

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ Сумський державний університет
Кафедра «Технологія машинобудування, верстати та інструменти»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ В.О. Залого
«_____» _____ 2020 р.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ
«ШТАНГА СОПІЮ»

Бакалаврська кваліфікаційна робота
Напрямок підготовки – 6.050502 Інженерна механіка
(Технології машинобудування)

Студент

Вещенікін В.О.

Керівник

Дегтярьов І.М.

Нормоконтроль

Суми – 2020

РЕФЕРАТ

Записка:

Об'єкт розробки – «Штанга сопло»

Мета роботи – проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Штанга сопло»

Виконано аналіз службового призначення машини, вузла, деталі, технічних вимог. Визначено тип виробництва та спосіб отримання заготовки, розроблені технічні вимоги для неї. Виконано аналіз технологічності конструкції деталі та розрахунок припусків на механічну обробку заготовки аналітичним методом.

Виконано аналіз операцій: токарної багатоцільової з ЧПК та вертикально-фрезерної. Обґрунтовано вибір схем базування заготовки, обладнання, верстатного пристосування, ріжучого та вимірювального інструменту. Визначено режими обробки. Виконано технічне нормування операцій. Розроблено верстатне пристосування.

Розглянуто фактори та виконаний аналіз небезпеки ураження людини в існуючих електричних мережах.

Розроблено комплект технологічної документації.

Розроблено креслення заготовки та маршрутного технологічного процесу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	6
2 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ.....	10
3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ.....	12
4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ.....	14
5 ВИБІР СПОСОБУ ОТРИМАННЯ ЗАГОТОВКИ.....	17
6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТА ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ.....	21
6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку.....	21
6.2 Розробка технологічного процесу обробки деталі.....	25
6.3 Запропоновані методи забезпечення технічних вимог на деталь в процесі обробки.....	26
6.4 Аналіз заводського технологічного процесу, скорочений опис запропонованого технологічного процесу. Вибір та обґрунтування верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів.....	28
6.5 Розрахунок режимів різання.....	35
6.6 Технічне нормування операцій.....	45

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>							
Разраб.		Вещенікін В.О.			Проектування технологічного процесу виготовлення деталі «Штанга сопло»						
Провер.		Дегтярьов І.М.									
Реценз.											
Н. Контр.											
Утверд.											
					<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;"><i>Лит.</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Лист</i></td> <td style="text-align: center;"><i>Листов</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> <td style="text-align: center;"> </td> </tr> </table>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>			
<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>									

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни.

У зв'язку з гнучким використанням і створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПУ. Застосування верстатів з ЧПУ замість універсального устаткування має істотні особливості, і створює певні переваги:

продуктивність верстата підвищується в 1,5 – 5 разів в порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним управлінням;

поєднується гнучкість універсального устаткування з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що і дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;

якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки і обчислювальної техніки;

знижується потреба в кваліфікованих робітниках кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;

скорочується терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм і простішому універсальному технологічному оснащенню;

знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва.

Темою проекту є розробка технологічного процесу механічної обробки деталі.

На базі заводського технологічного процесу з типом виробництва, що змінився, проектується технологічний процес з використанням високопродуктивного устаткування.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

1 АНАЛІЗ СЛУЖБОВОГО ПРИЗАЧЕННЯ МАШИНИ, ВУЗЛА, ДЕТАЛІ. ОПИС КОНСТРУКТИВНИХ ОСОБЛИВОСТЕЙ ДЕТАЛІ ТА УМОВ ЇЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Відповідно до завдання, яке надається у дипломному проекті розглянемо стислий опис насосу шламового НШБ 160, до складу якого входить деталь «Штанга сопло».

Загальні відомості про виріб:

Агрегати електронасосні шламові НШБ 160, НШЮ 250 призначені для перекачування гідросумішей з дрібною твердою фракцією і щільністю до 200 кг/см^3 . Максимальна твердість зважених часток не більше 3 по шкалі Мооса. Крупність окремих зважених частинок – не більше 20 мм. Температура перекачуємої гідросуміші 4 – 50 С°.



						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

Рисунок 1 – насос шламовий моделі НШБ 160.

Насоси і агрегати можуть бути встановлені у вибухобезпечній зоні класу I ДНАОП 0.00-1.32.

Вид кліматичного виконання:

- для поставки в макрокліматичні райони з помірним кліматом У2 по ГОСТ 15150;
- для поставки в макрокліматичні райони з сухим і вологим тропічним кліматом – Т1 по ГОСТ 15150.

Приклад запису при замовленні відцентрового насоса шламового з торцевим ущільненням:

«НШБ 250-35,5 Т У2 ТУ У 29.1-30175077-004:2009»,

де Н – насос;

Ш – шламовий; Б – буровий;

250 – подача, м³/год; 35,5 – напір, м;

Т – торцеве ущільнення валу;

У2 – вид кліматичного виконання.

Опис і робота насоса.

Агрегат на основі насоса НШБ 160-32, НШБ – 160-32МТ на НШБ 250-35 складається з насоса, електродвигуна, сполучної муфти, кожуха та рами.

Насос НШБ 160-32 відцентровий, горизонтальний, консольного типу, одноступінчатий з горизонтальним підведенням і верхнім вертикальним відведенням. Вал насоса встановлений в корпусі на підшипниках кочення: передні підшипники – роликові, стримують тільки радіальне навантаження, задні – радіально-упорні, стримують радіально і знакоперемінне за напрямом осьове навантаження, що виникає при різних режимах роботи насоса. Підшипники і масляна ванна захищені від потрапляння в них перекачуємої гідросуміші і пилу гумовими манжетами.

Ущільненням вала насоса слугує набивання. По мірі зношення набивання його підтискають за допомогою натискної втулки.

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ущільнення всмоктувальної сторони – торцеве.

Робоче колесо навинчене різью на вал (права різьба). Робоче колеса закритого типу.

Вказівки з установки й експлуатації насоса НШБ 160-32.

Забороняється експлуатація насоса без попередньої заливки або з зашламованим всмоктувальним патрубком, оскільки це призведе до виходу з ладу торцевого ущільнення в результаті перегріву.

У разі зупинки агрегату на тривалий час (може відбутися засихання розчину всередині насоса) – насос необхідно запустити на воді для промивання внутрішньої порожнини. Встановлення сальникової набивки проводиться в разі виходу з ладу торцевого ущільнення, що дає можливість продовжити роботу насоса до наступного циклу обслуговування і заміни торцевого ущільнення. Перед пуском насосу перевірити вільне обертання вала за напівмуфту.

Пуск насоса при закритій засувці на всмоктуванні, або без заповнення робочою рідиною не допускається. Пуск здійснюється при повністю відкритій засувці на всмоктуючому трубопроводі. Це запобігає перевантаженню електродвигуна. Регулюванням засувки на нагнітальному трубопроводі можна отримати необхідну подачу насоса.

Забороняється регулювати продуктивність насоса засувкою на всмоктуючому трубопроводі, так як при цьому відбувається кавітація, що викликає вібрацію і передчасний вихід з ладу насоса.

При зупинці агрегату необхідно поступово закрити засувку на нагнітальному трубопроводі, а потім вимкнути електродвигун. Після зупинки видалити з насоса залишок перекачуваних гідросумішей, вивернувши нижню пробку корпусу і промивши внутрішню порожнину насоса водою.

У процесі роботи температура корпусу підшипника не повинна перевищувати 70 С°. Мастило підшипників – масло ИЗОА ГОС 20799-75. Масло заливається через верхній отвір в корпусі підшипників до контрольного отвору. Надмірне заповнення корпусу підшипників маслом, а також його забруднення приводить до нагрівання масла понад допустиму норму.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Масило додається по мірі необхідності, але не рідше одного разу на тиждень. Повну заміну масла здійснювати через 300 годин роботи насоса в кількості 1,5 л.

Деталь «Штанга сопло» має циліндричну форму з двома перепадами діаметру на зовнішніх поверхнях, відношення $L/D = 157/30$ мм.

Деталь має внутрішній діаметр 28H7, який призначений для базування на поверхні вала, таке шпоночний паз 8JS9 призначений для установки шпонки та 8 отворів М8-Н7, які призначені для з'єднання з напівмуфтою нижнього валу ротора.

Деталь складається з таких конструктивних елементів, як:

- фаски
- пази
- конус
- різьба

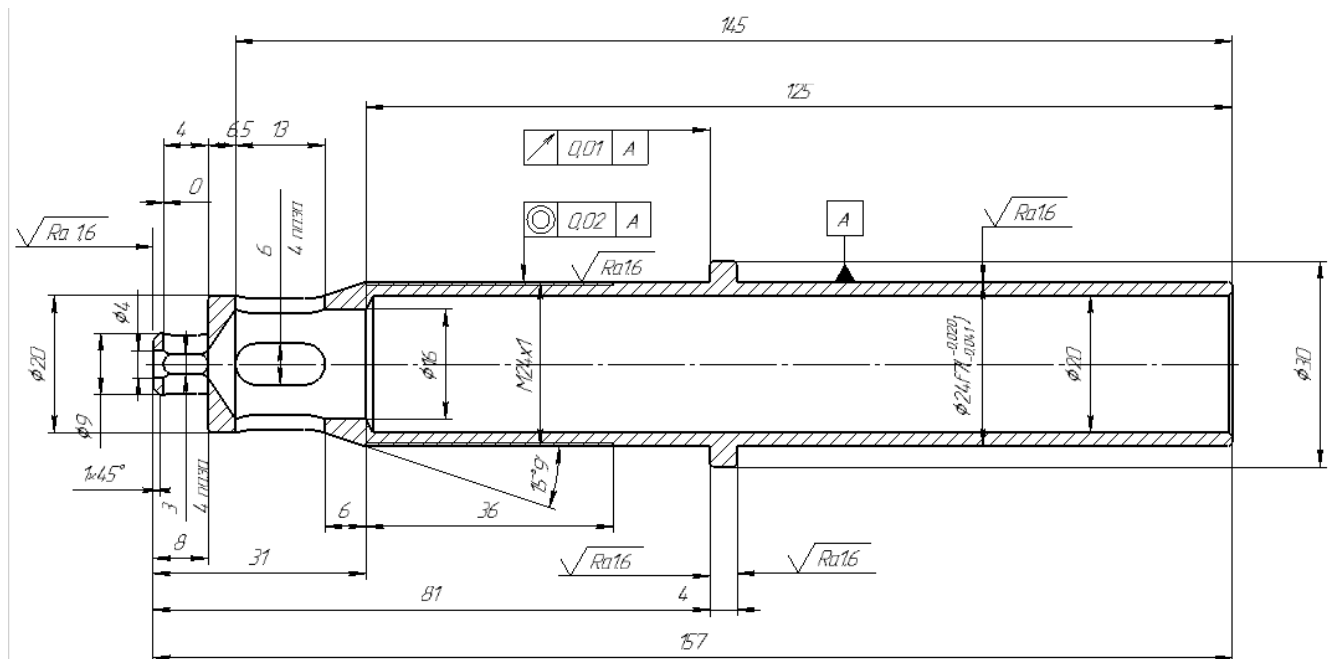


Рисунок 2 – Основний вид деталі

					Лист
					9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИМОГ НА ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

Технічні вимоги на виготовлення деталі задаються виходячи з її службового призначення. Аналізуючи робоче креслення, можна зробити висновок, що наявних на ньому проекцій та перетенів достатньо, розміщені вони згідно з існуючими стандартами. На кресленні зазначені усі потрібно вихідні дані: розміри, їх точність та шорсткість, проставлені технічні вимоги на виготовлення деталі ГОСТ 2.109-73, ГОСТ 2.305-68, ГОСТ 2.307-68.

Дивлячись на форму деталі, можна зробити висновок, що вона належить до групи циліндричних виробів. Згідно завдання, деталь виготовлено із сталі 45 ГОСТ 1050-88.

За класифікацією сталь 45 відноситься до конструкційних вуглецевих якісних сталей. Зважаючи на її високу прочність та стійкість до значних перепадів температур, сталь 45 застосовується для виготовлення: вал-шестерні, колінчасті і розподільчі вали, шестерні, шпинделі, бандажі, циліндри, кулачки і інші нормовані та покращуючі поверхні, які піддаються термообробці в деталей від яких потрібна підвищена точність. Також, зі сталі цієї марки виготовляють консолі, вісі, штоки балки та плунжери. Види поставки – сортовий прокат, в тому числі і фасонний. Сталь 45 має хороші механічні властивості для оброблення різанням.

Замінники – сталі марок 40Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР.

Відповідно до ГОСТ 1050-88 хімічний склад, механічні та технологічні властивості представлені в таблицях 2.1, 2.2, та 2.3.

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 2.1 – Хімічний склад сталі 45

Хімічний елемент	%
Кремній (Si)	0,17-0,37
Марганець (Mn)	0,50-0,80
Мідь (Cu), не більше	0,30
Нікель (Ni), не більше	0,30
Сірка (S), не більше	0,04
Вуглець (C)	0,42-0,50
Фосфор (P), не більше	0,035
Хром (Cr), не більше	0,025

Таблиця 2.2 – Механічні властивості сталі 45

Термообробка	Переріз, мм	$\sigma_{0.2}$, МПа	σ_B , МПа	d_5 %	y , %	KCU Дж/м ²	НВ
Поковки, закалка, відпуск	100-300	395	615	15	40	54	187-229

Таблиця 2.3 – Технологічні властивості сталі 45

Температура ковки
Початок 1250, кінець 800. Переріз до 350 мм охолоджується на повітрі
Зварюваність
Важкозварювана. Методи зварювання. РДС, ЕШС. Необхідні підігрів і послідуоча термообробка КТС.
Обробка різанням
В гарячокатаному стані при НВ 163-168
Схильність до отпускних можливостей
Не схильна
Флакенечутливість
Малочутлива

3 ВИЗНАЧЕННЯ ТИПУ ВИРОБНИЦТВА ТА ФОРМИ ЙОГО ОРГАНІЗАЦІЇ

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначають характер технологічного процесу і його структуру. Виходячи з річної програми випуску N=4500 шт. і маси деталі 0,17 кг, визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь – середньосерійний тип виробництва.

Середньосерійне виробництво характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються або ремонтуються, періодично повторюваними партіями і порівняно великим обсягом випуску і є основним типом сучасного машинобудівного виробництва. Підприємствами цього типу випускається в даний час 75-80% всієї продукції машинобудування України. За технологічними та виробничими характеристиками середньосерійне виробництво займає проміжне місце між одиничним і масовим виробництвом.

У середньосерійному типі виробництва використовуються універсально і спеціалізовані, частково спеціальні верстати, які розташовуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що потребують однакового порядку обробки, в тій же послідовності утворюється і рух деталей.

Виробництво йде партіями, причому деталі кожної партії можуть дещо відрізнятися одна від одної розмірами або конструкцією, допускають обробку на одному і тому ж обладнанні. Виробничий процес ведеться таким чином, що після виконання обробки заготовок на одній операції виробляється обробка цієї ж партії на наступній операції.

При середньосерійному типі виробництва широко використовуються верстати з числовим програмним управлінням, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі автоматичні системи верстатів з ЧПК. Переналагодження верстатів, пристроїв та інструментів, а також перебудова виробничого процесу при переході на обробку інших різновидів подібних деталей забезпечуються попередньою технологічною підготовкою. Середня кваліфікація робітників при середньосерійному типі виробництва вище, ніж у масовому

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах і налагоджують їх, використовуються робітники-оператори невисокої кваліфікації, що працюють на вже настроєних верстатах.

Технологічна документація та технічне нормування докладно розробляються для найбільш складних і відповідальних заготовок при одночасному застосуванні спрощеної документації та дослідно-статистичного нормування найпростіших заготовок.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

4 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ ДЕТАЛІ

Технологічність конструкції деталі – це така вимога до деталі, яка включає в себе можливість обробки з найбільшою продуктивністю праці та найменшою собівартістю.

До якісних критеріїв оцінки входять:

1. Матеріал заготовки
2. Базування та закріплення деталі під час обробки
3. Простановка розмірів
4. Наявність жорстких вимог допусків форми і розташування
5. Взаємозамінність деталі
6. Нетехнологічні конструкційні елементи
 - а) складність контуру деталі
 - б) глухі, малого діаметру, розташовані під кутом отвори
 - в) різноманітність розмірів різьбових отворів
 - г) перепади діаметрів в обидві сторони
 - д) різні розміри фасок, канавок на одній деталі

Деталь має відношення $L/D=157/30=5,23$ що не забезпечує достатньої жорсткості при закріпленні. Базування та закріплення деталі представляє собою складності, так як зовнішня поверхня не дуже придатна для цього. Простановка розмірів виконана грамотно, відповідно до ГОСТу, що забезпечує легке читання креслення, вільне виконання та контроль розмірів в процесі механічної обробки. На кресленні є жорсткі допуски симетричності шпоночних пазів, вони складають 0.03 відносно бази А. Допуски торцевого биття досягаються завдяки принципу сумісності баз та обробки деталі з одного установу.

Кількісна оцінка технологічності конструкції:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

Таблиця 4.1 – Характеристика поверхні деталі

Назва поверхні	Кількість поверхонь	Параметри шорхності, Ra, мкм	Квалітет точності
Зовнішні циліндричні			
Ø 30	1	3,2	14
Ø 24	1	1,6	7
Ø 20	1	3,2	14
Ø 9	1	3,2	14
Внутрішні			
Ø 20	1	3,2	14
Ø 16	1	3,2	14
Ø 4	1	3,2	14
Лінійні			
Торець 1157	1	6,3	14
Торець 18	1	3,2	14
Торець 1157	1	1,6	14
Торець 14	1	1,6	14
Інші			
Пази 16	4	3,2	14
Пази 13	4	3,2	14
Фаска 1x45°	1	3,2	14
Фаска 0,5x45°	4	3,2	14
Різьба M24x1	1	3,2	14
Конус 15'9°			
Всього	27		

Коефіцієнт шорхності визначаємо за формулою $K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} < 0,33$

де B_{cp} – середня шорхність.

$$B_{cp} = \frac{n_1 \times Ra_1 + n_2 \times Ra_2 + \dots + n_i \times Ra_i}{\sum_{i=1}^i R_i} = \frac{80}{27} = 3,96$$

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} = \frac{1}{3,96} = 0,23 < 0,33$$

Так як коефіцієнт відповідає нормі то по даному критерію деталь вважається технологічною.

Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою:

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}} > 0,8$$

$$A_{cp} = \frac{(n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 19n_{19})}{1^{19} n_1} = \frac{371}{27} = 12,05$$

$$K_m = 1 - \frac{1}{A_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,74} = 0,927 > 0,8$$

Так як коефіцієнт відповідає нормі, то по даному критерію деталь вважається технологічною.

З аналізу технологічності можна зробити висновок, що деталь є технологічною, хоча деякі поверхні не є такими, але їх можна обробити за допомогою спеціального пристосування та ріжучого інструменту.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

5 ВИБІР СПОСОБУ ОДЕРЖАННЯ ЗАГОТОВКИ ТА РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ВИМОГ ДО НЕЇ

Проаналізувавши матеріал деталі, тип виробництва, розміри та конфігурацію деталі, можна запропонувати метод отримання заготовки штампуванням на ГKM, як найбільш прогресивний, ніж заводський метод прокату.

Вальцювання (прокатка) – такий вид обробки металів тиском, коли заготовка силами тертя втягується у проміжок між обертальними валками, які її пластично деформують, зменшуючи площу поперечного перерізу і збільшуючи довжину. Вальцювання належить до найпродуктивніших видів обробки завдяки безперервності процесу і великій швидкості руху заготовки між валками. Цим способом обробляють приблизно 90% витопленої на металургійних заводах сталі та понад половину кольорових металів і їх стопів.

Горизонтально-кувальні машини (ГKM) застосовують у багатьох галузях промисловості при виготовленні різних заготовок, потребують технологічних переходів висадки, прошивання, просічки, перетискання заготовки, видавлювання, згинання і, нарешті, відрізки, тобто відділення штампування від прутка.

Штампування на ГKM.

Випуск ГKM розпочався з другої половини минулого століття. Широке поширення цих машин в різних галузях промисловості зумовлено такими їх перевагами:

- 1) високою продуктивністю при виготовленні відносно невеликих партій;
- 2) економічною витратою металу порівняно з штампуванням на молотах;
- 3) високою точністю отримування поковок, що в поєднанні з малими припусками і ухилами забезпечує незначні відходи при подальшій обробці на металорізальних верстатах;
- 4) широкими технологічними можливостями, яким вони близькі до автоматів для гарячого об'ємного штампування;

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

5) можливістю проведення автоматизації штампування при виготовленні великих партій однотипних деталей.

Головним параметром, який характеризує ГKM, є номінальне зусилля на штампувальному повзуні. Основні параметри ГKM регламентуються ГОСТ 7023-70.

Класифікація ГKM.

Усі ГKM, що випускаються вітчизняною та зарубіжною промисловістю, можна поділити на дві основні групи: з вертикальною та горизонтальною площиною роз'єму матриць.

Головна перевага машин з горизонтальною площиною роз'ємів матриць полягає в тому, що при розкритих матрицях зів станини повністю відкритий для руху заготовок по всій довжині матричного блоку, що, безумовно, полегшує і спрощує автоматизацію цих машин, хоча і слід відзначити, що за останні роки є також позитивний досвід з автоматизації ГKM з вертикальною площиною роз'єму матриць.

Машині з горизонтальним роз'ємом матриць випускаються з затискним повзуном, мають гойдальний або зворотньо-поступальний рух. Привідний вал у розглянутій ГKM розташований нижче колінчатого, він винесений вперед і встановлений у нероз'ємних опорах. Усі повзуни – штампувальний, бічний і затискний – мають по дві пари напрямних. Кривошипно-повзунний механізм працює в підшипниках ковзання з високооловянистої бронзи. Всі три опори колінчастого вала роз'ємні (для поліпшення роботи з підшипників роз'єм виконується під кутом 45° до горизонту). Зусилля штампування з шатуна на повзун передається безпосередньо через циліндричну поверхню малої головки шатуна. Палець, що з'єднує шатун з повзуном служить тільки для зворотного ходу. Муфти та гальма – фрикційні з електропневматичним управлінням. Гальма маховика – пневматичні колодкові (колодка притискається до торця маховика). Змазка машини є доволі рідкою.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Інші ГKM відрізняються від вище описаною різними конструктивними особливостями, основною з яких є наявність або відсутність стяжних болтів на станині машини (всі великі і середні машини обов'язково мають додаткові поперечні і повздовжні зв'язки), конструкція приводу затискного повзуна з механічним або гідравлічним запобіжником. ГKM з гідравлічним приводом затискного повзуна, а також машини з індивідуальним приводом штампувального і затискного повзунів великого поширення не отримали.

При великосерійному і масовому виробництві однотипних поковок з прутка діаметром 25-200 мм подача заготовки в штампувальний простір є доволі важкою. Для полегшення подачі важких заготовок використовують підйомні пневматичні або гідропневматичні столи, за допомогою яких заготівля утримується на вазі, переміщується по вертикалі на рівень того чи іншого струмка штампа. Інші маніпуляції з прутком (заготовкою) виробляють вручну.

В останні роки запропоновано ряд конструкцій автоматичних подач, однак більш зручні для автоматизації з відкритого штампового простору машини з горизонтальним роз'ємом матриць.

ГKM з горизонтальною площиною роз'єму матриць і автоматичною подачею для виготовлення різних деталей машинобудування.

Протягом одного робочого ходу закриття і розкриття матриць, необхідні по циклу, а також тривалість вистоювання матриць у закритому стані досягається підбором довжин плечей важелів механізму затиску і вибором координат точок для встановлення нерухомих осей в станині. Оскільки штампувальний повзун весь час знаходиться в русі, то теоретично при будь-якому підборі плечей важелів у процесі затиску спостерігається деяке незначне переміщення затискної матриці під час вистоювання. Однак, через велику довжину шатунів і дуже маленького кута їх гойдання, величина цього переміщення при використанні описуваного механізму

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

затиску у багато разів менше, ніж при застосуванні інших конструкцій механізмів затиску ГKM.

Для зручності обслуговування ГKM привід затискного повзуна з системою тяг і важелів, а також пристрій, що охороняє цей вузол, розташовані у верхній частині ГKM, але в ГКС із зусиллям 6,3 МН або більше – у нижній частині.

Автоматична подача розташована на передній стороні машини і виконана таким чином, що залишається відкритим доступ до інструменту, що забезпечує зручне переналагодження та підналадку ГKM в процесі роботи.

						Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6 АНАЛІЗ ІСНУЮЧОГО ТА ТИПОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

6.1 Розрахунок припусків на механічну обробку

Величина припуску впливає на собівартість виготовлення деталі. При збільшеному припуску підвищуються витрати праці, витрата матеріалу та інші виробничі витрати, а при зменшеному доводиться підвищувати точність заготовки, що також збільшує собівартість виготовлення деталі.

Для отримання деталей більш високої якості необхідно при кожному технологічному переході механічної обробки заготовки передбачити виробничі похибки, що характеризують відхилення розмірів, геометричні відхилення форми поверхні, мікронерівності, відхилення розташування поверхонь. Всі ці відхилення повинні знаходитися в межах поля допуску на розмір поверхні заготовки.

Аналітичний метод визначення припусків базується на аналізі виробничих похибок, що виникають при конкретних умовах обробки заготовки.

Згідно завдання проводиться розрахунок припусків аналітичним методом для зовнішньої поверхні тіла обертання $\varnothing 24f7$. Призначаємо маршрут обробки поверхні і результати заносимо в таблицю 6.1

Таблиця 6.1.1 – Маршрут обробки поверхні

Найменування операції (переходу)	Квалітет точності, Що досягається ІТ	Параметри шорхності Ra, мкм
1. Заготівельна	$h15^{+1,8}_{-1,0}$	25
2. Точіння напівчистове	$h12_{-0,21}$	6,3
3. Точіння чистове	$h9_{-0,052}$	3,2
4. Точіння тонке	$f7_{-0,050}^{-0,020}$	1,6

Вибираємо елементи припусків по переходах

Обирається висота мікронерівностей Rz і глибина дефектного шару T:

- для заготовки Rz=160 мкм і T=200 мкм
- на операції точіння напівчистове Rz=125 мкм і T=120 мкм
- на операції точіння чистове Rz=25 мкм і T=25 мкм
- на операції точіння тонке Rz=5 мкм і T=5 мкм

Розраховуємо просторове відхилення форми для заготовки поковка штампована $\rho_{заг}$:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}$$

$\rho_{см}$ – допустима погрішність здвигу фігур, $\rho_{см}=0,8$ мм

$\rho_{кор}$ – ексцентичність поверхні, $\rho_{кор}=0,7$ мм

$$\rho_{заг} = \sqrt{0,8^2 + 0,7^2} = \sqrt{0,64 + 0,49} = 1,29 \text{ мм} = 1290 \text{ мкм}$$

Розраховуємо просторові відхилення по стадіям, для цього знаходимо коефіцієнт уточнення Ky (для кожного переходу значення Ky буде різним), а отримані значення підставляємо у формулу:

$$\rho_i = \rho_{заг} \times Ky$$

Знаходимо:

$$\rho_{н/чист} = \rho_{заг} \times Ky_{н/чист} = 1290 \times 0,05 = 64,5 \text{ мкм}$$

$$\rho_{чист} = \rho_{заг} \times Ky_{чист} = 1290 \times 0,04 = 51,6 \text{ мкм}$$

Вибираємо погрішність установки Jy :

Для заготовки Jy відсутня. Погрішність установки на операції точіння напівчистове $Jy=110$ мкм, на операцію точіння тонке $Jy=70$ мкм. Отримані значення заносимо у таблицю 6.2, яка буде нижче.

Розраховуємо мінімальні припуски:

$$2Z_{min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + Jy_i^2})$$

$$2Z_{\min\text{-н}\text{-чист}} = 2 \cdot 160 + 200 + 1290 = 3300 \text{ мкм}$$

$$2Z_{\min\text{-чист}} = 2 \cdot 125 + 120 + \sqrt{64,5^2 + 110^2} = 372 \text{ мкм}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

$$2Z_{\min \text{ тонк}} = 2 \cdot 25 + 25 + 51,6 = 200 \text{ мкм}$$

Будуємо схему розташування припусків та допусків на заданий розмір і розраховуємо міжопераційні припуски та проміжні розміри.

Розрахунок припусків та граничних відхилень

Точіння тонке:

$$D_{\min \text{ точ. тонк.}} = D_{\text{норм}} + ES_{\text{тонк}}$$

$$D_{\min \text{ тонк}} = 24 - 0,041 = 23,959 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{ тонк}} = D_{\text{ном}} + EI_{\text{точ}}$$

$$D_{\max \text{ тонк}} = 24 + 0,020 = 23,98$$

$$2Z_{\max \text{ тонк}} = 2Z_{\min \text{ тонк}} + ES_{\text{тонк}} + EI_{\text{чист}}$$

$$2Z_{\max \text{ тонк}} = 0,2 + 0,041 + 0,052 = 0,293 \text{ мм}$$

Точіння чистове:

$$D_{\max \text{ чист}} = D_{\text{ном чист}} = D_{\min \text{ чист}} + EI_{\text{чист}}$$

$$D_{\max \text{ чист}} = 24,18 + 0,052 = 24,232 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{ чист}} = D_{\max \text{ тонк}} + 2Z_{\min \text{ тонк}}$$

$$D_{\min \text{ чист}} = 23,98 + 0,2 = 24,18 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ чист}} = 2Z_{\min \text{ чист}} + EI_{\frac{H}{\psi}} + EI_{\text{чист}}$$

$$2Z_{\max \text{ чист}} = 0,37 + 0,21 + 0,052 = 0,632 \text{ мм}$$

Точіння напівчистове:

$$D_{\max \frac{H}{\psi}} = D_{\min \frac{H}{\psi}} + EI_{\frac{H}{\psi}}$$

$$D_{\max \frac{H}{\psi}} = 24,604 + 0,21 = 24,814 \text{ мм}$$

$$D_{\min \frac{H}{\psi}} = D_{\max \text{ чист}} + 2Z_{\min \text{ чист}}$$

$$D_{\min \frac{H}{\psi}} = 24,232 + 0,372 = 24,604 \text{ мм}$$

$$2Z_{\max \text{ H/}\psi} = 2Z_{\min \text{ H/}\psi} + EI_{\text{H/}\psi} + \delta_{\text{заг}}$$

$$2Z_{\max \text{ H/}\psi} = 3,3 + 2,8 + 0,21 = 6,31$$

Розміри заготовки:

$$D_{\max \text{ заг}} = D_{\text{ном заг}} + ES_{\text{заг}}$$

$$D_{\max \text{ заг}} = 29,114 + 1,8 = 30,914 \text{ мм}$$

						Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$D_{\max \text{ заг}} = D_{\text{ном заг}}$$

$$D_{\text{ном заг}} = 28,114 + 1,0 = 29,114 \text{ мм}$$

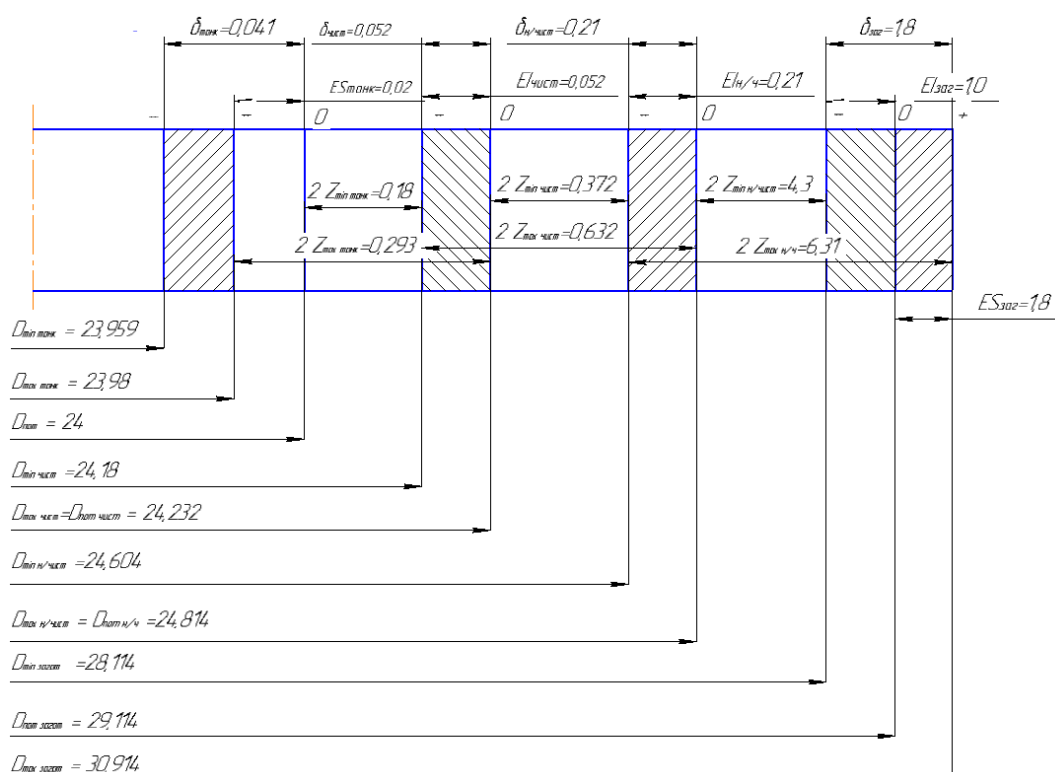
$$D_{\min \text{ заг}} = D_{\max \text{ н/ч}} + 2Z_{\min \text{ чист}}$$

$$D_{\min \text{ заг}} = 24,814 + 3,3 = 28,144 \text{ мм}$$

Таблица 6.1.2 – Початкові та розрахункові дані на заданий розмір

Технічні операції і переходи	Елементи припуску, мкм				Розрахунок припусків, мкм			Розрахунок розмірів, мкм		
	Rz	T	ρ	J i	$2Z_{\min}$	$2Z_{\text{ном}}$	$2Z_{\max}$	D_{\min}	$D_{\text{ном}}$	D_{\max}
Заготовка	160	200	1290	-	-	-	-	28,114	29,114	30,194
Точіння напівчистове	125	120	64,5	110	0,24	2,04	3,49	24,604	24,814	
Точіння чистове	25	25	51,6	-	34,62	0,43	0,59	24,18	24,232	
Шліфування	5	5	-	70	0,4	0,2	0,262	23,959	24	23,98

Рисунок 6.1.1 – розрахунок припусків аналітичним способом



6.2 Розробка технологічного процесу обробки деталі

Виходячи з того, що дипломна робота орієнтована на обробку деталі в умовах середньосерійного виробництва, необхідно використовувати принцип диференціації техпроцесу, де операції чорнової, чистової, напівчистової і чистової обробки розділяються і виконуються на різному устаткуванні відповідної точності.

Крім цього, механічна обробка може багаторазово перериватися операціями термообробки і контролю. Тому, на початку проектування за допомогою довідкової літератури необхідно визначити послідовність методів обробки кожної поверхні, необхідних для досягнення заданих розмірів та фізико-механічних параметрів поверхонь. Для забезпечення високої якості і продуктивності виробництва, зниження собівартості, технологічний процес рекомендується розділяти на стадії обробки: чорнова, напівчистова, чистова і виконувати обробку в зазначеній послідовності, з огляду на наступні вимоги:

- в першу чергу обробляються поверхні, які на другій операції виконують роль чистових баз;

- потім обробляються поверхні з максимальним припуском і напуском, оскільки при цьому використовуються значні сили закріплення і підвищені режими різання;

- далі обробляються поверхні, при формуванні яких можуть виявитися дефекти заготовки, а так само присутня велика ймовірність появи браку завдяки важким умовам механічної обробки;

- останніми обробляються найбільш точні поверхні;

- після термічної обробки обов'язково планується чистова обробка точних поверхонь.

Після операції механічної обробки потрібно передбачити контрольні операції, що виконуються на цьому ж робочому місці виконавцем.

Після кожної групи однотипних операцій доцільно запропонувати контрольну операцію, виконувану контролером ВТК.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Після того, як визначена послідовність операцій маршрутного технологічного процесу, складається порівняльна таблиця, яка дає можливість наглядно побачити відмінності базового та пропонованого техпроцесів.

Таблиця 6.2.1 – Порівняння базового і пропонованого технологічних процесів

Базовий технологічний процес			Пропонований технологічний процес		
№ операції	Назва операції	Обладнання	№ операції	Назва операції	Обладнання
005	Заготівельна		005	Заготівельна	
010	Контроль ВТК		010	Контроль ВТК	
015	Токарно-гвинторізна	1K625	015	Токарна ЧПУ	1B340Ф30
020	Токарно-гвинторізна	1K625	020	Токарна ЧПУ	1B340Ф30
025	Контроль ВТК		025	Контроль ВТК	
030	Вертикально-фрезерна	6P13	030	Фрезерування ЧПУ	16P12
035	Слюсарна		035	Слюсарна	
040	Контроль ВТК		040	Контроль ВТК	

6.3 Запропоновані методи забезпечення технічних вимог на деталь в процесі обробки

Вибір методів обробки залежить від конфігурації деталі, її габаритів, точності, якості обробки поверхонь, виду прийнятої заготовки. Остаточне фороутворення, досягнення точності розмірів і якості оброблених поверхонь в машинобудуванні переважно досягається обробкою різанням.

Точність обробки – це відповідність оброблених поверхонь вимогам креслення. Аналізуючи ці вимоги, можна побачити, що обмежені вони чотирма чинниками:

									Лист
									26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- дотримання розмірної точності;
- дотримання вимог шорсткості поверхні;
- дотримання допусків форми та взаємного розташування поверхонь;
- дотримання необхідної твердості поверхні.

Дотримання розмірної точності

Необхідну точність оброблюваних поверхонь забезпечуємо достатньою кількістю стадій обробки:

- поверхні IT6-IT8 піддаються чорновому, напівчистовому, чистовому і тонкому точінню;
- поверхня IT9 піддається чорновому, напівчистовому і чистовому точінню;
- інші розміри обробляються за одну стадію – чорнову.

Дотримання вимог по шорсткості поверхонь

Шорсткість поверхонь забезпечуємо правильним підбором режимів різання. Найбільший вплив на шорсткість надає подача. Тому обрану подачу перевіряємо по можливості досягнення необхідної шорсткості поверхні.

Дотримання допусків форми та взаємного розташування

Забезпечення необхідних допусків форми та взаємного розташування поверхонь досягається на операціях кінцевої обробки з дотриманням принципів постійності та сумісності баз.

Дотримання твердості поверхонь

Матеріал з якого складається корпус – сталь 38ХНЗМФА. Твердість деталі відповідає твердості заготовки в стані її поставки на механічну обробку.

Досягнення на зубчатому вінці твердості Hv500 на глибину 0,20-0,45 мм, деталь проходить термічну обробку (азотування). Азотування – насичення поверхні деталі азотом для підвищення твердості, зносостійкості і корозійної стійкості. Для азотування деталь нагрівають до 480-650 °С в атмосфері дисоційованого аміаку.

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

6.4 Аналіз заводського технологічного процесу, скорочений опис пропонуваного технологічного процесу. Вибір та обґрунтування верстатних пристроїв, металорізального та вимірювального інструментів

У даному пункті дипломного проекту аналізується базовий (заводський) технологічний процес і вносяться до нього корективи – нововведення з обладнанням, технологічною оснасткою і базуванням.

Базовий (заводський) технологічний процес

005 Заготівельна

В умовах одиничного типу виробництва, заготовка – прокат. У зв'язку з тим, що змінено тип виробництва на середньосерійний, виникла необхідність змінити спосіб отримання заготовки на штампування на ГКМ. Обґрунтування вибору способу отримання заготовки наведено в пункті 5.

010 Контроль ВТК

Контролювати розміри.

Обладнання: штангенциркуль ШЦ-П-400-0.1 ГОСТ 166-89

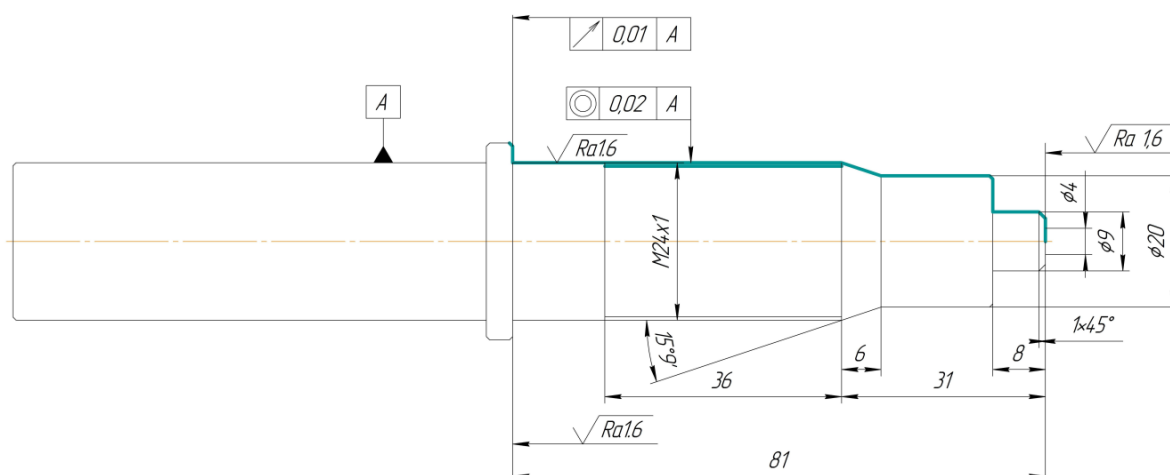
015 Токарно-гвинторізна

Деталь виставляється та закріплюється в патроні до упору, точити згідно ескізу (рис. 6.1).

Обладнання: верстат 16К20, патрон 7103-0005 ГОСТ 3890-82, штангенциркуль ШЦ-І-125-0.1-2 ГОСТ 166-89, штангенциркуль ШЦ-П-500-0.05-2 ГОСТ 166-89, різець чорновий лівий прохідний 2101-0007 ВК6, різець напівчистовий Т5К10, різець PCLNR/L чистовий, різець різьбонарізний SER/L.

									Лист
									28
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Рисунок 6.4.1 – Операційний ескіз

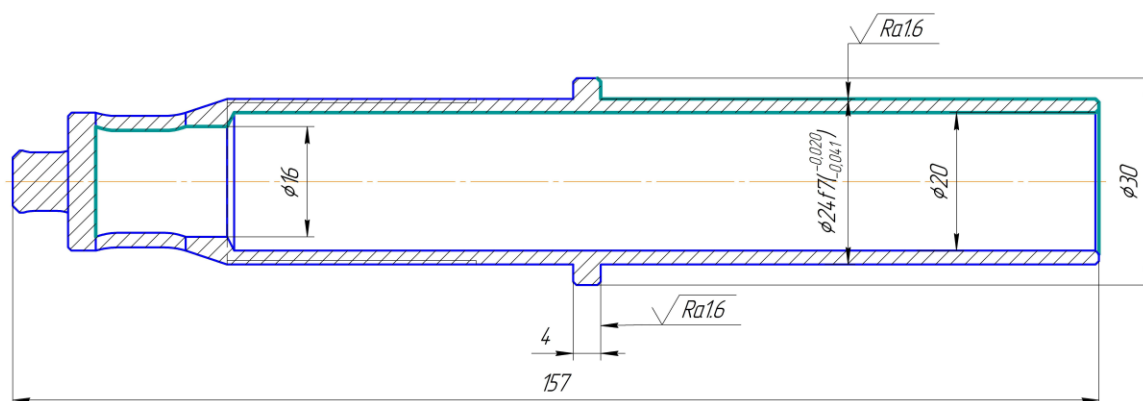


020 Токарно-гвинторізна

Деталь виготовляється та закріплюється в патроні до упору, точити згідно ескізу (рис. 6.2).

Обладнання: верстат 16К20, патрон 7103-0005 ГОСТ 3890-82, штангенциркуль ШЦ-I-12-0.1-2 ГОСТ 166-89, різець чорновий лівий прохідний 2101-0007 ВК6, різець напівчистовий Т5К10, різець чистовий PCLNR/L, різець розточний PWLNR/L.

Рисунок 6.4.2 – Операційний ескіз №2



					Лист
					29
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

025 Контроль ВТК

Контролювати розміри.

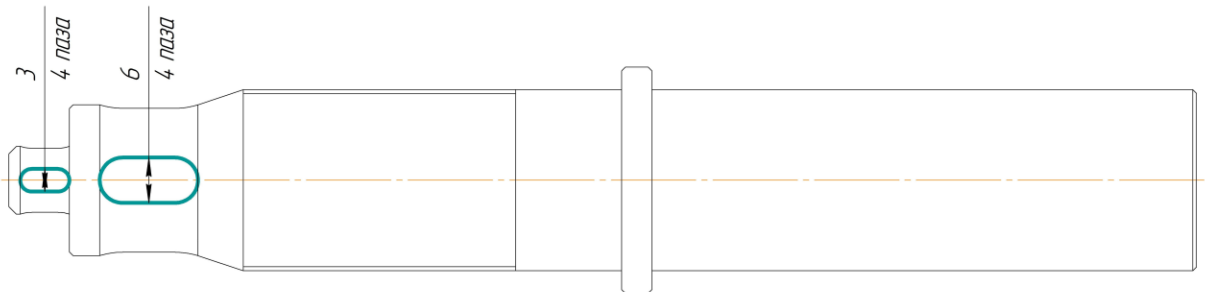
Обладнання: штангенциркуль ШЦ-II-400-0.1 ГОСТ 166-89

030 Вертикально-фрезерна

Фрезерувати пази згідно ескізу (рис. 6.3).

Обладнання: фреза кінцева ГОСТ 2324-78, фреза кінцева ГОСТ 23247-78, верстат вертикально-фрезерний 6Р13.

Рисунок 6.4.3 – Операційний ескіз №3



035 Слюсарна

Зачистити зазубрини після механічної обробки. Гострі кромки притупити.

040 Контроль ВТК

Перевірити деталь на відповідність розмірам креслення та технічним вимогам

Пропонований маршрутний технологічний процес

005 Заготівельна

Для отримання заготовки «Штанга сопло» запропонований метод отримання заготовки – поковка штампована на ГKM. Детальніше цей метод описаний у пункті 4.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

010 Контроль ВТК

Контролювати розміри.

Обладнання: штангенциркуль ШЦ-II-400-0.1 ГОСТ 166-89

015 Токарна з ЧПУ

Виконати чорнову та чистову обробку заготовки згідно ескізу (рис. 6.4).

Обладнання: токарний верстат з ЧПК 1В3440Ф30. Технічна характеристика верстата наведена в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4.1 – Технічна характеристика верстата моделі 1В340Ф30

Найбільший діаметр оброблюваного прутка, мм: при зажимній і подаючих трубах	40
при передньому зажимі	55
Найбільший діаметр заготовки, мм	400
Найбільша довжина оброблюваної заготовки, мм	200
Кінець шпинделя фланцевого	2-6 Ц
Кількість позицій револьверної головки	8
Діапазон частот обертання шпинделя	безступінчате
Частоти обертання шпинделя	10...2500
Потужність електродвигуна головного приводу, кВт	11
Маса, кг	3270
Габаритні розміри, мм	3830x1500x1710

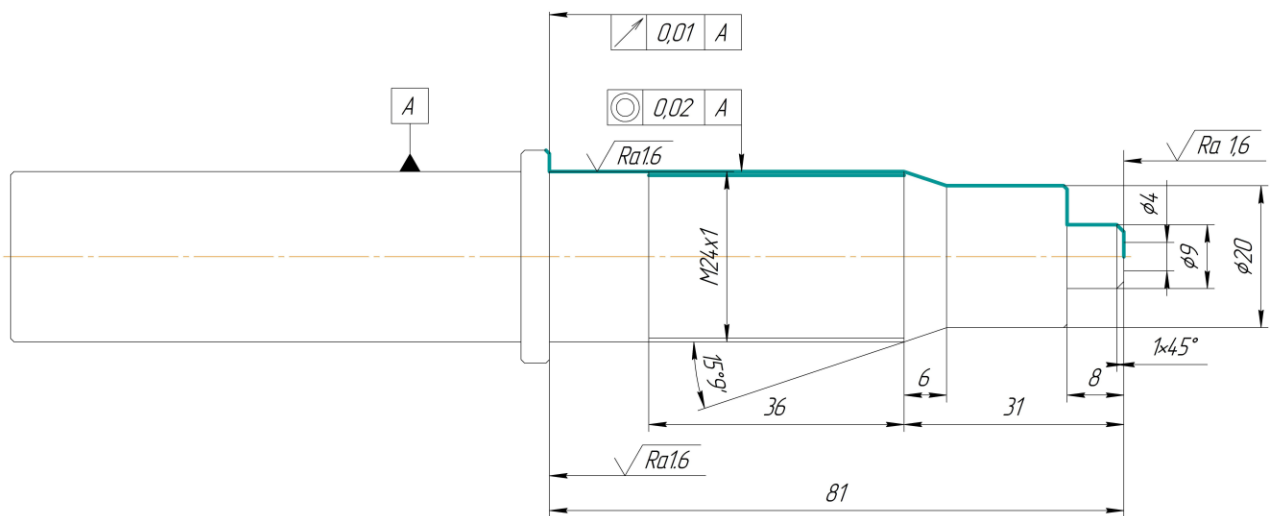
Оснащення: патрон самоцентруючий трьохкулачковий ГОСТ 2571-71, штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1-2 ГОСТ 166-89, штангенциркуль ШЦ-II-500-0.05-2 ГОСТ 166-89.

Ріжучий інструмент:

- PIN№1 – KHS-SBCL правий упорний різець для чорнової обробки зовнішніх поверхонь

- PIN№2 – KHP-CLNR правий упорний різець для напівчистої обробки зовнішніх поверхонь
- PIN№3 – DCLNR правий упорний різець для чистої обробки зовнішніх поверхонь.
- PIN№4 – SER/L-S різець для нарізання різі.

Рисунок 6.4.4 – Операційний ескіз (операція 015)



020 Токарна з ЧПУ

Виконати чорнову та чистову обробку заготовки згідно ескізу (рис. 6.5).

Обладнання: токарний верстат з ЧПК 1В340Ф30.

Оснащення: патрон самоцентруючий трьохкулачковий ГОСТ 2571-71, штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1-2 ГОСТ 166-89, штангенциркуль ШЦ-II-500-0.05-2 ГОСТ 166-89

Ріжучий інструмент:

PIN№1 – KHP-SBCK правий упорний різець для чорнової обробки зовнішніх поверхонь

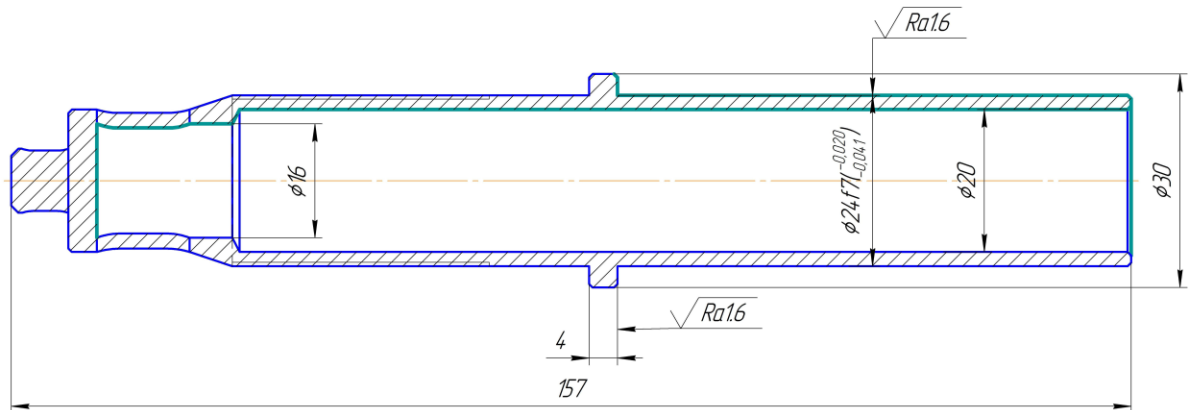
PIN№2 – KHP-SLNR правий упорний різець для напівчистої обробки зовнішніх поверхонь

PIN№3 – DCLNR правий упорний різець для чистої обробки зовнішніх поверхонь

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	32

PIN№4 – SWUCR/L правий розточний різець для напівчистої обробки

Рисунок 6.4.5 – Операційний ескіз (операція 020)



025 Контроль ВТК

Контролювати поверхні отримані на операції 010

Обладнання: стіл ВТК, штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1-2 ГОСТ 166-89, мікрометр ГОСТ 6507-90.

030 Вертикально-фрезерна

Фрезерувати 8 пазів ескізу (рис. 6.6).

Обладнання: вертикально-фрезерний верстат 16Р12

Технічна характеристика верстата наведена в таблиці 6.5

Ріжучий інструмент: фреза кінцева $\phi 6$ ГОСТ 17026-71, фреза кінцева $\phi 3$ ГОСТ 17026-71

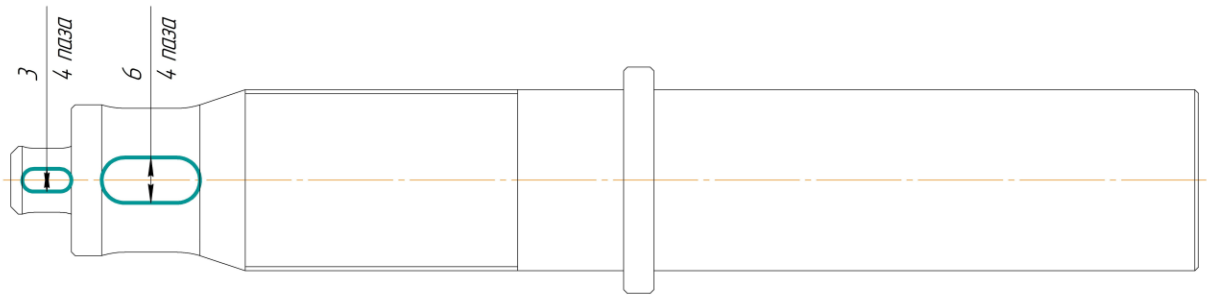
Вимірювальний інструмент: штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1-2 ГОСТ 166-89

Таблиця 6.4.2 – Технічна характеристика верстату 16P12

Клас точності по ГОСТ 8-71	Н
Довжина робочої поверхні столу, мм	1250
Ширина робочої поверхні столу, мм	320
Найбільшу поздовжнє переміщення столу, мм	800
Найбільше поперечне переміщення столу, мм	240
Найбільше вертикальне переміщення столу, мм	410
Найменша і найбільша відстань від торця шпинделя до столу, мм	30- 450
Відстань від осі шпинделя до вертикальних напрямних станини, мм	350
Переміщення столу на одне ділення лімба (поздовжнє, поперечне, вертикальне), мм	0,05
Переміщення столу на один оборот лімба (поздовжнє, поперечне і вертикальне), мм	6, 6, 2
Найбільший кут повороту шпиндельної головки, град	±45
Ціна одного ділення повороту шпиндельної головки, град	1
Потужність приводу головного руху, кВт	7,5
Частота обертання головного приводу, об/хв	1460
Потужність приводу подач, кВт	2,2
Вага верстата, т	3,12

Рисунок 6.4.6 – Операційний ескіз (операція 030)

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		34



035 Слюсарна

Зачистити зазубрини після механічної обробки. Гострі кромки притупити.

Обладнання: верстак слюсарний, напилек 2822-0127 ГОСТ 1465-80

040 Контроль ВТК

Провести загальний контроль виготовленої деталі згідно креслення.

Обладнання: стіл ВТК, вимірювальний інструмент використовувати згідно попередніх операцій.

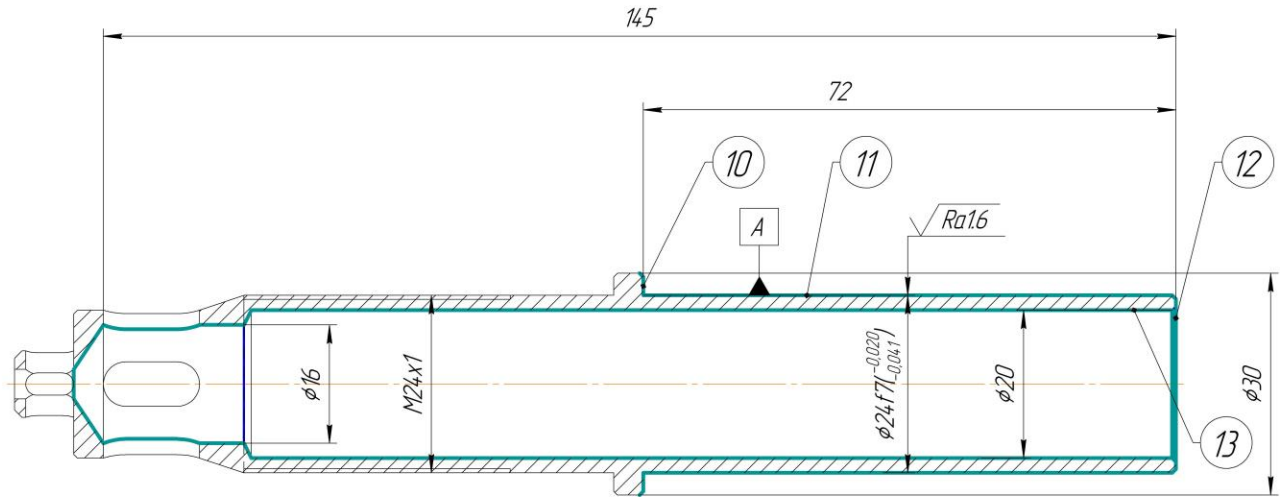
6.5 Розрахунок режимів різання

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						36

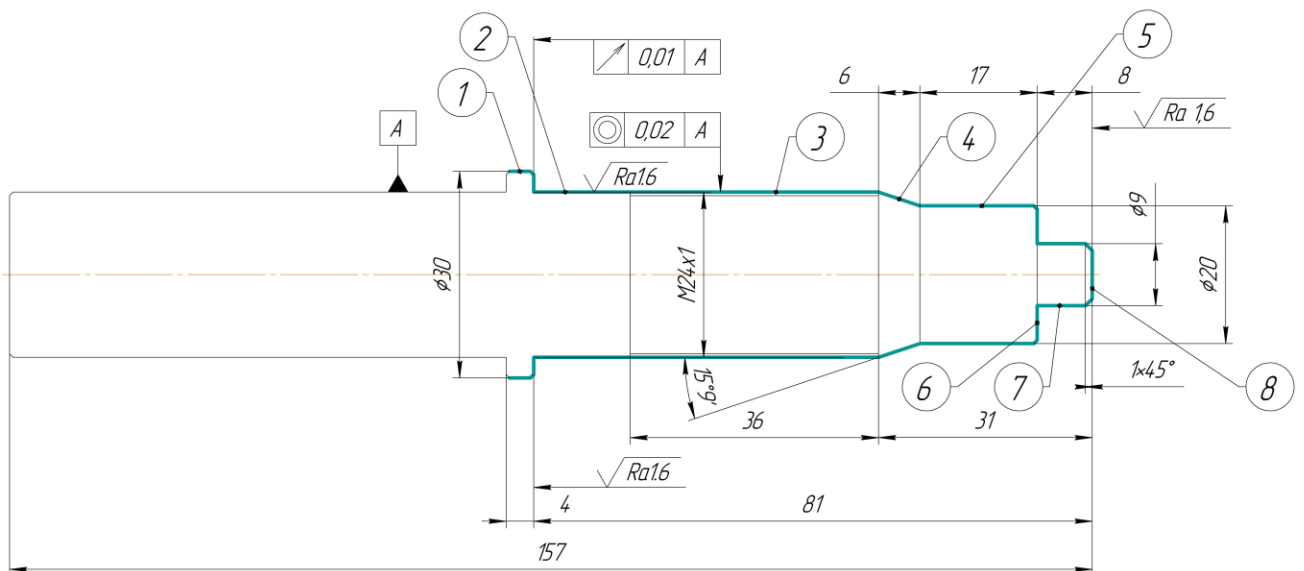
015 Багатоцільова

На токарно-гвинторізному верстаті 1В350Ф30 проводиться точіння поверхонь зазначених на рисунку 6.5.1

Рисунок 6.5.1 – Ескіз обробки на операції 015



1 позиція



2 позиція

Таблиця 6.5.1 – Стадії обробки та глибина різання по сталіям

										Лист
										37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Т	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Чор	1,8	2,1	2,1	1	1,9	3,2	1,8	1	3,2	1,6	2,1	2,1	2
Н/ч	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чист	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Тонке	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Вибір подач S_o , мм/об:

1. Вибираємо подачу для чорнового точіння S_o (мм/об) поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,11,12 з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №1 та №5 при обробці поверхонь 1,2,3,4,5,6,8,11,12 на чорновій стадії обробки таблична подача, яка обирається в залежності від оброблюваного діаметру – до 130 мм, рівна $S_{om}=0,8$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти на подачу в залежності від:

1. Перетину державки різця $K_{sd}=1,0$;
2. Властивостей оброблюваного матеріалу $K_{sm}=1,0$;
3. Стану поверхні заготовки $K_{sn}=1,0$;
4. Геометричних параметрів різця $K_{sq}=1,0$;
5. Жорсткості верстата $K_{sj}=1,0$
6. Міцність ріжучої частини $K_{sh}=0,75$;
7. Схеми заготовки установки $K_{sy}=1,2$;
8. Інструментального матеріалу $K_{si}=1,15$;
9. Методу кріплення пластини $K_{sp}=1,0$.

Прийнята подача буде рівна:

$$S_o = S_{om} \times K,$$

Де K – це допуск усіх поправочних коефіцієнтів подачі даної стадії обробки:

$$K = K_{sd} \times K_{sm} \times K_{sn} \times K_{sq} \times K_{sj} \times K_{sj} \times K_{sh} \times K_{sy} \times K_{si} \times K_{sp}$$

При цьому $K=1,035$, тоді подача для чоргової стадії обробки по формулі буде рівна для поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,11,12:

$$S_o = 0,8 \times 1,035 = 0,82 \text{ мм/об.}$$

2. Вибираємо подачу для напівчистового точіння S_o (мм/об) поверхонь 11 з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №2 та №4 при обробці поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12 на напівчистовій стадії обробки таблична подача, яка обирається в залежності від оброблюваного діаметру – до 100 мм, рівна $S_{om} = 0,3$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти на подачу в залежності від:

1. Перетину державки різця $K_{sd}=1,0$;
2. Властивостей оброблюваного матеріалу $K_{sm}=1,0$;
3. Стану поверхні заготовки $K_{sn}=1,0$;
4. Геометричних параметрів різця $K_{sp}=1,0$;
5. Жорсткості верстата $K_{sj}=1,0$
6. Міцність ріжучої частини $K_{sh}=0,85$;
7. Схеми заготовки установки $K_{sy}=1,2$;
8. Інструментального матеріалу $K_{si}=1,15$;
9. Методу кріплення пластини $K_{sp}=1,0$.

При цьому $K=1,17$, тоді подача для напівчистової стадії обробки по формулі для поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12 буде рівна:

$$S_o = 0,3 \times 1,17 = 0,35 \text{ мм/об.}$$

3. Вибираємо подачу для напівчистового розточування S_o (мм/об) поверхні 13 з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №6 таблична подача рівна $S_{om}=0,45$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти в залежності від:

1. Властивостей оброблюваного матеріалу $K_{sm}=1,0$;
2. Стану поверхні заготовки $K_{sn}=1,0$;
3. Вильоту різця $K_{sl}=1,0$;
4. Геометричних параметрів різця $K_{sp}=1,0$;
5. Діаметру деталі $K_{sd}=0,8$;
6. Способу кріплення пластини $K_{sp}=1,05$;
7. Інструментального матеріалу $K_{si}=1,15$.

По формулі $K=0,96$, тоді подача для чорнового розточування по формулі буде рівна:

$$S_o = 0,45 \times 0,96 \times 0,43 \text{ мм/об.}$$

4. Вибираємо подачу для чистового точіння S_o (мм/об) поверхонь 11 з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №3 таблична подача рівна $S_{om}=0,33$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти на подачу в залежності від:

1. Властивостей оброблюваного матеріалу $K_{sm}=1,0$;
2. Вильоту різця $K_{sl}=1,0$;
3. Радіуса при вершині різця $K_{sr}=1,0$;
4. Квалітет оброблюваної деталі $K_{sk}=1,15$;
5. Кінематичного кутав плані $K_{sq}=1,0$;
6. Діаметру деталі $K_{sD}=0,8$;

По формулі $K=0,92$, тоді подача для чорнового розточування по буде рівна:

$$S_o = 0,33 \times 0,92 = 0,30 \text{ мм/об.}$$

5. Вибираємо подачу для тонкого точіння S_o (мм/об) поверхні 11 з урахуванням поправочних коефіцієнтів

Для різця №к таблична подача рівна $S_{om}=0,2$ мм/об.

Поправочні коефіцієнти на подачу в залежності від:

1. Властивостей оброблюваного матеріалу $K_{sm}=0,8$;
2. Вилігу різця (оправки) $K_{sl}=1,0$;
3. Радіуса при вершині різця $K_{sr}=1,0$;
4. Квалітету оброблюваної деталі $K_{sk}=0,85$;
5. Кінематичного кута в плані $K_{sq}=0,8$;
6. Діаметру деталі $K_{sD}=0,8$;

По формулі $K=0,544$, тоді подача для чорнового розточування буде рівна:

$$S_o=0.07 \text{ мм/об.}$$

Вибір швидкості різання V_p , м/хв

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

1. Вибираємо швидкість різання V_p , (м/хв) для чорнового точіння з урахуванням поправочних коефіцієнтів. Для різця №1 та №4 при обробці поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,11,12 таблична швидкість різання рівна 64 м/хв.

Розрахункова швидкість різання буде рівна:

$$V_p = V_T \times K,$$

де K – добуток всіх поправочних коефіцієнтів швидкості різання на стадії обробки, тобто:

$$K = K_{vc} \times K_{vo} \times K_{vj} \times K_{vm} \times K_{v\phi} \times K_{vt} \times K_{vж} \times K_{vi}$$

При цьому $K=0,85$, тоді розрахункова швидкість різання по формулі для поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12 буде рівна:

$$V_p = 64 \times 0,85 = 54,4 \text{ м/хв.}$$

2. Вибираємо швидкість різання V_p , (м/хв) для напівчистового точіння з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №2 та №4 при обробці поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12 таблична швидкість різання рівна $V_T=92$ м/хв.

При цьому $K=0,85$, тоді розрахункова швидкість різання для поверхонь 5, 17 буде рівна:

$$V_p = 92 \times 0,85 = 78,2 \text{ м/хв.}$$

3. Вибираємо швидкість різання V_p , (м/хв) для напівчистового розточування з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №6 при обробці поверхні 13 таблична швидкість різання рівна $V_m=150$ м/хв.

По формулі $K=0,85$, тоді швидкість різання для напівчистового розточування буде рівна:

$$V_p = 150 \times 0,85 = 127,5 \text{ м/хв}$$

4. Вибираємо швидкість різання V_p (м/хв) для точіння чистового з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №1, який обробляє поверхні 11 таблична швидкість різання рівна $V_T=107$ м/хв.

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

При цьому $K=0,85$, тоді розрахункова швидкість різання для поверхні 11 буде рівна:

$$V_p = 107 \times 0,85 = 90,95 \text{ м/хв.}$$

5. Вибираю швидкість різання V_p (м/хв) для точіння тонкого з урахуванням поправочних коефіцієнтів.

Для різця №1, який обробляє поверхню 11 таблична швидкість різання рівна $V_T=250$ м/хв.

При цьому $K=0,85$, тоді розрахункова швидкість різання для поверхні 11 буде рівна:

$$V_p = 250 \times 0,85 = 212,5 \text{ м/хв.}$$

Визначаємо розрахункові частоти обертання шпинделя на всі стадії обробки для кожної поверхні по формулі:

$$n_p = \frac{1000 \times V_p}{3,14 \times D}, \text{ об/хв.}$$

1. Чорнове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12:

$$n_p = \frac{1000 \times 54,5}{3,14 \times 30} = 578,5 \text{ об/хв.}$$

2. Напівчистове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12:

$$n_p = \frac{1000 \times 78,2}{3,14 \times 30} = 830,14 \text{ об/хв.}$$

3. Напівчистове розточування поверхні 13:

$$n_p = \frac{1000 \times 127,5}{3,14 \times 20} = 2030,25 \text{ об/хв.}$$

4. Чистове точіння поверхні 11:

$$n_p = \frac{1000 \times 90,95}{3,14 \times 24} = 1197,34 \text{ об/хв.}$$

5. Тонке точіння поверхні 11:

$$n_p = \frac{1000 \times 212,5}{3,14 \times 24} = 2797,52 \text{ об/хв.}$$

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Розрахункові частоти обертання шпинделя корегуємо по паспорту верстату і приймаю фактичні частоти обертання шпинделя n_{ϕ} . Так як верстат 1FCL-450 TMS має безступінчасту коробку частот обертання шпинделя, розрахункові частоти обертання шпинделя просто округлюємо до цілих значень з найменшою похибкою для зручності складання керуючої програми:

1. Чорнове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12=578 об/хв;
2. Напівчистове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12=830 об/хв;
3. Напівчистове розточування поверхні 13=2030 об/хв;
4. Чистове точіння поверхні 11=1197 об/хв;
5. Тонке точіння поверхні 11=2797 об/хв.

Визначаємо фактичні швидкості різання V_{ϕ} по формулі:

$$V_{\phi} = \frac{\pi \times D \times n_{\phi}}{1000}, \text{ м/хв}$$

1. Чорнове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 30 \times 578}{1000} = 54,47 \text{ м/хв};$$

2. Напівчистове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 30 \times 830}{1000} = 78,22 \text{ м/хв};$$

3. Напівчистове розточування поверхні 13:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 20 \times 2030}{1000} = 127,54 \text{ м/хв};$$

4. Чистове точіння поверхні 11:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 24 \times 1197}{1000} = 90,25 \text{ м/хв};$$

5. Тонке точіння поверхні 11:

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \times 24 \times 2797}{1000} = 210,88 \text{ м/хв};$$

Перевіряємо вибрані режими різання по потужності приводу головного руху для чорнових і напівчистої стадії обробки, для цього повинна виконуватися умова:

$$N_{\phi_{max}} \leq N_B,$$

де $N_{\phi_{max}}$ – максимальна фактична потужність різання на стадіях

N_B – максимальна потужність різання верстату.

Значення потужності різання:

1. Чорнове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12: $N_m=11,0$ кВт;
2. Напівчистове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12: $N_m=9,0$ кВт;
3. Напівчистове розточування поверхні 13: $N_m=8,2$ кВт;
4. Чистове точіння поверхні 11: $N_m=8,0$ кВт;
5. Тонке точіння поверхні 11: $N_m=7,2$ кВт;

Корегуємо значення потужності різання за допомогою поправочного коефіцієнту в залежності від механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K_{NM}=0,6$ (однаковий для всіх стадій обробки). Виходячи з цього бачимо, що розрахункова потужність відповідних стадій дорівнюватиме:

$$N_{\phi} = N_M \times K_{NM} \times V_{\phi} / V_m.$$

З розрахунку фактичних потужностей різання, максимальною є потужність різання при чорновому точінні поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12:

$$N_{\phi} = 11,0 \times 0,6 \times \frac{54,47}{64} = 5,6 \text{ кВт.}$$

Перевіряємо умову, $N_B = 20$ кВт, $5,6 \leq 30$ – умова виконується, отже обробка можлива при вибраних режимах різання.

Визначаємо хвилинну подачу S_x (мм/хв) по стадіям користуючись формулою:

$$S_x = S_o \times n_{\phi} \text{ (мм/об),}$$

де S_o – подача на оберт, мм/об

n_{ϕ} – фактична частота обертання шпинделя, об/хв.

						Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. Чорнове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12:

$$S_x = 0,82 \times 578 = 473,96 \text{ мм/хв};$$

2. Напівчистове точіння поверхонь 1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12:

$$S_x = 0,35 \times 830 = 290,5 \text{ мм/хв};$$

3. Напівчистове розточування поверхні 13:

$$S_x = 0,43 \times 2030 = 872,9 \text{ мм/хв};$$

4. Чистове точіння поверхні 11:

$$S_x = 0,3 \times 1197 = 359,1 \text{ мм/хв};$$

5. Тонке точіння поверхні 11:

$$S_x = 0,07 \times 2797 = 195,79 \text{ мм/хв};$$

Таблиця 6.5.1 – Режими різання для операції 015

Елементи режимів різання	Стадія обробки				
	Розточування		Т		
	Чорнове	Н/ч	Чистове	Тонке	Н/ч
	Номери поверхонь				
	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12	1,2,3,4,5,6,7,8,9,11,12	11	11	13
Таблична подача S_{om} , мм/об	0,8	0,3	0,33	0,2	0,45
Прийнята подача S_o , мм/об	0,82	0,35	0,3	0,07	0,43
Таблична швидкість різання V_T , м/хв	64	92	107	250	150
Розрахункова швидкість різання V_p , м/хв	54,4	78,2	90,95	212,5	127,5
Розрахункові оберти шпінделя n_p , об/хв	578,5	830,14	1197,34	2797,52	2030,25
Фактичні оберти шпінделя n_f , об/хв	578	830	1197	2797	2030
Фактична швидкість	54,47	78,22	90,25	210,88	127,45

різання V_{ϕ} , м/хв					
Таблична потужність різання N_T , кВт	11	9	8	7,2	8,2
Фактична потужність різання N_{ϕ} , кВт	5,6	4,6	4,4	4,18	4,18
Хвилинна подача S_x , мм/хв	473,96	290,5	359,1	195,79	872,9

Продовження таблиці 6.5.1

6.6 Технічне нормування операцій

Технічне нормування праці - це сукупність методів та прийомів по виявленню резервів робочого часу та встановленню необхідної мірки праці.

Визначаємо норми штучного часу $T_{шт}$:

$T_{шт}$ – норма штучного часу – це час на виконання об'єму праці, що дорівнює одиниці нормування.

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_{в} \times K_{тв}) \times (1 + a_{тех} + a_{орг} + a_{отл} / 100),$$

де $T_{ца}$ – це час циклу автоматичної роботи верстату по заданій програмі

$T_{в}$ – допоміжний час.

Так як після обробки деталей не контролюється на цій операції, а знімається деталь після відпрацювання, то в допоміжний час буде входити лише час на встановлення, перевстановлення та закріплення заготовки:

$$T_{ца} = T_o + T_{мв},$$

де T_o – норма часу

$$T_o = n \times (L_{рх} / S_{трх}),$$

де n – кількість проходів

$L_{рх}$ – довжина робочого ходу інструменту

$T_{мв}$ – норма машинно-допоміжного часу

$T_{мви}$ - норма машинно-допоміжного часу, пов'язана з автоматичною зміною інструменту (визначається за паспортом верстату).

						Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- Час фіксації і розфіксації револьверної головки $T_{иф}=2$ с;
- Час повороту револьверної головки на одну позицію $T_{ип}=2$ с.

Тобто для різця №1 $T_{мви}$ буде дорівнювати:

$$T_{мви} = (2 \times 2 + 2)/60 = 0,1 \text{ хв.}$$

$T_{мвхх}$ - норма машинно-допоміжного часу, пов'язана з холостим ходом інструменту.

$$T_{мвхх} = L_{хх}/S_{мхх},$$

де $L_{хх}$ – довжина робочого ходу

$S_{мхх}$ – хвилинна подача холостого ходу.

Час автоматичної роботи на кожній ділянці траєкторії, а також час зміни РІ заносимо в таблицю 6.6.1.

Таблиця 6.6.1 – Час автоматичної роботи на кожній ділянці траєкторії

Ділянка траєкторії	ΔX , мм	ΔZ , мм	L_i , мм	S_m , мм/об	T_o , хв.	$T_{мд}$, хв
РІ№1						
12-13	6	3	3	260,76	0,011	-
13-14	0	9	9	260,76	0,035	-
14-15	1	0	1	15000	-	0,00007
15-16	0	10	10	15000	-	0,0007
16-17	40	0	40	260,76	0,15	-
17-18	4	2	1	15000	-	0,00007
18-19	0	8	8	15000	-	0,0005
19-20	23,8	0	23,8	260,76	0,09	-
20-21	196,2	87	214	15000	-	0,00007
21-0	196,2	87	214	15000	-	0,015
РІ№2						
0-1	119,5	114	165,16	15000	-	0,011
1-2	0	11	11	248,5	0,04	-

2-3	3,5	2	1	15000	-	0,00007
3-0	116	123	169	15000	-	0,0007
PIN№3						
0-1	0	97	97	15000	-	0,007
1-2	0	77	77	169,2	0,45	-
2-3	0	77	77	15000	-	0,005
3-0	0	97	97	15000	-	0,0065
PIN№4						
0-1	139,5	98	170,5	15000	-	0,011
1-2	0	1x6	6	797,22	0,27	-
2-3	12,7	0	12,7	15000	-	0,0008
3-4	0	64	64	797,22	0,08	-
4-5	1	-	1	15000	-	0,0008
5-6	60,4	0	60,4	15000	-	0,004
6-7	3,2	1,6	1	797,22	0,001	-
7-8	10,5	0	10,5	797,22	0,013	-
8-9	0	8	8	797,22	0,01	-
9-0	139,5	98	170,5	15000	-	0,011
PIN№5						
0-1	171,99	88	197,47	15000	-	0,013
1-2	0	70	70	1036,8	0	-
2-3	0,51	0	0,51	15000	-	0,00001
3-4	0	72	72	15000	-	0,005
4-0	173,5	96	197,5	15000	-	0,013
PIN№6						
0-1	116	122	168,3	15000	-	0,002
1-2	4,4	3	5,3	80	0,07	-
2-3	4,4	3	5,3	80	0,07	-
					Σ1,6	Σ0,13

Продовження таблиці 6.6.1

Після розрахунків часу автоматичної роботи на кожній ділянці траєкторії окремо бачимо, що формула набуває іншого вигляду:

$$T_{ца} = \sum T_o + \sum T_{мд}$$

$$\sum T_o = 1,6 \text{ хв}, \quad \sum T_{мд} = 0,13 \text{ хв}.$$

$$\text{По формулі } T_{ца} = 1,6 + 0,13 = 1,73 \text{ хв}.$$

T_d – норма допоміжного часу – це час на дії, які мають можливість виконувати основну роботу.

$$T_d = T_{дуст} + T_{доп} + T_{дизм},$$

де $T_{дуст}$ – норма допоміжного часу на установку та зняття заготовки

$T_{доп}$ – норма допоміжного часу, пов'язана з виконанням технологічної операції

$T_{двим}$ – норма допоміжного часу на виконання контрольних вимірювань.

Маємо такі розрахунки:

$$T_{дуст} = 0,37 + 0,37 = 0,74 \text{ хв};$$

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

$$T_{двим} = 2,48 \text{ хв};$$

$$T_b = 0,75 + 0,5 + 2,48 = 3,72 \text{ хв};$$

$$T_{оп} = 1,88 + 3,72 = 5,6 \text{ хв}.$$

$a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}$ – норма часу на організаційно-технічне обслуговування, відпочинок та особисті потреби – 7%:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{отл} = 0,07 \times 3,72 = 0,26 \text{ хв}.$$

$K_{тв} = 0,76$ – коефіцієнт на виконання ручної допоміжної роботи залежно від об'єму партії. Визначаємо норму штучного часу за формулою:

$$T_{шт} = 1,73 + 3,72 \times 0,86 \left(1 + \frac{0,26}{100} \right) = 4,35 \text{ хв}.$$

Визначаємо норму штучно-калькуляційного часу $T_{шк}$ за формулою:

$$T_{шк} = T_{шт} + T_{пз} / n,$$

$$n = T_{зм} - T_{пз} / T_{он}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

$T_{пз}$ – це час на підготовку робітників та засобів виробництва до виконання технологічної операції та приведення їх у первинний стан після її закінчення (одержання матеріалу, інструменту, ознайомлення з кресленням, інструктаж з техніки безпеки, наладка обладнання, установка та зняття інструменту, пристосування, здача готової продукції).

Визначаємо норми штучного часу за формулою:

$$T_{пз} = 9 + 2 + 2 + 6,8 + 5,5 + 1 + 2 + 0,1 + 2,5 = 30,2 \text{ хв.}$$

$$n = (8 \times 60 - 30,2) / 5,6 = 80,32 \text{ шт.}$$

$$T_{шк} = 4,35 + 30,2 / 80,32 = 4,73 \text{ хв.}$$

030 Вертикально-фрезерна з ЧПК

Обираємо для даної операції шпоночну фрезу, з двома ріжучими зубцями.

Таблиця 6.6.2 – Режими різання для фрезерування

№ поверхні	SZ	V (м/хв)	n (об/хв)	t (мм)
14	0,02	70	240	2,5
15	0,04	65	640	2

Розрахунок хвилинної подачі для фрезерування.

Хвилинна подача вираховується за формулою: $S_{хв} = SZ \times z \times n$,

де SZ – подача на зуб

z – кількість ріжучих зубців

n – оберти.

Розрахунок головного часу фрезерування:

$$S_{хв} = 0,04 \times 240 = 9,6;$$

$$S_{хв} = 0,02 \times 640 = 12,8$$

Допоміжний час знаходимо за формулою: $T_v = T_{всу} + T_{впр} + T_{визм} \text{ (хв)}$,

де $T_{всу}$ – допоміжний час на установку і зняття деталі

$T_{впр}$ – допоміжний час на прохід;

$T_{визм}$ – допоміжний час на вимірювання.

$$T_{вфрез} = 0,2 + 0,09 + 0,6 = 1,7.$$

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Головний час для фрезерування = 6,64 (хв).

Підготовчо-заготівельний час на фрезерування:

$$T_{ц} = 6,64 + 1,7 = 8,34 \text{ (хв);}$$

$$T_{пз} = 24 + 3 \times k + 1,5 \times 8,34 = 38,91 \text{ хв .}$$

Норми оперативного часу.

Норма оперативного часу вираховується за формулою:

$$T_{оп} = T_o + T_v,$$

де T_o – основний час обробки, хв

T_v – допоміжний час на обробку, хв. $T_v = 8\%$ від часу обробки.

Норма оперативного часу на фрезерування:

$$T_{оп} = 6,64 + 1,7 = 8,34 \text{ хв.}$$

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця:

$$T_{обс} = 5\% \times T_{оп}; T_{обсфрез} = 5\% \times 8,34 = 0,4.$$

Штучний час вираховується за формулою:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{осб} + T_{осб} = 8,34 + 0,4 + 0,4 = 9,1 \text{ хв.}$$

Далі то таблиці 6.6.3 заносимо нормування часу для операції 015 та 030.

Таблиця 6.6.3 – Нормування часу для операції 015 токарної з ЧПК та операції 030 вертикально-фрезерної з ЧПК

№ операції	T_o	T_v	$T_{пз}$	$T_{шт}$
015 Токарна з ЧПК	1,6	3,73	30,2	4,73
025 Вертикально-фрезерна з ЧПК	6,64	1,7	38,91	9,1

7 ПРОЕКТУВАННЯ ВЕРСТАТНОГО ПРИСТРОЮ

7.1 Мета та завдання на проектування

Задачею роботи є проектування пристрою на токарну з ЧПК операцію, на котрій відбувається обробка поверхонь згідно ескізу.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Розглядаючи проєктований технологічний процес можемо сказати що універсальну операції буде замінено на токарну, відповідно з системою ЧПК та верстатними пристроєм. Дане обладнання має систему ЧПК, що дозволить з точністю його позиціонування виконати отвори. Використання спеціального верстатного пристрою допоможе скоротити час на установку, базування та закріплення заготовки, знизити розряд оператора верстата, що значно зменше допоміжний час, та як результат безпосередньо буде зменшена собівартість деталі. Також необхідно відмітити що використання спеціального верстатного пристрою допоможе збільшити точність стабільність параметрів отриманих на операції (точність форми та розміщення, шорсткість).

Умовою досягнення точності оброблюваної деталі є досягнення точного базування деталі в пристосуванні, при тому що точність верстата повинна задовольняти отримувані параметри.

На операції токарній з ЧПК формується такі діаметри : $\varnothing 9$, $\varnothing 20$, $\varnothing 24_{f7}$ і різьба M24x1; також внутрішні діаметри: $\varnothing 20$, $\varnothing 16$. Точність циліндричних поверхонь регламентується 12 та 7 квалітетом точності.

Циліндрична поверхня $\varnothing 24$ повинна бути оброблена з точністю IT7, то відповідно до технічних вимог на виготовлення деталі допуск беремо за 7 квалітетом: $\varnothing 24 = 21$ мкм.

Оскільки на кресленні є допуск розташування співвісність відносно бази А і складає 0,02 мм. Допуск є стандартним значенням і відповідає 11 класу точності.

На даній операції є сумарний допуск форми і розташування радіальне биття відносно бази А і складає 0,01 мм. Допуск є стандартним значенням і відповідає 12-класу точності.

Шорсткість оброблених поверхонь визначена кресленням та має значення 1,6 мкм за критерієм Ra, що відповідає 6 класу шорсткості.

Заготовку котру отримують для обробки поверхонь згідно ескізу має обточені поверхні згідно з вимогами креслення на токарних операціях.

Розглянемо безпосередньо саму деталь.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Деталь є типовим представником деталей типу Вал, виготовляється зі Сталі 40Х ГОСТ 1412-85.

Для базування необхідно приймати базові начисто оброблені поверхні, котрі розвинуті та відкриті, що дозволить полегшити проектування та виготовлення пристрою. Тому приймаємо зовнішній діаметр $\varnothing 27$ та торець $L=72$

Розглянемо допуск площинності базового торцю. Можливе відхилення від площинності - вогнутість, випуклість. Допуск складе $T=0,6 \times 0,1=0,06$ мм – 12 степінь точності.

Для циліндричної поверхні розглянемо допуск циліндричності та профілю повздовжнього січення, котрі будуть знаходитись як 30% від допуску розміру $\varnothing 27$ мм, $T=0,02 \times 0,3=0,006$ мм, приймаємо 5 мкм – 4 степінь точності згідно з ГОСТ 24643-81.

Розглянемо допуск торцевого биття, котрий складає 0,02 мм – 9 степінь точності.

Допуск радіального биття складе 0,02 мм – 5 степінь точності.

Пристрій повинен виконати понад 2500 тис. циклів за період випуску деталей.

Пристрій буде використовуватися на верстаті моделі 1В340Ф30.

Верстат має систему охолодження. Стружка видаляється з зони різання, стола верстата при виключеному обладнанні. Верстатний пристрій повинен обслуговуватися оператором 3-4-го розряду. Захисний кожух не дозволить в процесі обробки розлігатися стружці та охолоджуючій рідині.

Робоча температура навколишнього середовища $t=20^{\circ} \pm 5^{\circ}C$, відносна вологість повітря 80%, атмосферний тиск $P_{ат}=86 \dots 106$ кПа, швидкість руху повітря – 0,5 м/с, частота вібрації, виниклих в результаті роботи обладнання в цеху $f=20/30$ Гц, освітлення приміщення (місцеве освітлення) 1500 Люкс.

Даний перелік функцій дозволяє попередня ознайомитись з об'ємом робіт по використанню пристрою, та зробити аналіз функцій.

0 – Переміщення та попередня орієнтація пристрою.

1 – Базування заготовки.

						Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- 2 – Закріплення заготовки.
- 3 – Базування пристрою на верстаті.
- 4 – Закріплення пристрою на верстаті.
- 5 – Підвід та відвід енергоносіїв.
- 6 – Утворення сили для закріплення.
- 7 – Управління енергоносіями.
- 8 – обробка поверхонь.
- 9 – Досягнення безпечних умов праці.
- 10 – Об'єднання функціональних вузлів.

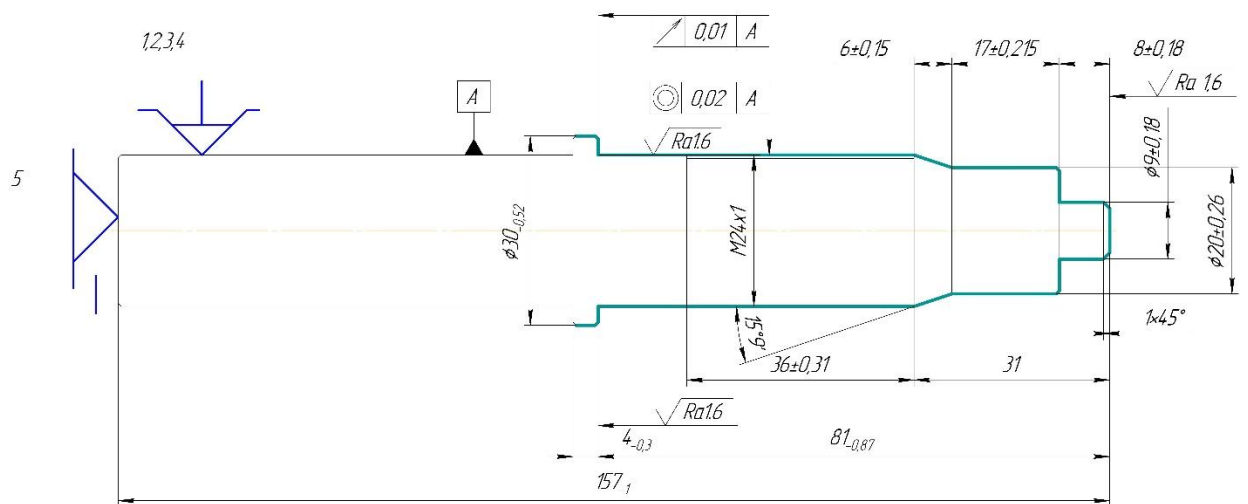
Виходячи з умов реалізації цих функцій та вимог до результатів їх реалізації, конструктор шукає прототипів з накопленого запасу різноманітних технічних рішень. Перевагу потрібно віддавати вже перевіреним конструкціям, та бажано в основу конструкції вкладати здешевлення. Розробка спеціальних конструкцій вузлів потребує спеціального обґрунтування.

7.2 Розробка і обґрунтування схеми базування

На даній операції здійснюється токарна обробка. На роль технологічних баз перш за все претендують зовнішні циліндри 24 та зовнішній торець заготовки 24, оскільки вони досить чисті та розвинені. Мною передбачається установка заготовки в трьохкулачковому патроні з упором в правий торець. Так під час базування заготовки реалізується подвійна направляюча база, яка позбавляє деталь 4-х ступенів волі (переміщення та обертання по осях x та z). Опорна база - правий торець заготовки, позбавляє деталь 1-го ступеню волі (переміщення уздовж осі y). Опорна база - шпонковий паз деталі, позбавляє деталь останнього ступеню волі - обертання по осі z . Схема повного базування деталі наведена на рисунку 7.2.1.

Рисунок 7.2.1 – Базування в трьохкулачковому патроні

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					55



Таблиця 7.2.1 – Таблиця відповідності

Зв'язки	Ступені вільності	База
1,2,3,4	I, II, V, IV	ПНБ
5	III	ОБ

Таблиця 7.2.2 – Матриця зв'язків

x,y,z l, α	X	Y	Z	
l	0	0	0	ОБ
α	0	1	0	
l	1	0	1	ПНБ
α	1	0	1	
l	0	1	0	Вакансія
α	0	0	0	
	2	2	1	

Рисунок 7.2.2 – Схема однобічних зв'язків, що покладають на заготовку (до таблиці 7.3)

Таблиця 7.2.3 – Індексі та номери зв'язків

Індекс координати		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	R	R	R	R	-	R	R	R	R	R	R	R

В пристосуванні заготовка встановлюється в трьохкулачковому патроні (опорна та подвійна направляюча база), а упор в правий торець позбавляє можливості руху (опорна база).

7.3 Розрахунок сил закріплення

Відповідно запропонованої схеми закріплення заготовки силу закріплення можна розрахувати за формулою:

$$P_z = 2MK / (D_z \times f),$$

де K – коефіцієнт запасу

M – крутний момент, діючий на заготовку при фрезеруванні Н·м

D – діаметр заготовки, м

f_1, f_2 – коефіцієнти тертя відповідно в місцях контакту заготовки з опорами і затискними елементами. $f_1=f_2=20$

$n=3$ – кріплення.

$$M_{різ} \times K_{зак} = M_{тр}$$

Коефіцієнт запасу K вводять в формули при обчисленні сили P_z для забезпечення надійного закріплення заготовки.

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6,$$

де K_0 – коефіцієнт гарантованого зазору, $K_0=1,5$

K_1 – коефіцієнт, враховуючий збільшення сил різання через випадкові нерівності на оброблюваних поверхнях, при чистовій обробці, $K_1=1,0$

K_2 – коефіцієнт, що характеризує збільшення сил різання в наслідок затуплення ріжучого інструменту, $K_2=1,6$

K_3 – коефіцієнт, враховуючий збільшення сил різання при переривчастому точінні і торцевому фрезеруванні, $K_3=1,0$

K_4 – коефіцієнт, що характеризує сталість сили закріплення, при використанні пневмоциліндрів подвійної дії, $K_4=1,0$

K_5 – коефіцієнт, що характеризує ергономіку ручних затискних механізмів, $K_5 = 1,0$

K_6 – коефіцієнт враховують тільки при наявності моментів, які прагнуть повернути заготовку, $K_6=1,5$.

$$K = 1,5 \times 1,0 \times 1,6 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,5 = 3,6$$

Головна складовасилирізання при точінні визначається за формулою:

$$P_{z y z} = 10C_p \times t_x \times s^y \times v^n \times K_p,$$

де C_p - коефіцієнт, який дорівнює $C_p=300$

x, y, n, z – показники ступеня, які дорівнюють $x=1, y=0,75, n=-0,15$

t – глибина різання, яка дорівнює $t=0,2$ мм

S – подача, яка дорівнює $S=0,4$ мм

V – швидкість різання, яка дорівнює $V=66$ мм

n – частота обертання шпинделя, яка дорівнює $n=1500$ об/хв

K_p – поправочний коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу і дорівнює $K_p=3,6$.

Підставивши вибрані і розраховані значення у формулу, визначаємо головну складову сили різання:

$$P_z = 10 \times 300 \times 0,2^1 \times 0,4^{0,75} \times 66^{0,15} \times 3,6 = 576,1 \text{ Н}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Щоб визначити момент різання застосовуємо формулу:

$$M_{\text{різ}} = P_z \times r$$

$$M_{\text{різ}} = 576,1 \times 9 = 5184,9 \text{ Н} \times \text{м}$$

Підставивши розраховане значення моменту різання в формулу, визначаємо силу закріплення:

$$P_z = 2 \times 5184,9 \times 3,6 / (24 \times 0,2) = 7777 \text{ Н.}$$

7.4 Розрахунок пристрою на міцність

Для розрахунку на міцність обирається важіль. Він виготовлений зі сталі 40, у якої межа текучості $\sigma_t = 300$ МПа. На даному важелі при затиску заготовки саме вразливе місце - циліндрична поверхня важеля яка зв'язує контргруз 11 з основним кулачком 15.

Для того щоб не було пошкодження важеля, необхідне виконання умови:

$$\sigma_p \leq [\sigma_p]$$

У свою чергу, допустиме навантаження важеля $[\sigma_p]$ визначається по формулі:

$$\sigma_p = 0,67 \times \sigma_t,$$

тобто: $[\sigma_p] \approx 0,67 \times 300 = 201$ МПа.

Небезпечним є перетин важеля, діаметр якого дорівнює 9,7 мм.

Навантаженн важеля визначається по формулі:

$$\sigma_p = \frac{4 \times Q}{\pi d^2},$$

де, Q – зусилля на штоці (Q=4093 Н)

S – площа розглянутого перетину штока.

Знаходимо навантаження:

$$\sigma_p = \frac{4 \times 4093}{3,14 \times 9^2} = 55,41 \text{ МПа.}$$

Умова виконується ($55,41 \text{ МПа} < 201 \text{ МПа}$), тому циліндрична частина важеля витримає дане навантаження.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

7.5 Розрахунок пристрою на точність

Розрахунок точності пристрою ґрунтується на твердженні про те, що будь-яке відхилення в положенні заготовки, пов'язане із пристроєм, як у момент установки, так і в період обробки, визначає сумарну похибку пристрою. При цьому сума можливих похибок, що виникають при обробці заготовки, не повинна перевищувати значення допуску, що установлений на розмір заготовки і що витримується при виконанні даної операції. З інформаційної точки зору розрахунки допусків на виготовлення елементів пристрою являють собою перетворення інформації про точність обробки поверхонь заготовки на даній операції в точнісні вимоги до пристрою.

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{K_{T1} \times \varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{п}}^2 + \varepsilon_{\text{и5}}^2 + K_{T2} \times \omega^2 + \varepsilon_{\text{поз}}^2}$$

Розглянемо більш докладно складові, що входять у дану формулу:

$T=10$ мкм – найбільш жорсткий допуск розташування або розміру (з тих, які одержують на даній операції, а саме допуск на радіальне відхилення);

$K_T=1,2$ – коефіцієнт що враховує можливий відступ окремих складових від нормального закону розподілу випадкових величин;

$K_{T1}=0,80$ – коефіцієнт, що враховує деяке зменшення граничного значення похибки базування;

$\varepsilon_6=0$ мкм – похибка базування

$\varepsilon_3=10$ мкм – похибка закріплення

$\varepsilon_y=20$ мкм – похибка установки пристрою на верстаті

$\varepsilon_{\text{п}}=0$ – похибка перекосу інструмента

$\varepsilon_{\text{зн}}=0$ – похибка зношування;

$K_{T2}=0,6$ – коефіцієнт, що враховує можливість появи похибки обробки

$\varepsilon_{\text{поз}}=10$ мкм – похибка позиціювання (відповідно до паспорта верстата).

Тоді розрахункове значення похибки пристрою буде дорівнювати:

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,01 - 1,2 \sqrt{(0 \times 0,8)^2 + 0,01^2 + 0^2 + 5^2 + (0,6 \times 0,08)^2 + 1^2} = 100 \text{ мкм.}$$

З урахуванням стандартного ряду беремо допуск перпендикулярності $T=100$ мкм.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

7.6 Опис, принцип дії та експлуатація пристрою

Принцип дії клинових патронів заснований на одночасному переміщенні кулачків патрона за допомогою осьового руху вперед втулки, яка має три клинових паза, що сполучаються з клиновими пазами на внутрішніх кінцях кулачків. Велика поверхня контакту прямолінійних клинових пазів кулачка з пазами втулки забезпечує високу точність руху кулачків і її збереження при експлуатації.

Закріплення заготовки здійснюється за допомогою пневматичного приводу, розміщеного на задньому кінці полого шпинделя і пов'язаного штоком з патроном. При осьовому русі клина три основних кулачка 15 і пов'язані з ними кулачки переміщуються в радіальному напрямку і затискають заготовку.

Для компенсації впливу відцентрових сил на силу стискання при високій частоті обертання шпинделя в конструкції патрону передбачено наявність контргруза 11, з'єднаного важілем 1 з основним кулачком 15.

Корпус патрону 12, з'єднується з фланцем 20, гвинтом 4. До корпусу патрона 12 кріпиться втулка 2, гвинтом 7, 8.

Зусилля затиску в стільки разів більше зусилля на штоку приводу, у скільки довге плече важеля більше його короткого плеча (в даному випадку в три рази). Для переналагодження патрона на закріплення деталі іншого розміру служать гвинти з трапецеидальною різьбленням, на яких нарізані зуби, зачіпляються з плоским зубчастим колесом. Зубчасте колесо центрується на кільці, яке прикріплено до корпусу патрона трьома гвинтами.

При повороті ключем гвинта, передасть обертання двом іншим гвинтам. Гвинти, обертаючись, не можуть переміщатися уздовж своєї осі, так як цьому заважають виступи плазунів, що входять до виточки гвинтів, а кулачки не можуть повернутися, але переміщуються під дією нарізки гвинтів по Т-образним пазам корпусу патрона.

Три щитка, прикріплені до повзуна гвинтами, і щиток оберігають механізм патрона від забруднення. Цей патрон відрізняється від інших (також приводяться в дію переміщенням тяги) наявністю механізму для швидкої перестановки

							Лист
							60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

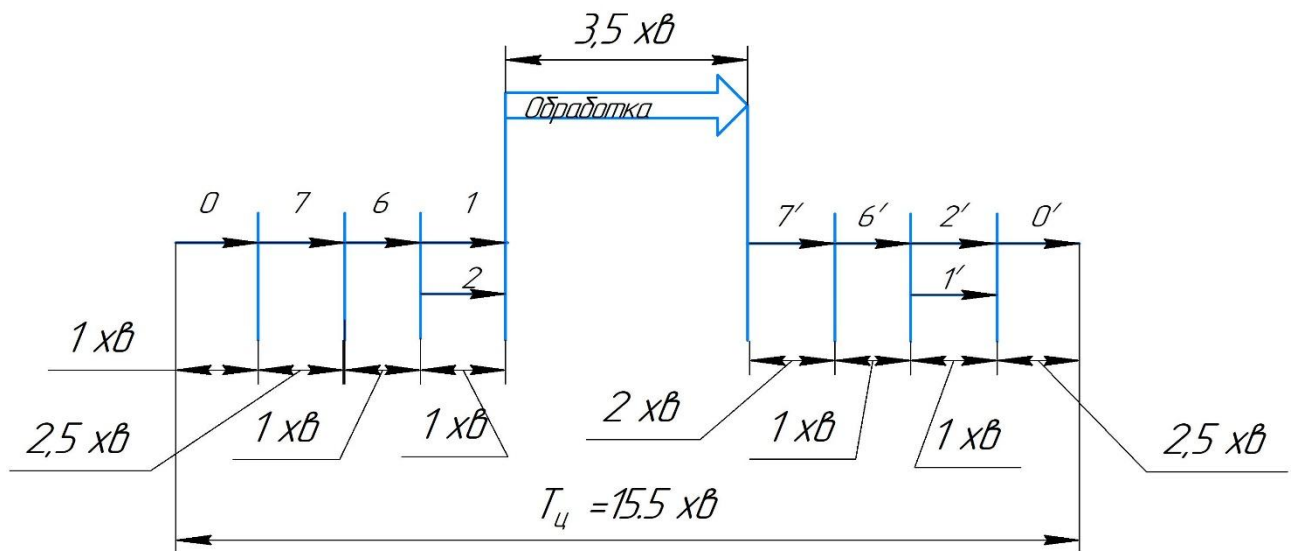
кулачків. Тому він зручний для використання в одиничному і дрібносерійного виробництва, де перестановка кулачків виробляється дуже часто.

7.7 Побудова функціональної структури верстатного пристрою

З набору функцій виділимо ті, котрі реалізуються при використанні даного пристрою, а саме: 0,1,2,5,6,7,10. Функції 3 та 4 впливають на підготовчо-заклучний час, функції 9 та 11 безпосередньо впливають на штучний час.

Складемо структуру функцій при їх послідовній реалізації, рисунок 7.7.1.

Рисунок 7.7.1 – Схема послідовності реалізації функцій



Номер функції без штриха відповідають прямій функції, наприклад закріплення, а з штрихом навпаки – розкріплення.

Тривалість потоку функцій склало 15,5 хв.

Функціональна структура проектованого пристрою представлена на рисунку 7.7.2.

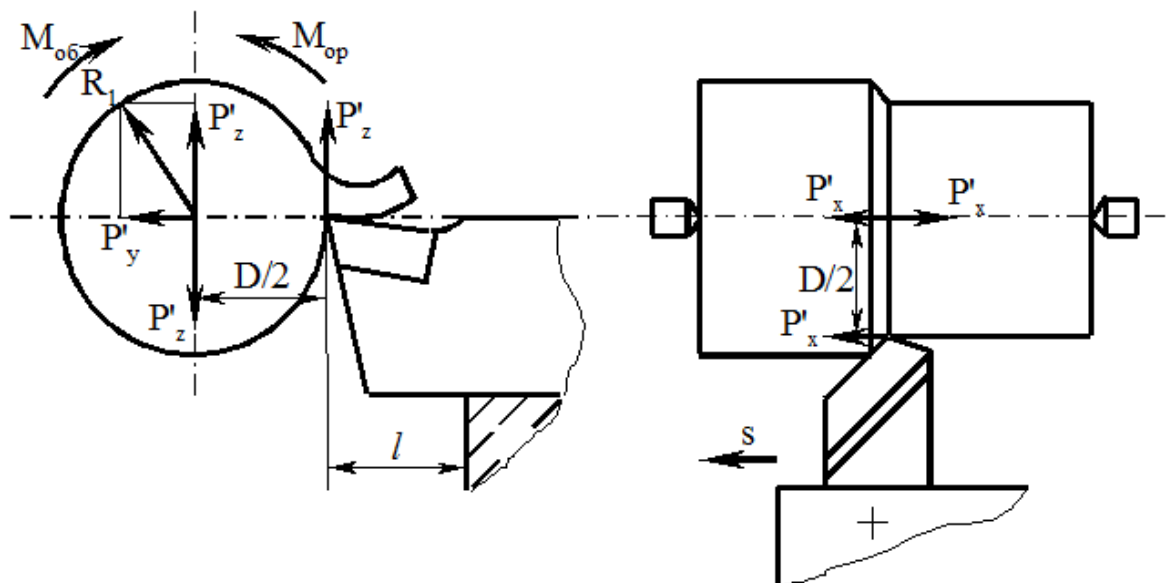
Рисунок 7.7.2 – Функціональна структура проектованого пристрою



7.8 Аналіз структури полів збурюючих сил та аналіз структури поля урівноважуючих сил

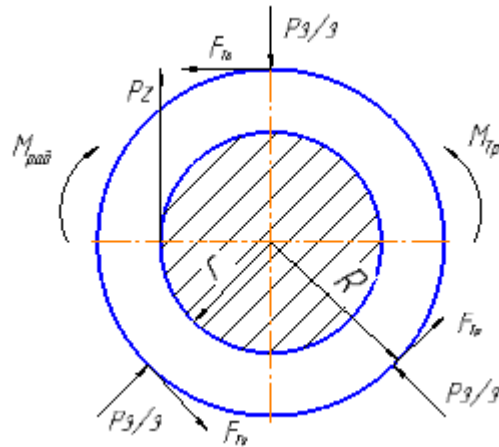
Для знаходження поля сил збудуємо графічну модель утворюючих сил, рисунок 7.8.1.

Рисунок 7.8.1 – Структура поля збурюючих сил



З рисунку 7.8.1 бачимо, що складові сил різання не зрівноважені та потребують прикладення допоміжних сил закріплення. Величину сумарного зусилля необхідно розраховувати за умови не повороту від сили P_z , яка створює момент, рисунок 7.8.2

Рисунок 7.8.2 – Структура поля зрівноважувальних сил



Для аналізу структури та якості зв'язків, що виникають при закріпленні заготовки, будемо таблицю однобічних зв'язків.

Таблиця 7.8.1 – Однобічні зв'язки

Індекс зв'язку		x	x'	y	y'	z	z'	ω_x	ω'_x	ω_y	ω'_y	ω_z	ω'_z
Спосіб реалізації	Реакція	-	R	R	R	R	R	-	-	R	R	R	R
	Сила закріплення	W	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Сила тертя	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Висновки

У ході виконання дипломного проекту було виконано наступний обсяг робіт. При аналізі службового призначення були відображені основні технічні характеристики і призначення машини. Що стосується самої деталі, також був проведений аналіз усіх її поверхонь, а також функцій, виконуваних ними.

Проведений аналіз технічних тренувальних на виготовлення деталі, де проаналізовано матеріал деталі, точність розмірів і шорсткості, пред'являемої до деталі. - Визначено тип виробництва - середньосерійний (при річному випуску деталей 2000 штук) і організаційні умови роботи. Зроблений вибір методу отримання заготовки і розроблений креслення згідно ГОСТ.

Проведений аналіз технологічного процесу. У порівнянні з базовим технологічним процесом введені операції з ЧПК підібраний новий верстат та прогресивні ріжучі інструменти. Це дає можливість скоротити кількість обладнання, виробничої площі і часу на механічну обробку, а так само дає можливість виключити розмітку.

Виконано розрахунок режимів різання та призведено нормування технологічних операцій, а дані по нормуванню зведені в таблицю.

У розділі «Охорона праці» були розглянуті питання пожежної профілактики при проектуванні та будівництві промислових підприємств та класифікація приміщень за ступенем пожежної небезпеки і вибухо-пожежо небезпеки.

Також виконано комплект технологічної документації, маршрутний технологічний процес на обрані операції, розроблено верстатне пристосування на горизонтально-розточувальну з ЧПК операцію, що має пневматичний привід. До операції 050 розроблена карта операційного налагодження.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					63

Список використаної літератури

1. Захаркин А.У. Методические указания для практических работ по курсам «Теоретические основы изготовления деталей и сборки машин» и «Технология машиностроения» для студентов направления 0902 «Инженерная механика» всех форм обучения [Текст] : А. У. Захаркин, В. Г. Евтухов. - Сумы изд. СумДУ 2004. – 75 с.
2. Горбачевич А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : [учеб. пособие для машиностроит. спец.] / А. Ф. Горбачевич, В. А. Шкред. - Мн.: Выш. Школа, 1983. - 256 с.
3. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски [Текст]. – Введ. 1990-01-07. – Москва. 1990. – 55 с.
4. Косилова А. Г. Справочник технолога-машиностроителя [Текст] : в 2 т. / А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. – М.: Машиностроение, 1985. – 2 т. – 656 с.
5. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с ЧПУ [Текст] : в 2 ч. Ч. 2 /М.: Экономика, 1990. - 472 с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени для нормирования работ на станках с ЧПУ, [Текст] : в 2 ч. Ч. 1 /М.: Экономика, 1989. - 402 с .
7. Юдин Е. Я. Охрана в машиностроении [Текст] : Юдин Е. Я., Белов С. В., Баланцев С. К.— М: Машиностроение, 1983. - 432 с.
8. Ансеров М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции [Текст] : М. А. Ансеров. – М: Машиностроение, 1964. – 428 с.
9. Бабаков А. А. Нержавеющие стали. Свойства, обрабатываемость и химическая стойкость в различных агрессивных средах [Текст] : А. А. Бабаков. – М: Госхимиздат, 1956. – 328 с.
10. Методичні вказівки до кваліфікаційної роботи бакалаврів для студентів спеціальності 6.05050201 «Технології машинобудування» денної та заочної форм навчання / укладач В. Г. Євтухов. – Суми : Сумський державний університет, 2017. – 44 с.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						63