операції, які відрізняються внаслідок різних способів одержання заготовки, то собівартість їх виконання потрібно включити у вартість відповідної заготовки. Тобто тоді повна собівартість заготовки:

$$C_{заг} = C_{заг.шт.} + \Sigma C_{обр.}, [грн] \qquad (2.15)$$

де $\Sigma C_{обр}$ – технологічна собівартість виконання тих операцій, якими відрізняються маршрути механічної обробки деталі внаслідок різних способів одержання заготовки.

Created by Universal Document Converter

$$C_{обр} = C_{п.-з.} \cdot T_{шт-к(шт)}/К_в \text{ , [грн]} \quad (2.16)$$

$C_{п.-з}$ – хвилинні приведені витрати, грн. – вибираємо згідно [4];

$T_{шт-к(шт.)}$ –штучно-калькуляційний чи штучний час на операцію, хв.;

$К_в$ - коефіцієнт виконання норм, $К_в \approx 1,3$;

$C_{п.-з} = 37,9$ грн/год, тобто 0,63 грн/хв.- собівартість точіння на токарному верстаті 16К20.

Штучно калькуляційний час визначається за формулою:

$$T_{шт-к(шт.)} = T_о \cdot \varphi_{к,} \text{ ; [хв]} \quad (2.18)$$

Де основний час при точінні:

$$T_о = 0,17 \text{ dl[хв]} \quad (2.19)$$

Відповідно, для того щоб отримати заготовку аналогічно за формую отримуваній після КГШП необхідно обточити поверхні Ø40 довжиною 80мм, Ø49 довжиною 17 мм, Ø41 довжиною 100 мм та Ø25 довжиною 17 мм. Враховуючи, що для цього необхідно всі поверхні точити тричі, основний час складатиме:

$$T_{о1} = 0,17 \cdot (40 \cdot 80 \cdot 3 + 49 \cdot 17 \cdot 2 + 41 \cdot 100 \cdot 3 + 25 \cdot 17 \cdot 4 + 67 \cdot 63) \cdot 0,001 = 5,01 \text{ (хв)};$$

$$T_{шт-к(шт.)1} = 53,01 \cdot 2,14 = 10,72 \text{ (хв)};$$

$$C_{обр} = 10,72 \cdot 0,63/1,3 = 5,2 \text{ (грн)};$$

$$C_{заг} = 66,56 + 5,2 = 71,76 \text{ (грн)}.$$

Отже, врахувавши токарну обробку, ми бачимо, що прокат дорожчий за КГШП. Тобто за основний спосіб отримання заготовки обираємо штампування на КГШП.

Created by Universal Document Converter

2.41 Аналітичний огляд відомих маршрутів механічної обробки подібних деталей в умовах даного типу виробництва

Дану деталь можна вінести до типу валів. Оскільки вона має значну довжину з невеликими перепадами зовнішніх діаметрів. В машинобудуванні широко поширені деталі типу вал – ступінчасті з різними перепадами діаметрів. В наш час розроблені типові технологічні процеси механічної обробки валів на основі різновидності їх в різних типах виробництва.

Основними базами більшості валів є поверхні його опорних шийок. Але використати їх в якості технологічних баз при обробці зовнішніх поверхонь, як правило, важко, особливо при умові збереження постійності баз, що дуже важливо при автоматизації технологічного процесу. Тому в більшості операцій за технологічні бази приймають бази центрових отворів з обох торців заготовки, що дозволяє обробляти майже всі зовнішні поверхні валу на єдиних базах з установкою в центрах. В зв'язку з цим механічну обробку валів розпочинають з підготовки технологічних баз – підрізання торців і їх зацентровки.

Зовнішні поверхні ступінчастих валів обточують на токарних. Токарно – копіювальних верстатах, горизонтальних багатоінструментальних верстатах, на вертикальних одношпиндельних і багатошпиндельних автоматах, а також на токарних верстатах з ЧПК.

При обробці валів в центрах для витримування лінійних розмірів від постійної бази рекомендується використовувати плаваючі передні центра з упором торцю заготовки в упорне кільце. Це дозволить уникнути похибки по глибині зацентровки. В дрібносерійному виробництві для більш ефективного використання гідравлічних супортів доцільно використовувати групову обробку, тобто обробку валів декількох типорозмірів, що відрізняються розмірами в межах групи, з мінімальним переналагодженням і в ряді випадків лише з невеликою корекцією лімбом гідравлічного супорта. Це на 80-85% зменшує час налагодження.

Created by Universal Document Converter

В серійному виробництві широке поширені багаторізцеві і токарно-копіювальні верстати, напівавтомати і автомати. Однопрохідна копіювальна і однопрохідна багаторізцева обробка жорстких валів забезпечують точність по 9-11 квалітетам. Багаторізцева обробка може бути ефективніша копіювальної для валів, що мають велику довжину і діаметр і великі перепади діаметрів, так як в повздовжньому супорті можна встановити більшу кількість різців. Однак велике збільшення сил різання може привести до деформації оброблюємого валу, а це змушує понижувати подачу в порівняні з подачею при обробці на копіювальному верстаті. Тому в кожному конкретному випадкові при кінцевому виборі методу обробки потрібно приймати до уваги результати розрахунків на точність і економічну доцільність.

Сучасні токарно - копіювальні верстати на 50…100% продуктивніші універсальних токарних, їх виготовляють в достатньо широкому діапазоні. На таких верстатах можна обробляти зовнішні, внутрішні і торцеві поверхні; їх порівняно легко переналагодити при переході на обробку інших деталей. Крім того, верстати мають відкриту робочу зону, що дозволяє сквозне транспортування деталі при вбудові їх в автоматичні лінії.

2.5 Вибір способів механічної обробки поверхонь із підвищеними вимогами точності визначення кількості ступенів механічної обробки циліндричної поверхні

Відповідно до службового призначення різні поверхні деталі виконують різні функції. Тому вимоги до них можуть бути найрізноманітніші: за точністю, шорсткістю, твердістю тощо. Забезпечуються ці вимоги використанням різних технологічних методів обробки. Їх вибирають з урахуванням габаритних розмірів, методу одержання та параметрів точності вихідної заготовки, властивостей матеріалу, наявності необхідного обладнання та інших факторів.

Created by Universal Document Converter

Визначення кількості ступенів механічної обробки виконується на основі розрахунків за формулою:

$$\varepsilon_{\Sigma} = \frac{T_З}{T_Д} = \frac{T_З}{T_1} \cdot \frac{T_1}{T_2} \cdot \dots \cdot \frac{T_i}{T_{i-1}} \cdot \dots \cdot \frac{T_n}{T_Д} = \varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 \cdot \dots \cdot \varepsilon_i = \prod_{i=1}^{n} \varepsilon_i ; \qquad (2.14)$$

де ε – загальне уточнення;

ε_i – окремі ступені уточнення;

n – число ступенів обробки;

$T_д$, – допуск деталі.

$T_з$, – допуск заготовки;

T_i – окремого ступеня обробки.

Відповідно до наведених вище вимог для усіх поверхонь визначена кількість переходів і способи та методи попередньої та остаточної обробки.

Наприклад для розміру ∅35загальне уточнення буде рівним:

$$\varepsilon=1,6/0,016=100$$

Для більш спрямованого вибору числа ступенів механічної обробки скористаємося формулою:

$$n=\lg\varepsilon/0.46 \qquad (4.2)$$

Тобто підставивши числові значення в даному випадкові отримаємо:

$$N=\lg100/0.46=4,35$$

Отже можна проводити обробку за чотири або п’ять переходів мехванічної обробки. Для зменшення трудомісткості приймаємо чотири переходи і призначаємо:

$$\varepsilon_1=5,6;\ \varepsilon_2=4,6;\ \varepsilon_3=3;$$

Відповідно тоді ступень уточнення другого переходу складатиме:

$$\varepsilon_2=\varepsilon/\varepsilon_1\cdot\varepsilon_2\cdot\varepsilon_3 \qquad (4.3)$$

Created by Universal Document Converter

Тобто:

$$\varepsilon_4=100/5,6\cdot4,6\cdot3=1,29$$

Допуск після першого переходу складатиме:

$$T_1=1,6/5,6=0,286 \text{ (мм)}$$

Що відповідає 12 квалітету точності поверхні. Після другого переходу механічної обробки ми отримуємо поверхню 9 квалітету, а вже після третього переходу - 7 квалітету, після четвертого переходу механічної обробки відповідно отримаємо поверхню 6 квалітету точності. Оскільки обробляється зовнішня поверхня валу, то доцільно використати метод обробки – точіння, а остаточний - шліфування.

Метод обробки і кількість ступенів механічної обробки визначається аналогічно, а всі результати занесено до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Визначення способів і кількості ступенів механічної обробки

Поверхневий розмір	Загальне уточнення	Кількість ступенів механічної обробки	Допуск	Квалітет	Вид механічної обробки
1	2	3	4	5	6
∅35	ε=1,6/0,016=100	$\varepsilon_1=5,6$ $\varepsilon_2=4,6$ $\varepsilon_3=3$ $\varepsilon_4=1,29$	$T_1=286$ $T_2=62$ $T_3=20$ $T_4=16$	12 9 7 6	Точіння попереднє Точіння попереднє Точіння остаточне Шліфування
∅63	ε=2/0,62==3,22	$\varepsilon_1=5$ $\varepsilon_2=4$ $\varepsilon_3=1,5$	$T_1=400$ $T_2=100$ $T_3=65$	12 10 9	Точіння попереднє Точіння попереднє Точіння остаточне

Created by Universal Document Converter

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6
∅45	ε=2/0,62= =3,22	ε_1=3,22	T_1=62	14	Точіння
∅20	ε=1,6/0,02 1=76,19	ε_1=5 ε_2=4 ε_3=3 ε_4=1,27	T_1=320 T_2=80 T_3= 27 T_4=21	13 10 8 6	Точіння попереднє Точіння попереднє Точіння остаточне Шліфування
∅36	ε=1,6/0,6 2=2,58	ε_1=2,58	T_1=620	14	Точіння

2.6 Вибір чистових і чорнових технологічних баз

При виборі чистових баз потрібно мінімізувати похибку базування на отримувані розміри. Відповідно за чистові бази запропонована схема базування в центрах, вона показана на рисункові 3.1.

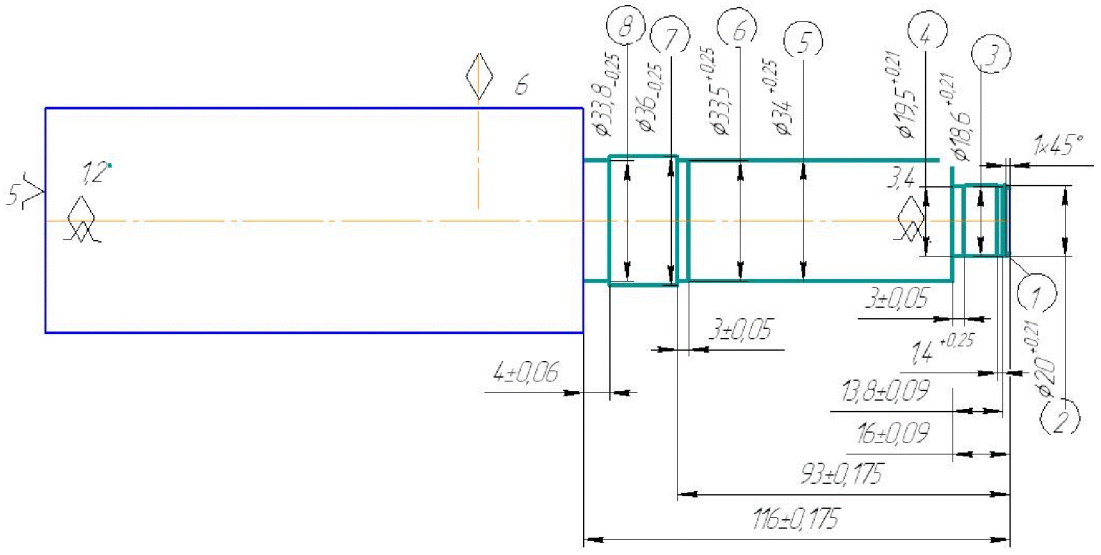


Рисунок 2.5– Чистові технологічні бази (операція 010)

Created by Universal Document Converter

Таблиця 2.8 – Аналіз вибору технологічних баз на операції 010

Назва операції	Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Токарна з ЧПК	Ø33,8, Ø36, Ø33,5, Ø34, Ø19,5, Ø18,6	відсутня	Діаметральні розміри
	4, 3, 3, 1,4	відсутня	Обробка з одного установа
	138,16,93,116	присутня	Рівна допускові на розмір 273 (0,08 мм), що не перевищує допуск на жодний розмір

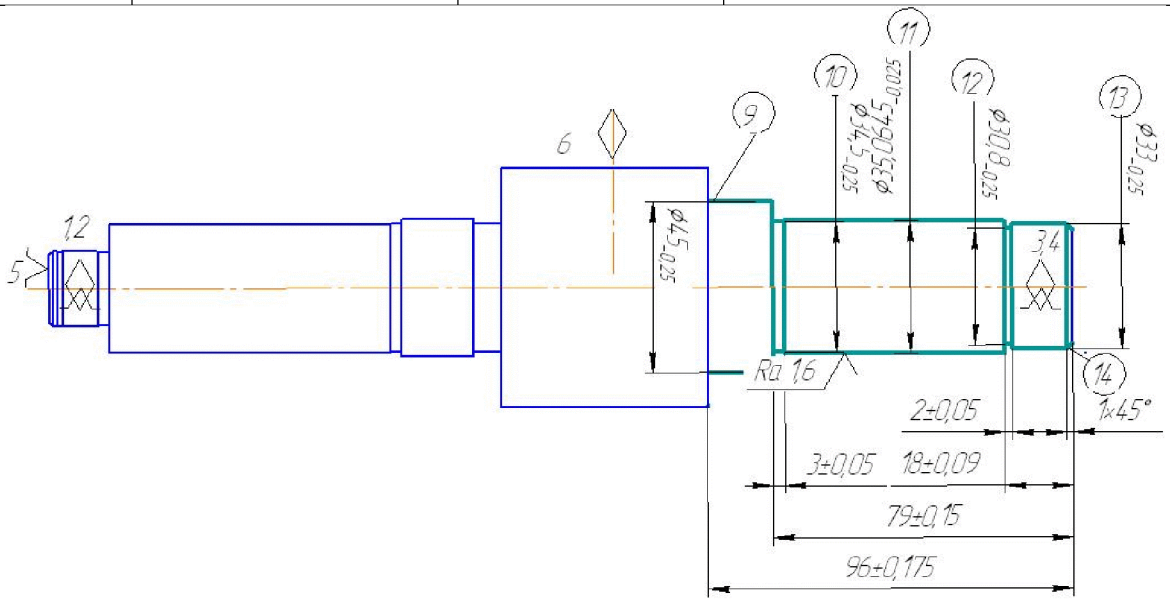


Рисунок 2.6 – Чистові технологічні бази (операція 015)

При виборі чорнових технологічних баз має вирішуватися одна із двох задач: зняття рівномірного мінімального припуску з поверхні при подальшій механічній обробці чи зв'язок оброблюваних і необроблюваних поверхонь.

В якості чорнових технологічних баз можна використати схему базування на призми Це забезпечить зняття рівномірного мінімального припуску із площини, яка використовується в якості установчої бази.

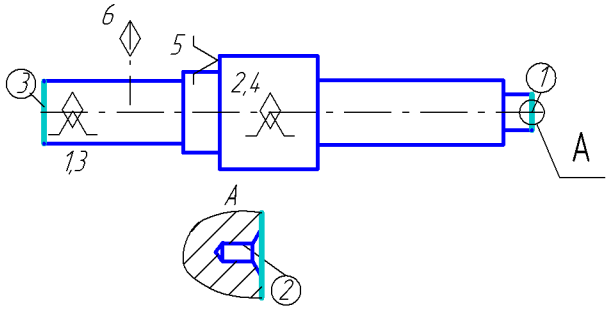
Created by Universal Document Converter

Таблиця 2.9 – Аналіз вибору технологічних баз на операції 015

Назва операції	Розмір чи вимога точності	Відсутність чи наявність похибки базування	Фактор, який забезпечує відсутність чи зумовлює наявність похибки базування
Токарна з ЧПК	Ø35,05, Ø34,5, Ø30,8, Ø33, Ø45	відсутня	Діаметральні розміри
	2, 3	відсутня	Обробка з одного установа
	18, 79, 96	присутня	Рівна допускові на розмір 273 (0,08 мм), що не перевищує допуск на жодний розмір

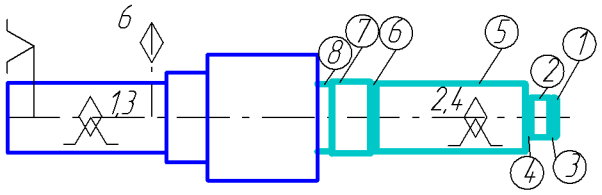
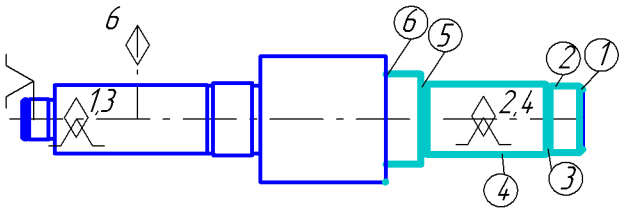
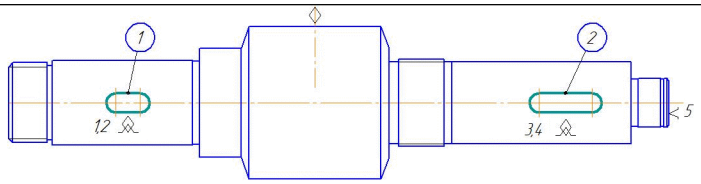
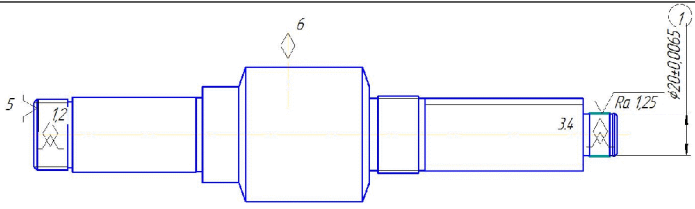
2.7 Проектування маршруту механічної обробки з розробкою змісту операцій, попереднім вибором верстатів та зображенням схем базування

Таблиця 2.10 -Маршрут механічної обробки

Номер операцій	Зміст операцій та переходів	Схема базування	Модель верстату
005	Фрезерно-центрувальна 1 Встановит деталь 2 Фрезерувати торець 1 3 Свердлити центрувальний отвір 2 3 Фрезерувати торець 3 4 Свердлити центрувальний отвір 4 5 Зняти деталь		МР71

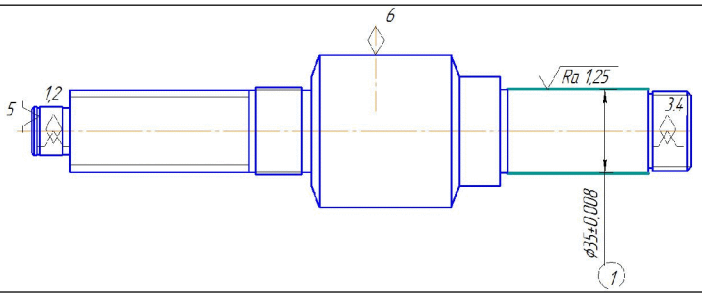
Created by Universal Document Converter

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4
010	Токарна з ЧПК 1 Встановити заготовку 2 Точити попередньо поверхні 1, 2, 5, 6, 7. 3 Точити попередньо поверхню 2 4 Точити остаточно поверхню 2 5 Точити канавку 3 6 Точити канавку 4 7 Точити канавку 8 8 Нарізати різь на поверхні 7 9 Зняти деталь		16К20Ф3
015	Токарна з ЧПК 1 Встановити заготовку 2 Точити попередньо поверхні 1, 2, 4, 6 3 Точити попередньо поверхню 4 4 Точити остаточно поверхню 4 5 Точити канвку 3 6 Точити канавку 5 7 Нарізати різь на поверхні 2 8 Зняти деталь		16К20Ф3
020	Фрезерна з ЧПУ 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Фрезерувати паз 1 3 Фрезерувати паз 2 4 Зняти деталь		6Р13Ф3
025	Токарна з ЧПК 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Точити поверхню 1 3 Зняти деталь		МК6801Ф3

Created by Universal Document Converter

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4
030	Токарна з ЧПК 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Точити поверхню 1 3 Зняти деталь		МК6801Ф3

2.8 Розмірний аналіз технологічного процесу

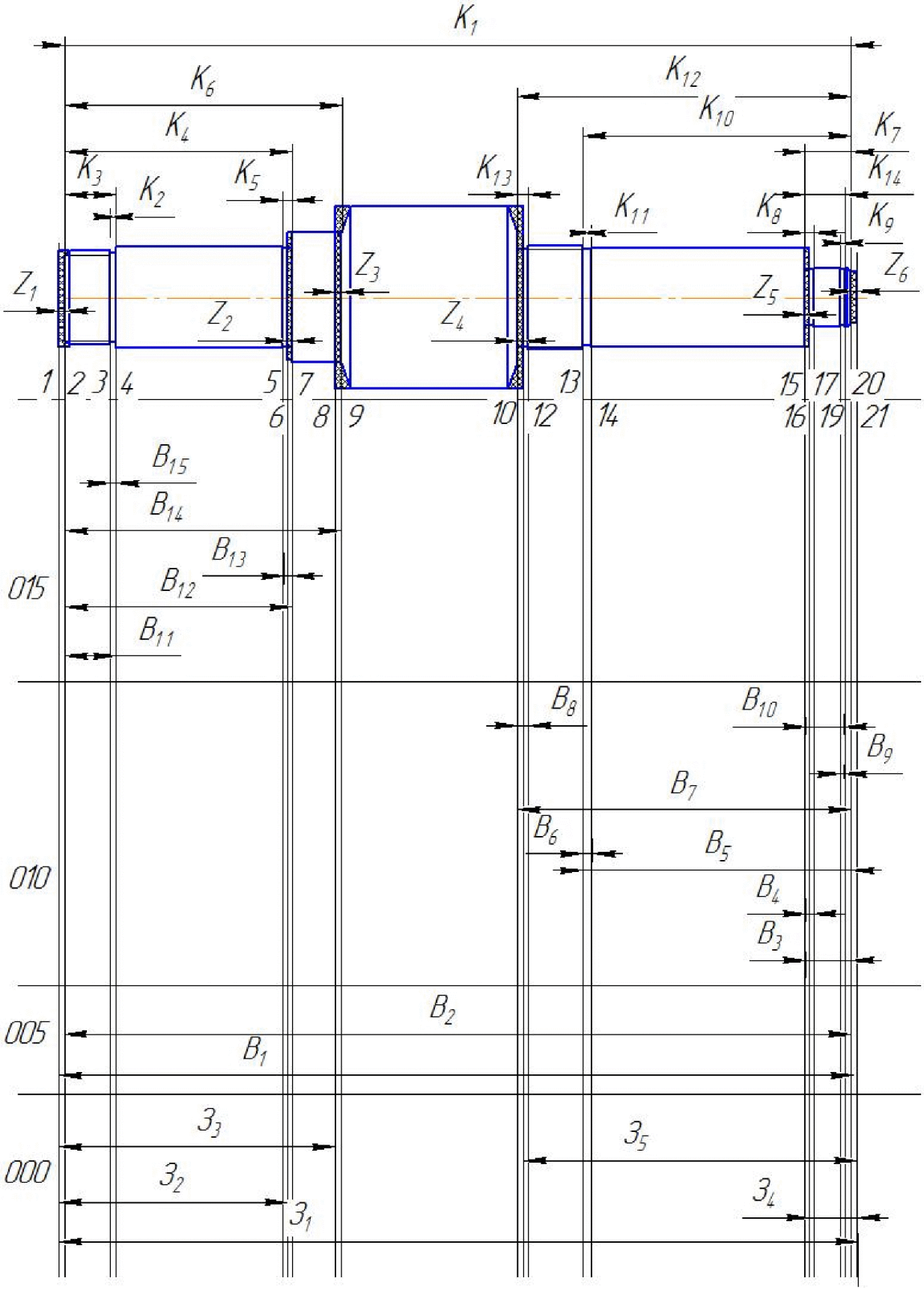
Технологічні розміри слід розташовувати таким чином, що мінімізувати похибку базування і забезпечити можливість його контролю універсальним інструментом. Наприклад технологічний розміри B_1, B_2 зв'язують два торця, що дозволяє легко проконтролювати розмір, наприклад. за допомогою штангенциркуля. Розташування розмірів B_3, B_4, B_5 забезпечує мінімальну похибку базування на ці розміри. Аналогічно розміри B_6, B_7 зв'язують поверхні, що отримуються із одного установа, що забезпечує відсутність похибки базування. Крім того ці розміри легко контролюються універсальним інструментом.

Таблиця 2.11– Допуски технологічних розмірів

Розміри заготовки	$З_1$	$З_2$	$З_3$	$З_4$	$З_5$	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5
Попередні значення допусків	1,3	0,74	0,43	0,87	0,87	0,81	0,52	0,18	0,12	0,35
Розміри заготовки	B_6	B_7	B_8	B_9	B_{10}	B_{11}	B_{12}	B_{13}	B_{14}	B_{15}
Попередні значення допусків	0,12	0,35	0,12	0,25	0,18	0,18	0,3	0,12	0,35	0,12

Created by Universal Document Converter

4.5.3 Розмірна схема технологічного процесу



Рисунки 2.7 – Розмірна схема першого технологічного процесу

Created by Universal Document Converter

Граф, складений із конструкторських розмірів $К_1К_2$... і припусків називається вихідним графом (деревом).

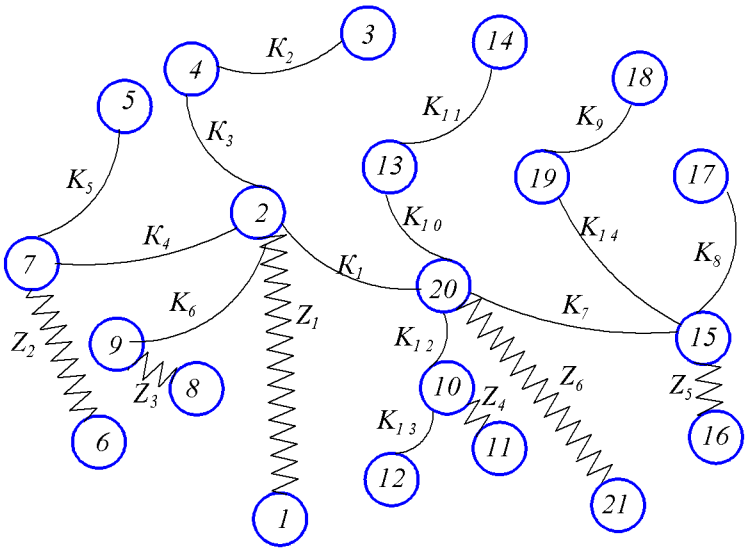


Рисунок 2.8– Вихідний граф-дерево

Граф, складений із технологічних розмірів $В_1В_2$... і розмірів заготовки $З_1З_2$... називається похідним графом.

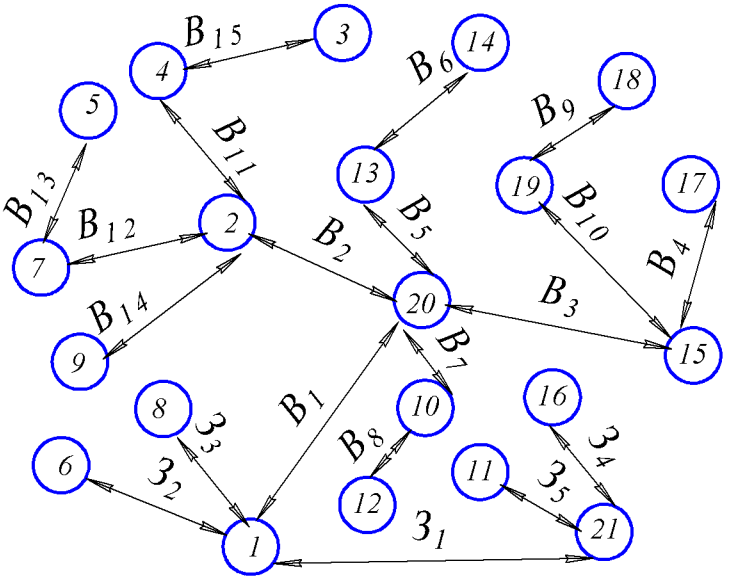


Рисунок 2.9 – Похідний граф-дерево

Created by Universal Document Converter

Суміщений граф являє собою графічне зображення ТП механічної обробки.

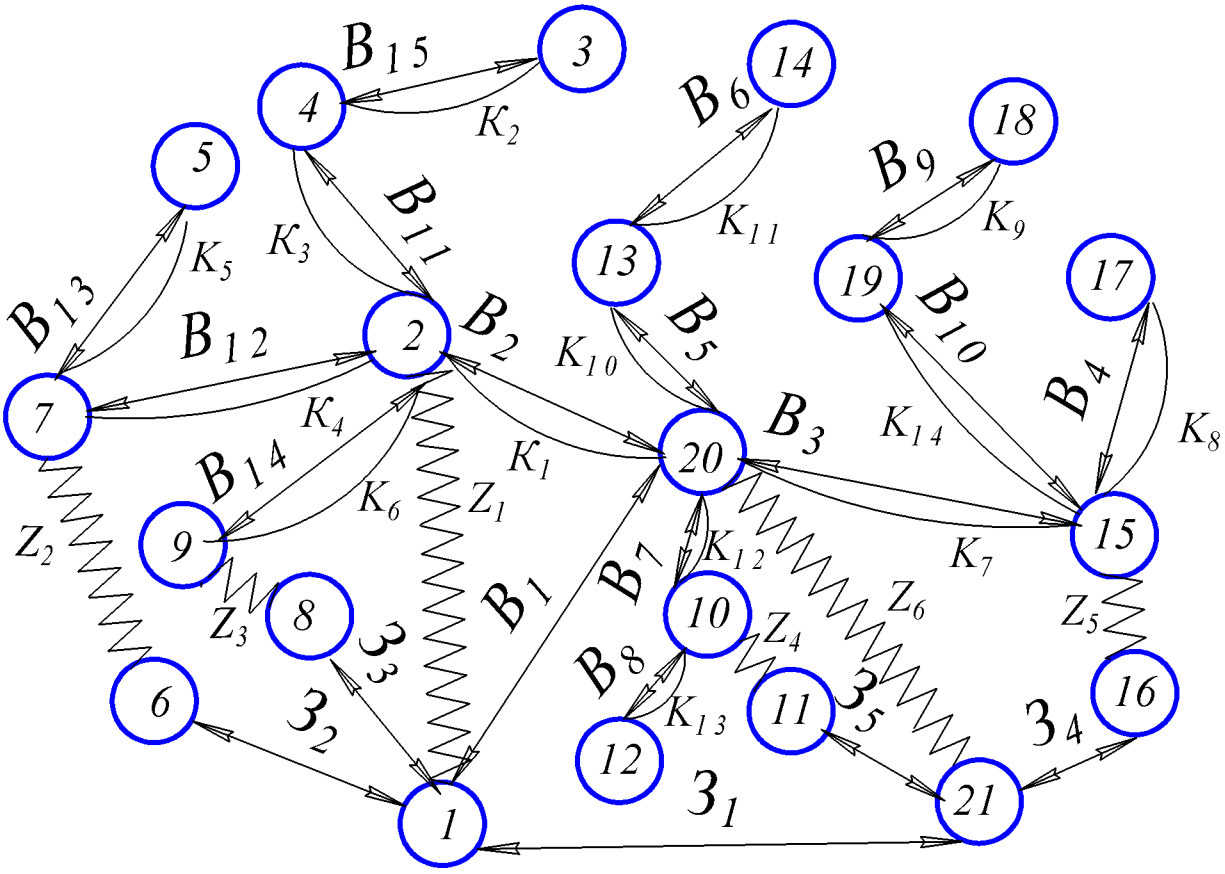


Рисунок2.10 – Суміщений граф-дерево

Для проведення необхідних розрахунків в подальшому необхідно визначити проміжні мінімальні припуски за довідником [6]. При цьому, оскільки в даному випадкові розглядаються лише торці валу, які входять в один діапазон і обробляються: кожен за один прохід, то мінімальний припуск буде однаковий для всіх торців, тобто:

$$Z_{1\,min} = Z_{2\,min} = Z_{3\,min} = Z_{4\,min} = Z_{5\,min} = Z_{6\,min} = 0{,}6 \text{ мм}$$

Використовуючи граф-дерева заносимо розрахункові рівняння до таблиці 2.12

Created by Universal Document Converter

Таблиця 2.12– Рівняння розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
1	2	3
$B_2 – K_1=0$	$B_2= K_1$	B_2
$B_3 – K_7=0$	$B_3= K_7$	B_3
$B_4 – K_8=0$	$B_4= K_8$	B_4
$B_5 – K_{10}=0$	$B_5= K_{10}$	B_5
$B_6 – K_{11}=0$	$B_6= K_{11}$	B_6
$B_7 – K_{12}=0$	$B_7= K_{12}$	B_7
$B_8 – K_{13}=0$	$B_8= K_{13}$	B_8
$B_9 – K_9=0$	$B_9= K_9$	B_9
$B_{10} – K_{14}=0$	$B_{10}= K_{14}$	B_{10}
$B_{11} – K_3=0$	$B_{11}= K_3$	B_{11}
$B_{12} – K_4=0$	$B_{12}= K_4$	B_{12}
$B_{13} – K_5=0$	$B_{13}= K_5$	B_{13}
$B_{14} – K_6=0$	$B_{14}= K_6$	B_{14}
$B_{15} – K_2=0$	$B_{15}= K_2$	B_{15}
$B_2 - B_1 + Z_1=0$	$Z_1 =B_2 – B_1$	B_1
$З_1 - B_1 - Z_5=0$	$Z_5= З_1 - B_1$	$З_1$
$З_2 - B_{12} - Z_1 + Z_2=0$	$Z_2= B_{12}+Z_1 - З_2$	$З_2$
$З_3 - B_{14} - Z_1 + Z_3=0$	$Z_3= B_{14}+Z_1 - З_3$	$З_3$
$З_4 - B_3 - Z_6 + Z_5=0$	$Z_5= B_3+Z_6 - З_4$	$З_4$
$З_5 - B_7 - Z_6 + Z_4=0$	$Z_4= B_7+Z_6 - З_5$	$З_5$

Відповідно до визначених вище технологічних рівнянь визначимо для кожного розміру цого межі:

Created by Universal Document Converter

$$B_2 = K_1 = 273^{\pm 0.26}$$

$B_{2\,min} = 272{,}74$ мм; $B_{2max} = 273{,}26$ (мм);

$$B_3 = K_7 = 16^{\pm 0.09}$$

$B_{3\,min} = 15{,}91$ мм; $B_{3max} = 16{,}09$ (мм);

$$B_4 = K_8 = 3^{\pm 0.06}$$

$B_{4min} = 2{,}94$ мм; $B_{4max} = 3{,}06$ (мм);

$$B_5 = K_{10} = 93^{\pm 0.175}$$

$B_{5\,min} = 92{,}825$ мм; $B_{5max} = 93{,}175$ (мм);

$$B_6 = K_{11} = 3^{\pm 0.06}$$

$B_{6\,min} = 2{,}94$ мм; $B_{6max} = 3{,}06$ (мм);

$$B_7 = K_{12} = 116^{\pm 0.175}$$

$B_{7\,min} = 115{,}825$ мм; $B_{7max} = 116{,}175$ (мм);

$$B_8 = K_{13} = 4^{\pm 0.06}$$

$B_{8\,min} = 3{,}94$ мм; $B_{8max} = 4{,}06$ (мм);

$$B_9 = K_9 = 1{,}4^{+0.25}$$

$B_{9\,min} = 1{,}4$ мм; $B_{9max} = 1{,}65$ (мм);

$$B_{10} = K_{14} = 13{,}8^{\pm 0.09}$$

$B_{10\,min} = 13{,}71$ мм; $B_{10max} = 13{,}89$ (мм);

$$B_{11} = K_3 = 18^{\pm 0.09}$$

$B_{11\,min} = 17{,}91$ мм; $B_{11max} = 13{,}89$ (мм);

$$B_{12} = K_4 = 79^{\pm 0.15}$$

$B_{12\,min} = 78{,}85$ мм; $B_{12max} = 79{,}15$ (мм);

$$B_{13} = K_5 = 3^{\pm 0.06}$$

$B_{13\,min} = 2{,}94$ мм; $B_{13max} = 3{,}06$ (мм);

$$B_{14} = K_6 = 96^{\pm 0.175}$$

$B_{14\,min} = 95{,}825$ мм; $B_{14max} = 96{,}175$ (мм);

$$B_{15} = K_2 = 2^{\pm 0.06}$$

$B_{15\,min} = 1{,}94$ мм; $B_{15max} = 2{,}06$ (мм);

Created by Universal Document Converter

$$Z_{1\,min} = B_{1\,min} - B_{2\,max}$$

$$B_{1min} = Z_{1min} + B_{2\,max} = 0{,}6 + 273{,}26 = 273{,}86 \ \text{(мм)};$$

$$B_{1\,max} = B_{1\,min} + IT\,(B_1) = 273{,}86 + 0{,}8 = 274{,}66 \ \text{(мм)}.$$

$$B_1 = 274{,}26^{\pm 0.4}$$

$$Z_{1max} = B_{1max} - B_{2\,min}$$

$$Z_{1max} = 274{,}66 - 272{,}74 = 1{,}92 \ \text{(мм)}$$

$$Z_{6\,min} = З_{1\,min} - B_{1\,max}$$

$$З_{1min} = Z_{6min} + B_{1\,max} = 0{,}6 + 274{,}66 = 275{,}26 \ \text{(мм)};$$

$$З_{1\,max} = З_{1\,min} + IT\,(З_1) = 275{,}26 + 1{,}3 = 276{,}56 \ \text{(мм)}.$$

$$З_1 = 275{,}91^{\pm 0.65}$$

$$Z_{6max} = З_{1max} - B_{1\,min}$$

$$Z_{6max} = 276{,}56 - 273{,}86 = 2{,}7 \ \text{(мм)}$$

$$Z_{2\,min} = Z_{1\,min} + B_{12\,min} - З_{2\,max}$$

$$З_{2\,max} = Z_{1min} + B_{12\,min} - Z_{2\,min} = 0{,}6 + 78{,}85 - 0{,}6 = 78{,}85 \ \text{(мм)};$$

$$З_{2\,min} = З_{2\,max} - IT\,(З_2) = 78{,}85 - 0{,}74 = 78{,}11 \ \text{(мм)}.$$

$$З_2 = 78{,}48^{\pm 0.37}$$

$$Z_{2max} == Z_{1\,max} + B_{12\,max} - З_{2\,min}$$

$$Z_{2max} = 1{,}92 + 79{,}15 - 78{,}11 = 3{,}7 \ \text{(мм)}$$

$$Z_{3\,min} = Z_{1\,min} + B_{14\,min} - З_{3\,max}$$

$$З_{3\,max} = Z_{1min} + B_{14\,min} - Z_{3\,min} = 95{,}825 - 0{,}6 + 0{,}6 = 95{,}825 \ \text{(мм)};$$

$$З_{3\,min} = З_{3\,max} - IT\,(З_3) = 95{,}825 - 0{,}87 = 94{,}955 \ \text{(мм)}.$$

$$З_3 = 95{,}39^{\pm 0.435}$$

$$Z_{3max} == Z_{1max} + B_{14\,max} - З_{3\,min}$$

$$Z_{3max} = 96{,}175 + 1{,}92 - 94{,}955 = 3{,}14 \ \text{(мм)}$$

$$Z_{5\,min} = Z_{6\,min} + B_{3\,min} - З_{4\,max}$$

$$З_{4\,max} = Z_{6min} + B_{3\,min} - Z_{5\,min} = 15{,}91 + 0{,}6 - 0{,}6 = 15{,}91 \ \text{(мм)};$$

$$З_{4\,min} = З_{4\,max} - IT\,(34_3) = 15{,}91 - 0{,}43 = 15{,}48 \ \text{(мм)}.$$

$$З_4 = 15{,}695^{\pm 0.215}$$

$$Z_{5max} == Z_{6max} + B_{3\,max} - З_{3\,min}$$

Created by Universal Document Converter

$$Z_{5max}=16,09+2,7-15,48=3,31 \text{ (мм)}$$

$$Z_{4\,min} = Z_{6\,min} + B_{7\,min} - З_{5\,max}$$

$$З_{5\,max} = Z_{6min} + B_{7min} - Z_{4\,min} = 115,825-0,6+0,6=115,825 \text{ (мм)};$$

$$З_{5\,min} = З_{5\,max} - IT\,(З_5) = 115,825-0,87=114,955 \text{ (мм)}.$$

$$З_5 = 115,393^{\pm 0.435}$$

$$Z_{4max} == Z_{6max} + B_{7\,max} - З_{3\,min}$$

$$Z_{4max}=116,175+2,7-114,958=3,917 \text{ (мм)}$$

Таблиця 2.13 – Значення технологічних розмірів, розмірів заготовки та їх допуски

Позначення розмі-ру	Граничні значення розмірів		Допуск	Номінальний розмір	Значення розміру у технологічному документі	Значення розміру на креслені вихідної заготовки
	Мінімаль-ний розмір	Максима-льний розмір				
$З_1$	275,23	276,52	1,3	275,91		275,91(±0,65)
$З_2$	78,11	78,85	0,74	78,48		78,48(±0,37)
$З_3$	94,955	95,825	0,87	95,39		95,39(±0,435)
$З_4$	15,48	15,91	0,43	15,695		15,69(±0,21)
$З_5$	114,955	115,825	0,87	115,393		115,39(±0,43)
B_1	273,86	274,66	0,8	274,26	274,26(±0,4)	
B_2	272,74	273,26	0,52	273	273(±0,26)	
B_3	15,91	16,09	0,18	16	16(±0,09)	
B_4	3,94	3,06	0,12	3	3(±0,06)	
B_5	92,825	93,175	0,35	93	93(±0,175)	
B_6	2,94	3,06	0,12	3	3(±0,06)	
B_7	115,825	116,175	0,35	116	116(±0,175)	
B_8	3,94	4,06	0,12	4	4(±0,06)	
B_9	1,4	1,65	0,25	1,4	1,4(+0,25)	
B_{10}	13,71	13,89	0,18	13,8	13,8(±0,09)	
B_{11}	17,91	18,09	0,18	18	18(±0,09)	
B_{12}	78,85	79,15	0,3	79	79(±0,15)	
B_{13}	2,94	3,06	0,12	3	3(±0,06)	
B_{14}	95,825	96,175	0,35	96	96(±0,175)	
B_{15}	1,94	2,06	0,12	2	2(±0,06)	

Таблиця 2.14 – Припуски на механічну обробку

Припуск	Мінімальний, мм	Максимальний, мм
Z_1	0,6	1,92
Z_2	0,6	1,7
Z_3	0,6	3,14

Created by Universal Document Converter

Z_4	0,6	3,917
Z_5	0,6	3,31
Z_6	0,6	2,7

Отже визначено технологічні розміри при механічні обробці, припуски та розміри заготовки, на їх основі можна розробляти технологічний процес та усю документацію пов'язану із ним.

2.9. Визначення припусків і технологічних розмірів на механічну обробку циліндричних поверхонь

Визначення значень R і T проводимо відповідно до рекомендацій наведених в (1), враховуючи, що для заготовки дані параметри рівні R_Z=150мкм, T=250 мкм. При попередньому точінні приймаємо R_Z =T=100 мкм, а на наступному переході відповідно 50 мкм, при чистовому точінні – 30 мкм та при шліфуванні R_Z =5 мкм, T=15 мкм.

Сумарне значення просторових відхилень згідно (1) визначається:

$$\rho=\sqrt{\rho_{;жол}^2+\rho_{зм}^2+\rho_ц^2}\ [мкм] \qquad (2.15)$$

де $\rho_{жол}$ – просторові відхилення спричинені жолобленням

$\rho_{зм}$ – відхилення за рахунок зміщення поверхні з якої знімається припуск, під час самої обробки, відносно технологічних баз

Для штампованих заготовок сумарне значення просторових відхилень виражається в вигляді короблення деталі і зміщення одних ділянок поверхні відносно інших. Це зміщення обумовлено неспівпаданням верхньої і нижньої частин штампа, і неспівпаданням полуматриць в горизонтально-кувальних машинах, і зміщенням штампуємої частини заготовки відносно стержня вихідного матеріалу. В даному випадкові:

Created by Universal Document Converter

$$\rho_{жол} = \Delta_к l = 0{,}001 \cdot 273 = 0{,}273 \text{ (мм)}$$

$$\rho_{зм} = 1 \text{ мм}$$

$$\rho_ц = \sqrt{1{,}5^2 + 0{,}25^2} = 1{,}52 \text{ (мм)}$$

$$\rho = \sqrt{0{,}273^2 + 1 + 1{,}52^2} = 1{,}840 \text{ (мм)}$$

При подальших переходах механічної обробки:

$$\rho_n = k * \rho_{n-1} \text{ [мкм]} \qquad (2.16)$$

$$\rho_1 = 0.06 \cdot 1840 = 110 \text{ (мкм)}$$

$$\rho_2 = 0{,}05 \cdot 110 = 5{,}5 \text{ (мкм)}$$

$$\rho_3 = 0{,}04 \cdot 5{,}5 = 0{,}22 \text{ (мкм)}$$

На основі отриманих вище даних проводимо розрахунок мінімальних значень міжопераційних припусків, користуючись формулою:

$$2Z_{imin} = 2(R_{zi-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) \text{ [мкм]} \qquad (2.17)$$

Мінімальний припуск під точіння:

Попереднє точіня:

$$2Z_{1min} = 2(150 + 250 + 1840) = 2 \cdot 2240 \text{ (мкм)}$$

попереднє точіння:

$$2Z_{1min} = 2(100 + 100 + 110) = 2 \cdot 310 \text{ (мкм)}$$

остаточне точіння:

Created by Universal Document Converter

$$2Z_{2min}=2(50+50+5,5)=2\cdot105,5\ (мкм)$$

шліфування:

$$2Z_{2min}=2(30+30+0,22)=2\cdot60,22\ (мкм)$$

Розрахункові розміри

При остаточному точінні маємо отримати розмір вказаний на кресленні:

$$d=34,992\ (мм)$$

Наступні розміри отримуємо послідовним додаванням розрахункового мінімального припуску кожного технологічного переходу. Таким чином отримуємо:

Для остаточного точіння:

$$d_1=34,992+2\cdot0,06022=35,05222\ (мм)$$

для попереднього точіння

$$d_2=35,05222+2\cdot0,1055=35,26322\ (мм)$$

для попереднього точіння:

$$d_3=35,26322+2\cdot0,31=35,88322(мм)$$

для заготовки

$$d_з=35,88322+2\cdot2,24=40,36322\ (мм)$$

Значення допусків кожного переходу приймаються по таблицям

Created by Universal Document Converter

відповідно до квалітету того чи іншого виду обробки:

Для шліфування допуск складає 16 мкм, відповідно для 6 квалітету; для чистового точіння, відповідно для 7 калітету, допуск складає 25 мкм, для попереднього точіння для 9 і 12 квалітетів допуск відповідно рівний – 62 і 250мкм та для заготовки, що має 14 квалітет точності, допуск складає 620

Мінімальні граничні розміри отримуються по розрахунковим розмірам заокругленим до точності допуску відповідного переходу.

Максимальні граничні розміри визначаються шляхом додавання до найменших граничних розмірів допусків відповідних переходів.

Тобто:

$$34,992+0,016=35,008 \text{ (мм)};$$

$$35,052+0,025=35,077 \text{ (мм)};$$

$$35,263+0,062=35,325 \text{ (мм)};$$

$$35,88+0,25=36,13 \text{ (мм)};$$

$$40,36+0,62=40,98 \text{ (мм)}.$$

Мінімальні граничні значення припусків Z_{min} рівні різниці найбільших граничних розмірів виконуваного і попереднього переходів, а максимальне значення Z_{max} –відповідно різниця найменших граничних розмірів.

Отже, для шліфування:

$$2Z_{min4}=35,052-34,992=0,06(\text{мм})$$

$$2Z_{max4}=35,077-35,008=0,069(\text{мм})$$

для остаточного точіння:

$$2Z_{min3}=35,263-35,052=0,211(\text{мм})$$

$$2Z_{max3}=35,325-35,077=0,248 \text{ (мм)}$$

для попереднього точіння:

Created by Universal Document Converter

$$2Z_{min2}=35,88-35,263=0,617 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{max2}=36,13-35,325=0,805 \text{ (мм)}$$

для попереднього точіння:

$$2Z_{min1}=40,36-35,88=4,48 \text{ (мм)}$$

$$2Z_{max1}=40,98-36,13=4,85 \text{ (мм)}$$

Всі результати проведених розрахунків записано в таблицю 2.13

На основі даних розрахунку будуємо схему графічного розташування припусків і допусків по обробці отвору ∅35

Загальні припуски Z_{0min} і Z_{0max} визначаємо сумуючи проміжні припуски:

$$2Z_{0min}=4480+617+211+60=5368 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{0max}=4850+805+248+69=5972 \text{(мкм)}$$

Виконуємо перевірку вірності виконаних розрахунків:

$$2Z_{max4}-2Z_{min4}=4480-4850=370 \text{ (мкм)}$$

$$\delta_1-\delta_2=620-250=370 \text{(мкм)}$$

$$2Z_{max3}-2Z_{min3}= 805-617=188 \text{ (мкм)}$$

$$\delta_2-\delta_3=250-62=188 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{max2}-2Z_{min2}=248-211=37 \text{ (мкм)}$$

$$\delta_3-\delta_4=62-25=37 \text{ (мкм)}$$

$$2Z_{max1}-2Z_{min1}=69-60=9 \text{ (мкм)}$$

$$\delta_4-\delta_5=25-16=9 \text{ (мкм)}$$

Отже всі проведені розрахунки є правильними і не потребують уточнення.

Created by Universal Document Converter

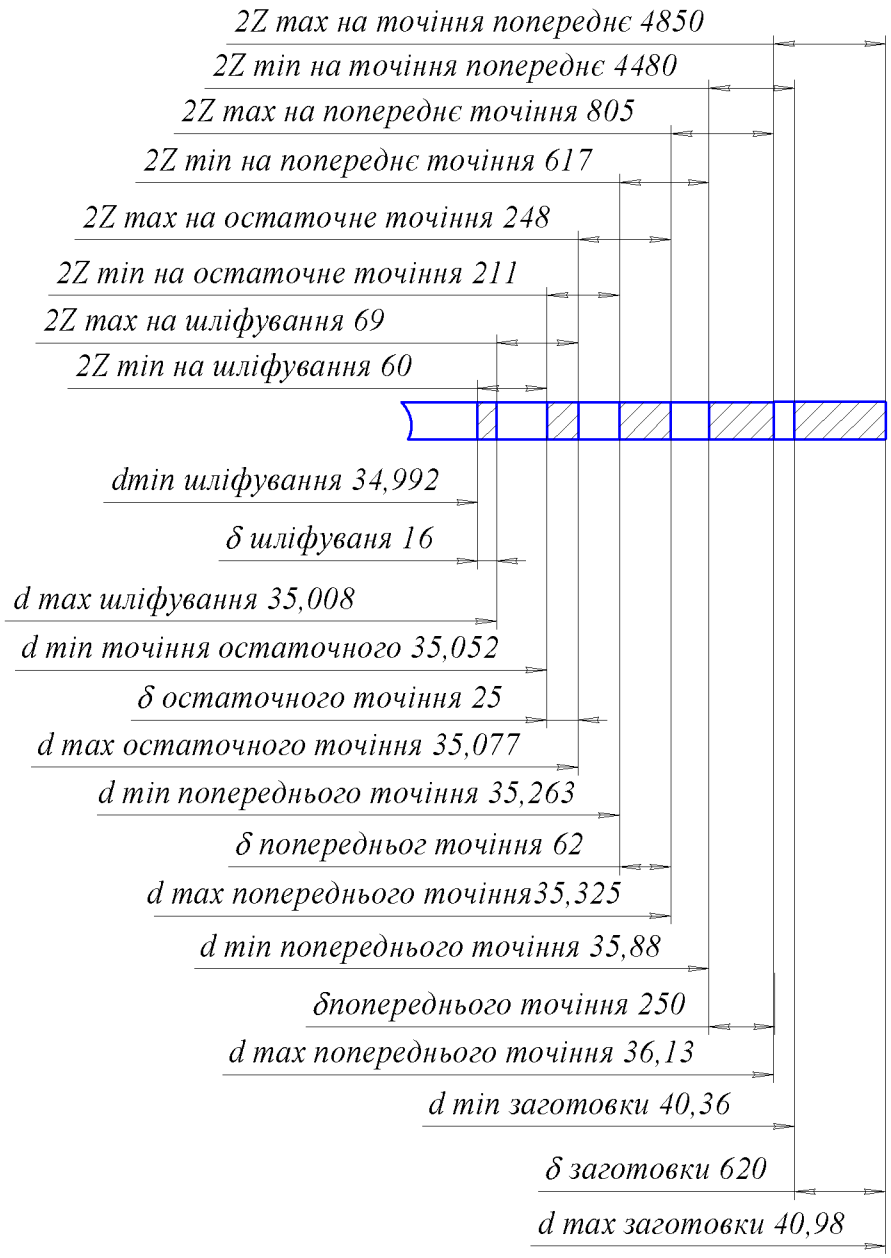


Рисунок 4.7 - Схема графічного розташування припусків і допусків на обробку діаметрального розміру ∅35 валу

Визначення оптимальних припусків на обробку тісно пов'язане із встановленням проміжних та початкових розмірів заготовки. Ці розміри необхідні для конструювання кокіля, спеціального різального та вимірювального інструменту, а також для настроювання металорізальних верстатів та іншого технологічного обладнання. На основі визначених припусків можна обгрунтовано визначити масу початкових заготовок,

Created by Universal Document Converter

режими різання, а також норми часу на виконання операцій механічної обробки.

Таблиця 2.13 - Розрахунок припусків і граничних розмірів по технологічним переходам на обробку валу

Технологіч-ні переходи обробки поверхні ∅35	Елементи припуску, мкм			Розрахунковий при-пуск $2Z_{min}$	Розрахунковий розмір d_p	До-пуск мкм δ	Граничний розмір		Граничні значення припусків	
	R_z	T	ρ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	150	250	1840		40,363	620	40,36	40,98		
Точіння попереднє	100	100	110	2·2240	35,883	250	35,88	36,13	4480	4850
Точіння попереднє	50	50	5,5	2·310	35,263	62	35,263	35,325	617	805
Точіння остаточне	30	30	0,22	2·105,5	35,052	25	35,052	35,077	211	248
Точіння тонке	5	15	-	2·60,22	34,99	16	34,992	35,008	60	69
Ітого									5368	5972

В машинобудування використовують дослідно - статичний та розрахунково – аналітичний методи встановлення припусків на обробку. В попередньому розділі використано розрахунково-аналітичний метод, що базується на урахуванні конкретних умов виконання технологічного процесу обробки.

Згідно з дослідно- статичним методом загальні та проміжні припуски визначаються за таблицями, в яких узагальнено і систематизовано виробничі дані передових машинобудівних підприємств. Недоліком цього методу є те, що припуски, як правило, визначаються без урахування конкретних умов виконання технологічних операцій та переходів. Дослідно- статичні припуски в багатьох випадках завищені, оскільки вони орієнтовані на такі умови обробки, коли для уникнення браку припуск повинен бути максимальним. Дослідно- статичний метод простий, однак змушує технолога приймати рішення догматично, не аналізуючи умови виконання операцій та

Created by Universal Document Converter

не шукаючи шляхів економії металу.

Використовуючи даний метод визначимо припуски на циліндричні поверхні кришки:

Таблиця 2.14- Припуски на циліндричні поверхні

Розмір деталі	Стадія обробки	Припуск на перехід	Отримуваний розмір
∅20	Заготовка		21,5
	Попереднє точіння	0,8	20,7
	Попереднє точіння	0,4	20,3
	Остаточне точіння	0,2	20,1
	Тонке точіння	0,1	20
∅45	Заготовка		46,5
	Остаточне точіння	1,5	45
∅34	Заготовка		35,5
	Остаточне розточування	1,5	34

2.10 Визначення режимів різання

Режими обробки деталі – найважливіший фактор протікання технологічного процесу. Режим різання металу містить такі основні елементи:

- глибину різання t, мм;
- подачу s, мм/об;
- швидкість різання v, м/хв (частота обертання шпинделя верстата n, об/хв, або число подвійних ходів n, подв. х/хв).

Елементи режимів різання повинні підібратися так, щоб досягти бажаної продуктивності праці при найменшій собівартості операції. Ця вимога досягається використанням інструмента раціональної конструкції (правильно підібраний матеріал ріжучої частини, найвигідніша геометрія,

Created by Universal Document Converter

достатня міцність і жорсткість), а також якщо верстат не обмежує його різальних властивостей. Таким чином. Режими різання встановлюються, виходячи з властивостей оброблюваної деталі, характеристики різального інструмента і верстата. Спочатку встановлюють глибину різання, потім подачу і в останню чергу – швидкість різання.

Розрахунок режимів різання проводимо за рекомендацією [8].

Для операції 005.

1. Розраховуємо довжину робочого ходу супорта:

$$L = L_{рез} + y + L_{доп}, \text{ [мм]} \qquad (2.18)$$

$L_{доп}$ - додаткова довжина наладки,

y - підвід, врізання, перебіг інструменту.

За додатком [8]: y=2 мм.

Відповідно отримаємо:

$$L = 77+2+3=82(мм)$$

2. Визначення подач супортів на оберт шпинделя мм/об:

Визначені подач супортів за нормативами [8]: для приймаємо 0,57 мм/об.

3. Визначення стійкості інструментів: $T_м = 150$ хв.

4. Розрахунок швидкостей різання в мм/хв і числа обертів шпінделя верстатів в хв.

а) визначення швидкостей різання: $V_{різ} = 61.2$ м/хв.

Уточнюємо швидкість різання за допомогою коефіцієнтів, що враховують геометрію інструмента, вид оброблюваного матеріалу та інші параметри:

$$V_{різ} = 61.2 \cdot 1,25 \cdot 0,95 \cdot 1,2 = 87(м/хв)$$

б) розраховуємо число обертів шпинделя за формулою:

Created by Universal Document Converter

$$n = 1000V/\Pi d,[об/хв] \quad (2.18)$$

$$n = 87 \cdot 1000/3.14 \cdot 34 = 815 \text{ (об/хв)};$$

Оскільки даний верстат має безступінчасту коробку, то непотрібно приймати стандартне значення, верстата забезпечить розраховану величину. Аналогічно розраховуємо режими різання для всіх інших операцій, дані отримані в результаті розрахунків заносимо в таблицю 2.15.

Таблиця 2.15- Розрахунок режимів різання

Операції	№ перех оду	Подача, мм/об	Швидкість Різання, м/хв	Частота обертання
1	2	3	4	5
005	2	0,6	41,5	400
	3	0,08	24,4	137
010	2	0,7	81,76	766
	3	0,7	81,76	744
	4	0,2	75	1194
	5	0,2	120	1091
	6	0,2	60	955
	7	0,2	112	1019
	8	0,1	52	828
	9	0,1	94	855
015	2	1,5	76,3	675
020	2	1,4	25	
025	2	0,1	22	157
030	2	0,1	22	157

Created by Universal Document Converter

Отже за допомогою довідників визначено режими різання для всіх операцій. Для їх точного розрахунку необхідно користуватися формулами і вести довгі і трудомісткі розрахунки, для того щоб уникнути цього режими вибрано за довідником, а щоб вони були оптимальні проведемо оптимізацію режимів різання, результати якої наведено в додаткові.

4.8 Визначення технічних норм часу

Нормування в машинобудуванні – це встановлення технічно обґрунтованих норм часу. Нормування технологічних процесів здійснюють для кожної операції. Технічною нормою часу називають час, необхідний для виконання технологічної операції в певних організаційно-технічних умовах конкретного виробництва.

Розрізняють три методи нормування: технічного розрахунку за нормативами; порівняння і розрахунку за підвищеними типовими нормативами: встановлення норм на основі вивчення затрат робочого часу. При першому методі тривалість операції встановлюють розрахунком за мікроелементами на основі аналізу послідовності і змісту дій робітника і верстата. При другому методі норму часу визначають наближено, за підвищеними типовими нормативами. При третьому методі норму часу встановлюють на основі хронометражу. Цей метод має особливе значення для вивчення і узагальнення передових прийомів праці. А також ля розробки нормативів, необхідних для встановлення технічно обґрунтованих норм розрахунком.

Скористаємося першим методом розрахунку, при цьому врахуємо, що визначення норм часу для верстатів з ЧПК дещо відрізняється від загально прийнято для універсальних і спеціальних верстатів. Приведемо приклад розрахунку на операції 010.

Норма штучного часу згідно [23] визначається за формулою:

Created by Universal Document Converter

$$T_{ш} = (T_{ц.а.} + T_{в}) \cdot (1 + \frac{a_{тех} + a_{орг} + a_{від}}{100}) \text{ [хв]} \quad (2.19)$$

де $T_{в}$ –допоміжний час, що складається із:

$$T_{в}=T_{вуст}+T_{воп}+T_{ввим} \text{ [хв]} \quad (2.20)$$

$T_{вуст}$- допоміжний час на установку і зняття деталі, згідно довідника для даної операції складає 0,55 в центрах хв;

$T_{воп}$- допоміжний час пов'язаний із операцією, включає в себе час на:

- встановлення заданого взаємного розташування деталі і інструмента по координатам – 0,32 хв;
- перевірку приходу інструмента в задану точку після обробки – 0,15 хв;
- встановлення і зняття щитка від забризгування емульсією – 0,03 хв.

$$T_{воп}=0,15+0,32+0,03=0,5 \text{ (хв)};$$

$T_{ввим}$ – допоміжний час на контрольні вимірювання, що складається в даному випадкові із двох замірів штангенциркулем, одного заміру скобою після виконання операцій на першому установі та двох замірювань штангенциркулем після виконання операцій другого установу. В сумі час затрачений на вимірюваль ні операції складає:

$$T_{ввим}=(0,11\cdot2+0,2)+0,11\cdot2=0,64 \text{ (хв)}$$

Час на організаційне і технічне обслуговування робочого місця і особисті потреби приводяться в відсотках від оперативного часу і складають:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{від} = 9\% \quad (2.21)$$

Created by Universal Document Converter

$T_{ц.а.}$ – час на цикл роботи за програмою. Для того щоб визначити дану складову необхідно зобразити шлях за яким рухається інструмент. За допомогою даної схеми складається таблиця переміщень інструменту, в яку заносяться всі відстані які проходить інструмент за цикл своєї роботи і хвилинні подачі при цих переміщеннях, при цьому враховується що підводиться і відводиться інструмент на прискореній подачі.

Відповідно час на автоматичний цикл складає:

$$T_{ца}=0,51+0,2=0,71 \text{ (хв)}$$

Відповідно отримаємо:

$$T_{ш}=(0,71+0,2)\cdot(1+9/100)=0,965 \text{ (хв)}$$

Аналогічно визначається штучно-калькуляційний час для усіх інших операцій, дані заносимо до таблиці 4.9.

Таблиця 2.16– Штучно-калькуляційний час

№ операцій	Основний час, хв	Штучно-калькуляційний час $T_{шт-к}$, хв	
005	0,37	0,5217	
010	1,61	2,2	5,63
015	1,885	2,43	
020	1,71	2,3177	
025	0,036	0,056	0,526
030	0,3	0,47	

2.11 Проектування дільниці механічної обробки деталі

При серійному типі виробництва можна використати приведену програму

Created by Universal Document Converter

для подібних виробів, що дозволить розробляти технологічну документацію відразу на декілька виробів, а точніше розробляється технологічний процес на одну деталь представника, а всі інші приводяться до неї за допомогою коефіцієнта приведення, що визначається за такою формулою:

$$К_{пр}=К_{1}\cdot К_{2}\cdot К_{3} \qquad (2.22)$$

де $К_1$ – коефіцієнт приведення по масі;

$К_2$ – коефіцієнт приведення по серійності;

$К_3$ – коефіцієнт приведення по складності.

$$К_1 = \sqrt[3]{(\frac{m_i}{m_{пр}})^2} \qquad (2.23)$$

$м_i$ - маса і-ї деталі, $м_{пр}$- маса представника

Для деталі вал 03-355 отримаємо:

$$K_{11} = \sqrt[3]{\frac{1.8}{2.5}} = 0.8$$

Коефіцієнт приведення по серійності:

$$K_2 = (\frac{N_{пр}}{N_i})^{\alpha} \qquad (2.24)$$

де N-програма випуску представника, програма випуску і-ї деталі, N-показник степені, що складає для середнього машинобудування 0,15, а для важкого машинобудування 0,2.

В даному випадкові отримаємо:

Created by Universal Document Converter

$$K_{21} = (\frac{4500}{4000})^{0.15} = 1.017$$

Коефіцієнт приведення по складності:

$$K_3 = (\frac{\overline{K}_{Ti}}{\overline{K}_{т.пр.}})^{\alpha 1} \cdot (\frac{\overline{R}_{ai}}{\overline{R}_{а.пр.}})^{\alpha 2} \qquad (2.25)$$

K_{Ti}, $K_{Tпр}$- середнє значення точності деталі і представника;

R_{ai}, $R_{апр}$ - середнє значення шорсткості деталі і представника.

Для даної деталі коефіцієнт визначається:

$$K_{31} = (\frac{14,2}{13.34})^{\alpha 1} \cdot (\frac{11}{9.87})^{\alpha 2} = \frac{0.74}{0.79} \cdot \frac{0.95}{0.95} = 0.94$$

Таблиця 2.17 – Приведена програма виробництва

Найменування деталі	Маса, кг	Програм випуску, шт	Коефіцієнт приведення по			Коефіцієнт приведення	K·N
			масі	точності	серійності		
Вал	2,5	4500	1	1	1	1	4500
Вал 154	1,8	4000	0,8	0,94	1,017	0,768	3074
Вал 48-А	2,2	3500	0,918	0,891	1,038	0,849	2974
Вал 78БЖ-01	2,3	4100	0,945	0,98	1,014	0,94	3854
Вал Н12-45Ж	2,4	4250	0,97	0,975	1,008	0,957	4067
Всього						18469	

Коефіцієнт приведення для валу 154 складає:

Created by Universal Document Converter

$$К_1=0,8\cdot1,017\cdot0,94=0,7686$$

Отримані результати занесено до таблиці

Отже при подальших розрахунках кількості обладнання, працівників буде використовуватися приведена програма, тобто проектується дільниця, на якій вироблятиметься дві подібні деталі.

Кількість верстатів визначається за формулою:

$$C_р=T_{пр}/(Ф_д\cdot m) \qquad (2.26)$$

де $T_{пр}$ –сумарна трудомісткість деталей, год;

$Ф_д$ – ефективний річний фонд часу роботи верстата при роботі в одну зміну, год;

m- кількість робочих змін

Враховуючи проведене раніше нормування часу розраховуємо сумарну трудомісткість деталей:

Відповідно для кожної операції отримаємо:

Операції 005:

$$C_р=0,5217\cdot18469/60\cdot2040=0,078$$

Операція 010-015:

$$C_р=5,63\cdot18469/60\cdot2040=0,849$$

Операція 020:

$$C_р=2,3177\cdot18469/60\cdot2040=0,349$$

Операція 025-030:

$$C_р=0,526\cdot18469/60\cdot2040=0,079$$

Created by Universal Document Converter

Коефіцієнт завантаження для верстатів 16К20Ф3 складатиме:

$$\eta_з=0,349/1=0,349$$

Отже для виконання всього технологічного циклу із виготовлення партії деталей достатньо прийняти по одному верстатові кожної моделі.

Таблиця 2.18 – Кількість обладнання та коефіцієнти завантаження і використання верстатів за основним часом

№ операції	Назва операцій	Розрахункова кількість верстатів	Прийнята кількість верстатів $C_{пр.шт.}$	$\eta_{з.і}$	$\eta_{з.сер.}$	$\eta_{о.і}$	$\eta_{о.сер.}$
005	Фрезерно-центрувальна	0,0787	1	0,0787	0,339	0,709	0,698
010-015	Токарна з ЧПК	0,8495	1	0,8495		0,709	
020	Фрезерна з ЧПК	0,3497	1	0,3497		0,738	
025-030	Токарна з ЧПК	0,0794	1	0,0794		0,639	

Коефіцієнт використання верстатів за основним часом для верстатів 16К20Ф3 складатиме:

$$\eta_з=1,71/2,3177=0,7378$$

Аналогічно визначаються коефіцієнти завантаження інших верстатів.

Created by Universal Document Converter

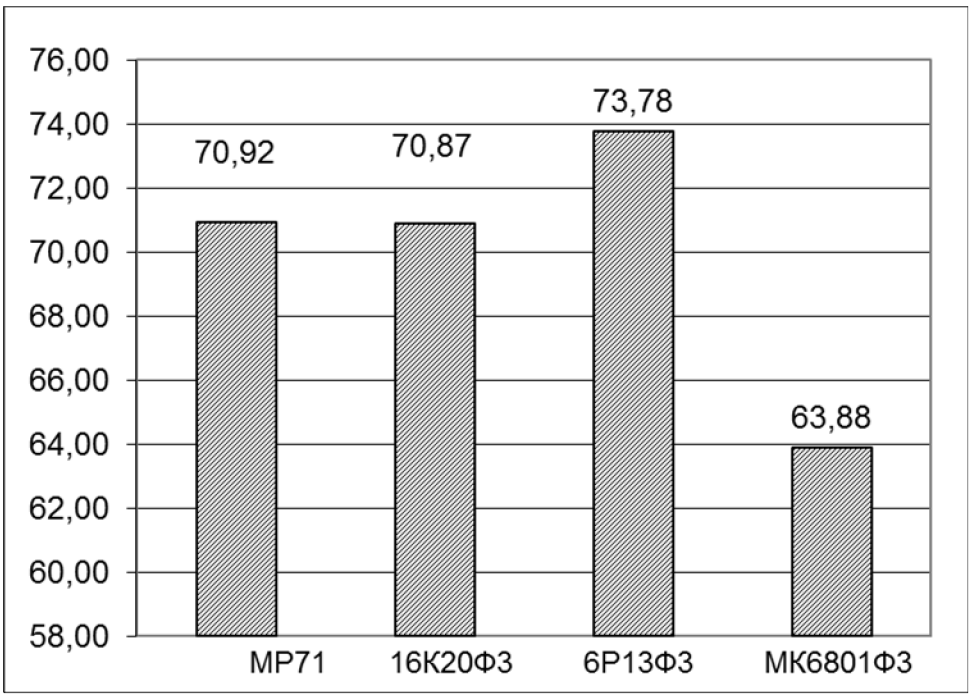


Рисунок 2.11 – Графік завантаження обладнання

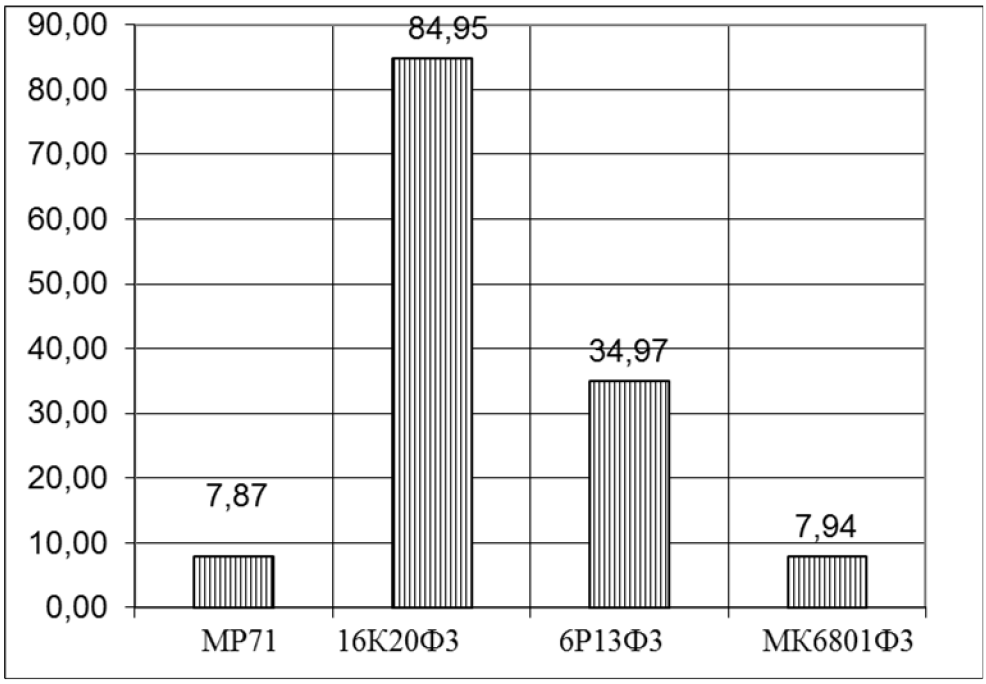


Рисунок 2.12– Графік використання обладнання за основним часом

Кількість робітників-верстатників дільниці механічного цеху може бути підрахована в залежності від прийнятої кількості верстатів за формулою:

$$Р=С_{пр}\cdot Ф_{д}\cdot К_{з}/Ф_{в}\cdot К_{м} \qquad (5.6)$$

Created by Universal Document Converter

де $С_{пр}$ – прийнята кількість верстатів, шт;

$Ф_в$ – ефективний річний фонд роботи верстатника, год;

$К_м$ – коефіцієнт багатоверстатного обслуговування.

Наприклад для роботи на токарно-револьверному з ЧПК необхідно:

$$Р=1\cdot2040\cdot0,349/1\cdot1840=0,387$$

При розрахункові ефективний фонд роботи верстатника прийнятий рівним 1840год (тривалість робочої неділі – 41 год, основної відпустки – 18 днів).

Отже для виконання заданого обсягу роботи необхідний 1 робітник.

Аналогічно поводимо розрахунки для інших операцій, а результати записуємо до таблиці.

Оскільки вважаємо, що верстати мають довантажуватися іншими деталями, то приймаємо по одному робітнику на кожну операцію.

Згідно таблиці 5.3 сума всіх основних робочих -7 чол.

Кількість допоміжних робітників складає 20-25% від кількості верстатників, відповідно:

$$Р_{др}=(0,2…0,25)\cdot4=0,8…1,0$$

Приймаємо 1 допоміжного робітника.

При дрібносерійному виробництві кількість ІТР складає 24-18% від кількості верстатів, тобто:

$$Р_{ІТР}=(0,18…0,24)\cdot4=0,72…0,96$$

Приймаємо 1 чол ІТР.

Кількість службовців при серійному виробництві, та при чисельності основних робітників менше 75 чол., складає 2,2% від кількості основних робітників верстатників, отримаємо:

Created by Universal Document Converter

$$Р_{СКП}=0,022\cdot4=0,088$$

Приймаємо 1 чол.

Таблиця 2.19 – Кількість робітників –верстатників

Назва операції	Прийнята кількість верстатів, $С_{пр}$	$Ф_д$, год	$К_з$	$К_м$	Р, чол	$Р_{пр}$, чол
Фрезерно-центрувальна	1	1840	0,078	1	0,087	1
Токарна з ЧПК	1		0,349	1	0,387	1
Шліцефрезерна	1		0,849	1	0,941	1
Токарна з ЧПК	1		0,079	1	0,087	1

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу складає 2% від кількості усіх працівників, тобто:

$$Р_{МОП}=0,02\cdot(4+1+1+1)=0,14$$

Приймаємо 1 чол молодшого обслуговуючого персоналу.

Отримані дані занесемо до таблиці

Таблиця 2.20 – Відомість складу працюючих дільниці

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Розрахункова кількість	Прийнята кількість
Основні робітники-верстатники			4
Допоміжні робітники	20…25%	0,8…1,0	1
ІТР	15…21%	0,72….0,96	1
СКП	2,2%	0,088	1

Created by Universal Document Converter

МОП	2%	0,14	1

Отже на дільниці механічної обробки для виготовлення деталі по запропонованому маршруту механічної обробки, має бути розміщено 4 металорізальних верстати, які обслуговуються 4 основними робітниками. Крім того для забезпечення нормальної роботи дільниці необхідно ще 4 робітника. Як показали розрахунки використання даного технологічного процесу забезпечить отримання деталі з відповідними кресленню показниками точності.

2.12 Висновки

Розроблено маршрут механічної обробки для деталі вал, в якому використовується обладнання із ЧПК. Визначено тип виробництва, який є дрібносерійним. Відповідно до матеріалу, маси та типу виробництва обрано два способи отримання заготовки – прокат і штамповка на КГШП, за техніко-економічним порівнянням обрано кращим способом отримання заготовки штампування на КГШП.

Враховуючи форму заготовки, попередньо обрані технологічні бази та кількість ступенів механічної обробки побудовано маршрут механічної обробки. Для визначення технологічних розмірів, припусків і уточнення розмірів заготовки виконано розмірний аналіз. Розраховано режими різання і норми часу на всі переходи та операції відповідно.

Крім того виконано попереднє проектування дільниці механічної обробки. Визначено приведену програму та згідно неї кількість верстатів – 4. На дільниці має працювати 8 робітників. Верстати здебільшого завантажені, середній коефіцієнт завантаження верстатів складає 34 %, При цьому фрезерно-центрувальний. Фрезерний з ЧПУ та токарний підвищеної точності можуть використовуватися для виготовлення інших деталей.

Created by Universal Document Converter

3.ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Оцінювання комерційного потенціалу розробки

Метою проведення технологічного аудиту є оцінювання комерційного потенціалу розробки, створеної в результаті науково-технічної діяльності. В результаті оцінювання робиться висновок щодо напрямів (особливостей) організації подальшого її впровадження з врахуванням встановленого рейтингу.

Для проведення технологічного аудиту залучено 3-х незалежних експертів які оцінили комерційний потенціал розробки за 12-ю критеріями, наведеними в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Рекомендовані критерії оцінювання комерційного потенціалу розробки та їх можлива бальна оцінка

Критерії оцінювання та бали (за 5-ти бальною шкалою)					
Кри-терій	0	1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
Технічна здійсненність концепції:					
1	Достовірність концепції не підтверджена	Концепція підтверджена експертними висновками	Концепція підтверджена розрахунками	Концепція перевірена на практиці	Перевірено роботоздатність продукту в реальних умовах
Ринкові переваги (недоліки):					
2	Багато аналогів на малому ринку	Мало аналогів на малому ринку	Кілька аналогів на великому ринку	Один аналог на великому ринку	Продукт не має аналогів на великому ринку
3	Ціна продукту значно вища за ціни аналогів	Ціна продукту дещо вища за ціни аналогів	Ціна продукту приблизно дорівнює цінам аналогів	Ціна продукту дещо нижче за ціни аналогів	Ціна продукту значно нижче за ціни аналогів
4	Технічні та споживчі властивості продукту значно гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи гірші, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту на рівні аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту трохи кращі, ніж в аналогів	Технічні та споживчі властивості продукту значно кращі, ніж в аналогів

Created by Universal Document Converter

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
5	Експлуатаційні витрати значно вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати дещо вищі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати на рівні витрат аналогів	Експлуатаційні витрати трохи нижчі, ніж в аналогів	Експлуатаційні витрати значно нижчі, ніж в аналогів
Ринкові перспективи					
6	Ринок малий і не має позитивної динаміки	Ринок малий, але має позитивну динаміку	Середній ринок з позитивною динамікою	Великий стабільний ринок	Великий ринок з позитивною динамікою
7	Активна конкуренція великих компаній на ринку	Активна конкуренція	Помірна конкуренція	Незначна конкуренція	Конкурентів немає
Практична здійсненність					
8	Відсутні фахівці як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї	Необхідно наймати фахівців або витрачати значні кошти та час на навчання наявних фахівців	Необхідне незначне навчання фахівців та збільшення їх штату	Необхідне незначне навчання фахівців	Є фахівці з питань як з технічної, так і з комерційної реалізації ідеї
9	Потрібні значні фінансові ресурси, які відсутні.	Потрібні незначні фінансові ресурси.	Потрібні значні фінансові ресурси.	Потрібні незначні фінансові ресурси.	Не потребує додаткового фінансування
10	Необхідна розробка нових матеріалів	Потрібні матеріали, що використовуються у військово-промислово-му комплексі	Потрібні дорогі матеріали	Потрібні досяжні та дешеві матеріали	Всі мат-еріали для реалізації ідеї відомі та давно використовуються у виробництві
11	Термін реалізації ідеї більший за 10 років	Термін реалізації ідеї більший за 5 років. Термін окупності інвестицій більше 10-ти років	Термін реалізації ідеї від 3-х до 5-ти років. Термін окупності інвестицій більше 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій від 3-х до 5-ти років	Термін реалізації ідеї менше 3-х років. Термін окупності інвестицій менше 3-х років

Created by Universal Document Converter

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6
12	Необхідна розробка регламентних документів та отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту	Необхідно отримання великої кількості дозвільних документів на виробництво та реалізацію продукту, що вимагає значних коштів та часу	Процедура отримання дозвільних документів для виробництва та реалізації продукту вимагає незначних коштів та часу	Необхідно тільки повідомлення відповідним органам про виробництво та реалізацію продукту	Відсутні будь-які регламентні обмеження на виробництво та реалізацію продукту

Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки зведено в таблицю за зразком таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати оцінювання комерційного потенціалу розробки

Критерії	Прізвище, ініціали, посада експерта		
	Сухоруков С.І.	Савуляк В. В.	Сердюк О.В
	Бали, виставлені експертами:		
1	1	2	2
2	1	2	1
3	3	3	3
4	2	3	3
5	4	4	3
6	1	2	2
7	2	3	3
8	2	4	3
9	1	2	2
10	2	3	3
11	3	3	4
12	3	4	4
Сума балів	$СБ_1$=25	$СБ_2$=35	$СБ_3$=33
Середньоарифметична сума балів $\overline{СБ}$	$\overline{СБ} = \frac{\sum_{1}^{3} СБ_i}{3} = \frac{25+35+33}{3} = 31$		

Дана розробка має рівень комерційного потенціалу вище середнього.

Created by Universal Document Converter

3.2 Прогноз попиту на інноваційне рішення

Деталь «Вал», для якої розробляється маршрут механічної обробки в магістерській кваліфікаційній роботі, може використовуватися для ремонту вантажних автомобілів. При цьому на дільниці планується виготовляти декілька типорозмірів деталей, для цього підбирається обладнання і пристосування, які можуть переналагоджуватися на інші типорозміри. Це дозволить випускати продукцію, в якій будуть зацікавлені цілий ряд вітчизняних вантажних автомобілів і відповідно величина попиту на ринкові України складатиме близько 60 000.

З метою прогнозування попиту визначимо ємність ринку обладнання. Для цього опрацювавши статистичні дані, приймемо:

- Середня кількість споживачів, які використовують товари аналогічні розроблюваному 60 000 шт ;
- Середній відсоток споживачів, які зацікавляться придбанням інноваційного продукту $П_п$=80%;
- Середній термін заміни інноваційного продукту - 4 роки;
- Середній відсоток споживачів, що захочуть придбати розроблений товар повторно $С_п$=80%.

Посилаючись на прогнозовані дані, розраховуємо наступні показники:

Потребу в інноваційному продукті:

$$П_і=П \cdot П_н/100[шт] \quad (3.1)$$

$$П_і=60000 \cdot 80/100=48000 \text{ (шт.)}$$

Created by Universal Document Converter

Оптимістичний прогноз попиту на інноваційне рішення:

$$ОП=П_і/Т[шт] \quad (3.2)$$

$$ОП=48000/4=12000 \text{ (шт.)}$$

Песимістичний прогноз попиту на інноваційне рішення:

$$ПП=ОП\cdot С_п/100 \ [шт] \quad (3.3)$$

$$ПП=12000\cdot 0,8=9600 \text{ (шт.)}$$

Реалістичний прогноз попиту на інноваційне рішення:

$$РП=(ОП+ПП)/2 \ [шт] \quad (3.4)$$

$$РП=(12000+9600)/2=10800 \text{ (шт.)}$$

Попит на продукцію буде постійний, оскільки вантажні перевезення широко розповсюджені в нашій країні. Крім того можна налагодити випуск подібних виробів (а обладнання дозволить це зробити) до іноземних вантажних автомобілів, що значно підвищить попит продукцію, що може виготовлятися.

3.3Вибір каналів збуту та після продажного обслуговування

Канали розподілу (збуту) – це сукупність фірм чи окремих осіб, які виконують посередницькі функції щодо фізичного переміщення товарів і

Created by Universal Document Converter

перебирають на себе або сприяють передаванню права власності на товари на шляху їх просування від виробника до споживача. Зважаючи, що інноваційний продукт є товаром кінцевого споживання і його цільовим сегментом є машинобудівні підприємства та невеликі майстерні, оптимальними каналами збуту можуть бути:

- канал нульового рівня, що передбачає реалізацію пристосування, безпосередньо від виробника;

Канал першого рівня може використовуватись у випадках встановлення постійного представництва виробника у регіонах (оптового дилера).

При цьому виробник передбачає надання послуг з гарантійного сервісного обслуговування протягом 6 місяців та навчання персоналу роботі із пристосування, і надання рекомендованих режимів роботи.

3.4 Виявлення основних конкурентів

На сьогоднішній день в Україні використовуються шатуни (а відповідно кришки шатуна), в яких отвір не має поверхнево зміцненого шару. Тобто ця поверхня значно зношується і деталь або замінюють або ставлять втулки, що дає можливість ще деякий час експлуатувати машину. Але це вимагає додаткових затрат часу та коштів.

Нова розробка є кращою ніж аналог.

3.5 Обрання методу ціноутворення

Метод ціноутворення – це конкретний спосіб, прийом, сукупність послідовних дій щодо визначення та обґрунтування ціни конкретного товару.

Created by Universal Document Converter

Розділення методів на групи є досить умовним і залежить від того, який чинник домінує при визначенні ціни і з якого починається її обґрунтування.

При обранні методу ціноутворення на пристрій для суміщеного обкочування слід урахувати конкуренцію на ринку. Конкуренцію даному пристрою можуть скласти лише закордонні аналоги.

Зважаючи на кращі параметри деталі ніж у аналога, пропонується продавати деталь за ціною дещо вищою, але зважаючи на кращі технічні параметри вона залишиться конкурентоспроможною на ринку нашої країни та дозволить подальше завоювання лідерства за показниками обсягів продажу.

3.6 Оцінка рівня якості інноваційного рішення

Таблиця 3.5 – Основні техніко-економічні показники нової розробки

Показник	Абсолютне значення параметра			Коефіцієнт вагомості параметра
	краще	середнє	гірше	
Твердість поверхневого шару отвору	9			20%
Циклічна довговічність	9			30%
Витрати часу на обробку			6	20%
Шорсткість поверхонь контакту		8		30%

Created by Universal Document Converter

Оцінка рівня інноваційного рішення проводиться з метою порівняльного аналізу і визначення найбільш ефективного в технічному відношенні варіанта інженерного рішення. Визначимо абсолютний та відносний рівні якості розроблюваного пристрою.

Визначимо абсолютний рівень інноваційного рішення за формулою:

$$K_{ap} = \sum_{i=1}^{n} P_{Hi} \cdot \alpha_i$$

Де P_{Hi} - числове значення і-го параметру інноваційного рішення;

n - кількість параметрів інноваційного рішення, що прийняті для оцінки;

α_i - коефіцієнт вагомості відповідного параметра.

$$К_{ар}=9\cdot0,2+9\cdot0,3+6\cdot0,2+8\cdot0,3=8,1$$

Далі визначаємо рівень якості окремих параметрів інноваційного рішення, порівнюючи його показники з абсолютними показниками якості найліпших вітчизняних та зарубіжних аналогів, основних товарів конкурентів.

Визначимо відносні одиничні показники якості по кожному параметру та занесемо їх у таблицю 4.6, для цього скористаємося формулами:

Created by Universal Document Converter

$$q_i = \frac{P_{Hi}}{P_{Бі}}$$

або

$$q_i = \frac{P_{Бі}}{P_{Hi}}$$

$P_{ні}, P_{Бі}$ - - числові значення і-го параметра відповідно нового і базового виробів.

Таблиця 3.6 – Основні технічні параметри інноваційного рішення та товару -конкурента

Показник	Варіанти		Відносний показник якості	Коефіцієнт вагомості параметра
	Базовий	новий		
Твердість поверхневого шару отвору	220НВ	260НВ	1,18	20%
Циклічна довговічність	6 млн. циклів	7 млн. циклів	1,17	30%
Витрати часу на обробку	5,1 год	5,28год	1,04	20%
Шорсткість поверхонь контакту	1,6 мкм	0,8 км	2,00	30%

Created by Universal Document Converter

$q_1=260/220=1.18$

$q_2=7/6=1.17$

$q_3=5,28/5,1=1.04$

$q_4=1,6/0,8=2,0$

Відносний рівень якості інноваційного рішення визначаємо за формулою:

$$K_{ЯВ}=\sum_{i=1}^{n} q_i \cdot \alpha_i$$

$К_{ЯВ}=1,18\cdot0,2+1,17\cdot0,3+1,04\cdot0,2+2,0\cdot0,3=1.395$

Відносний коефіцієнт показника якості інноваційного рішення більший одиниці, це означає, що інноваційний продукт якісніший базового товару конкурента на 39,5%.

3.7 Оцінка конкурентоспроможності інноваційного рішення

Конкурентоспроможність продукції – це комплексна багатоаспектна характеристика товару, що визначає його переваги на ринку порівняно з аналогічними товарами-конкурентами як за ступенем відповідності конкретній потребі, так і за витратами на їх задоволення.

Однією із умов вибору товару споживачем є збіг основних ринкових характеристик виробу з умовними характеристиками конкретної потреби покупця. Такими характеристиками для нашого пристосування є технічні параметри, а також ціна придбання та експлуатаційні витрати при використанні пристрою.

Created by Universal Document Converter

Загальний показник конкурентоспроможності інноваційного рішення з урахуванням вищевказаних груп показників можна визначити за формулою:

$$К=I_{тп}/I_{еп}$$

Де $I_{тп}$- індекс технічних параметрів (відносний рівень якості інноваційного рішення);

$I_{еп}$ – індекс економічних параметрів.

Індекс економічних параметрів визначається за формулою:

$$I_{еп} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_{неі}}{\sum_{i=1}^{n} P_{беі}}$$

$P_{беі}$ $P_{неі}$ - економічні параметри відповідно базового та нового товарів.

$$I_{еп}=2400/4000=0,6$$

$$К=1,395/0,6=2,32$$

Оскільки показник конкурентоспроможності більший 1, то наш інноваційний продукт є більш конкурентоспроможним, ніж товар конкурент.

Created by Universal Document Converter

3.8 Прогнозування витрат на виконання роботи

Розрахунок основної заробітної плати розробників.

Основна заробітна плата розробників, яка розраховується за формулою :

$$З_О = \frac{M}{T_р} \cdot t \ \text{[грн.]}, \qquad (3.5)$$

де: М – місячний посадовий оклад конкретного розробника (дослідника), грн.

$Т_р$ – число робочих днів в місяці. Приблизно $Т_р = 21 \div 22$,

t – число днів роботи розробника.

Для керівника проекту основна заробітна плата складатиме:

$$З_О = \frac{3200}{22} \cdot 16 = 2327,3 (\text{грн.}).$$

Аналогічно розраховуємо заробітну плату інших розробників. При цьому необхідно врахувати, що найбільшу частину роботи виконує інженер-технолог. Результати розрахунків зведено до таблиці 3.3.

Created by Universal Document Converter

Таблиця 3.3 – Результати розрахунків основної заробітної плати.

№	Найменування посади	Місячний посадовий оклад, грн.	Оплата за робочий день, грн	Число днів роботи	Витрати на заробітну плату, грн
1	Керівник проекту	5000	227,27	16	3636,4
2	Інженер-технолог	4250	193,18	16	3090,9
Всього					6727,3

Витрати на основну заробітну плату робітників ($З_р$) розраховуються на основі норм часу, які необхідні для виконання технологічних операцій по виготовленню одного виробу:

$$З_р = \sum_{1}^{n} t_i \cdot С_i \cdot К_с \ \ [грн.], \tag{3.6}$$

де: t_i – норма часу (трудомісткість) на виконання технологічної операції, годин; n – число робіт по видах та розрядах, $К_с$ – коефіцієнт співвідношень, який установлений в даний час Генеральною тарифною угодою між Урядом України і профспілками. $К_с=1 \div 5$. Приймаємо $К_с$ =1,37 $С_i$ – погодинна тарифна ставка робітника відповідного розряду, який виконує відповідну технологічну операцію, грн./год. $С_i$ визначається за формулою:

$$C_i = \frac{M_м \cdot K_i \cdot K_c}{T_р \cdot T_{зм}} \left[\frac{грн.}{год}\right], \tag{3.7}$$

Created by Universal Document Converter

де: $М_н$ – мінімальна місячна оплата праці, грн. $М_н = 4173$ грн. $К_і$ – тарифний коефіцієнт робітника відповідного розряду та професії, $К_с$ – мінімальний коефіцієнт співвідношень місячних тарифних ставок робітників першого розряду з нормальними умовами праці виробничих об'єднань і підприємств машинобудування до законодавчо встановленого розміру мінімальної заробітної плати. $К_с=1,37$ $Т_р$ – число робочих днів в місяці. Приблизно $Т_р = 21 \div 23$, $Т_{зм}$ – тривалість зміни, $Т_{зм} = 8$ годин.

Таблиця 3.7 - Витрати на основну заробітну плату для виготовлення однієї деталі

Обладнання	Трудомі-сткість годин	Погодина тарифна ставка	Велечина оплати,грн
Токарний з ЧПК 16К20Ф3	0,211	43,47	12,56
Токарний з ЧПК МК6801Ф3	0,108	43,47	6,42
Всього			18,98

Для всіх деталей складатимуть:

$$З_р=10800 \cdot 18,98=204984 \text{ (грн.)}$$

Додаткова заробітна плата розраховується, як 10 – 12 % від основної заробітної плати розробників:

Created by Universal Document Converter

$З_д$= 0,11·(6727,3+204984)=23288 (грн.).

Нарахування на заробітну плату склали 22 % від суми основної та допоміжної заробітної плати:

(6727,3+204984+23288)·0,22 = 51700 (грн.).

3.9 Амортизація обладнання, які використовуються під час виготовлення пристосування

У спрощеному вигляді амортизаційні відрахування в цілому можуть бути розраховані за формулою:

$$А = \frac{Ц}{Т_{н.в.}} \frac{Т_{ф.в.}}{12}$$

Де Ц – загальна балансова вартість обладнання, грн;

$Т_{фн}$ – строк корисного використання обладнання,

Для багатоцільового верстата складає 0,211 год для однієї деталі, відповідно (з врахуванням 8-годинного робочого дня і в середньому 30 днів у місяці):

0,211·10800/(8·30)=9,5 місяців

Для вертикально свердлильного верстата аналогічно:

Created by Universal Document Converter

0,108·10800/(8·30)=4,9 місяця

$Т_{нв}$ – нормативний термін використання обладнання, 12 років

Таблиця 3.4 – Амортизаційні відрахування

Найменування обладнання	Балансова вартість, грн	Термін корисного використання, років	Термін використання обладнання місяців	Величина амортизаційних відрахувань, грн.
Токарний з ЧПК 16К20Ф3	700 000	12	9,5	46181
Токарний з ЧПК МК6801Ф3	360 000	12	4,9	12250
Всього			58431	

Витрати на матеріали розраховуються по кожному виду матеріалів за формулою [20]:

$$М = \sum_{1}^{n} Н_i \cdot Ц_i \cdot К_i - \sum_{1}^{n} В_i \cdot Ц_в \text{ [грн.]}, \quad (3.8)$$

де: $Н_i$ – витрати матеріалу і-го найменування, 4,09 кг, $Ц_i$ – вартість матеріалу і-го найменування, 16 грн./кг., $К_i$ – коефіцієнт транспортних витрат, $К_i$ = 1,1. $В_i$ – маса відходів і-го найменування, 2,41 кг, $Ц_в$ – ціна відходів і-го найменування, 3 грн./кг. n – кількість видів матеріалів.

Created by Universal Document Converter

Таблиця 3.5 - Витрати на матеріал

Найменування матеріалу	Ціна за 1 кг., грн.	Витрачено, кг.	Величина відходів, кг	Ціна відходів грн./кг.	Вартість витраченого матеріалу, грн.
Сталь 40Х	16	4,09	2,41	3	19,89
Всього					19,89

Для виготовлення даного виробу підприємство використовує один вид матеріалу Сталь40Х і відповідно отримаємо:

$$М = 1,68 \cdot 16 \cdot 1,1 – 2,41 \cdot 3 = 19,89 \text{ (грн.)}.$$

А для всієї партії:

$$19,89 \cdot 10800 = 214812 \text{ (грн.)}$$

Витрати на силову електроенергію розраховуються за формулою:

$$В_е = В \cdot П \cdot Ф \cdot К_п \text{ [грн.]}, \quad (3.9)$$

де: В – вартість 1 кВт-години електроенергії. У січні 2019 року В = 2.14 грн./кВт.

П – установлена потужність обладнання, 12 кВт;

Created by Universal Document Converter

Ф – фактична кількість годин роботи обладнання при виконанні технологічних операцій, в результаті чого виготовляється один виріб;

$К_п$ – коефіцієнт використання потужності. $К_п < 1$, приймаємо 0,8.

Таблиця 3.6 – Таблиця витрат на силову електроенергію

Обладнання	Встановлена потужність, кВт	Фактична кількість годин роботи	Сума,грн
Токарний з ЧПК 16К20Ф3	12	0,211	3,71
Токарний з ЧПК МК6801Ф3	10	0,108	1,58
Всього			5.29

А для всієї партії:

$$5.29 \cdot 10800 = 57110,05 \text{ (грн.)}$$

Інші витрати можна прийняти як (100…300)% від суми основної заробітної плати розробників та робітників, які виконували дану роботу:

$$В_{ін} = (1…3)\ (З_о + З_р) \qquad (3.10)$$

$$В_{ін} = 2 \cdot\ (6727,3 + 204984) = 423423 \text{ (грн.)}$$

Усі витрати складають:

Created by Universal Document Converter

В=6727,3+204984+23288+51700+58431+214812+57110,05+423423=1040475,35(грн

3.8 *Р*озрахунок загальних витрат виконання даної роботи всіма виконавцями

Загальна вартість даної роботи визначається за $В_{заг}$ формулою:

$$B_{заг} = \frac{B}{\alpha} \qquad (3.11)$$

де α – частка витрат, які безпосередньо здійснює виконавець даного етапу роботи, у відн. одиницях. Для нашого випадку α = 0,95.

Тоді

$$В_{заг}=1040475,35/0,95=1095237,21 \text{ (грн.)}$$

передбачає прогнозування загальних витрат на розробку та впровадження результатів виконаної роботи. Прогнозування загальних витрат здійснюється за формулою:

$$ЗВ=В_{заг}/\beta \qquad (3.12)$$

де β – коефіцієнт, який характеризує етап (стадію) виконання даної роботи. Так, якщо розробка знаходиться: на стадії науково-дослідних робіт, то $\beta \approx 0,1$; на стадії технічного проектування, то $\beta \approx 0,2$; на стадії розробки конструкторської

Created by Universal Document Converter

документації, то $\beta \approx 0,3$; на стадії розробки технологій, то $\beta \approx 0,4$; на стадії розробки дослідного зразка, то $\beta \approx 0,5$; на стадії розробки промислового зразка, $\beta \approx 0,7$; на стадії впровадження, то $\beta \approx 0,8$-$0,9$.

Для нашого випадку $\beta \approx 0,5$.

Тоді:

$$ЗВ=1095237,21/0,9=1216930,23 \text{ (грн.)}$$

Тобто прогнозовані витрати на розробку технологічного процесу і отримання кришки шатуна з використанням методів поверхневої пластичної деформації складають 1216,93 тис грн.

3.9 Прогнозування комерційних ефектів від реалізації результатів розробки

Комерційний ефект розробленого способу суміщеної обробки пояснюється досягненням кращих характеристик обробленої деталі. Це дозволяє реалізовувати нашу розробку на ринку дорожче, ніж аналогічні або подібні за функціями розробки.

Аналіз місткості ринку даної продукції показує, що в даний час в Україні кількість потенційних користувачів подібних способів для зміцнення поверхонь деталей складає щороку приблизно 10800 шт. Середня ціна подібних деталей 4000 грн . Реалізовуємо наші деталі приблизно на (10…20%) дешевше, тобто за 2400 грн. При цьому повинен збільшуватися і попит на нашу розробку.

Припустимо, що наша розробка буде користуватися підвищеним попитом на ринку протягом 4-х років після впровадження. Після цього високою є

Created by Universal Document Converter

ймовірність, що іншими фахівцями будуть розроблені ще більш ефективні способи зміцнення поверхневого шару.

За нашими розрахунками, результати нашої розробки можуть бути впроваджені з 1 лютого 2020 року, а її результати будуть виявлятися протягом 2020-го, 2021-го, 2022-го та 2023-го років.

Прогноз зростання попиту на нашу розробку складає по роках:

1-й рік після впровадження (2020 р.) – приблизно 3500 шт.;

2-й рік після впровадження (2021 р.) – приблизно 3400 шт.;

3-й рік після впровадження (2022 р.) – приблизно 2100 шт.;

4-й рік після впровадження (2023 р.) – приблизно 1800 шт.

У 2024 р. ми не плануємо отримання прибутків для потенційних інвесторів, оскільки високою є ймовірність, що з'являться нові, більш якісні розробки.

Розрахуємо очікуване збільшення прибутку $\Delta П_i$, що його можна отримати потенційний інвестор від впровадження результатів нашої розробки, для кожного із років, починаючи з першого року впровадження:

$$\Delta П_i = \sum_{1}^{n} \Delta Ц_o \cdot N + Ц_o \cdot \Delta N)_i \cdot \lambda \cdot \rho \cdot (1 - \vartheta/100) \qquad (3.13)$$

де $Ц_o$ – покращення основного оціночного показника від впровадження результатів розробки у даному році. Зазвичай таким показником є збільшення ціни нової розробки, грн.; ми домовилися, що $Ц_o$ = 1600 грн;

N – основний кількісний показник, який визначає обсяг діяльності у даному році до впровадження результатів наукової розробки;

ΔN – покращення основного кількісного показника від впровадження результатів розробки;

Created by Universal Document Converter

$Ц_о$ – основний оціночний показник, який визначає обсяг діяльності у даному році після впровадження результатів розробки, грн.; $Ц_о$ = 4000 грн;

n – кількість років, протягом яких очікується отримання позитивних результатів від впровадження розробки;

λ – коефіцієнт, який враховує сплату податку на додану вартість. У 2018 році ставка податку на додану вартість встановлена на рівні 20%, а коефіцієнт λ 0,8333;

ρ– коефіцієнт, який враховує рентабельність продукту. Рекомендується приймати ρ = 0,2...0,3; візьмемо ρ = 0,25;

ϑ – ставка податку на прибуток. У 2018 році ϑ = 18%.

Тоді, збільшення чистого прибутку для потенційного інвестора $П_1$ протягом першого року від реалізації нашої розробки (2019 р.) складе:

$$\Delta П_1 = (3500 \cdot 1600) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 1377655 (\text{грн.})$$

$$\Delta П_2 = (3400 \cdot 16000) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 1338294 (\text{грн.})$$

$$\Delta П_3 = (2100 \cdot 1600) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 826593{,}1 (\text{грн.})$$

$$\Delta П_4 = (1800 \cdot 1600) \cdot 0.8333 \cdot 0.25 \cdot (1 - 18/100) = 708508{,}3 \ (\text{грн.})$$

3.10 Розрахунок ефективності вкладених інвестицій та періоду їх окупності

Розраховуємо абсолютну ефективність вкладених інвестицій $Е_{абс}$. Для цього користуються формулою:

$$Е_{абс} = ПП - PV, \qquad (3.14)$$

Created by Universal Document Converter

де ПП – приведена вартість всіх чистих прибутків від реалізації результатів розробки, грн.;

У свою чергу, приведена вартість всіх чистих прибутків ПП розраховується за формулою:

$$ПП = \sum_{1}^{T} \frac{\Delta П_i}{(1+\tau)^t} \qquad (3.15)$$

де $П_i$ – збільшення чистого прибутку у кожному із років, протягом яких виявляються результати виконаної та впровадженої роботи, грн.;

τ– період часу, протягом якого виявляються результати впровадженої наукової роботи, роки;

t– ставка дисконтування, за яку можна взяти щорічний прогнозований рівень інфляції в країні.

Для України приймемо, що t = 0,10 (або 10%);

t – період часу (в роках) від моменту отримання прибутків до точки „0”.

Тоді приведена вартість всіх можливих чистих прибутків ПП, що їх може отримати потенційний інвестор від реалізації результатів нашої розробки, складе:

$$ПП = \frac{1377655}{(1+0.1)^2} + \frac{1338294}{(1+0.1)^3} + \frac{826593{,}1}{(1+0.1)^4} + \frac{708508{,}3}{(1+0.1)^5} = 4170647 \text{ (тис. грн.)}$$

Абсолютна ефективність нашої розробки (при прогнозованому ринку збуту) складе:

Created by Universal Document Converter

$$Е_{абс} = 4170647-1216930=2\ 953,717 \text{ (тис. грн.)}$$

Оскільки $Е_{абс} > 0$, то вкладання коштів на виконання та впровадження результатів нашої розробки може бути доцільним.

Але це ще не свідчить про те, що інвестор буде зацікавлене у фінансуванні даного проекту. Він буде зацікавлений це роботи тільки тоді, коли ефективність вкладених інвестицій буде перевищувати певний критичний рівень.

Для цього розрахуємо відносну ефективність $Е_в$ вкладених у розробку коштів. Для цього скористаємося формулою:

$$E_B = \sqrt[T_ж]{1 + E_{абс} / \text{PV}} - 1 \qquad (3.16)$$

де $E_{абс}$ – абсолютна ефективність вкладених інвестицій, $E_{абс}$ 2 953,717 тис.грн.;

PV – теперішня вартість інвестицій PV = 1216,93 тис. грн.;

$Т_ж$ – життєвий цикл наукової розробки, роки.

Для нашого випадку:

$$E_B = \sqrt[2]{1 + 2923,717 / 1216,93} - 1 = 0,36 = 36\%$$

У загальному вигляді мінімальна дохідність або мінімальна (бар'єрна) ставка дисконтування τ мін визначається за формулою:

Created by Universal Document Converter

$$\tau = d + f, \quad (3.17)$$

де d – середньозважена ставка за депозитними операціями в комерційних банках; в 2018 році в Україні d = (0,20...0,27);

f – показник, що характеризує ризикованість вкладень; зазвичай, величина f = (0,05...0,2), але може бути і значно більше. Для нашого випадку отримаємо:

$$\tau \text{ мін} = 0,25 + 0,10 = 0,35 \text{ або } \square \text{ мін} = 35\%$$

.

Оскільки величина Ев = 1,14% > τ мін = 35%, то інвестор у принципі може бути зацікавлений у фінансуванні нашої розробки.

Термін окупності вкладених у реалізацію наукового проекту інвестицій розраховується за формулою:

$$T_{ок}=1/E_в$$

$$T_{ок}=1/0,36=2,21$$

Тобто у інвестора, на нашу думку, може виникнути зацікавленість вкладати гроші в дану розробку, оскільки він може отримати більші доходи, ніж якщо просто покладе свої гроші на депозит у комерційному банку

3.11 Висновок

При оцінці економічної ефективності наукового дослідження було визначено комерційний потенціал дослідження та розраховано кошторис капітальних витрат

Created by Universal Document Converter

на автоматизацію дільниці механічної обробки, а також оцінено економічну ефективність інноваційного рішення.

В розрахунку економічної ефективності було виконано прогнозування загальних витрат на виконання та впровадження результатів наукової-дослідної роботи, спрогнозовано комерційний ефект від реалізації результатів розробки та ефективність вкладених інвестицій і періоду їх окупності (2,21 роки). За результатами всіх розрахунків було виявлено доцільність проведення даної наукової-дослідної роботи оскільки вона є економічно виправданою.

Created by Universal Document Converter

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

4.1 Аналіз умов праці

Аналізуються умови праці на дільниці, де виготовляють корпус пневмоциліндра. Живлення здійснюється від 3 –х фазних і 4-х провідних мереж (220-380) з глухозаземленою нейтраллю живильного трансформатора напругою до 1000 В.

В процесі роботи виникають наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори за ГОСТ 12.0.003-74:

- Рухомі частини виробничого обладнання;
- Гострі заусенеці і кромки на поверхнях деталей;
- Температура повітря робочої зони не відповідає нормальним умовам;
- Підвищений рівень шуму на робочому місці;
- Недостатнє освітлення робочої зони;
- Підвищена загазованість робочої зони;
- Загально токсичні: оксид вуглецю;
- Паралізуючі: пари лугів
- фізичне та розумове перенапруження
- перенапруження аналізаторів
- емоційні перенавантаження.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.

4.2.1 Мікроклімат

Однією з необхідних і важливих умов для здорової і високопродуктивної праці є забезпечення чистоти повітря і підтримання нормальних метеорологічних

Created by Universal Document Converter

умов в робочій зоні. Оптимальні показники мікроклімату – показники, які розповсюджуються на всю територію робочої зони. Допустимі показники – показники, які встановлюються диференційно для постійних і непостійних робочих місць. Оптимальні величини мікроклімату встановлюються у випадках, коли по технологічних вимогах, екологічним і технологічним, економічним принципам не забезпечуються оптимальні норми.

Вологість повітря значно впливає на терморегуляцію організму людини. Дія температури навколишнього середовища залежить від супроводжуючої відносної вологості. Підвищена вологість є несприятливим фактором не тільки в умовах спеки, але й при пониженій температурі. Інтенсивність теплового випромінювання складає 100Вт/м^2 при випромінюванні тіла людини 25%.

Показники мікроклімату в виробничих приміщеннях повинні відповідати значенням, наведеним в таблиці 4.1[16].

Таблиця 4.1- Показники мікроклімату в виробничих приміщеннях.

Період року	Категор робіт	Температура					Відносна вологість		Шв. руху повіт.	
		Опт.	Допустима							
			В.м.	Н.м.	В.м.	Н.м.				
			На робочих місцях							
			Пост.	Не Пост.	Пост.	Не пост.				
теплий	2б	20-22	27	29	16	15	40-60	70	0,3	0,2-0,5
холод	2б	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0,2	>0,4

4.2.2 Розрахунок місцевої вентиляції

При металообробці в верстатах застосовується місцевий щілинний газовловлювач

Created by Universal Document Converter

«ВЦНИИОТ», який вловлює пил і гази, що містять фтористі з′єднання. В нижній площині вловлювача є щілина змінної ширини довжиною 250мм, що розміщується над поверхнею обробки на висоті 40 мм.

Призначаємо швидкість руху повітря на дільниці $V_{1=}V_{2=}V_{3=}$ 10 м/с.

Розрахунок втрат тиску на одиницю довжини і втрат на місцеві опори за формулою

$$\Delta P_M = \sum R_i \cdot L_i + \sum \xi \cdot \Delta P_{дин} \text{ (гк/м}^2\text{)} \qquad (7.1)$$

Визначаємо коефіцієнти місцевих опорів: круглі відводи $\alpha = 900,\quad R(d=2),$ $\xi_б = 0{,}15;$ витяжка із зонтом $\xi_{вш} = 1{,}15;$ газовловлювач $\xi_{гв} = 0{,}15;$ трійник $\xi_{тр} = 0{,}35.$

Визначимо загальні і місцеві опори втрати тиску в повітроводах на місцевих опорах, загальні втрати на дільницях ті заносимо дані в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2- Втрати тиску на дільниці

N дільниці	Кількість повітря м³/год	Довжина L_i м.	Швидкість V_i м/с	Діаметр повітропровода d_i мм.	Втрати тиску матер.		Динамічний тиск рідин кг/м²	Сума коефіцієнтів місц. опорів	Втрати тиску на місцях опорів Z мг/м³	Загальні втрати тиску на дільниці	Сумарні втрати
					На 1/R	На всій ділянці					
1	339	5,9	12	100	2,01	11,8	8,81	0,45	3,96	6	1576
2	339	10,5	12	100	2,01	21,1	8,81	0,4	3,5	24,6	40,36
3	678	2,5	12,2	140	1,36	3,4	91	13	11,83	15,2	55,59

Визначаємо продуктивність та повітряний тиск вентилятора[17].

Created by Universal Document Converter

$$L_B = (1,05...1,1)L_M = 711,9...745,8 \text{ м}^3/\text{год}.$$

$$\Delta P_B = (1,1...1,5)\Delta P_M = 61,15...63,94 \text{ кг/м}^3.$$

Для заданих продуктивності і тиску вибираємо вентилятор Ц-4-70л/2,5 з ККД=0,6 і числом обертів n=2800 об/хв.

Визначаємо потрібну потужність вентилятора

$$W_B = \frac{L_B \cdot p_B}{3600 \cdot 10^2 \cdot \eta_B} = \frac{745,8 \cdot 59,74}{3600 \cdot 10^2 \cdot 0,6} = 0,2 \text{ кВт}.$$

Визначаємо потужність електродвигуна

$$W_{ЕД} = \frac{W_B \cdot K_з}{\eta_B \cdot \eta_{КП}} = \frac{0,2 \cdot 1,2}{0,97 \cdot 0,950} = 0,26 \text{ кВт}.$$

η_B – ККД підшипників вентилятора

$\eta_{КП}$ – ККД клинопасової передачі

Для вентилятора Ц-4-70л/2,5 вибираємо електродвигуни типу АОП-12.2, потужністю 0,4 кВт і числом обертів n=2800 об/хв.

4.2.3 Природне і штучне освітлення (СНіП 2-4-79).

Нормування природного освітлення:

- характеристика зорової роботи: робота дуже високої точності;
- найменший розмір об'єкту розрізнення: від 0,15 до 0,3 мм;

Created by Universal Document Converter

- розряд зорової роботи: II б:

- вид природного освітлення: бокове;

- КПОн = 2,5% (для суміщеного освітлення КПОн~1,5%);

- пояс світлового клімату-4 (північніше 50° широти), коефіцієнт світового клімату т = 0,9 ;

- так як вікна орієнтовані на північ і південь, то азимут 90, звідки коефіцієнт сонячності С = 0,75;

- нормоване значення КПО для даного поясу світлового клімату -1, 0125%.

Нормування штучного освітлення:

- характеристика зорової роботи: робота дуже високої точності;

- найменший розмір об'єкту розрізнення; від 0,15 до 0,3мм;

- розряд зорової роботи: IIб;

- характеристика фону: середній;

- контраст з об'єктом розрізнення- середній;

- освітленість при загальному освітленні повинна дорівнювати 750лк , при комбінованому 3000 лк.

На верстатах використовуємо для місцевого освітлення лампи розжарювання . Природне освітлення проводиться через вікна розмірами 3,5 х 3,2м.

4.2.4 Захист від виробничого шуму.

Основним джерелом виробничого шуму є виробниче обладнання. При проектування виробниче обладнання слід керуватися вимогами санітарних норм.

Допустимі рівні звукового тиску в октавних полісах частот, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях в виробничих приміщеннях на території підприємства приведено в таблиці 4.5. Шум нормується за СНіП3223-85.

Created by Universal Document Converter

Таблиця 4.5- Значення рівнів звукового тиску.

Рівні звукового тиску, дБ в октавних полосах, Гц									Рівні звуку і еквівалент дБ(А)
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Найбільш ефективне зниження шуму досягається шляхом установки звукоізолюючих перешкод, перегородок, кожухів, кабін[17] .

4.2.5 Вібраційна безпека за ГОСТ12.1.012-90.

У відповідності з санітарними нормами, правилами техніки безпеки та іншими нормативними документами визначимо критерії оцінки у відповідності з характером умов праці.

Таблиця 4.6 - Критерії оцінки

Категорія вібрацій, Критерій оцінки	Характеристика умов праці	Приклади джерел вібрації
3 тип «а» границя зниження ККД	Технологічна вібрація, що впливає на оператора	Металообробні верстати ел. Обладнання, вентилятори

Таблиця 4.7 Значення норм вібраційного навантаження на оператора

Вид вібрації	Категорія вібраціїї	Напрям вібрації	Нормат-ні коригувальні по величині частоти значень			
			Віброприскорення		Віброшвидкість	
			м/с^2	рівень дБ	м/с 10^{-2}	рівень, дБ
Загальна	3 тип «а»	Z_0, Y_0, X_0	0,1	100	0,2	92

Created by Universal Document Converter

Санітарні норми показників вібраційного навантаження на операторів (локальна вібрація) для восьмигодинного робочого дня наведено в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 - Значення норм локального вібраційного навантаження.

Середньогеометричні частоти у октавних полосах, Гц	Нормативні значення			
	Віброприскорення		Віброшвидкість	
	$м/с^2$	рівень, дБ	$м/с\ 10^{-2}$	рівень, дБ
16	1,4	123	1,4	109
31,5	27	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	153	1,4	109
500	42,5	159	1,4	109
1000	85	163	1,4	109

4.3 Організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи.

4.3.1 Вимоги до використання електрообладнання.

Представлена дільниця по небезпеці ураження електричним струмом відноситься до особливо небезпечних приміщень. Тут існує струмопровідна підлога і можливе одночасне торкання оператором до заземлених механізмів та металевих корпусів електрообладнання. До електрообладнання висуваються наступні вимоги :

- необхідність занулення, що запобігає ураженню електричним струмом оператора згідно ПУЕ занулення являється ефективною мірою захисту при живленні електрообладнання 3-х фазних і 4-х провідних мереж (220/380) з глухо заземленою нейтраллю живильного трансформатора напругою до 1000 В;
- в електричній схемі обладнання має бути передбачено блокуючий пристрій на випадок падіння або збільшення напруги в мережі живлення.

Created by Universal Document Converter

Виробниче обладнання повинне забезпечуватись засобами аварійної сигналізації. Органи управління повинні забезпечувати надійність пусків і швидкість зупинки , але мають бути простими в користуванні, оператор не повинен прикладати великих зусиль для їх переміщення. Також органи керування повинні бути відповідним чином марковані, або мати відповідні написи.

Органи аварійного керування СТОП повинні бути забарвленні в червоний колір та мати зручну форму для аварійного відключення.

4.4 Дії в надзвичайних ситуаціях при радіації

Організм людини, рослинний і тваринний світ постійно зазнають дії іонізуючого випромінювання, яке складається з природної (космічне випромінювання, випромінювання радіоактивних газів з верхніх шарів земної кори) і штучної (рентгенівські апарати, телевізійні прилади, радіоізотопи, атомоходи, атомні електростанції, ядерні випробування) радіоактивності.

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і молюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою - в організм людини. При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості:

- навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі;
- наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого

Created by Universal Document Converter

випромінювання;

- випромінювання має генетичний ефект;
- органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання;
- окремі організми неоднаково реагують на опромінювання;
- опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Деякі речовини харчових продуктів (пектинові, барвники) утворюють нерозчинні сполуки зі стронцієм, кобальтом, свинцем, кальцієм та іншими важкими металами, які не перетравлюються і виводяться з організму. Отже, ці речовини виконують радіозахисну функцію. Тому пектин, а також пектиномісткі продукти (чорна смородина, аґрус, полуниці та ін.), використовують у спеціальному харчуванні для виведення радіоактивних елементів з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини

Created by Universal Document Converter

організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямої дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

4.4.1 Розрахунок режимів радіаційного захисту

Під режимом роботи в виробничому приміщенні в умовах радіоактивного забруднення розуміють порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку персоналу з використанням засобів захисту, що зменшує ураження людей і скорочує вимушену зупинку виробництва.

Можлива доза опромінення працівників механообробного цеху в заданих умовах при роботі у режимі 2 зміни по 12 год. складає

$$Д_м = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)}{K_{пос}} = \frac{1,33 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - 1 \right)}{8} = 0,97 \text{ (мР)},$$

де $t_п$=1 год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_к$=1+12=13 год. – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1.max}$=1 мР/год. – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення;

$К_{пос}$=8 – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації, при якому можлива робота в звичайному режимі

$$p_{гр} = \frac{Д_{доп} \cdot K_{пос}}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)} = \frac{0,5 \cdot 8}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)} = 0,55 \text{ (мР/год)}.$$

Згідно проведеного розрахунку можлива доза опромінення персоналу $Д_м > Д_{доп}$(0,97>0,5) та рівень радіоактивного забруднення $p_{1max} > p_{гр}$(1>0,55)

Created by Universal Document Converter

перевищують допустимі норми, тому робота працівників механообробного цеху в режимі 2 зміни по 12 год. неможлива. Для продовження виробничої діяльності підприємства необхідно введення в дію режимів радіаційного захисту.

Розрахунок режимів радіаційного захисту працівників підприємства проведемо в такій послідовності.

Для кожної зі скорочених змін необхідно визначити час початку робочої зміни ($t_п$), час кінця робочої зміни ($t_к$), тривалість роботи зміни ($t_р$) та можливу дозу опромінення зміни ($Д_м$).

Час початку роботи першої зміни визначається за коефіцієнтом α:

$$\alpha = \frac{Д_{доп} \cdot K_{пос}}{1,33 \cdot p_{1max}} = \frac{0,5 \cdot 8}{1,33 \cdot 1} = 3.$$

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_п$=1 год.

Для 1-ї скороченої зміни: час початку роботи $t_{п1}$ = 1 год.

Час закінчення роботи

$$t_{k1} = \left(\frac{Д_{доп} \cdot K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п1}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 8 + 1,33 \cdot 1 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 1} \right)^{\frac{4}{3}} = 6,33 \approx 6 \left(год\right).$$

Тривалість роботи $t_{р1} = t_{к1} - t_{п1}$= 6 - 1=5 (год).

Можлива доза опромінення

$$Д_{м1} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k1}^3} - \sqrt[4]{t_{п1}^3} \right)}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt[4]{6^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)}{8} = 0,485 \left(мР\right).$$

Для 2-ї зміни: час початку роботи $t_{п2} = t_{п1} + t_{р1}$=1+5=6 (год).

Час закінчення роботи

Created by Universal Document Converter

$$t_{k2}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1{,}33\cdot p_{1\max}\cdot\sqrt[4]{t_{п2}^3}}{1{,}33\cdot p_{1\max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0{,}5\cdot 8+1{,}33\cdot 1\cdot\sqrt[4]{6^3}}{1{,}33\cdot 1}\right)^{\frac{4}{3}}=12{,}9\approx 12{,}5\left(\text{год}\right)$$

Тривалість роботи $t_{р2} = t_{к2} - t_{п2}$=12,5-6=6,5 (год).

Можлива доза опромінення

$$Д_{м2}=\frac{1{,}33\cdot p_{1\max}\cdot\left(\sqrt[4]{t_{k2}^3}-\sqrt[4]{t_{n2}^3}\right)}{K_{посл}}=\frac{1{,}33\cdot 1\cdot\left(\sqrt[4]{12{,}5^3}-\sqrt[4]{6^3}\right)}{8}=0{,}48\left(\text{мР}\right).$$

Для 3-ї зміни: час початку роботи $t_{п3} = t_{п2} + t_{р2}$=6+6,5=12,5 (год).

Час закінчення роботи

$$t_{k3}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1{,}33\cdot p_{1\max}\cdot\sqrt[4]{t_{n3}^3}}{1{,}33\cdot p_{1\max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0{,}5\cdot 8+1{,}33\cdot 1\cdot\sqrt[4]{12{,}5^3}}{1{,}33\cdot 1}\right)^{\frac{4}{3}}=20{,}4\approx 20\left(\text{год}\right)\cdot$$

Тривалість роботи $t_{р3} = t_{к3} - t_{п3}$=20-12,5=7,5 (год).

Можлива доза опромінення

$$Д_{м3}=\frac{1{,}33\cdot p_{1\max}\cdot\left(\sqrt[4]{t_{k3}^3}-\sqrt[4]{t_{n3}^3}\right)}{K_{посл}}=\frac{1{,}33\cdot 1\cdot\left(\sqrt[4]{20^3}-\sqrt[4]{12{,}5^3}\right)}{8}=0{,}47\left(\text{мР}\right).$$

Для 4-ї зміни: час початку роботи $t_{п4} = t_{п3} + t_{р3}$=12,5+7,5=20 (год).

Час закінчення роботи

$$t_{k4}=\left(\frac{Д_{доп}\cdot K_{пос}+1{,}33\cdot p_{1\max}\cdot\sqrt[4]{t_{n4}^3}}{1{,}33\cdot p_{1\max}}\right)^{\frac{4}{3}}=\left(\frac{0{,}5\cdot 8+1{,}33\cdot 1\cdot\sqrt[4]{20^3}}{1{,}33\cdot 1}\right)^{\frac{4}{3}}=28{,}65\approx 28{,}5\left(\text{год}\right)\cdot$$

Created by Universal Document Converter

Тривалість роботи $t_{р4} = t_{к4} - t_{п4}$=28,5-20=8,5 (год).

Можлива доза опромінення

$$Д_{м4} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k4}^3} - \sqrt[4]{t_{n4}^3} \right)}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt[4]{28,5^3} - \sqrt[4]{20^3} \right)}{8} = 0,48(\text{мР}).$$

Для 5-ї зміни: час початку роботи $t_{п5} = t_{п4} + t_{р4}$=20+8,5=28,5 (год).

Час закінчення роботи

$$t_{k5} = \left(\frac{Д_{доп} \cdot K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{n5}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 8 + 1,33 \cdot 1 \cdot \sqrt[4]{28,5^3}}{1,33 \cdot 1} \right)^{\frac{4}{3}} = 38,4 \approx 38(\text{год})$$

Тривалість роботи $t_{р5} = t_{к5} - t_{п5}$=38-28,5=9,5 (год).

Можлива доза опромінення

$$Д_{м5} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k5}^3} - \sqrt[4]{t_{n5}^3} \right)}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt[4]{38^3} - \sqrt[4]{28,5^3} \right)}{8} = 0,47(\text{мР}).$$

Для 6-ї зміни: час початку роботи $t_{п6} = t_{п5} + t_{р5}$=28,5+9,5=38 (год).

Час закінчення роботи

$$t_{k6} = \left(\frac{Д_{доп} \cdot K_{пос} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{n6}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 8 + 1,33 \cdot 1 \cdot \sqrt[4]{38^3}}{1,33 \cdot 1} \right)^{\frac{4}{3}} = 48,9 \approx 48,5(\text{год})$$

Тривалість роботи $t_{р6} = t_{к6} - t_{п6}$=48,5-38=10,5 (год).

Можлива доза опромінення

Created by Universal Document Converter

$$Д_{м6} = \frac{1{,}33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k6}^3} - \sqrt[4]{t_{n6}^3} \right)}{K_{посл}} = \frac{1{,}33 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt[4]{48{,}5^3} - \sqrt[4]{38^3} \right)}{8} = 0{,}49 (\text{мР}).$$

Для 7-ї зміни: час початку роботи $t_{п7} = t_{п6} + t_{р6}$=38+10,5=48,5 (год).

Час закінчення роботи

$$t_{k7} = \left(\frac{Д_{доп} \cdot K_{пос} + 1{,}33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{n7}^3}}{1{,}33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0{,}5 \cdot 8 + 1{,}33 \cdot 1 \cdot \sqrt[4]{48{,}5^3}}{1{,}33 \cdot 1} \right)^{\frac{4}{3}} = 60{,}43 \approx 60{,}5 (\text{год}) \cdot$$

Тривалість роботи $t_{р7} = t_{к7} - t_{п7}$=60,5-48,5=12 (год).

Можлива доза опромінення

$$Д_{м7} = \frac{1{,}33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{k7}^3} - \sqrt[4]{t_{n7}^3} \right)}{K_{посл}} = \frac{1{,}33 \cdot 1 \cdot \left(\sqrt[4]{60{,}5^3} - \sqrt[4]{48{,}5^3} \right)}{8} = 0{,}505 (\text{мР}).$$

За результатами проведеного розрахунку роботу підприємства в дві зміни по 12 год. можна буде розпочинати через 38 год. після радіоактивного забруднення. Після того, як відпрацює 6-та скорочена зміна до роботи приступить 7-ма повна зміна.

Для захисту працівників в таких умовах роботи також необхідно вжити додаткових заходів, таких як:

- евакуювати працівників, що не зайняті на виробництві;
- зміну, що відпочиває укрити в сховищі;
- надати працівникам засоби індивідуального захисту;
- систематично проводити прибирання у виробничих приміщеннях;
- загерметизувати виробниче приміщення і обладнати вентиляційну систему фільтрами;
- здійснити йодну та медикаментозну профілактику персоналу;
- обмежити перебування працівників на відкритій місцевості.

Created by Universal Document Converter

4.5 Висновки

За результатами проведеного розрахунку визначено, що роботу підприємства в дві зміни по 12 год. можна буде розпочинати через 38 год. після радіоактивного забруднення. Після того, як відпрацює 6-та скорочена зміна до роботи приступить 7-ма повна зміна. Проаналізовано умови праці, розраховано освітлення, вентиляцію.

Created by Universal Document Converter

ВИСНОВКИ

В запропонованій магістерській кваліфікаційній роботі в повній мірі використані всі сучасні тенденції розвитку машинобудування та досягнення комп'ютерних технологій. Враховуючи серійність виробництва та сучасні тенденції, запропонований технологічний процес орієнтований на використання гнучкого виробництва на базі верстатів з ЧПК.

Отже, в результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи розроблено модернізований технологічний процес механічної обробки деталі Вал, який дозволяє знизити собівартість та трудомісткість механічної обробки, та підвищити продуктивність праці. Крім цього, розраховані технологічні параметри, що потрібні для виготовлення даної деталі. Поставлені та послідовно розв'язані такі задачі: за кресленням деталі, її масою та програмою випуску визначено, що тип виробництва серійне; серед існуючих способів виготовлення заготовки деталі «Вал» вибраний прокат рми, який економічно доцільніший; на основі аналізу існуючих типових процесів механічної обробки деталей подібних до заданої деталі розроблено технологічний процес механічної обробки. Виконаний розмірний аналіз технологічного процесу механічної обробки та визначені режими різання на його переходах.

Для фінішної обробки використано обкочування. Для вибору оптимальних показників точності досліджено вплив технологічних параметрів на використаний ресурс пластичності отримуваної поверхні. Це дозволило обрати оптимальні режими обробки і отримати якісну поверхню

Created by Universal Document Converter

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. О.В.Сердюк Дослідження процесу розкочування / Сердюк О.В., Токар О.О., Токар О.О. // XLVII науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області(березень2018р.). Режим доступу до журн.:https://conferences. vntu.edu.ua/index.php/all-fmt/all-fmt-2018/paper/view /4510/ 3607

2. Підвищення надійності деталей машин поверхневим пластичним деформуванням: Навчальний посібник для студентів спеціальностей 7.090202 „Технологія машинобудування”, 7.090203 „металорізальні верстати та системи”/ І.С. Афтаназів, А.П. Гавриш, П.О. Китичок і ін. – Житомир:ЖІТІ, 2001 – 516 с.

3. Браславский В. М. Технологія обкатування великих деталей роликами. М., «Машинобудування», 1975. 159 с. з іл.

4. Смелянский В.М. Механика упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием, - М.: Машиностроение, 2002. – 300 с.

5. Алиев И.С., Сивак Р.И. Оценка пластичности при поверхностной пластической деформации// Известия ТулГУ. Сер «Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением». – Тула: Тул ГУ. – 2004. – С. 150-156

6. Сухоруков С. И. Влияние параметров разбиения конечно-элементной модели на точность результатов моделирования процесса поперечно-клиновой прокатки / С. И. Сухорков, И. О. Сивак, Е. И. Коцюбивская // Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. – Краматорск: ДГМА, 2012. - №3 (32). – С. 35 – 39. ISSN 2076 – 2151.

7. Смелянський Вадим Михайлович. Механіка упрочнения деталей поверхностным пластическим деформированием: монографія / В.М. Смелянский. – М.: Машиностроение, 2002. – 300 с. – ISBN 5-217-03065-8.

Created by Universal Document Converter

8. Сердюк О. В. Моделирование процесса деформирования поверхностного слоя при обкатке цилиндрическим роликом // Обработка материалов давлением. – 2012. – № 3 (32).

9. . Огороднiков В. А. Напружений стан на кінцевій стадії видавлювання різевих канавок на внутрішній поверхні / В.А. Огороднiков, В. Г. Нагайчук, М. В. Любін // Вісник вінницького політехнічного інституту, 1996. - №4. – С. 53-55.

10. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач,- Киев «Выща школа». 1999.–247 с.

11. Економічне обгрунтування інноваційних рішень в машинобудуванні. Методика і особливості виконання курсової роботи: навчальний посібник / В.В.Кавецький, В.О.Козловський – Вінниця: ВНТУ, 2013.-100 с.

12. Методичні вказівки до виконання курсової роботи з дисципліни «САПР технологічної підготовки машинобудівного виробництва» / Укладачі: О. В. Петров, Л. Г. Козлов, Д. О. Лозінський. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 60с.

13. Дусанюк Ж.П. Посібник до практичних занять з дисципліни " Механоскладальні дільниць та цехи в машинобудуванні"/ Ж.П. Дусанюк, С.В. Дусанюк, С.В Репінський, О.В. Сердюк – Вінниця: ВНТУ, 2011 – 142 с.

14. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку : ГОСТ 26645-85. — [Чинний від 1987-07-01]. — М. : Изд-во стандартов, 1987. — 53 с.

15. Дусанюк Ж. П. Проектування та виробництво заготовок деталей машин. Литі заготовки : навчальний посібник / [Дусанюк Ж. П., Шиліна О. П., Репінський С. В. та ін.]. — Вінниця : ВНТУ, 2009. — 199 с.

16. Руденко П.А. Проектирование и производство заготовок в машиностроении / П.А. Руденко, Ю.А. Харламов, В.М. Плескач,- Киев «Выща школа». 1999.–247 с.

Created by Universal Document Converter

17. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении / [Бабук В. В., Шкред В. А., Кривко Г. П., Медведев А. И.] ; Под ред. В. В. Бабука. Минск : Вышэйшая школа, 1987.— 255 с.

18. Дерібо О. В. Технологія машинобудування. Курсове проектування / Дерібо О. В., Дусанюк Ж. П, Пурдик В. П. — Вінниця, 2012. — 122 с.

19. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Изд. 3-е переработ. Том 2. [Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова]. М., «Машиностроение», 1985.— 496с.

20. “Общестроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым управлением”, часть 2, Москва 1990.

21. “Режимы резания металлов”, справочник, под. ред. Ю.В.Барановского, Москва 1972.

22. “Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство”, Москва 1984.

23. “Общестроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым управлением”, часть 1, Москва 1990.

24. Руденко П. А. Проектирование технологических процессов в машиностроении / П. А. Руденко — К. : Вища школа, 1985. — 255 с.

25. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справ. Пособие– Мн: Беларусь, 1991

26. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – М.: Машиностроения, 1971.

Created by Universal Document Converter

27. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник в 2-х томах. Т1/ Б.Н. Вардашкин, А.А.Шатилов. М.: Машиностроение, 1984. – 592с.

28. Корсаков В.С. Основы конструирования приспособлений. М.: Машиностроение, 1983. – 276с.

29. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах. Изд. 3-е переработ. Том 1. [Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова]. М., «Машиностроение», 1972.— 694с.

30. Козловський В. О. Методичні вказівки до виконання студентами - магістрантами наукового напрямку економічної частини магістирських кваліфікаційних робіт. / В.О.Козловський - Вінниця: ВНТУ, 2012.- 22 с.

31. Закон України «Про оплату праці» від 24.03.1995, № 108/95-ВР. [сайт]. Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/108/95-Вр. Назва з екрану.

32. Методичні вказівки до оформлення курсових проектів (робіт) у Вінницькому національному технічному університеті /Уклад. Г. Л. Лисенко, А. Г. Буда, Р. Р. Обертюх, - Вінниця: ВНТУ, 2006. - 60 с.

33. Терещенко О. П. Методичні вказівки щодо опрацювання розділу “Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях” в дипломних проектах і магістерських роботах студентів машинобудівельних спеціальностей. / О.П. Терещенко, О.В. Кобилянський – Вінниця: ВНТУ, 2014.- 45 с.

Created by Universal Document Converter

Додатки

Created by Universal Document Converter

Додаток А

Технічне завдання

Created by Universal Document Converter

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра технологій та автоматизації машинобудування

ЗАТВЕРДЖУЮ
зав. кафедри ТАМ

д.т.н., проф. Л.Г.Козлов

_____
(підпис)
«____» _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

Удосконалення технології отримання заготовки і виготовлення деталі типу «Вал 12.54АС» з використанням CALS-технології
08-26.МКР.025.00.000 ТЗ

Керівник роботи: к.т.н., проф. каф. ТАМ
Бурєнніков Ю.А._____
«____» _____ 20__ р.
Виконавець: студент 2 курсу, групи 2ПМ-18м
спеціальності 131 – «Прикладна механіка»
Токар О.О. _____
«____» _____ 20__ р.

Вінниця ВНТУ 2019

Created by Universal Document Converter

1. Підстава для виконання магістерської кваліфікаційної роботи

а) потреба в зниженні собівартості виконання операцій механічної обробки заготовки деталі «Вал 12.54АС» за рахунок використання сучасного варіанту виготовлення заготовки та металорізального обладнання, інструменту, оснащення, та досягнення меншої шорсткості для поверхонь, що є парами тертя;

б) наказ про затвердження теми магістерської кваліфікаційної роботи.

2. Мета і призначення МКР

а) модернізація технологічного процесу механічної обробки для зниження технологічної собівартості завдяки застосуванню сучасних технологій і нових методів обробки заготовок;

б) розробка призначена для застосування на машинобудівних підприємствах України.

3. Вихідні дані для виконання МКР

Робоче креслення деталі «Вал 12.54АС».

Необхідність розгляду альтернативних варіантів способу поверхневого зміцнення поверхонь та вибору найбільш оптимального.

4. Вимоги до виконання МКР

МКР повинно використовувати математичні моделі, схеми та рішення, адекватність яких підтверджена попередніми дослідженнями, обґрунтованими висновками, експериментальними даними.

5. Етапи МКР та очікувані результати

№ етапу	Назва етапу	Термін виконання		Очікувані результати
		початок	кінець	
1	Основні теоретичні та практичні дослідження проведені попередниками			Формування задачі досліджень, розділ 1 ПЗ
2	Методика теоретичних (експериментальних) досліджень об'єкту вивчення			Об'єкт дослідження, розділ 2
3	Математичне моделювання та аналіз результатів дослідження			розділ 3, публікація результатів
4	Підготовка економічної частини			розділ 4, апробація
5	Підготовка розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях			розділ 5
6	Оформлення пояснювальної записки, графічного матеріалу та презентації			пояснювальна записка

Created by Universal Document Converter

6. Матеріали, що подаються до захисту МКР

Пояснювальна записка МКР і ілюстративні матеріали, протокол попереднього захисту МКР на кафедрі, відзив наукового керівника, відзив рецензента, анотації до МКР українською та іноземною мовами, довідка про відповідність оформлення МКР діючим вимогам.

7. Порядок контролю виконання та захисту МКР

Виконання етапів науково-дослідницької частини МКР контролюється науковим керівником згідно зі встановленими термінами. Представлення МКР на захист відбувається після проходження попереднього захисту на засіданні кафедральної комісії та її позитивного висновку. Готова робота, з усіма необхідними компонентами і підписами подається на кафедри за два дні до захисту. Захист МКР відбувається на засіданні Державної екзаменаційної комісії, затвердженої наказом ректора.

8. Вимоги до оформлення МКР

Вимоги викладені в «Положенні про порядок підготовки магістрів у Вінницькому національному технічному університеті» з урахуванням змін, що подані у бюлетені ВАК України № 9-10, 2011р. та на основі ДСТУ 3008:2015.

9. Вимоги щодо технічного захисту інформації в МКР з обмеженим доступом

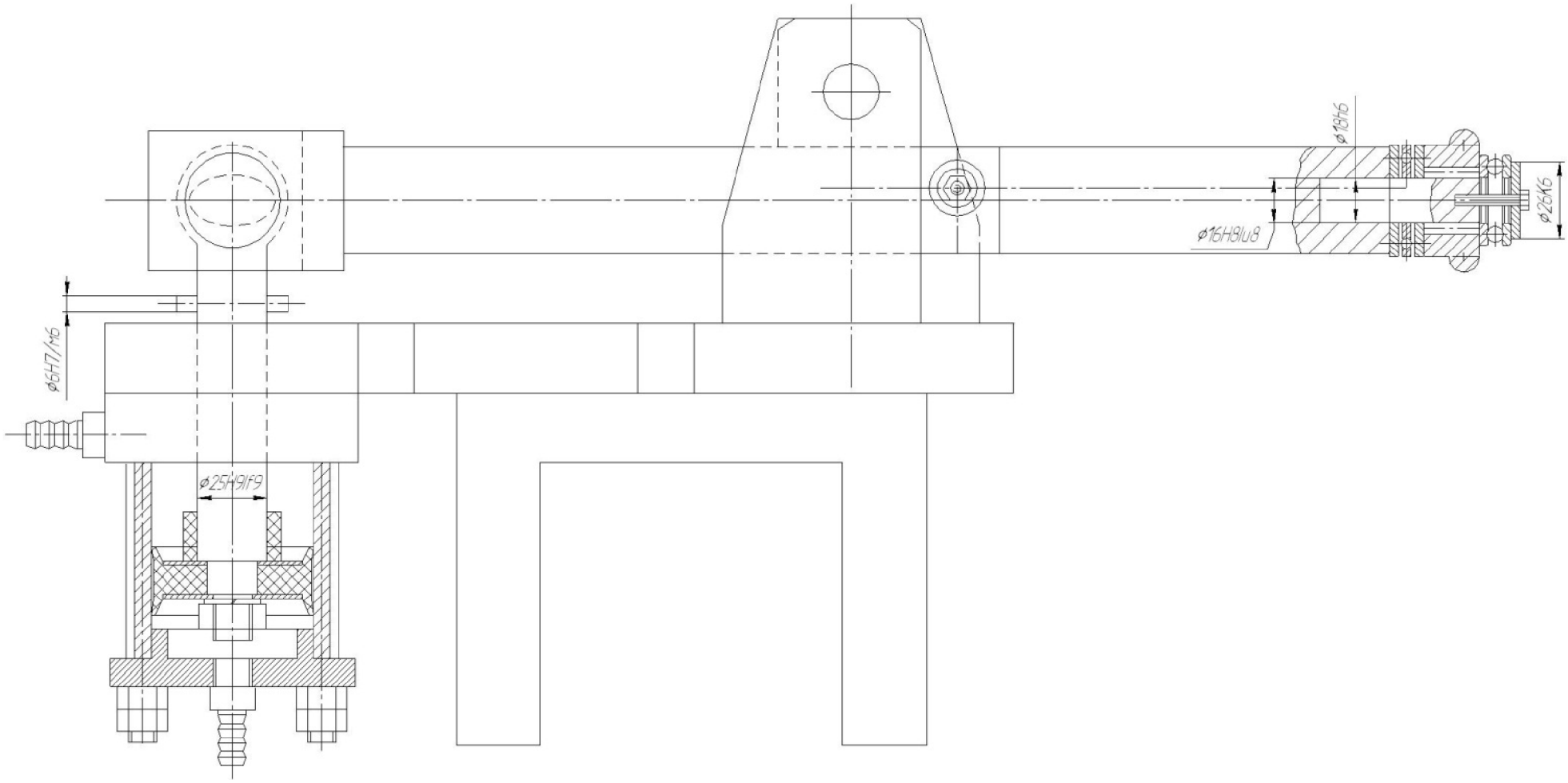
Відсутні.

Created by Universal Document Converter

Додаток Б

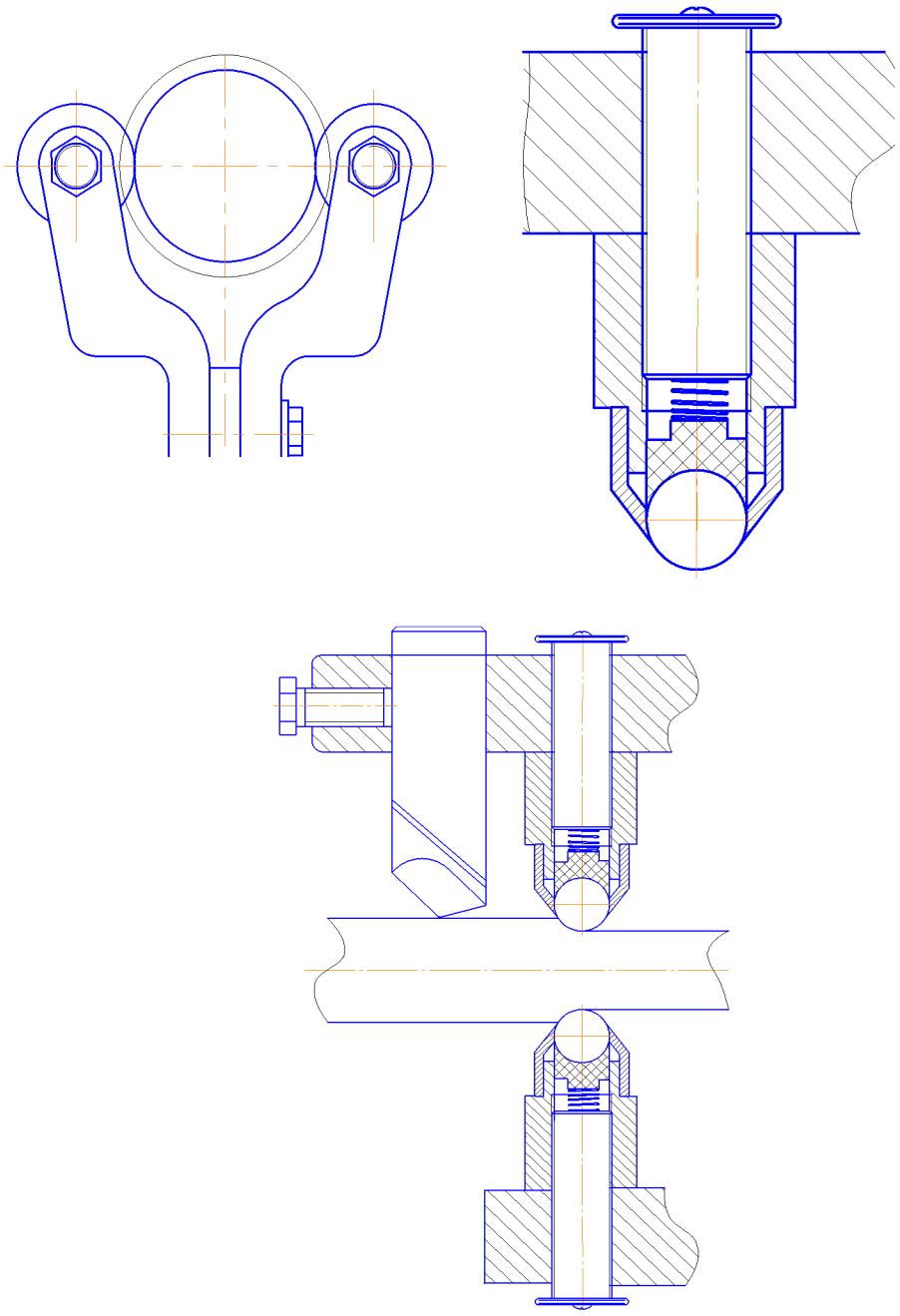
Графічна частина

Created by Universal Document Converter



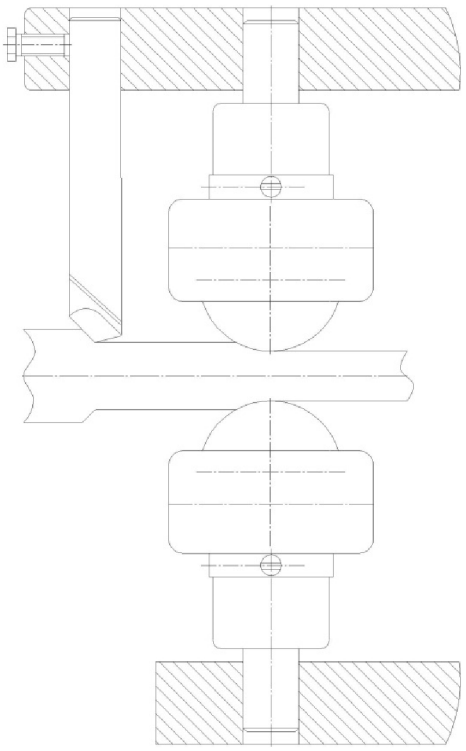
Пристосування для обкочування

Created by Universal Document Converter

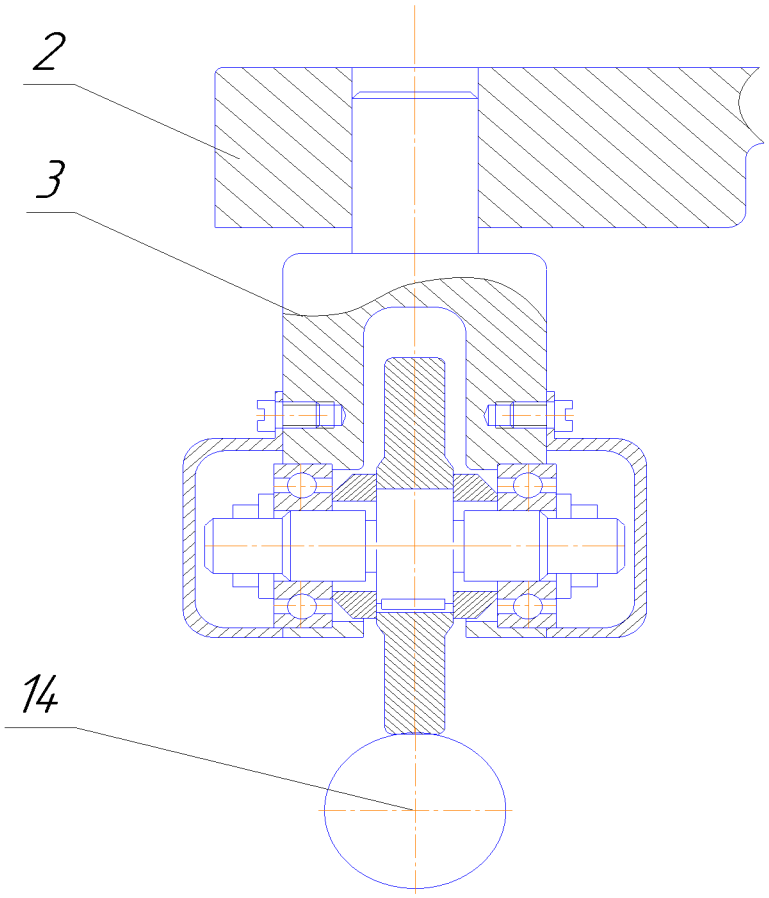


Пристосування для одночасного точіння та обкочування валів

Created by Universal Document Converter

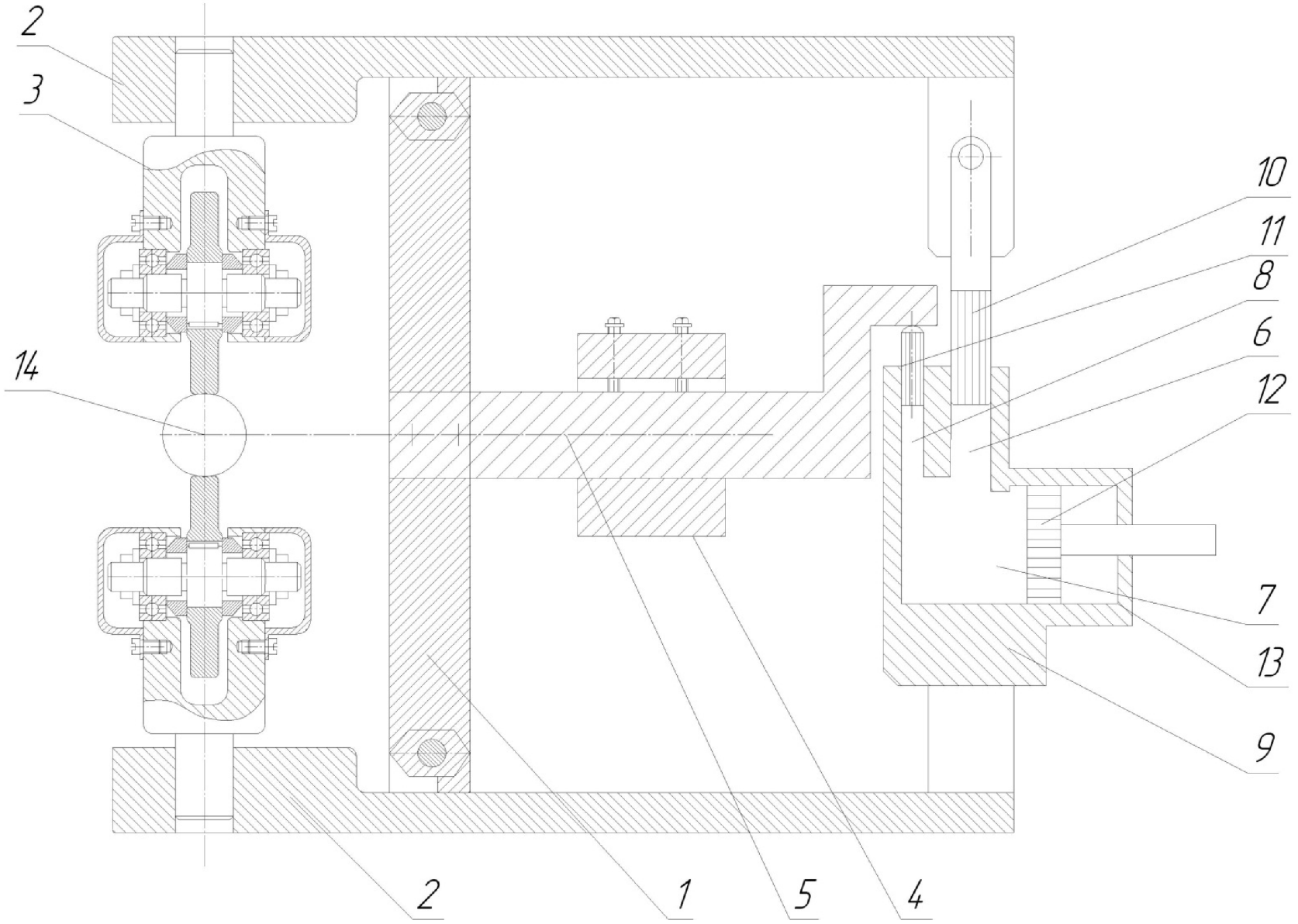


Пристосування для одночасного точіння та обкочування валів



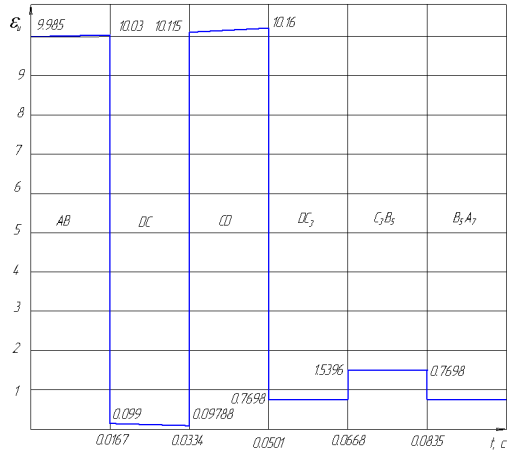
Кріплення ролика

Created by Universal Document Converter

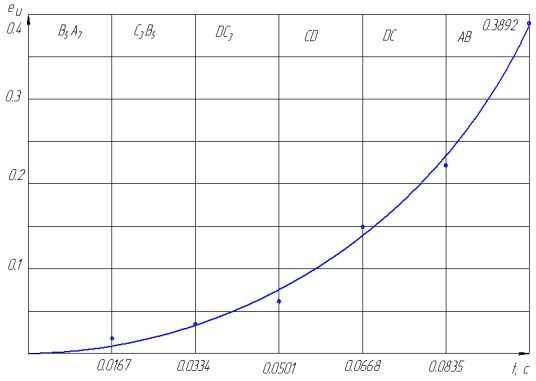


Пристосування для суміщеного обкочування роликами

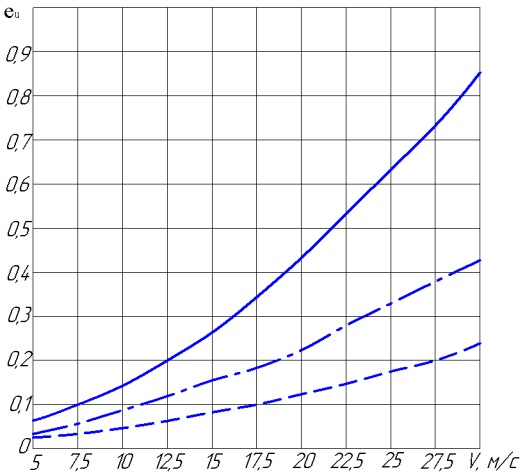
Created by Universal Document Converter



Інтенсивність швидкостей деформацій в поверхневому шарі

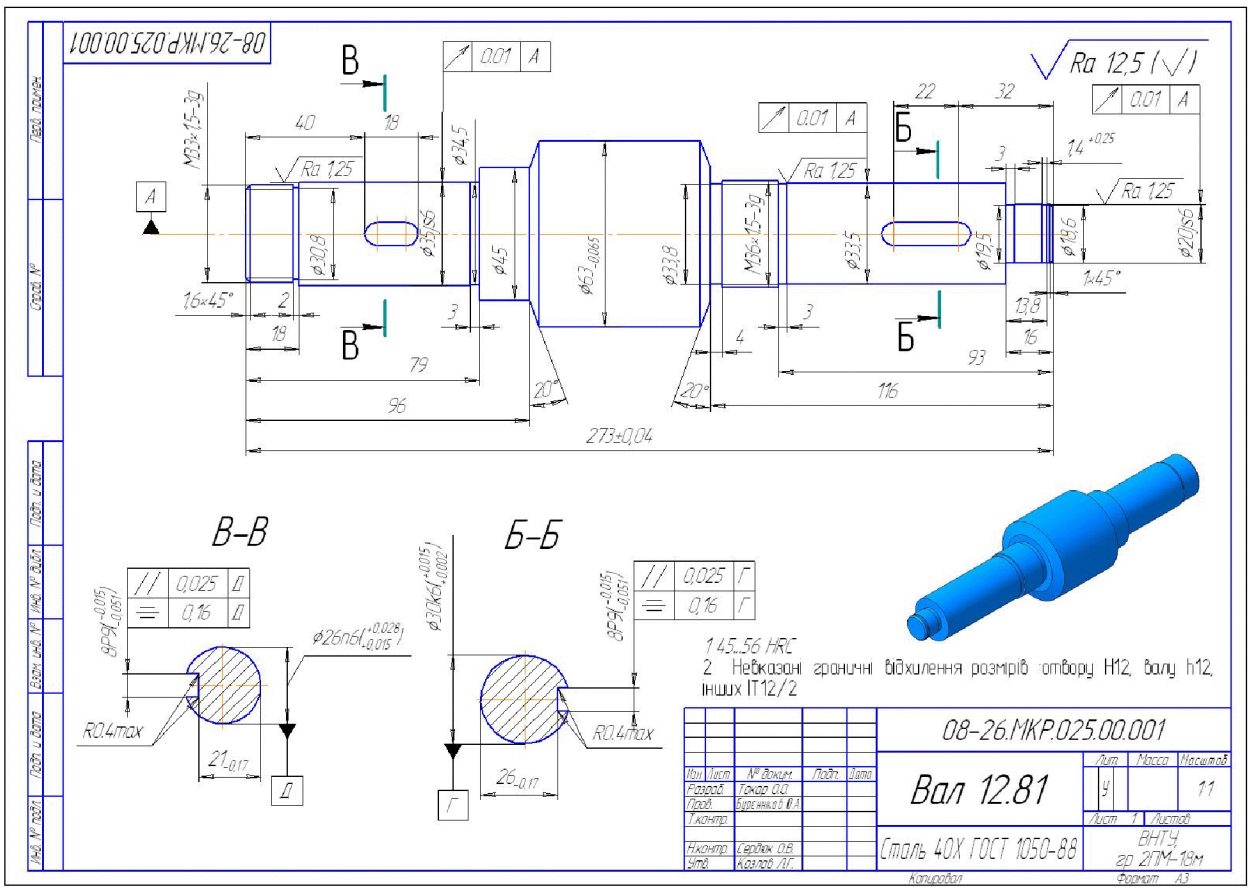


Накопичена пластична деформація в поверхневому шарі



Залежність накопиченої пластичної деформації від лінійної швидкості та діаметра ролика

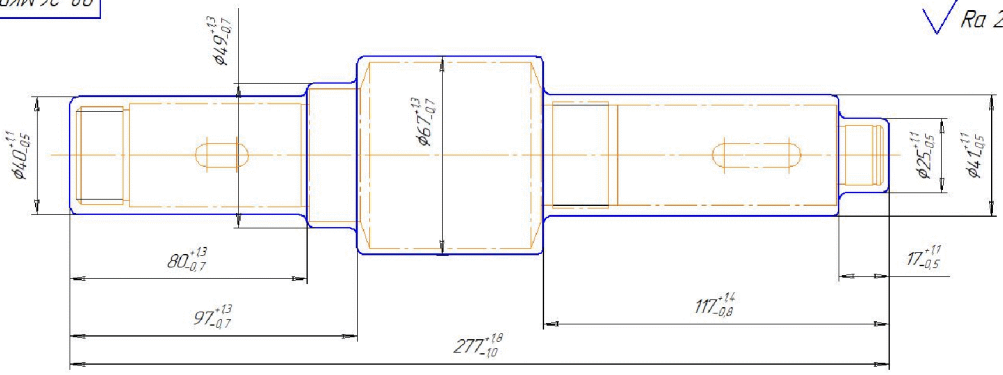
Created by Universal Document Converter



Created by Universal Document Converter

08-26.МКР.025.00.002

Ra 25



1 Клас точності штамповки – Т3, група сталі – М2, ступінь складності – С2
2 Невказані штампувальні нахили 7°, радіуси 2,5 мм
3 Допускаємий заусенець 5 мм

4 Допустиме зміщення по площині роз'єму штампу 0,5мм
5 Невказані допуски радіусів заокруглень 0,5 мм
6 Допускаєме відхилення від площинності 1 мм

						08-26.МКР.025.00.002	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.		Токар О.О.			Вал 12.54.АС (штамповка)	Лит. / Масса / Масштаб: У / / 1:1	
Пров.		Бурсников Ю.А.				Лист 1 Листов	
Т.контр.							
Н.контр.		Сердюк О.В.			Сталь 40Х ГОСТ 1050-88	ВНТУ гр. 2ПМ-18м	
Утв.		Козлов Л.Г.					

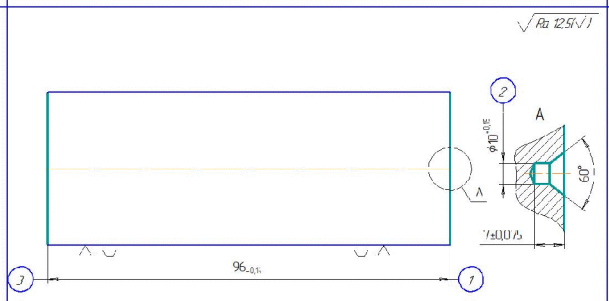
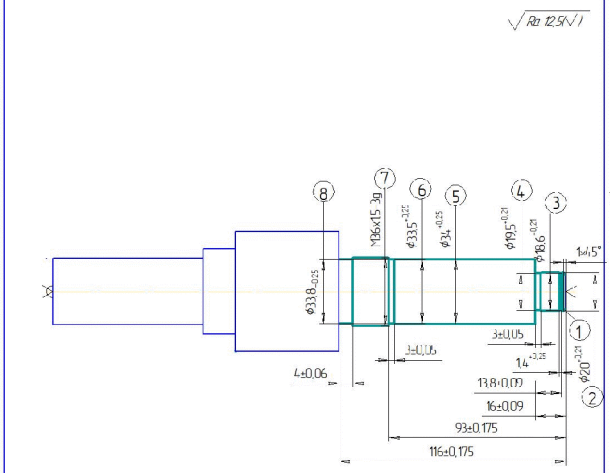
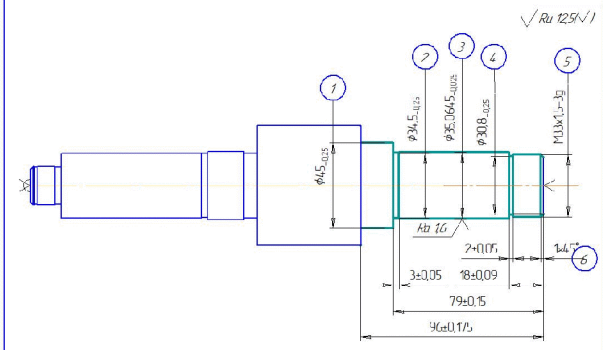
Копировал

Формат А3

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

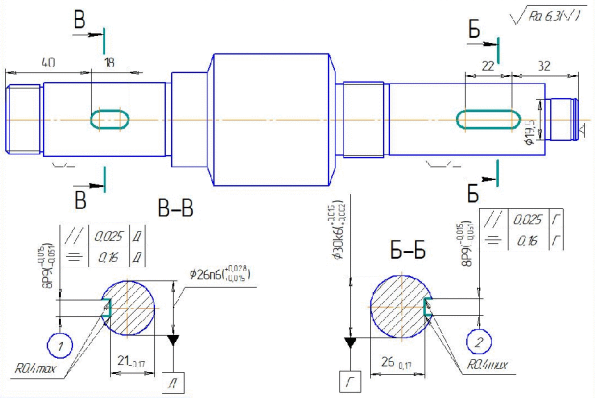
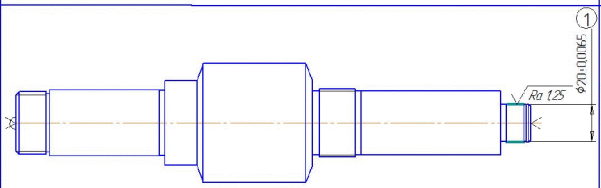
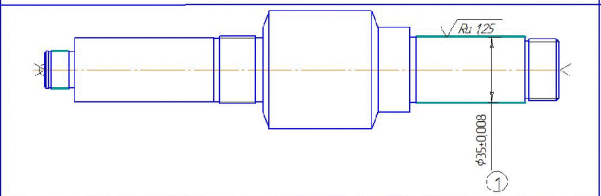
Created by Universal Document Converter

Маршрут механічної обробки

№ операції	Операції і переходи	Ескіз та схема установки	Тип обладнання
005	**Фрезерно–центрувальна** 1 Встановити деталь 2 Фрезерувати торець 1 та 3 в розмір згідно ескізу 3 Свердлити центувальні отвори 2 та 4 витримуючи розміри вказані на ескізі 4 Зняти деталь	 *Невказані граничні відхилення розмірів: валу h12, інших IT12/2*	фрезерно–центрувальний МР71
010	**Токарна з ЧПК** 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Точити поверхню 1 в розмір, згідно ескізу, попередньо поверхню 2 в розмір 20,7 ±0.125 та поверхні 5, 7, витримуючи розміри вказані на ескізі 3 Точити попередньо поверхню 2 в розмір 20,3 ±0.031 4 Точити канавку 4 витримуючи розміри вказані на ескізі 5 Точити канавку 6 витримуючи розміри вказані на ескізі 6 Точити канавку 8 витримуючи розміри вказані на ескізі 7 Точити канавку 3 витримуючи розміри вказані на ескізі 8 Точити остаточно поверхню 2 в розмір вказаний на есізі 9 Нарізати різь на поверхні 7 витримуючи розміри вказані на ескізі 10 Зняти деталь	 *Невказані граничні відхилення розмірів: валу h12, інших IT12/2*	Токарна з ЧПК 16К20Ф3
015	**Токарна з ЧПК** 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Точити поверхні 6 та 5 в розмір, згідно ескізу, попередньо поверхню 3 в розмір 36 -0.125 та поверхню 1 витримуючи розміри вказані на ескізі 3 Точити попередньо поверхню 3 в розмір 35.294 ±0.031 4 Точити канавку 2 витримуючи розміри вказані на ескізі 5 Точити канавку 4 витримуючи розміри вказані на ескізі 6 Точити остаточно поверхню 3 в розмір вказаний на есізі 7 Нарізати різь на поверхні 5 витримуючи розміри вказані на ескізі 8 Зняти деталь	 *Невказані граничні відхилення розмірів: валу h12, інших IT12/2*	Токарна з ЧПК 16К20Ф3

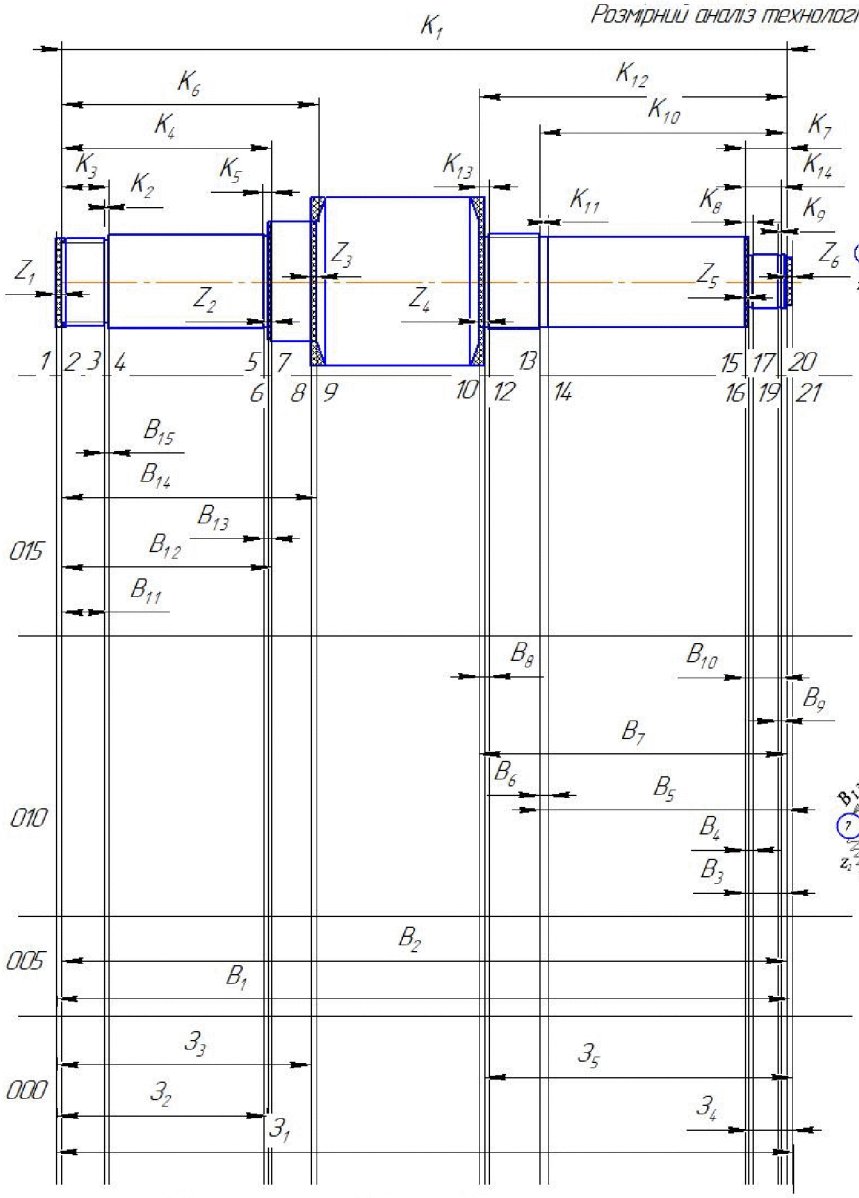
Created by Universal Document Converter

Маршрут механічної обробки

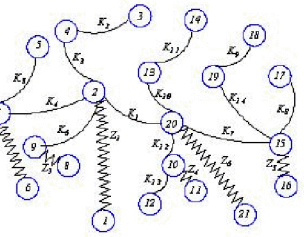
№ операції	Операції і переходи	Ескіз та схема установки	Тип обладнання
020	**Фрезерна з ЧПУ** 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Фрезерувати паз 1 витримуючи розміри вказані на ескізі 3 Фрезерувати паз 2 витримуючи розміри вказані на ескізі 4 Зняти деталь		Фрезерний з ЧПК 6Р13Ф3
025	**Токарна з ЧПК** 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Обкотити поверхню 1 витримуючи розміри вказані на ескізі 3 Зняти заготовку		Токарний з ЧПК МК6801Ф3
030	**Токарна з ЧПК** 1 Встановити і закріпити заготовку 2 Обкоти поверхню 1 витримуючи розміри вказані на ескізі 3 Зняти заготовку		Токарний з ЧПК МК6801Ф3

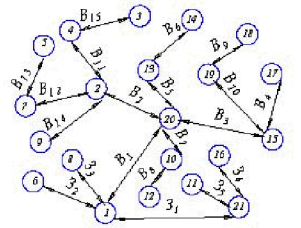
Created by Universal Document Converter

Розмірний аналіз технологічного процесу

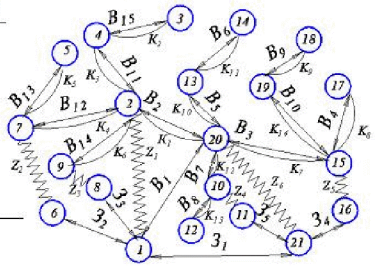


Вихідне граф-дерево





Похідне граф-дерево



Суміщений граф

Таблиця 1 – Рівняння розрахунку розмірних технологічних ланцюгів

Розрахункове рівняння	Вихідне рівняння	Розмір, що визначається
$B_2 - K_1 = 0$	$B_2 = K_1$	B_2
$B_3 - K_7 = 0$	$B_3 = K_7$	B_3
$B_4 - K_8 = 0$	$B_4 = K_8$	B_4
$B_5 - K_{10} = 0$	$B_5 = K_{10}$	B_5
$B_6 - K_{11} = 0$	$B_6 = K_{11}$	B_6
$B_7 - K_{12} = 0$	$B_7 = K_{12}$	B_7
$B_8 - K_{13} = 0$	$B_8 = K_{13}$	B_8
$B_9 - K_9 = 0$	$B_9 = K_9$	B_9
$B_{10} - K_{14} = 0$	$B_{10} = K_{14}$	B_{10}
$B_{11} - K_3 = 0$	$B_{11} = K_3$	B_{11}
$B_{12} - K_4 = 0$	$B_{12} = K_4$	B_{12}
$B_{13} - K_5 = 0$	$B_{13} = K_5$	B_{13}
$B_{14} - K_6 = 0$	$B_{14} = K_6$	B_{14}
$B_{15} - K_2 = 0$	$B_{15} = K_2$	B_{15}
$B_2 - B_1 + Z_1 = 0$	$Z_1 = B_2 - B_1$	B_1
$З_1 - B_1 - Z_3 = 0$	$Z_3 = З_1 - B_1$	$З_1$
$З_2 - B_{12} - Z_1 + Z_2 = 0$	$Z_2 = B_{12} + Z_1 - З_2$	$З_2$
$З_3 - B_{14} - Z_1 + Z_3 = 0$	$Z_3 = B_{14} + Z_1 - З_3$	$З_3$
$З_4 - B_5 - Z_6 + Z_4 = 0$	$Z_5 = B_5 + Z_6 - З_4$	$З_4$
$З_5 - B_7 - Z_6 + Z_4 = 0$	$Z_4 = B_7 + Z_6 - З_5$	$З_5$

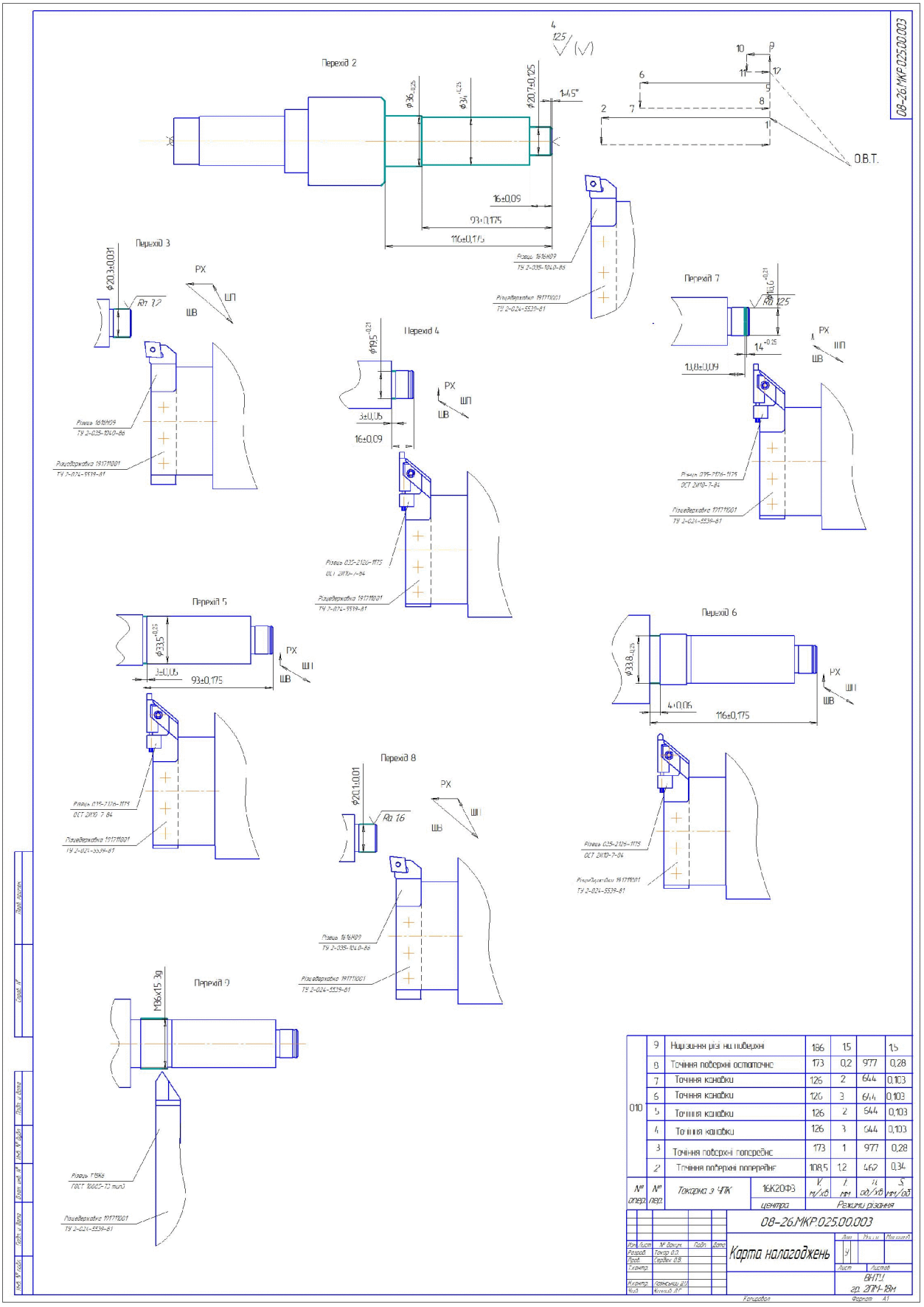
Таблиця 3 – Припуски на механічну обробку

Припуск	Мінімальний, мм	Максимальний, мм
Z_1	0,6	1,92
Z_2	0,6	1,7
Z_3	0,6	3,14
Z_4	0,6	3,917
Z_5	0,6	3,31
Z_6	0,6	2,7

Таблиця 2 – Значення технологічних розмірів, розмірів заготовки та їх допуски

Позначення розмі-ру	Граничні значення розмірів		Допуск	Номінальний розмір	Значення розміру у технологічному документі	Значення розміру на креслені вихідної заготовки
	Мінімальний розмір	Максимальний розмір				
$З_1$	275,23	276,52	1,3	275,91		275,91(±0,65)
$З_2$	78,11	78,85	0,74	78,48		78,48(±0,37)
$З_3$	94,955	95,825	0,87	95,39		95,39(±0,435)
$З_4$	15,48	15,91	0,43	15,695		15,69(±0,21)
$З_5$	114,955	115,825	0,87	115,393		115,39(±0,43)
B_1	273,86	274,66	0,8	274,26	274,26(±0,4)	
B_2	272,74	273,26	0,52	273	273(±0,26)	
B_3	15,91	16,09	0,18	16	16(±0,09)	
B_4	3,94	3,06	0,12	3	3(±0,06)	
B_5	92,825	93,175	0,35	93	93(±0,175)	
B_6	2,94	3,06	0,12	3	3(±0,06)	
B_7	115,825	116,175	0,35	116	116(±0,175)	
B_8	3,94	4,06	0,12	4	4(±0,06)	
B_9	1,4	1,65	0,25	1,4	1,4(+0,25)	
B_{10}	13,71	13,89	0,18	13,8	13,8(±0,09)	
B_{11}	17,91	18,09	0,18	18	18(±0,09)	
B_{12}	78,85	79,15	0,3	79	79(±0,15)	
B_{13}	2,94	3,06	0,12	3	3(±0,06)	
B_{14}	95,825	96,175	0,35	96	96(±0,175)	
B_{15}	1,94	2,06	0,12	2	2(±0,06)	

Created by Universal Document Converter



010	9	Нарізання різі на поверхні	186	1,5		1,5
	8	Точіння поверхні остаточне	173	0,2	977	0,28
	7	Точіння канавки	126	2	644	0,103
	6	Точіння канавки	126	3	644	0,103
	5	Точіння канавки	126	2	644	0,103
	4	Точіння канавки	126	3	644	0,103
	3	Точіння поверхні поздовжнє	173	1	977	0,28
	2	Точіння поверхні поперечне	108,5	1,2	462	0,34
№ опер.	№ пер.	Токарна з ЧПК	16К20Ф3	V, м/хв	f, мм	n, об/хв	S, мм/об
			центра	Режими різання			

08-26.МКР.025.00.003

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Розроб.		Токар О.О.		
Пров.		Сердюк О.В.		
Т.контр.				
Н.контр.		Гаївський В.Л.		
Утв.		Кичкай А.Г.		

Карта налагоджень

Літ.	Маса	Масштаб
У		

Лист | Листов

ВНТУ, гр. 2ПМ-18м

Копіровал | Формат А1

Таблиця 1 – Кількість обладнання та коефіцієнти завантаження і використання верстатів за основним часом

№ операції	Назва операцій	Розрахункова кількість верстатів	Прийнята кількість верстатів	Коефіцієнт завантаження	Середній коефіцієнт завантаження	Коефіцієнт використання за основним часом	Середній коефіцієнт використання за основним часом
005	Фрезерно-центрувальна	0,0787	1	0,0787	0,339	0,709	0,698
010-015	Токарна з ЧПК	0,8495	1	0,8495		0,709	
020	Фрезерна з ЧПК	0,3497	1	0,3497		0,738	
025-030	Токарна з ЧПК	0,0794	1	0,0794		0,639	

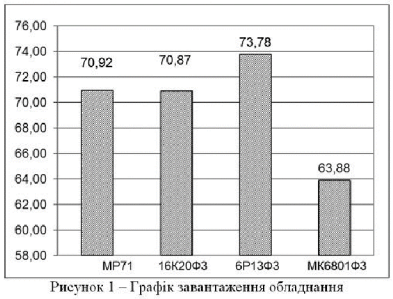


Рисунок 1 – Графік завантаження обладнання

Таблиця 2 – Відомість складу працюючих дільниці

Категорії працюючих	Спосіб визначення	Розрахункова кількість	Прийнята кількість
Основні робітники-верстатники			4
Допоміжні робітники	20…25%	0,8…1,0	1
ІТР	15…21%	0,72….0,96	1
СКП	2,2%	0,088	1
МОП	2%	0,14	1

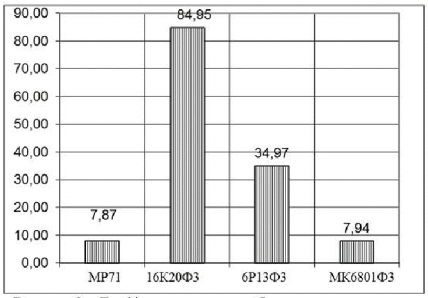


Рисунок 2 – Графік використання обладнання за основним часом

Created by Universal Document Converter