

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра комп'ютерної механіки імені Володимира Марцинковського

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри
_____ Андрій ЗАГОРУЛЬКО
(підпис)
_____ 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 131 Прикладна механіка, освітньо-професійної програми «Комп'ютерний інжиніринг в механіці», на тему: **«Використання комп'ютерних технологій при розробці та виготовленні деталей центрифуги для поділу суспензії».**

Здобувача групи КМ-91-1 ТОВСТОГАНА Максима Геннадійовича.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Максим ТОВСТОГАН
(підпис)

Керівник: доцент, к.т.н., доцент Євген САВЧЕНКО _____
(підпис)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра: 100 с., 11рис., 21 табл., 12 джерел.

Мета роботи: підтвердження ефективності використання комп'ютерних технологій при розробці та виготовленні деталей центрифуги для поділу суспензії.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виготовлення деталей центрифуги для поділу суспензії.

Предмет дослідження – застосування верстатів з ЧПК в техпроцесі виготовлення деталей центрифуги для поділу суспензії.

Методи дослідження – технологічна підготовка виробництва, програмування техпроцесу обробки деталей на верстатах з ЧПК, економічний аналіз.

Розроблено сучасний технологічний процес з прогресивними методами обробки на верстаті з ЧПК з застосуванням спеціальних ріжучих та вимірювальних інструментів. Також змінений спосіб отримання заготовки. Запропоновано отримання заготовки на горизонтально-кувальній машині (ГКМ). Це дозволило зменшити собівартість заготовки і дає можливість отримувати заготовку максимально наближену за своїми розмірами до розмірів деталі. Базовий технологічний процес був змінений таким чином, що токарно-гвинторізна операція (обробка за два установи) замінюється на дві токарні на верстаті з ЧПК і фрезерно-центрувальну, де обробка ведеться за один установ, а також токарна на більш старому верстаті з ЧПК замінюється на дві токарні на новому верстаті з ЧПК. Всі нововведення які були введені в технологічний процес виготовлення деталі «Диск направляючий» спрямовані на зниження собівартості деталі та підвищення конкурентоспроможності виробу в цілому. Отримані результати підтверджені економічними розрахунками, що дозволяє зробити висновок про економічну ефективність розробленого технологічного процесу.

ЦЕНТРИФУГА, РОТОР, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВЕРСТАТИ З ЧПК,
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ПОДІЛУ СУСПЕНЗІЇ	8
1.1 Короткий опис центрифуги	8
1.2 Опис обраної для обробки деталі «Диск направляючий»	10
1.3 Характеристика типу виробництва	16
1.4 Вибір і технічне обґрунтування методу виготовлення заготовки	17
1.5 Розрахунок припусків аналітичним методом	22
1.6 Розробка маршрутного техпроцесу	26
1.7 Розробка операційного технологічного процесу	47
2 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА	54
2.1 Розрахунок річного приведеного обсягу деталей та норм штучнокалькуляційного часу і розцінок	56
2.2 Розрахунок кількості верстатів та коефіцієнта їх використання	59
2.3 Розрахунок чисельності персоналу дільниці	60
2.4 Організація постачання робочих місць на дільниці матеріалами, інструментом	64
2.5 Організація наладки обладнання з ЧПК по керуючій програмі	67
2.6 Обґрунтування прийнятих методів розробки керуючих програм в технологічному процесі, що проектується	69
2.7 Організація технічного контролю деталі на дільниці, що проектується	74
2.8 Організація роботи керівника (майстра)	77
2.9 Організація ТБ і протипожежних заходів на дільниці, що проектується	80
3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	83
3.1 Визначення вартості основних матеріалів	83
3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати виробничим робітникам і розміру їх середньомісячного заробітку	83

	5
3.3 Розрахунок накладних витрат	86
3.4 Розрахунок повної собівартості і ціни деталі	87
3.5 Техніко-економічні показники діляниці	88
4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	90
4.1 Розрахунок економічної ефективності запропонованого технологічного процесу	90
4.2 Техніко-економічні показники діляниці	97
ВИСНОВКИ	98
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	99

ВСТУП

У сучасному машинобудуванні особливу роль відводять створенню і впровадженню нової техніки в усіх галузях, прискоренню науково-технічного прогресу країни. З переходом України на ринкові відносини різко зросла потреба народного господарства в якісній надійній конкурентоспроможній продукції, виготовленої машинобудуванням та іншими галузями промисловості. Для отримання якісної, конкурентоспроможної продукції на підприємстві впроваджуються передові технології і високопродуктивне прогресивне обладнання.

У зв'язку з гнучким використанням та створенням виробничих комплексів механічної обробки різанням особливого значення набувають верстати з ЧПК. Застосування верстатів з ЧПК, заміна універсального обладнання має особливості і створює певні переваги:

- продуктивність верстата підвищується в 1,5-5 разів у порівнянні з аналогічними верстатами, але з ручним керуванням;
- поєднується гнучкість універсального обладнання з точністю і продуктивністю верстата-автомата, що дозволяє вирішувати питання комплексної автоматизації одиничного і серійного виробництва;
- якісно переозброюється машинобудування на базі сучасної електроніки і обчислювальної техніки;
- знижується потреба у кваліфікованих робітничих кадрах, а підготовка виробництва переноситься в сферу інженерної праці;
- скорочується час пригоночних робіт у процесі складання, так як деталі, виготовлені в одній програмі, є взаємозамінними;
- скорочуються терміни підготовки і переходу на виготовлення нових деталей, завдяки централізованому запису програм і простішій універсальній технологічній оснастці;
- знижується тривалість циклу виготовлення деталей і зменшується запас незавершеного виробництва.

Також новий технологічний процес повинен бути більш прогресивним, ніж старий, і забезпечувати виконання всіх вимог креслення і технічних умов, підвищення продуктивності праці і якості виробу, скорочення трудових і матеріальних витрат на його реалізацію технологічний процес повинен відповідати вимогам техніки безпеки і промислової санітарії, викладеним в системі стандартів безпеки праці. Також розробці нового технологічного процесу в центрі уваги повинні бути питання екології.

Мета даної роботи: підтвердження ефективності використання комп'ютерних технологій при розробці та виготовленні деталей центрифуги для поділу суспензії.

Основні задачі для досягнення поставленої мети:

- виконати аналіз технологічного процесу виготовлення основних деталей центрифуги для поділу суспензії;
- розробити сучасний технологічний процес з прогресивними методами обробки на верстаті з ЧПК з застосуванням спеціальних ріжучих та вимірювальних інструментів;
- виконати економічні розрахунки для підтвердження економічної ефективності розробленого технологічного процесу

1 ТЕХНОЛОГІ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦЕНТРИФУГИ ДЛЯ ПОДІЛУ СУСПЕНЗІЇ

1.1 Короткий опис центрифуги

1.1.1 Основні характеристики центрифуги

Центрифуги типу ОГШ-50 - осаджувальні горизонтальні зі шнековим вивантаженням осаду. Вони призначені для поділу суспензії високої та середньої дисперсності з твердої фазою, яка не містить абразивних домішок і концентрацією Т:Ж в межах 1: 4х1: 10, при температурі до 80°C, а також для зневоднення осадів стічних вод.

Технічні характеристики центрифуги ОГШ-502К-12:

Діаметр ротора внутрішній (найбільший), мм - 500

Довжина циліндричної частини ротора, мм - 377

Відношення робочої довжини ротора до внутрішнього максимального діаметра - 1,86

Частота обертання ротора максимальна, с (об/хв) - 50 Гц (3000 об/хв)

Фактор поділу (при макс. допустимій частоті обертання ротора) - 2515

Індекс продуктивності, м, не менше - 2811

Радіус зливу (змінний), мм - 180;187,5;200

Матеріал ротора - Сталь 12Х18Н10Т

Двигун приводу центрифуги:

- тип - АИМР180М4У2,5;

- потужність, кВт – 30;

- частота обертання, об/хв – 1500.

Двигун маслостанції:

- тип - В63А4;

- потужність, кВт - 0,25;

- частота обертання, об/хв - 1500.

Габаритні розміри центрифуги, мм не більше:

- довжина – 2505;
- ширина – 1965;
- висота – 1020.

Маса центрифуги, кг не більше - 2800

1.1.2 Будова і робота центрифуги

Основним вузлом центрифуги є ротор циліндричної форми, розташований горизонтально. Обертання ротора здійснюється від електродвигуна за допомогою клинопасової передачі.

Всередині ротора співвісно розташований шнек, призначений для транспортування осадженої твердої фази до вивантажувальних вікон ротора.

Ротор обертає шнек через планетарний редуктор. Шнек обертається в ту ж сторону, що і ротор, але з меншою швидкістю. Різниця в швидкості обертання шнека і ротора необхідна для примусового переміщення осаду уздовж внутрішньої поверхні ротора.

Через ліві цапфи ротора і шнека проходить живильна труба, що подає суспензію у внутрішню порожнину шнека, що утворює собою камеру. З камери суспензія через вікна в обечайці шнека надходить в ротор.

Під дією відцентрових сил в суспензії відбувається відділення твердої фази від рідкої. Тверда фаза осідає на стінки ротора і транспортується шнеком у напрямку до конічної частини ротора. В кінці шляху руху осаду до вивантажувальних вікон, в зоні зневоднення, відбувається віджимання вологи з осаду.

Відцентровими силами тверда фаза викидається через розвантажувальні вікна ротора в приймальний відсік осаду кожуха центрифуги.

Освітлена рідка фаза (фугат) рухається до великого діаметру ротора і через зливні вікна викидається в приймальний відсік кожуха центрифуги.

Процес відділення твердої фази від рідкої, вивантаження осаду і злив фугата відбуваються безперервно.

Центрифуга (див. Рис. 1.1) складається з наступних основних вузлів: ротора, шнека, редуктора, корінних опор ротора, живильника, опори і кришки кожуха, механізму блокування, станини з віброізоляцією, муфти та приводу.

Центрифуга комплектується спеціальним інструментом і пристосуваннями, необхідними в процесі монтажу, експлуатації та ремонту, а також запасними частинами.

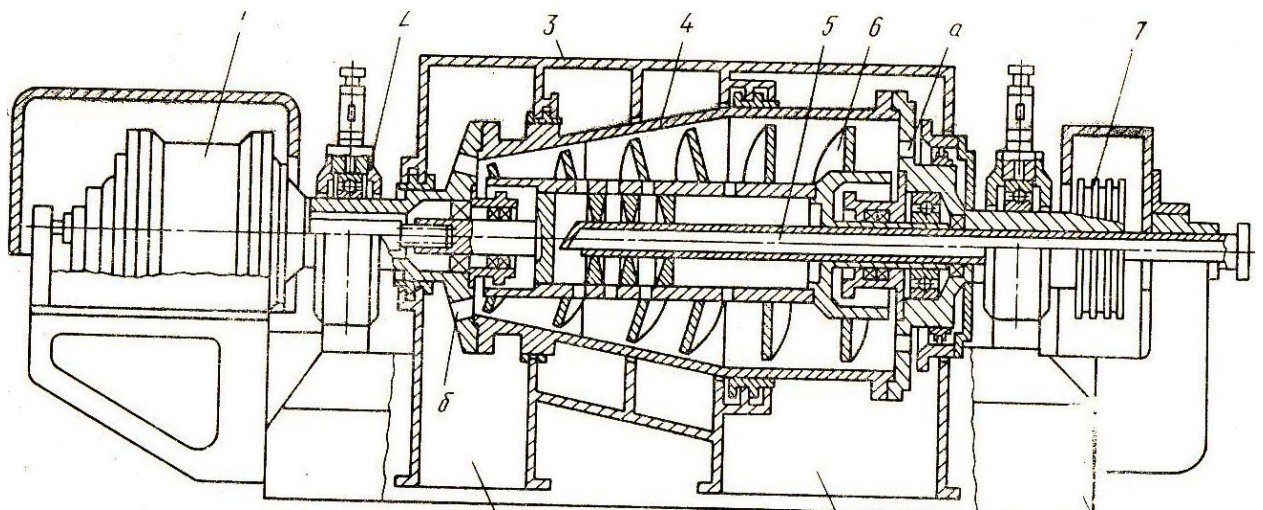


Рисунок 1.1 - Центрифуга типу ОГШ-50

1.2 Опис обраної для обробки деталі – «Диск направляючий»

1.2.1 Призначення деталі

Дана деталь відноситься до деталей типу кришки. Головна вимога, що пред'являється до подібних деталей, полягає в досягненні концентричності зовнішніх і внутрішніх поверхонь і перпендикулярності торців до осі центрального отвору. Досягнення концентричності може бути забезпечено різними способами механічної обробки заготовки, а це, в свою чергу,

позначається на виборі чорнових баз механічної обробки і на розподілі припусків при проектуванні заготовки.

Деталь «Диск направляючий» входить в складальну одиницю «Ротор».

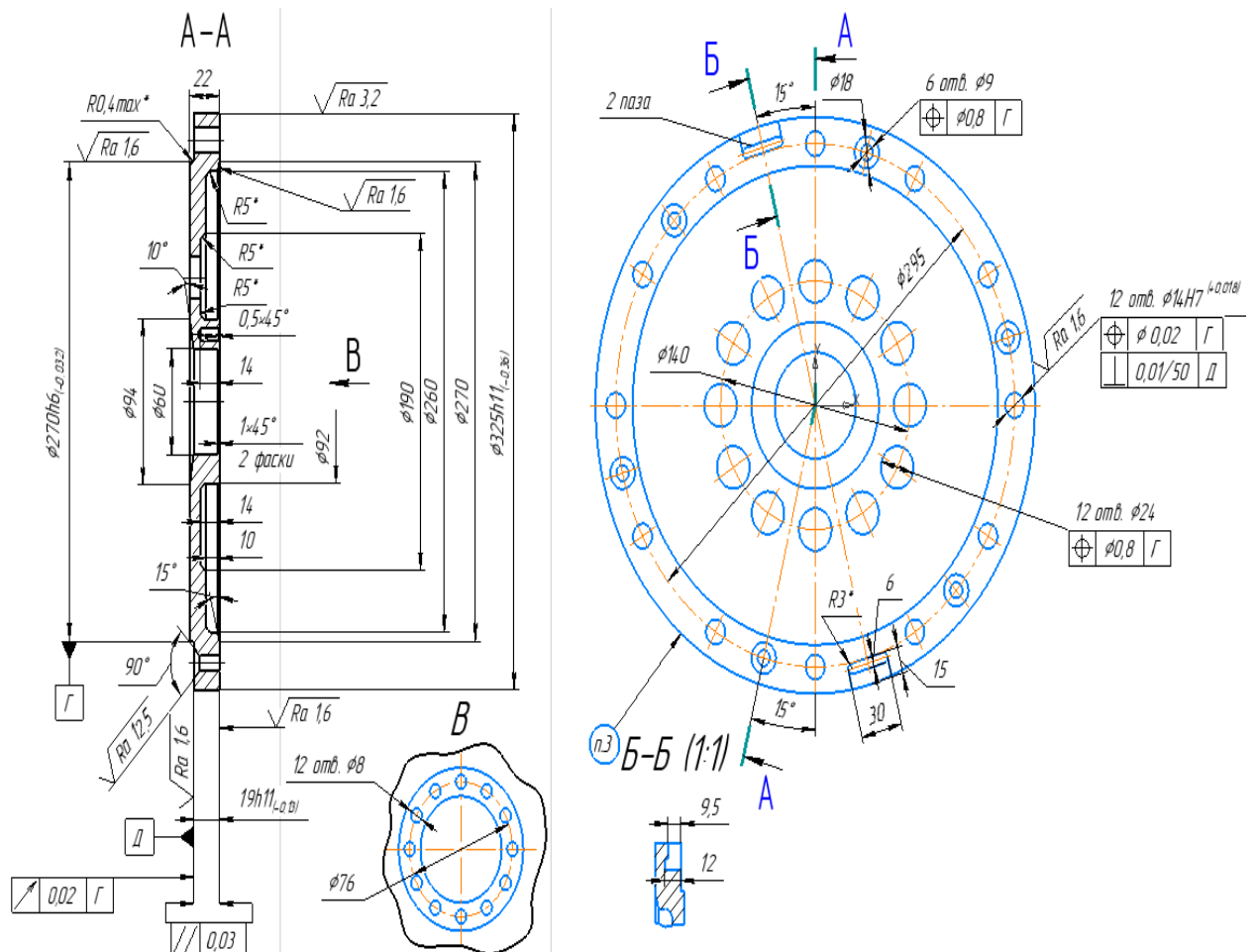


Рисунок 1.2 – Оброблювані поверхні деталі «Диск направляючий»

Деталь встановлюється на ротор поверхнею $d270$, впирається в торець 19 і з'єднується з ним за допомогою болтів через 12 отворів $d14$. З правого боку деталі встановлюється стакан, який кріпиться за диском за допомогою гвинтів через 6 отворів $d9$ мм. Отвори $d24$ мм і $d8$ мм призначені безпосередньо для перемикання напрямків вивантаження продукту переробки. Вузол в зборі вставляється в корпус, до якого кріпиться засувками, для яких на деталі виконані 2 паза. Решта поверхонь є вільними, тобто в процесі роботи не контактують з іншими деталями.

1.2.2 Аналіз деталі на технологічність

Показники технологічності діляться на якісні та кількісні. До якісних показників відносяться наступні:

- матеріал деталі;
- базування і закріплення;
- простановка розмірів;
- допуски форми і розташування;
- взаємозамінність;
- нетехнологічні конструктивні елементи;

До кількісних показників технологічності відносяться:

- коефіцієнт використання заготовки і матеріалу;
- коефіцієнт точності;
- коефіцієнт шорсткості;
- собівартість;
- коефіцієнт уніфікації.

Технологічною вважається та конструкція, обробка якої можлива з максимальною продуктивністю праці і мінімальною собівартістю.

1.2.3 Якісна оцінка технологічності конструкції

Матеріал деталі - конструкційна сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Замінник - сталі: 45х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР. Призначення сталі - осі, вали, вал-шестерні, плунжери, штоки, колінчаті і кулачкові вали, кільця, шпинделі, оправки, рейки, зубчасті вінці, болти, півосі, втулки та інші покращувані деталі підвищеної міцності.

Хімічний склад сталі - див. таблицю 1.1

Таблиця 1.1 - Хімічний склад сталі 40Х по ГОСТ 1050-88, у відсотках

<i>C</i>	<i>Si</i>	<i>Mn</i>	<i>Cr</i>	<i>S</i>	<i>P</i>	<i>Ni</i>	<i>N</i>	<i>Cu</i>
<i>0,36-0,44</i>	<i>0,17-0,37</i>	<i>0,5-0,8</i>	<i>0,8-1,1</i>	<i>0,035</i>	<i>0,035</i>	<i>не більше</i>		<i>0,30</i>
						<i>0,30</i>	<i>0,008</i>	<i>0,30</i>

Механічні властивості сталі - див. таблицю 1.2.

Таблиця 1.2 - Механічні властивості сталі 40Х для поковок по ГОСТ 8479-70

Режим термообробки			Розріз, мм					КСИ, Дж/см ²	НВ
Операція	t, °С	Охолоджую- ча середо		Н/мм ²		%			
			не менше						
Нормаліза- ція	850- 870	Повітря	До 100	345	590	18	45	59	174-217
			100-300	315	570	14	35	34	167-207
Відпуск	560- 650	Повітря	300-500	275	530	15	32	29	156-197
			500-800	245	470	15	30	34	143-179
Гарт	840- 860	Вода, масло	До 100	490	655	16	45	59	212-248
			100-300	490	655	13	40	54	218-248
Відпуск	550- 650	Вода, піч Повітря	300-500	395	570	13	35	49	187-229
			500-800	315	570	11	30	29	167-207

Технологічні властивості сталі 40Х:

- температура кування, °С: початку 1250, кінця 800;
- зварюваність - важко зварювана;
- способи зварювання - РД, РАД, і КТ, необхідний підігрів і подальша термообробка;
- флокеночутливість – чутлива;
- схильність до відпускнуї крихкості - схильна.

Якщо розглянути конструкцію деталі в її геометричній формі в цілому, то вона технологічна, тому що деталь є тілом обертання. Обробка поверхонь деталі проста. Є зручні поверхні для базування і закріплення на верстаті.

Базування деталі можна здійснити практично на всіх поверхнях, тобто ця деталь технологічно доцільна для базування. Як пристосування для закріплення заготовки використовується трикулачний самоцентруючий патрон.

Як чорнових баз у заготовок, що обробляються по всіх поверхнях, слід приймати поверхні з найменшими припусками. Чистові бази слід вибирати таким чином, щоб чистові установчі бази були конструкторськими.

Робоче креслення має технологічну простановку розмірів, тому що розміри проставлено без повторень, доступні для контролю, що не затінюють креслення і задовольняють вимогам ГОСТ.

Допуски форми та розташування поверхонь вказані згідно ГОСТ. Всі допуски проставлені щодо однієї загальної бази - осі циліндричної поверхні 270h6, також присутній допуск перпендикулярності.

Нетехнологічними елементами даної деталі є:

- розташування отворів і пазів під кутом 15°;
- наявність скосів 15° і 10° і галтелей.

1.2.4 Кількісна оцінка технологічності конструкції

Коефіцієнти використання заготовки і матеріалу для базового і пропонованого технологічних процесів визначаються в пункті 4.

Для розрахунку коефіцієнта шорсткості і коефіцієнта точності необхідно скласти таблицю, в якій буде вказано характеристики (параметр шорсткості і квалітет точності) поверхонь деталі. Після складання таблиці за формулами визначаються коефіцієнти шорсткості і точності.

Коефіцієнти шорсткості визначається за формулою:

$$K = \frac{1}{A_{cp}} < 0,32, \quad (1.1)$$

де A_{cp} - середнє арифметичне значення шорсткості, за даними табл. 1.3:

$$A_{cp} = 477,1/83 = 5,75 \text{ мкм.}$$

$$K = 0,17 < 0,32,$$

Так як коефіцієнт шорсткості вийшов менше, ніж 0,32, то значить, що за даним критерієм деталь технологічна.

Коефіцієнт точності обробки визначається за формулою:

$$K_T = 1 - \frac{1}{B_{cp}} > 0,32, \quad (1.2)$$

де B - середнє арифметичне значення квалітету точності, за даними табл. 1.3:

$$B = 1058/83 = 12,74.$$

$$K = 1 - 1/B = 0,92 > 0,8,$$

Так як коефіцієнт точності вийшов більше, ніж 0,8, то значить, що за даним критерієм деталь технологічна.

Таблиця 1.3. Зведена таблиця для визначення коефіцієнтів точності і шорсткості деталі:

<i>Найменування поверхні</i>	<i>кількість поверхонь</i>	<i>Параметр шорсткості Ra, мкм</i>	<i>Квалітет точності</i>
<i>Звнішні:</i>			
<i>φ270</i>	<i>1</i>	<i>1,6</i>	<i>6</i>
<i>φ325</i>	<i>1</i>	<i>3,2</i>	<i>11</i>
<i>φ92</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>Внутрішні:</i>			
<i>φ260</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>φ60</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>Лінійні:</i>			
<i>торець φ270/φ94</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>торець φ325/φ270</i>	<i>2</i>	<i>1,6</i>	<i>11</i>
<i>торець φ92/φ60</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>торець l22</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>торець l19</i>	<i>1</i>	<i>1,6</i>	<i>11</i>
<i>Інші:</i>			
<i>конус 90°</i>	<i>6</i>	<i>12,5</i>	<i>14</i>
<i>скіс 10°</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>скіс 15°</i>	<i>1</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>залтель R5</i>	<i>3</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>залтель R0,4</i>	<i>1</i>	<i>1,6</i>	<i>14</i>
<i>паз b30</i>	<i>2</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>паз b6</i>	<i>2</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>отвір φ8</i>	<i>12</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>отвір φ24</i>	<i>12</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>отвір φ9</i>	<i>6</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>отвір φ14</i>	<i>12</i>	<i>1,6</i>	<i>7</i>
<i>фаска 1×45°</i>	<i>2</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>фаска 0,5×45°</i>	<i>12</i>	<i>6,3</i>	<i>14</i>
<i>Всього:</i>	<i>83</i>	<i>477,1</i>	<i>1058</i>

З аналізу деталі на технологічність, можна зробити висновок, що вона технологічна, хоча і має деякі нетехнологічні елементи, але їх можна

отримати за допомогою верстатів з ЧПК і спеціального різального інструменту.

1.3 Характеристика типу виробництва

Тип виробництва і відповідна йому форма організації робіт визначає характер технологічного процесу і його побудову.

Виходячи з річної програми випуску = 1500 шт. і маси деталі 8,1 кг визначається тип виробництва, в якому виготовляється деталь - середньосерійне - по [4] с.24, таблиця 3.1.

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

У середньосерійному типі виробництва використовуються універсальні і спеціалізовані, частково спеціальні верстати, які розташовуються в послідовності технологічного процесу для однієї або декількох деталей, що вимагають 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 проводиться обробка цієї ж партії на наступній операції.

При середньосерійному типі виробництва широко використовуються верстати з ЧПК, обробні центри, а так само знаходять застосування гнучкі

автоматичні системи верстатів з ЧПК. Переналагодження верстатів, пристосувань і 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 в масовому виробництві, але нижче, ніж в одиничному. Поряд з робітниками високої кваліфікації, які працюють на складних універсальних верстатах, і налагоджують використовуються робітники-оператори невисокої кваліфікації, що працюють на налаштованих верстатах.

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

1.4 Вибір і технічне обґрунтування методу виготовлення заготовки

Основні способи виробництва заготовок - лиття, обробка тиском, зварювання. Спосіб отримання тієї чи іншої заготовки залежить від службового призначення деталі і вимог, висунутих до неї, від її конфігурації і розмірів, виду конструкційного матеріалу, типу виробництва та інших чинників [5] с. 21.

Одну і ту ж деталь можна виготовити з заготовок, отриманих різними способами. Одним з основоположних принципів вибору заготовки є орієнтація на такий спосіб виготовлення, який забезпечить їй максимальне наближення до готової деталі. В цьому випадку істотно скорочується витрата матеріалу, обсяг механічної обробки і виробничий цикл виготовлення деталі. Однак при цьому в заготівельному виробництві збільшуються витрати на технологічне обладнання та оснащення, їх ремонт та обслуговування. Тому при виборі способу отримання заготовки слід проводити техніко-

економічний аналіз двох етапів виробництва - заготівельного і механообробного.

Вибір оптимального способу виробництва заготовок здійснюють шляхом зіставлення техніко-економічних показників розглянутих технологічних варіантів. Завдання полягає в тому, щоб визначити, який з порівнюваних варіантів економічно більш доцільний.

1.4.1 Базовий метод отримання заготовки

Заводський метод отримання заготовки – поковка, кована на молотах.

Для виготовлення деталі типу «Диск направляючий» приймається тип поковки - диск з [6] с.3, таблиця 1. Для перевірки правильності вибору необхідно перевірити виконання співвідношення розмірів: $H \leq 0,5D$

Підставляючи дані з креслення, отримуємо: $22 \leq 162,5$. Співвідношення розмірів вірно, отже, тип поковки обраний правильно.

Припуски і бокові відхилення на розміри деталі призначаються по [6] с.13, таблиця 7:

- на зовнішній діаметр 325 мм припуск і граничне відхилення - 13 ± 4 мм;
- на висоту 22 мм припуск і граничне відхилення - 9 ± 3 мм.

Остаточні розміри поковки визначаються за формулою:

$$P_i = (P_i +) \pm /2, \quad (1.3)$$

де P - і-й розмір заготовки, мм;

P - і-й розмір деталі, мм;

- припуск на відповідний розмір деталі мм;
- граничні відхилення на відповідний розмір деталі, мм.

Використовуючи формулу (1.3) і визначаємо остаточні розміри поковки:

$$D = (325 + 13) - 4 = 338 - 4 \text{ мм};$$

$$H = (22 + 9) - 3 = 31 - 3 \text{ мм}.$$

Маса заготовки визначається за формулою:

$$m_3 = \rho \cdot V, \quad (1.4)$$

де ρ - щільність сталі, $\rho = 7850$ кг/м³;

V - об'єм заготовки, м³.

Об'єм заготовки визначається як сума об'ємів геометричних тіл, що складають деталь:

$$V = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H^1, \quad (1.5)$$

$$V = \cdot 0,031 = 0,00278 \text{ м}^3.$$

Тоді маса заготовки дорівнює:

$$m = 7850 \cdot 0,00278 = 21,82 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою:

$$K_3 = \frac{m_d}{m_{п.ор.}} \quad (1.6)$$

де m_d - маса деталі, $m = 8,1$ кг.

$$K = 0,37.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою:

$$K_M = \frac{m_d}{m_{п.ор.} + m} \quad (1.7)$$

де m - маса відходів виробництва заготовки, для поковок кованих $m = 3\% m_d$, $m = 0,44$ кг.

$$K = 0,36.$$

1.4.2 Пропонований метод отримання заготовки

Залежно від матеріалу деталі, типу виробництва, розмірів і конфігурації деталі по [7] с.138, таблиця 21, пропонований метод отримання заготовки: поковка штампована на кривошипному гарячештамповочному пресі (КГШП) виконана в закритих штампах.

Для визначення припусків табличним способом проводяться такі розрахунки по [8]:

Клас точності поковки - Т2 (с.28, таблиця 19, додаток 1).

Група сталі - М2 (с.8, таблиця 1).

Коефіцієнт для визначення орієнтовної маси поковки $K=1,4$ (с.31, таблиця 20, додаток 3).

Орієнтовна (розрахункова) маса поковки визначається за формулою $m = m \cdot K$.

$$m = 8,1 \cdot 1,4 = 11,3 \text{ кг.}$$

Для визначення ступеня складності необхідно визначити відношення маси G поковки до маси G геометричної фігури.

Маса геометричної фігури (циліндра) визначається за формулою:

$$G_{\emptyset} = \rho \cdot \frac{D^2}{4} \cdot H, \quad (1.8)$$

де D - діаметр циліндра (найбільший діаметр деталі), $D=0,325$ м;

H - висота циліндра (довжина деталі), $H=0,022$ м.

$$G = 7850 \cdot 0,325 \cdot 0,022 = 14,3 \text{ кг.}$$

Тоді відношення фігур $G/G=11,3/14,3=0,79$.

Ступінь складності - С1 (с.29, додаток 2).

Вихідний індекс - 10 (с.10, таблиця 2).

Конфігурація поверхні роз'єму штампа - П (плоска) (с.8, таблиця 1).

Знаючи вихідний індекс, розміри поверхонь і параметр шорсткості, який необхідно досягти після механічної обробки, визначаються основні припуски на механічну обробку (с.12, таблиця 3), допуски і допустимі відхилення лінійних розмірів (с.17, таблиця 8) та допустимі припуски (с.20, таблиці 9,10,11,12,13).

Основні припуски на розміри (на сторону), мм:

1,8 - діаметр 325 мм і шорсткість поверхні $Ra=1,6$ мкм;

1,8 - діаметр 260 мм і шорсткість поверхні $Ra=6,3$ мкм;

1,5 - діаметр 92 мм і шорсткість поверхні $Ra=6,3$ мкм;

1,5 - діаметр 60 мм і шорсткість поверхні $Ra=6,3$ мкм;

1,4 - довжина 22 мм і шорсткість поверхні $Ra=1,6$ мкм;

1,4 - довжина 10 мм і шорсткість поверхні $Ra=6,3$ мкм.

Додаткові припуски, що враховують:

- зміщення по поверхні роз'єму штампа - 0,3 мм (с.14, таблиця 4);
- зігнутість, відхилення від площинності і прямолінійності - 0,4 мм (с.14, таблиця 5).

Розміри поковки, $325+(1,8+0,3+0,4) \cdot 2= 330$ мм:

- діаметр $325+(1,8+0,3+0,4) \cdot 2= 330$ мм;
- діаметр $260-(1,8+0,3+0,4) \cdot 2= 255$ мм;
- діаметр $92+(1,5+0,3+0,4) \cdot 2= 96,4$ мм приймається 97 мм;
- діаметр $60-(1,5+0,3+0,4) \cdot 2= 55,6$ мм приймається 55 мм;
- довжина $22+(1,1+0,3+0,4) \cdot 2= 26,2$ мм приймається 26 мм;
- довжина $10+2,0-1,4-0,3-0,4 = 9,9$ мм приймається 10 мм.

Допустима висота торцевої задирки, що утворилася по контуру пуансона при штампуванні в закритих штампах - 8 мм (с.22, таблиця 11).

Допустиме відхилення по зігнутості, від площинності і прямолінійності - 0,8 мм (с.23, таблиця 13).

Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору щодо зовнішнього контуру поковки - 10 мм (с.23, таблиця 12). Допустиме відхилення від концентричності пробитого отвору відповідає початку пробивки (з боку входу пуансона в поковки). В кінці пробивки (з боку виходу пуансона) це відхилення може бути збільшено на 25%.

Результати розрахунків припусків і допусків з граничними відхиленнями розмірів зведені в таблицю 1.4.

Коефіцієнт використання заготовки визначається за формулою (1.6):

$$K = 0,72.$$

Коефіцієнт використання матеріалу визначається за формулою (1.7) (для штамповок на КГШП $m = 10\% \cdot m = 10\% \cdot 11,3 = 1,13$ кг):

$$K = 0,65.$$

Таблиця 1.4 - Зведена таблиця для визначення розмірів заготовки в міліметрах

<i>Розмір деталі</i>	<i>Основний припуск на сторону</i>	<i>Додатковий припуск на сторону</i>	<i>Розрахунковий розмір заготовки</i>	<i>Допуск та граничні відхилення</i>	<i>Прийнятий розмір заготовки</i>
$\phi 325$	18	0,3; 0,4	330	$2,5^{+1,6}_{-0,9}$	$330^{+1,6}_{-0,9}$
$\phi 260$	18	0,3; 0,4	255	$2,5^{+0,9}_{-1,6}$	$255^{+0,9}_{-1,6}$
$\phi 92$	15	0,3; 0,4	96,4	$1,6^{+1,1}_{-0,5}$	$97^{+1,1}_{-0,5}$
$\phi 60$	15	0,3; 0,4	55,6	$1,6^{+0,5}_{-1,1}$	$55^{+0,5}_{-1,1}$
22	14	0,3; 0,4	26,2	$1,4^{+0,9}_{-0,5}$	$26^{+0,9}_{-0,5}$
10	20; 14	0,3; 0,4	9,9	$1,4^{+0,5}_{-0,9}$	$10^{+0,5}_{-0,9}$

Вигідніше використовувати заготовку, штаповану на кривошипно-гарячештаповочному пресі (КГШП), виконану в закритих штампах, ніж ковану на молотах, тому що коефіцієнти використання заготовки і матеріалу в першому випадку вище, ніж ті ж коефіцієнти в другому випадку

1.5 Розрахунок припусків аналітичним методом

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

Для отримання деталей вищої якості необхідно при кожному технологічному переході механічної обробки заготовки передбачати 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 325h11.

Маршрут обробки даної поверхні вибирається по [7] с.8, таблиця 4 і зводиться в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 - Маршрут обробки поверхні 325h11.

<i>Найменування операції (переходу)</i>	<i>Квалітет точності IT</i>	<i>Параметр шорхності Rq, мкм</i>
<i>Заготівельна</i>	<i>T2</i>	<i>50</i>
<i>Точіння чорнове</i>	<i>H14</i>	<i>50-6,3</i>
<i>Точіння чистове</i>	<i>h11</i>	<i>3,2</i>

Величина мінімального припуску при обробці зовнішніх та внутрішніх поверхонь (двосторонній припуск) визначається по формулі:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{p_{i-1}^2 + \epsilon_{yi}^2}), \quad (1.9)$$

де Rz - висота мікронерівностей профілю на попередньому переході (операції), мкм;

h - глибина дефектного поверхневого шару на попередньому переході (операції) (зневуглецьована або відокремлений шар), мкм;

p - сумарні значення просторових відхилень форми на попередньому переході (операції), мкм;

ϵ - похибка установки заготовки на виконуваному переході (операції), мкм.

Висота мікронерівностей Rz та глибина дефектного шару h вибираються по таблицям [7]:

- для заготовки (с.186, таблиця 12): $Rz=200$ мкм; $h=250$ мкм;
- для точіння чорнового (с.188, таблиця 25): $Rz=50$ мкм; $h=50$ мкм.

Сумарне значення просторових відхилень форми заготовки при обробці в патроні отворів визначається по формулі:

$$P_{3DZ} = \sqrt{p_{cm}^2 + p_{eck}^2}, \quad (1.10)$$

де p_1 - допустима похибка поковки по зміщенню осей фігур, по [9] с.169, таблиця 6: $p=1300$ мкм;

p_2 - допустима похибка поковки по ексцентричності отворів, по [9] с.169, таблиця 6: $p=1000$ мкм.

$$p = 1300 + 1000 = 1640 \text{ мкм.}$$

Величина остаточного сумарного значення просторових відхилень форми заготовки після виконання переходу (операції) визначається по формулі:

$$P_i = P_{3DZ} \cdot K_y, \quad (1.11)$$

де K - коефіцієнт уточнення.

Коефіцієнт уточнення вибирається по [7] с.190, таблиця 29:

- для точіння чорнового: $K=0,05$.

Тоді сумарні значення просторових відхилень форми по переходах дорівнюють:

$$p = 1640 \cdot 0,05 = 82 \text{ мкм.}$$

Необхідне положення заготовки в робочій зоні верстата досягається в процесі її установки. Процес установки включає базування і закріплення. Відхилення в положенні заготовки, що виникає при базуванні, називається похибкою базування ϵ , а при закріпленні - похибкою закріплення.

Похибка установки визначається за формулою:

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_\delta^2 + \epsilon_3^2}, \quad (1.12)$$

При укрупнених розрахунках точності обробки похибку ϵ можна визначити за таблицями ([4] с.138, табл.5):

- для точіння чорнового $\epsilon = 150$ мкм;

- для точіння чистового $\epsilon = 120$ мкм.

Елементи припуски заносяться в таблицю 1.6.

Підставивши вибрані (R_z , ϵ , h) та розраховані (p) значення в формулу (1.10), визначаються мінімальні припуски на відповідних переходах.

$$2Z = 2 \cdot (200 + 250 + 1640 + 150) = 4194 \text{ мкм;}$$

$$2Z = 2 \cdot (50+50+ 82+120) = 490 \text{ мкм.}$$

Допуск заготовки б, визначений в п.4, дорівнює $b=2,5 \text{ мм}$ ($es=1,6 \text{ мкм}$; $ei=-0,9 \text{ мкм}$).

Допуски по переходам визначаються по [9]:

- для точіння чорнового: $b= 1,4 \text{ мм}$ ($es=0 \text{ мм}$; $ei=-1,4 \text{ мм}$);

- для точіння чистового: $b= 0,36 \text{ мм}$ ($es=0 \text{ мм}$; $ei=-0,36 \text{ мм}$).

Розміри поверхні після напівчистового точіння визначаються по формулам:

$$d_{min \text{ чист}} = d_{nom \text{ чист}} + ei_{\text{чист}}, \quad (1.13)$$

$$d = 325 - 0,36 = 324,64 \text{ мм,}$$

$$d_{min \text{ чист}} = d_{nom \text{ чист}} + ei_{\text{чист}}, \quad (1.14)$$

$$d = 325 + 0 = 325,0 \text{ мм.}$$

Номінальний та максимальний припуски на напівчистове точіння визначаються по формулам:

$$2Z_{nom \text{ чист}} = 2Z_{min \text{ чист}} + \delta_{\text{чорн}}, \quad (1.15)$$

$$2Z = 0,490 + 1,4 = 1,89 \text{ мм,}$$

$$2Z_{max \text{ чист}} = 2Z_{nom \text{ чист}} + \delta_{\text{чист}}, \quad (1.16)$$

$$2Z = 1,89 + 0,36 = 2,25 \text{ мм.}$$

Розміри поверхні після точіння чорнового 25 визначаються по формулам:

$$d_{min \text{ чорн}} = d_{max \text{ чист}} + 2Z_{min \text{ чист}}, \quad (1.17)$$

$$d = 325,49 + 1,4 = 326,89 \text{ мм.}$$

Номінальний та максимальний припуски на точіння чорнове визначаються по формулам:

$$d_{min \text{ чорн}} = d_{max \text{ чист}} + 2Z_{min \text{ чист}}, \quad (1.18)$$

$$2Z = 4,194 + 0,9 = 5,094 \text{ мм,}$$

$$2Z_{max \text{ чорн}} = 2Z_{nom \text{ чорн}} + \delta_{\text{чорн}} + es_{\text{заг}}, \quad (1.19)$$

$$2Z = 15,094 + 1,4 + 1,6 = 8,094 \text{ мм.}$$

Розміри заготовки визначаються по формулам:

$$d_{nom\ заг} = d_{nom\ чорн} + 2Z_{nom\ чорн}, \quad (1.20)$$

$$d = 326,89 + 5,094 = 331,984 \text{ мм.}$$

Приймаємо номінальний діаметр отвора заготовки 332 мм.

$$d_{min\ заг} = d_{nom\ заг} + ei_{заг}, \quad (1.21)$$

$$d = 332 - 0,9 = 331,1 \text{ мм,}$$

$$d_{min\ заг} = d_{nom\ заг} + ei_{заг}, \quad (1.22)$$

$$d = 332 + 1,6 = 333,6 \text{ мм.}$$

Розраховані значення номінальних та максимальних припусків та проміжних розмірів зводяться в таблицю 1.6.

Розрахунок загального припуску на обробку поверхні визначається по формулі:

$$2Z_{nom\ заг} = \sum 2Z_{nom\ м.п.}, \quad (1.23)$$

де $2Z$ - сума номінальних міжопераційних припусків, мм.

$$2Z = 1,89 + 5,094 = 6,984 \text{ мм} - \text{приймаємо } 7,0 \text{ мм.}$$

Таблиця 1.6 - Вихідні та розрахункові данні на заданий розмір

Технологічні операції (переходи)	Елементи припуску, мкм				Розрахунок припусків, мм			Розрахунок розмірів, мм		
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	p_{i-1}	ϵ_{yi}	$2Z_{min}$	$2Z_{nom}$	$2Z_{max}$	d_{min}	d_{nom}	d_{max}
Заготівельна	-	-	-	-	-	-	-	331,1	332,0	333,6
Точіння чорнове	200	250	1640	150	4,194	5,094	8,094	325,49	326,89	326,89
Точіння чистове	50	50	82	120	0,490	1,890	2,250	324,64	325,0	325,0

1.6 Розробка маршрутного технологічного процесу

В даному пункті порівнюється базовий (заводський) і пропонований технологічні процеси, які наведені в таблиці 1.7.

В даний час існує багато різноманітних технологічних способів отримання поверхонь заданої якості, які забезпечує однакові вимоги до

оброблених поверхонь деталей, але істотно розрізняються по собівартості і реалізації.

При проектуванні одним із завдань є створення такого технологічного процесу, який забезпечував би задану точність і шорсткість поверхонь деталі, потрібні фізико-механічні якості поверхневого матеріалу при найбільшій продуктивності мінімальної собівартості виробництва.

Таблиця 1.7 - Порівняння базового і запропонованого технологічних процесів

<i>Базовий технологічний процес</i>			<i>Запропонований технологічний процес</i>		
<i>№ операції</i>	<i>Найменування операції</i>	<i>Обладнання</i>	<i>№ операції</i>	<i>Найменування операції</i>	<i>Обладнання</i>
005	Заготівельна		005	Заготівельна	
010	Контрольна ОТК		010	Контрольна ОТК	
015	Токарно-звинтарізна	16K30	015	Термічна	
020	Контрольна ОТК		020	Контрольна ОТК	
025	Маркирочная		025	Маркирочная	
030	Токарно-звинтарізна	16K30	030	Токарно-звинтарізна	СА6140
035	Контрольна ОТК		035	Токарна с ЧПУ	СКЕ6136Z
040	Маркирочная		040	Контрольна ОТК	
045	Контрольна ОТК		045	Токарна с ЧПУ	СКЕ6136Z
050	Разметочная		050	Контрольна ОТК	
055	Вертикально-фрезерна	6M13П	055	Плоскошлифувальна	HZ-64
060	Контрольна ОТК		060	Контрольна ОТК	
065	Координатно-расточна	2B440A	065	Фрезерна с ЧПУ	XK714G
070	Контрольна ОТК		070	Контрольна ОТК	
075	Плоскошлифувальна	3E722	075	Свердлильна с ЧПУ	GD125x16
080	Контрольна ОТК		080	Слюсарна	
085	Слюсарна		085	Контрольна ОТК	
			090	Маркирочная	

1.6.1 Пропоновані методи забезпечення технічних вимог в процесі обробки

Точність обробки - відповідність оброблених поверхонь вимогам креслення. Аналізуючи ці вимоги, можна побачити, що обмежені вони чотирма факторами:

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

Кожна поверхня деталі служить для певної мети в вузлі виробу. Залежно від того для чого призначена поверхню, її виготовляють з певною точністю і шорсткістю. Для досягнення потрібної шорсткості (всього 14 класів шорсткості) і якості точності (всього 19 квалітетів) призначається кілька стадій обробки.

Найточніший квалітети точності деталі «Диск направляючий» на розміри 119h11, d325h11 у d270h6. Необхідна точність досягається завдяки використанню достатньої кількості стадій обробки:

- чорнове точіння;
- напівчистове точіння;
- чистове точіння.

Шорсткості на цих поверхнях $Ra = 3,2$ мкм у $Ra = 1,6$ мкм забезпечується в першу чергу вибором оптимальних режимів різання (для поліпшення шорсткості - швидкість різання збільшується, а подача зменшується) правильному підбору геометрії ріжучого інструменту (зі збільшенням переднього кута γ і зменшенням кута в плані ρ шорсткість підвищується), СОТС (використання в якості МОР - емульсії) і жорсткості технологічної системи СНІД.

Позиційні допуски осі отворів 0,02 і 0,8 досягаються за допомогою використання верстата з ЧПК, від точності базування і від точності позиціонування верстата.

Допуски торцевого і радіального биття 0,02 мм і 0,05 мм щодо бази Г досягаються тим, що поверхні обробляються за один установ, тобто похибка базування дорівнює нулю.

Додаткових вимог до креслення деталі немає.

1.6.2 Аналіз заводського технологічного процесу і пропонувані нововведення по обладнанню, технологічному оснащенню і базуванню

В даному пункті аналізується базовий (заводський) технологічний процес і вносяться в нього корективи - нововведення по обладнанню, технологічному оснащенню і базуванню

005 Заготівельна

В умовах одиничного типу виробництва заготовка - поковка кована на молотах. У зв'язку з тим, що змінений тип виробництва на середньосерійному виникла необхідність змінити спосіб отримання заготовки. Обґрунтування вибору способу отримання заготовки див. п.4.

010 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри заготовки

Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ-1-400-0,1 ГОСТ 166-89.

015 Токарно-гвинторізна

На операції за два установи проводиться чорнова обробка деталі. Деталь базується і закріплюється в чотирикулачній патроні 400. Патрон 7103-0014 ГОСТ 3890-82. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази: установча і подвійна опорна. Устаткування: токарно-гвинторізний верстат мод. 16К30. Ріжучий інструмент: Різець НВ 3-218 Т5К10. Свердло 2301-0069 Р6М5 ГОСТ 10903-77. Свердло 2301-0137 Р6М5 ГОСТ 10903-77. Допоміжний інструмент: Втулка 6101-0028 Гост 13793-68 *.

Пропоновані нововведення: в зв'язку зі збільшенням програми випуску деталі і зміни способу отримання заготовки, дана операція буде проводитися за один установ, будуть оброблятися поверхні, які будуть використовуватися на наступних операціях для базування (чистові бази) Також замінені модель обладнання на більш сучасну модель СА6140, чотирикулачний патрон замінюється на три кулачний, що дозволить знизити час на установку деталі, замінюється і ріжучий інструмент на стандартний.

020 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на попередній операції технологічного процесу Мір'яльний інструмент: Штангенциркуль ШЦ - 125-0,1 ГОСТ 166 -89. Штангенциркуль ШЦ - II - 400-01 ГОСТ 166-89.

025 Маркувальна

Маркувати ударним способом: позначення креслення і марку матеріалу. Допоміжний інструмент: Клеймо 7858-0122 ВК8 - Х1Н12 ГОСТ 25726-83. Клеймо 7858-0122 ВК8 - Х1Н12 ГОСТ 25726-83. Молоток 7850-0101 Ц15.хр ГОСТ 2310-77.

030 Токарно-гвинторізна

На даній операції за два установа проводиться чистова обробка деталі, залишаючи припуск під шліфування з боку торця 325511/ 260.

Деталь базується і закріплюється в трикулачній патроні Патрон 7100-0018 ГОСТ 2675-80 *. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази: установча і подвійна опорна.

Устаткування: Токарно-гвинторізний верстат мод. 16К30.

Ріжучий інструмент: Різець НВ 3-265 Т15К6. Різець НВ 3-228 Т15К6. Різець НВ 3-242 Т15К6. Різець НВ 3-228 Т30К4.

Пропоновані нововведення: в зв'язку зі збільшенням програми випуску деталі, дана операція розвивається на дві токарні з ЧПУ, обробка на яких буде проводиться за один установа. Також замінена модель обладнання на більш сучасну модель СКЕ61362 з системою ЧПУ wL 4. Замінюється і ріжучий інструмент на різці з механічним кріпленням багатогранних неперемагнічуваних пластинок і спеціальні різці.

035 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на попередній операції технологічного процесу. Биття торця 325h11/270h6 - 0,02 мм і поверхні 325h11 - допуск 0,05 мм - забезпечується технологічно, так як обробляються за один установа.

Вимірювальний інструмент: Штангенциркуль ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 *. Штангенциркуль ШЦ - III - 400-0,1 ГОСТ 166-89 *. Скоба O270h6 СТП 963 79 00-04. Кутомір ГОСТ 5378-88 *. Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93 *.

Пропоновані нововведення: в пропоновані технологічному процесі буде замінена скоба на стандартну по ГОСТу, також для контролю скосів і галтелей будуть використовуватися спеціальні калібри і шаблон.

040 Маркувальна

Маркувати ударним способом позначення креслення і марку матеріалу. Допоміжний інструмент: Клеймо 7858-0122 ВК8-Х1Н12 ГОСТ 25726-83. Клейма 7858-0122 ВК8-Х1Н12 ГОСТ 25726-83. Молоток 7850-0101 Ц15 хр ГОСТ 2310-77.

045 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються маркування деталі

050 Розмічальна

На даній операції, на розмічальній плиті, розмічають 2 пази 30x15 мм

Допоміжний інструмент: Лінійка L150 ГОСТ 427-75. Чортилка 7840-1008 ГОСТ24473-83. Циркуль розмічальний 7841-0078 ГОСТ 24472-80.

055 Вертикально-фрезерна

На даній операції фрезерується з перевстановленням 2 пази 30x15, глибиною 9.5 мм і фрезерується з перевстановленням 2 пази 30x6, глибиною 12 мм. Деталь базується і закріплюється в спеціальному пристрої. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази: установча і подвійна опорна.

Обладнання: Вертикально-фрезерний верстат мод 6М13П.

Ріжучий інструмент: Фреза шпонкова діаметр 6 СТП 8260000-04. Фреза шпонкова діаметр12 СТ П 826 0000-04. Допоміжний інструмент: Патрон 1-50-10-90 ГОСТ 26539-83.

Пропоновані нововведення: дана операція буде замінена на операцію фрезерну з ЧПК, модель верстата змінюється з 6550 на ХК714G з системою

ЧПК WL4M, що дозволить зменшити енергоресурси. У пропонованому технологічному процесі будуть замінені фрези на стандартні по ГОСТ.

060 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри пазів

Мірятьний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 ГОСТ 166-89*

065 Координатно-розточна

На даній операції свердяться і розточуються отвори заготовки, зенкуються фаски в отворах. Обробка ведеться в спеціальному пристрої за два установи. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази: установча і подвійна опорна.

· Обладнання:

Координатно-розточний верстат мод. 2В440А

· Ріжучий інструмент:

Свердло 2317-0107 ГОСТ 14952-75*

Свердло 8 2301-0015 ГОСТ 10903-77*

Свердло 9 2301-0023 ГОСТ 10903-77*

Свердло 13 2301-0042 ГОСТ 10903-77*

Свердло 24 2301-0083 ГОСТ 10903-77*

Різець розточний СТП 330-2085-79

Зенківка 6 СТП 807.11.00-80

· Вимірювальний інструмент:

Пробка 13,94+0.02 СТП 9747900-03

Запропоновані нововведення: в зв'язку зі збільшенням програми випуску деталі, подана операція розбивається на дві з ЧПУ, обробка на яких буде здійснюватися за один установи. Отвори 14Н7 та 9 обробляються разом з пазами на операції фрезерної з ЧПУ на верстаті моделі ХК714G з системою ЧПУ WL4M, а отвори 8 та 24 обробляються на операції свердлильної з ЧПУ на верстаті моделі GD125x16 з системою ЧПУ WL4M. Причому змінюється

технологія обробки отворів 14H7, зі свердлення та розточування на свердління, зенкування та розгортання.

- 070 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри отворів.

Мірний інструмент:

Пробка $13,94^{+0.02}$ СТП 9747900-03

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89*

- 075 Плоскошліфувальна

На даній операції шліфується торець 325h11/ 260.

Деталь базується та закріплюється на підставці П4-663. В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази: Установочна та подвійна опорна.

Обладнання:

Плоскошліфувальний станок мод. 3E722.

- 080 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри 22.19h11 та шорсткість поверхні $Ra=1.6$ мкм. Перевіряється паралельність торців 325h11/* 270 та 325h11/ 270h6 □ допуск 0.03 мм.

- Мірний інструмент:

Мікрометр МК 25-2 ГОСТ 6507-90*

- 085 Слюсарна

Зачистити поверхню деталі від задирків, котрі з'явилися після механічних операцій.

- Допоміжні інструменти:

Шкурка наждакова ГОСТ 5009-82*

Напилек ГОСТ 1465-80*

1.6.3 Короткий опис запропонованого технологічного процесу по операціям

В даному пункті описується запропонований технологічний процес з урахуванням нововведень, зазначених в пункті 1.6.2

- 005 Заготовча

Спосіб отримання заготовки □ штампування на кривошипному гарячештамновочному пресі (КГШП). КГШП представляють собою преси зусиллями 6.3... 125 МН

- 010 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри отриманої заготовки.

Мірний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-III-400-0.1 ГОСТ 166-89*

- 015 Термічна

Вид та режим термічної обробки залежать від її призначення, хімічного складу матеріалу поковки, термомеханічного режиму попередньої штамповки, від габаритів та товщини оброблюваної поковки. Для даної поковки рекомендується вид термічної обробки □загартування 840-860° , охолодження повітря.

- Обладнання: Піч газова ТП-61.

- Допоміжний інструмент: Кліщі ГОСТ 17498-72*

- 020 Контрольна ВТК

На даній операції контролюються режими термообробки та твердість заготовки.

Мірний інструмент:

Твердомір ТП-808.

- 025 Маркувальна

В зв'язку з тим, що заготовки прямують на обробку не одразу, а лежать 2...3 дня у сховищі, то необхідно маркувати заготовки. Маркування робиться білою фарбою (Емаль ПФ-15, колір білий ГОСТ 9650-85*)

- Допоміжний інструмент:

Кисть КФК8 ГОСТ 10597-87*

· 030 Токарно-гвинторізна

В даній операції оброблюються поверхні, показані на рис. 1.3

Деталь базується та закріплюється в патроні самоцентрувальному трьохкулачковому з кріпленням безпосередньо на фланцеві кінці шпинделя верстата, з цілісними кулачками 400 мм по ГОСТ 2674-80*.

Позначення патрона: □ Патрон 7100-0043 ГОСТ 2675-80*

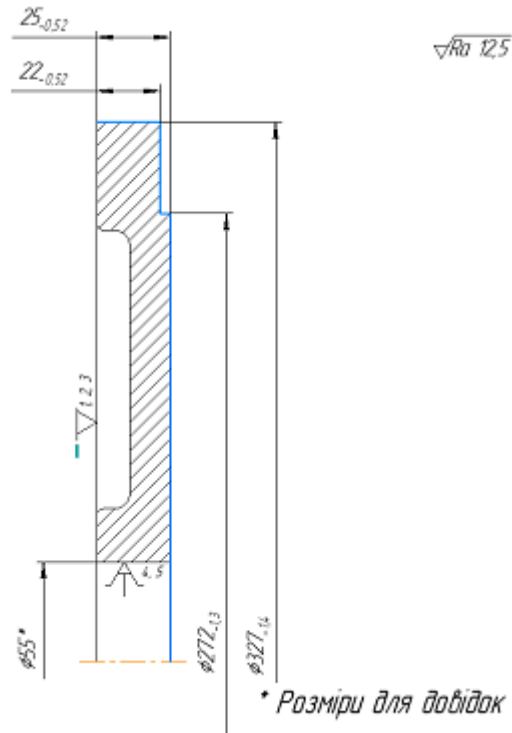


Рисунок 1.3 - Операційний ескіз (Операція 030)

В цілому деталь позбавлена п'яти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази:

- Установча, торець деталі, позбавлений трьох ступенів свободи, переміщений вздовж осі Z та закручений навколо осей X та Y.
- Подвійна опорна, внутрішня циліндрична поверхня 55 мм, позбавляє деталь двох ступенів свободи: переміщений вздовж осей X та Y.
- Обладнання: □ токарно-гвинторізний верстат мод СА6140. Технічні характеристики верстата представлені в таблиці 1.8.

Ріжучий інструмент: Різець токарний прохідний упорний, тип 2, перетином $H \times B = 25 \times 16$ мм. З кутом врізання пластини в стрижень 0° з пластиною з твердого сплаву марки Т5К10 та радіусом при вершині 1.0 мм.

Позначення: Різець 2103-0057 Т5К10 ГОСТ 18879-73*.

Мірний інструмент: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0.1 ГОСТ 166-89*.
Штангенциркуль ШЦ-III-400-0.1 ГОСТ 166-89*.

035 Токарна з ЧПУ

На даній операції оброблюються поверхні, вказані на малюнку 1.4..

Деталь базується та закріплюється в патроні самоцентрувальному трьохкулачковому з закріпленням безпосередньо на фланцевому кінці шпинделя верстата, з цільними кулачками 400 мм по ГОСТ 2675-80*.

Позначення патрона: Патрон 7100-0043 ГОСТ 2675-80*.

В цілому деталь звільнена від п'яти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази:

- установка, торець деталі, звільняє деталь трьох ступенів свободи: переміщень уздовж осі Z та обертань навколо осей Z і Y,
- подвійна опорна, зовнішня циліндрична поверхня 327 мм, звільняє деталь двох ступенів свободи: переміщення уздовж осей X і Y.

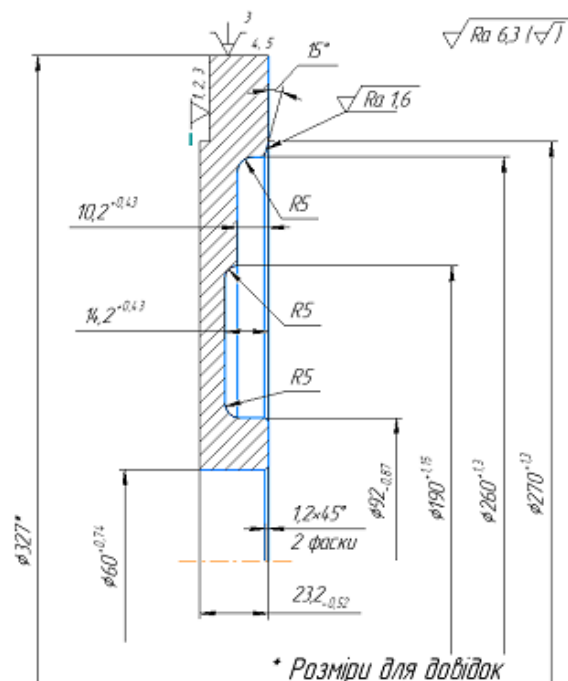


Рисунок 1.4 - Операційний ескіз (операція 035)

Обладнання - токарний верстат мод. СKE6136Z, система ЧПУ - WL4T.

Ріжучий інструмент:

Різець спеціальний канавковий для точіння торцевої канавки b15 з напаяною пластинкою з твердого сплаву T5K10.

Різець токарний прохідний з механічним кріпленням твердосплавної пластинки. Позначення: Різець PCLNR 2020 L12 T5K10.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89*.

Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89*.

Шаблон спеціальний для галтелі R5.

Шаблон спеціальний для скосу 15°.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

040 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, одержувані на попередніх операціях технологічного процесу.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89*.

Штангенциркуль ШЦ-III-400-0,1 ГОСТ 166-89*.

Шаблон спеціальний для галтелі R5.

Шаблон спеціальний для скосу 15°.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

045 Токарна з ЧПК

На даній операції оброблюються поверхні, які вказані на рисунку 1.5.

Деталь базується та закріплюється в патроні самоцентрувальному трьохкулачковому з кріпленням безпосередньо на фланцевому кінці шпинделя верстата, з цілісними кулачками 400 мм по ГОСТ 2674-80*.

Патрон 7100-0043 ГОСТ 2675-80*.

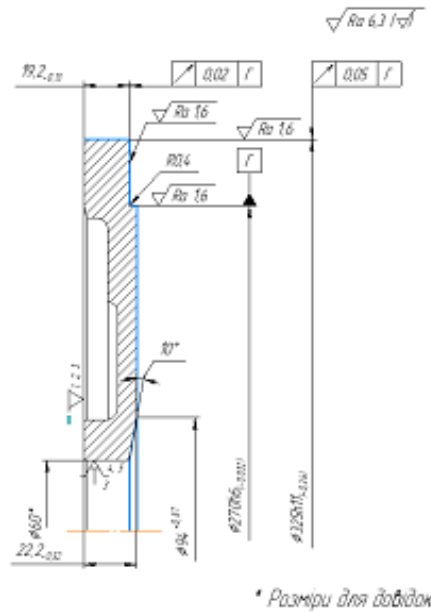


Рисунок 1.5 - Операційний ескіз (операція 045)

В цілому деталь звільнена п'яти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази:

- установча, торець деталі, звільняє деталь трьох ступенів свободи: переміщень вздовж осі Z та обертань навколо осей Z і Y ,
- подвійна опорна, зовнішня циліндрична поверхня 327 мм, звільняє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей X і Y .

Обладнання - токарний станок мод. СКЕ6136Z, система ЧПУ - WL4T

Ріжучий інструмент:

Різець токарний прохідний з механічним кріпленням твердосплавної пластинки. Позначення: Різець PCLNR 2020 L12 T5K10.

Різець токарний прохідний з механічним кріпленням твердосплавної пластинки. Позначення: Різець PCLNR 2020 L12 T5K10.

Різець токарний прохідний з механічним кріпленням твердосплавної пластинки. Позначення: Різець PCLNR 2020 L12 T5K10.

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на попередній операції технологічного процесу. Биття торця $325h11/270h6 - 0,02$ мм і поверхні $325h11$ - допуск $0,05$ мм - забезпечується технологічно, так як обробляються за один установ.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Штангенциркуль ШЦ - III - 400-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Скоба спеціальна 270h6.

Шаблон спеціальний для скосу 10°.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

050 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, одержувані на попередніх операціях технологічного процесу.

Штангенциркуль ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Штангенциркуль ШЦ - III - 400-0,1 ГОСТ 166-89 *.

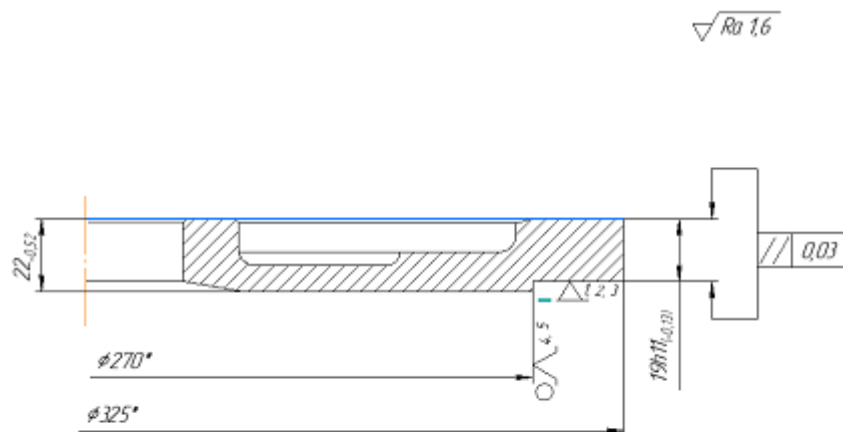
Скоба спеціальна 270h6.

Шаблон спеціальний для скосу 10°.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

055 Плоскошліфувальна

На даній операції оброблюються поверхні, які вказані на рисунку 1.6.



* Розміри для довідок

Рисунок 1.6 - Операційний ескіз (операція 055)

Деталь базується на спеціальній оправі 270 мм. В цілому деталь звільняється п'яти ступенів свободи. Мають місце дві технологічні бази:

- установча, торець деталі, звільняє деталь трьох ступенів свободи: переміщень вздовж осі Z та обертань навколо осей Z і Y ,

- подвійна опорна, зовнішня циліндрична поверхня 270 мм, звільняє деталь двох ступенів вільності: переміщень уздовж осей X і Y .

Обладнання - плоскошліфувальний станок мод. HZ-64.

Оснащення:

Оправа спеціальна 270 мм.

Ріжучий інструмент: шліфувальний круг вибираємо по [14].

Встановлюємо характеристику кола (з 169, карта 14).

Для параметра шорсткості поверхні $Ra = 0,8$ мкм, конструкційної сталі рекомендується характеристика 24A, 25A20C1-6KA, приймаємо 24A20C1-6KA

У характеристиці прийняті:

- матеріал абразивних зерен - електрокорунд хромистий 24A,
- зернистість шліфувального зерна - 20,
- твердість - C1 (середня),
- структура - 6 (середня),
- зв'язка - K (керамічна).

У використуваних нормативах наведені деякі елементи характеристики шліфувального круга, передбачені діючими стандартами.

Встановлюємо їх по [15] с348, рис. 143:

- індекс зернистості - H (при зернистості 20 зміст основних фракцій 45%);
- різновид прийнятої керамічної зв'язки - K1 (для електрокорундного кола),
- тип кола - ПП (плоский),
- клас кола - A .;
- допустима швидкість обертання круга - 35 м / с

Маркування повної характеристики кола: ПП 24A20HC1 -6K1A 35 м / с.

Приймаємо по [16] з 381, таблиця 3 $D = 350$ мм. Висоту кола B , приймає відповідно до рекомендації [16] з 381, таблиця 3, що дорівнює 40 мм. Діаметр під оправку $d = 127$ мм.

Коло з прийнятими розмірами може бути встановлений на верстаті мод. HZ-64

Маркування кола ПП 350x40x127 24, A20HC1-6K1A 35 м / с ГОСТ 2424-83 *.

Вимірювальний інструмент:

Калібр-скоба 8102-0114 ГОСТ 18356-73 *.

Контрольно-вимірювальне пристосування для контролю паралельності.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93 *.

060 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на попередній операції технологічного процесу.

Вимірювальний інструмент:

Калібр-скоба 8102-014 ГОСТ 18356-73 *.

Контрольно-вимірювальне пристосування для контролю паралельності.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93 *.

065 Фрезерна з ЧПК

На даній операції обробляються поверхні, показані на рисунку 1.7.

Деталь базується та закріплюється в спеціальному пристосуванні з пневматичним приводом.

В цілому деталь звільнена п'яти ступенів свободи, мають місце дві технологічні бази:

- установка, торець деталі, звільняє деталь трьох ступенів свободи: переміщень вздовж осі Z та обертань навколо осей Z і Y,
- подвійна опорна, зовнішня циліндрична поверхня 325 мм, звільняє деталь двох ступенів свободи: переміщень уздовж осей X і Y.

Обладнання - фрезерний верстат мод. XK714G; система ЧПК - WL4T.

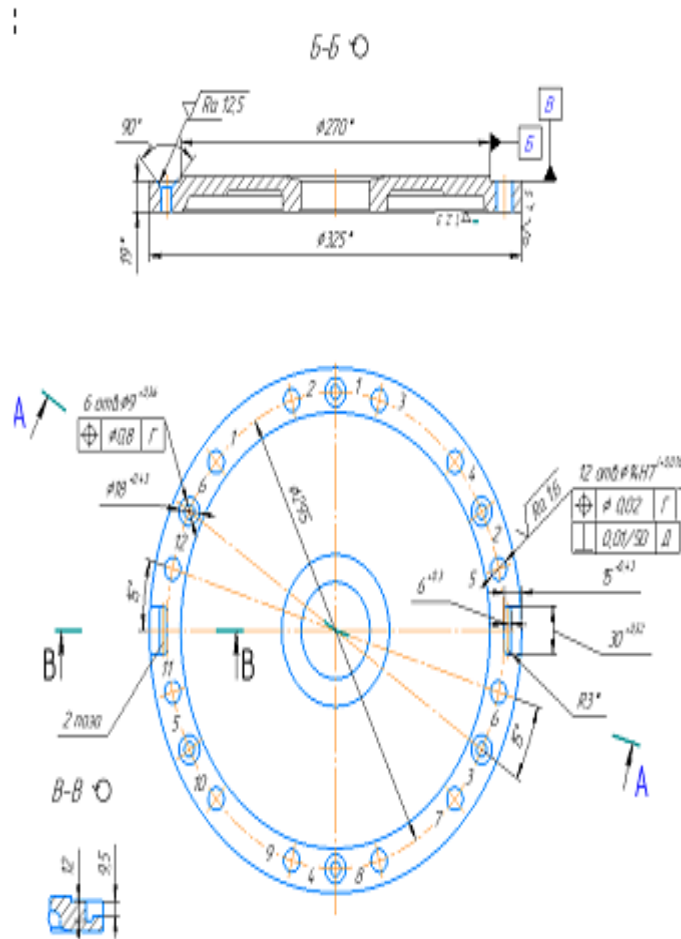


Рисунок 1.7 - Операційний ескіз (операція 065)

Ріжучий інструмент:

Фреза кінцева з циліндричним хвостовиком нормальної точності, діаметром $d=12$ мм, типу 1, праворіжучої, виконання А. Позначення: Фреза 2220-073 P6M5 ГОСТ 17025-78*.

Фреза шпонкова праворіжуча типу 1 діаметром $d=6$ мм, діаметром хвостовика $d=6$ мм. Позначення: Фреза 2234-0355 P6M5 ГОСТ 9140-78*.

Свердло центрове комбіноване типу А, діаметром $d=4$ мм, виконана 2. Позначення: Свердло 2317-0007 P6M5 ГОСТ 14952-75*.

Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком нормальної точності діаметром $d=9$ мм, праве, виконання 1, класу точності В. Позначення: Свердло 2300-0708 P6M5 ГОСТ 4010-77*.

Зенковка конічна типу 10 (с кутом при вершині 90° з конічним хвостовиком - конус Морзе №2), діаметром $D=20$ мм. Позначення: Зенковка 2353=0134 Р6М5 ГОСТ 14953-80*.

Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком нормальної точності діаметром $d=12,4$ мм, праве, виконання 1, класу точності В. Позначення: Свердло 2300-0737 Р6М5 ГОСТ 4010-77*.

Зенкер с циліндричним хвостовиком, діаметром $d=13,75$ мм, та полем допуску нормального діаметру $h8$ для наскрізних отворів. Позначення: Зенкер 2320-2728 Р6М5 ГОСТ 12489-71*.

Розгортка машинна, цільна, типу 1, діаметром $d=14$ мм, з $\alpha=15^\circ$, для обробки отворів з полем допуску Н7. Позначення: Розгортка 2363=3399 Р6М5 ГОСТ 1672-80*.

Допоміжний інструмент:

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-12-90 ГОСТ 26539-83*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-6-90 ГОСТ 26539-83*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-10-90 ГОСТ 26539-83*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-9-90 ГОСТ 26539-83*.

Втулка перехідна з зовнішнім конусом 7:24 для інструмента з хвостовиком конус Морзе, з конусом №40 та внутрішнім конусом Морзе №2. Позначення: Втулка 40-2 ГОСТ Р 50161-92*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-13-100 ГОСТ 26539-83*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-14-100 ГОСТ 26539-83*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-13-100 ГОСТ 26539-83*.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Штангенциркуль ШЦ - III - 400-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Калібр-пробка 8133-0928 Н7 ГОСТ 14810-69*.

Контрольно-вимірювальні пристосування для контролю позиційного допуску.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

070 Контрольна ВТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, одержувані на попередніх операціях технологічного процесу.

Штангенциркуль ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Штангенциркуль ШЦ - III - 400-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Калібр-пробка 8133-0928 Н7 ГОСТ 14810-69*.

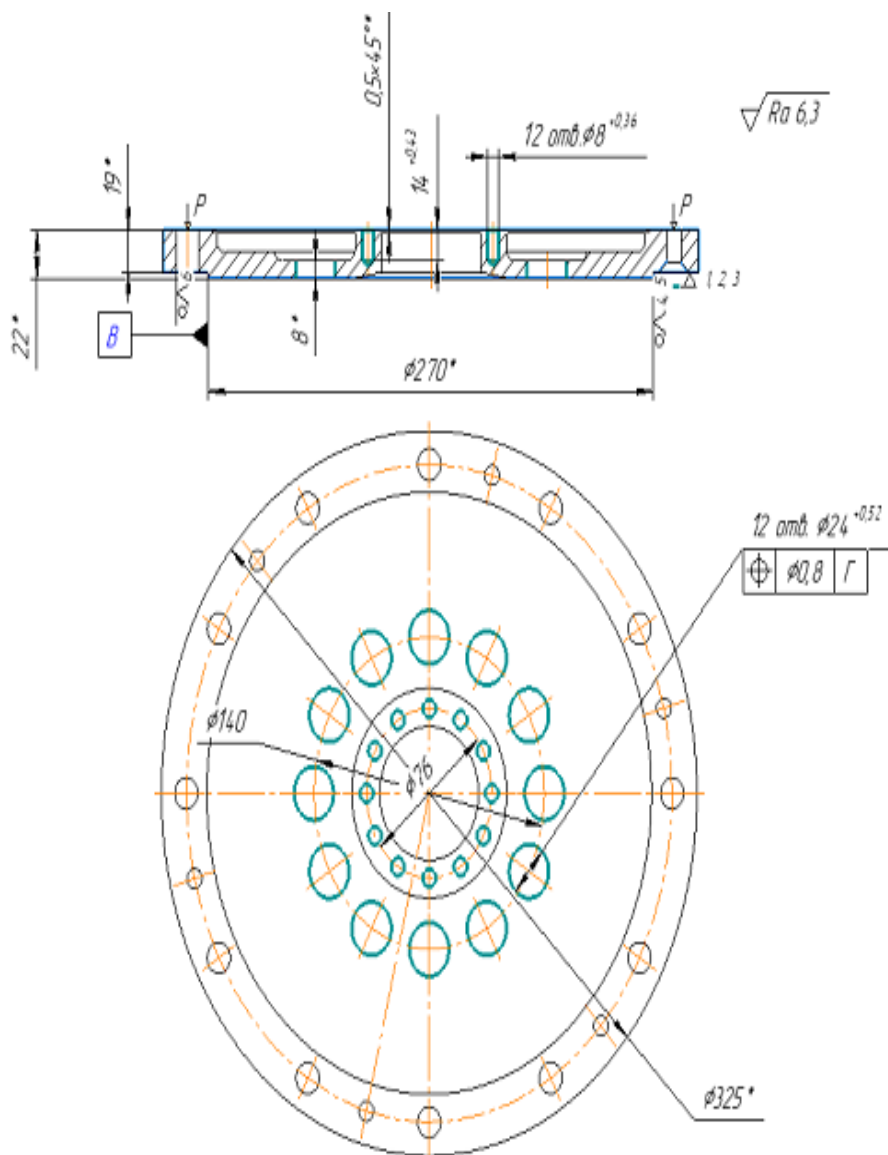
Калібр фасочний спеціальний 18 мм.

Контрольно-вимірювальні пристосування для контролю позиційного допуску.

Зразки шорсткості ГОСТ 9378-93*.

075 Свердлильна з ЧПУ

На даній операції оброблюються поверхні, які вказані на рисунку 1.8.



** Розміри для довідок*

Рисунок 1.8 - Операційний ескіз (операція 075)

Ріжучий інструмент:

Свердло центрове комбіноване типу А, діаметром $d=4$ мм, виконана 2.
Позначення: Свердло 2317-0007 Р6М5 ГОСТ 14952-75*.

Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком нормальної точності діаметром $d=8$ мм, праве, виконання 1, класу точності В. Позначення: Свердло 2300-0708 Р6М5 ГОСТ 4010-77*.

Зенковка конічна типу 6 (с кутом при вершині 90° з конічним хвостовиком - конус Морзе №2), діаметром $D=10$ мм. Позначення: Зенковка 2353=0134 P6M5 ГОСТ 14953-80*.

Свердло спіральне з циліндричним хвостовиком нормальної точності діаметром $d=24$ мм, з нормальним хвостовиком (конус Морзе №3), праве, класу точності В. Позначення: Свердло 2301-0083 P6M5 ГОСТ 10903-77*.

Допоміжний інструмент:

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24 для закріплення інструмента з циліндричним хвостовиком, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-10-90 ГОСТ 26539-83*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-8-90 ГОСТ 26539-83*.

Патрон цанговий з конусом конусністю 7:24, виконання 2, з конусом №40. Позначення: Патрон 2-40-8-90 ГОСТ 26539-83*.

Втулка перехідна з зовнішнім конусом 7:24 для інструмента з хвостовиком конус Морзе, з конусом №40 та внутрішнім конусом Морзе №3. Позначення: Втулка 40-2 ГОСТ Р 50161-92*.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Контрольно-вимірювальні пристосування для контролю позиційного допуску.

080 Слюсарна

На даній операції знімаються задирки після механічної операції.

Допоміжний інструмент: Наждачна шкірка ГОСТ 5009-82*. Напилек ГОСТ 1465-80*.

085 Контрольна ВОТК

На даній операції на столі ВТК контролюються розміри, отримані на операції 075.

Вимірювальний інструмент:

Штангенциркуль ШЦ -I- 125-0,1 ГОСТ 166-89 *.

Контрольно-вимірвальні пристосування для контролю позиційного допуску.

090 Маркувальна

Маркувати ударним способом: 18.01 ДДН Сталь 40Х.

Допоміжний інструмент:

Клеймо 7858-0122 ВК8-Х1Н12 ГОСТ 25726-83*.

Клейма 7858-0122 ВК8-Х1Н12 ГОСТ 25726-83*.

Молоток 7850-0101 Ц15 хр ГОСТ 2310-77*.

1.7 Розробка операційного технологічного процесу

1.7.1 Короткий опис траєкторій руху ріжучого інструменту

Опис траєкторії руху ріжучих інструментів на операції 035.

На даній операції виконується обробка деталі на одному установі. Для обробки деталі на даній операції використовується два ріжучих інструмента.

Опис траєкторії руху РІ №1 (рисунок 1.9):

0-1 РІ рухається на прискореній подачі (РІ виходить на координату X)

1-2 РІ рухається на прискореній подачі (РІ виходить на координату Z)

2-3 G74 - цикл багатопрохідного нарізування торцевих канавок

3-4 РІ рухається на прискореній подачі (РІ виходить на координату X)

4-0 РІ на прискореній подачі повертається у вихідну точку

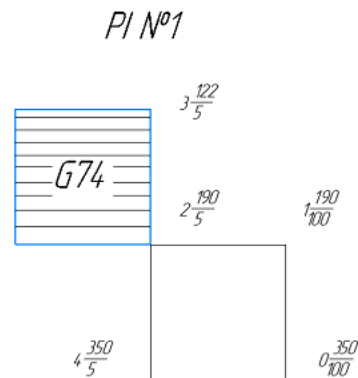


Рисунок 1.9 - Опис траєкторії руху PI2

- 0-1 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату X)
- 1-2 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату Z)
- 2-3 PI на робочій подачі розточуються поверхню 60
- 3-4 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату X)
- 4-5 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату Z)
- 5-6 PI на робочій подачі розточуються фаску 1,2x45°
- 6-7 PI на робочій подачі точить торець 60/ 92
- 7-8 PI на робочій подачі точить фаску 1,2x45°
- 8-9 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату X)
- 9-10 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату Z)
- 10-11 PI на робочій подачі точить торець 190/ 260
- 11-12 PI на робочій подачі розточуються галтель R5
- 12-13 PI на робочій подачі розточуються поверхню 260
- 13-14 PI на робочій подачі розточуються скос 15°
- 14-15 PI на робочій подачі точить торець 270/ 327
- 15-16 PI рухається на прискореній подачі (PI виходить на координату X)
- 16-0 PI на прискореній подачі повертається вихідну точку

1.7.2 Вибір режимів різання та нормування операцій технологічного процесу

045 Токарна з ЧПК

Стадія обробки - напівчистова (для всіх поверхонь), чистова (для поверхонь 6 та 7).

Вибір режимів різання виготовляється по [12].

Глибина різання для поверхонь, мм 1- $t=3,0$; 2- $t=1,0$; 3- $t=1,0$; 4- $t=0,8$; 5- $t=0,8$; 6- $t=0,2$; 7- $t=0,2$.

Вибір подачі

Для напівчистої стадії обробки значення подач визначається по карті 4. Для поверхні 1 при точінні деталі з діаметром до 180 мм та глибиною різання $t=3,0$ мм рекомендується подача $S=0,39$ мм/об (поз 4, інд. в). Для поверхонь 2-5 відповідно рекомендується подача $S=0,88$ мм/об (поз. 2, інд. г). Поправочні коефіцієнти на подачу в залежності від інструментального матеріалу $K=1,0$ та способу закріплення пластини $K=1,0$.

Рекомендовані подачі заносяться в таблицю 1.8.

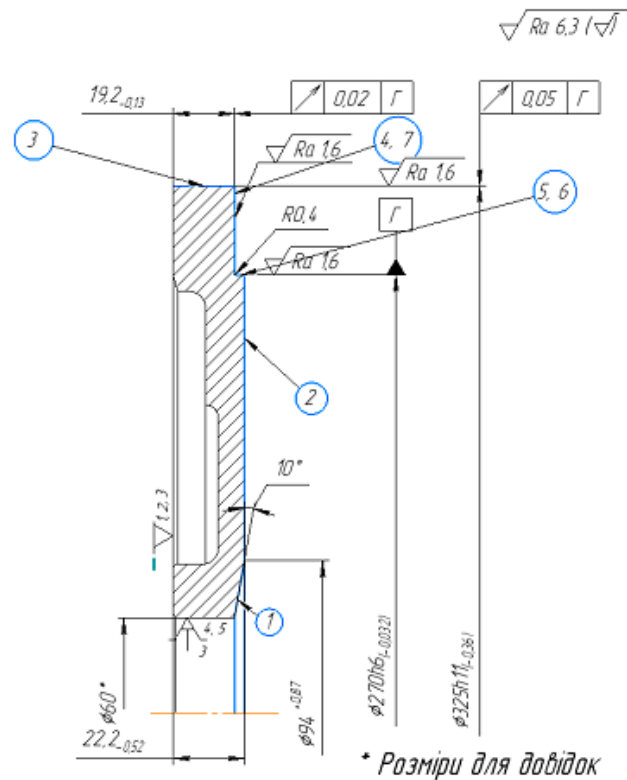


Рисунок 1.11 - Ескіз деталі для нормування операції 045

По карті 5 визначаються поправочні коефіцієнти на подачу напівчистої стадії обробки

для змін умов обробки в залежності від:

- перетин державки різця $K=0,9$;
- міцності ріжучої частини $K=1,0$;
- механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K=0,9$;
- схеми установки заготовки $K=1,2$;
- стан поверхні заготовки $K=1,0$;
- геометричних параметрів різця $K=1,0$;
- жорсткості станка $K=0,75$.

Остаточно подача напівчистої стадії обробки визначається по формулі:

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S, \quad (1.24)$$

для поверхні 1:

$$S=0,39 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 0,28 \text{ мм/об};$$

для поверхонь 2-5:

$$S=0,88 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 0,9 = 0,64 \text{ мм/об};$$

Для напівчистої стадії обробки, розраховані подачі не перевіряються по осьовій P та радіальній P складовим сили різання, допустимі міцністю механізму подачі верстата.

Рекомендовані значення подач чистої стадії обробки (поверхня 6 та 7) вибираються по карті 6: при точінні деталі з діаметром до 500 мм та глибиною різання до $t=0,3$ мм рекомендується подача $S=0,5$ мм/об (поз. 2, інд. г).

По карті 8 визначаються поправочні коефіцієнти на подачу чистої стадії обробки для змінених умов обробки в залежності від :

- механічних властивостей заготовки $K=0,9$;
- схеми установки заготовки $K=1,2$;

- радіусу вершини різця $K=0,52$;
- якості точності оброблюваної деталі $K=0,85$.

Остаточна подача чистової стадії визначається по формулі:

$$S_0 = S_{0T} \cdot K_s \cdot K_s \cdot K_s \cdot K_s \quad (1.25)$$

$$S=0,5 \cdot 1,2 \cdot 0,52 \cdot 0,85 \cdot 0,9 = 0,24 \text{ мм/об.}$$

Розраховані значення подач для напівчистової та чистової стадії обробки заносяться в таблицю 1.8.

Вибір режимів різання.

Рекомендовані значення швидкості різання для напівчистової стадії обробки вибираються з карти 21. Для поверхні 1 при точінні легованої сталі без корки з глибиною різання до $t=3$ мм та подачею до $S= 0,3$ мм/об швидкість різання $V= 210$ м/хв (поз. 1 інд. в). Для поверхонь 2-5 при точінні легованої сталі без корки з глибиною різання до $t=3$ мм та подачею до $S= 0,8$ мм/об швидкість різання $V= 153$ м/хв (поз. 1, інд. ж).

По карті 23 вибирається поправочний коефіцієнт на швидкість різання при напівчистовій стадії обробки для змінених умов в залежності від:

- групи оброблюваного матеріалу $K=1,0$;
- виду обробки $K=1,0$, $K=1,2$ (для поверхні 2);
- жорсткості верстата $K=0,75$;
- механічних властивостей оброблюваного матеріалу $K=0,8$;
- геометричних параметрів різця $K=1,0$;
- періоду стійкості ріжучої частини $K=1,0$;
- наявності охолодження $K=1,0$.

Загальний поправочний коефіцієнт на швидкість різання розраховується по формулі:

$$K_y = K_y \cdot K_y \cdot K_y \cdot K_y \cdot K_y \cdot K_y \cdot K_y \cdot K_y, \quad (1.26)$$

для поверхонь 1, 3-5:

$$K= 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,60;$$

для поверхні 2:

$$K = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 0,75 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,72.$$

Остаточна швидкість різання при напівчистої стадії обробки визначається по формулі:

$$V = V_T \cdot K_y, \quad (1.27)$$

для поверхні 1:

$$V = 210 \cdot 0,60 = 126 \text{ м/хв};$$

для поверхні 2:

$$V = 153 \cdot 0,72 = 110 \text{ м/хв};$$

для поверхонь 3-5:

$$V = 153 \cdot 0,60 = 92 \text{ м/хв};$$

Швидкість різання при чистовій стадії обробки визначається по карті 22. При точінні з глибиною різання до $t=0,4$ мм та подачею до $S=0,3$ мм/об, швидкість різання $V=348$ м/хв (поз. 1, інд, г).

Остаточна швидкість різання на чистовій стадії:

$$V = 348 \cdot 0,80 \cdot 0,60 = 167 \text{ м/хв}.$$

Табличні та скореговані значення швидкості різання заносяться в таблицю 1.8.

Частота обертання шпинделя визначається по формулі:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (1.28)$$

При напівчистовій стадії обробки поверхні 1:

$$n = 427 \text{ об/хв}.$$

Приймаємо частоту обертання, яка є на верстаті, $n=4000$ об/хв.

Фактична швидкість різання визначається по формулі:

$$V_{\emptyset} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\emptyset}}{1000}, \quad (1.29)$$

$$V = 118,06 \text{ м/хв}.$$

Розрахунок частоти обертання шпинделя, коректування її по паспорту верстата та розрахунок фактичної швидкості різання для інших поверхонь та стадій обробки проводяться аналогічно. Результати розрахунків зведені в таблицю 1.8.

Так як верстат СКЕ6136Z оснащений автоматичної коробки швидкості, то прийнятні значення частот обертання шпинделя задаються безпосередньо в керуючий програмі.

Після розрахунку фактичної швидкості різання для чистової стадії обробки корегують подачу в залежності від шорсткості оброблюваної поверхні.

Остаточна максимально допустима подача по шорсткості для чистової стадії обробки поверхні 6 визначається по формулі:

$$S_0 = S_{OT} \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S \cdot K_S, \quad (1.30)$$

$$S=0,4 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,44 \text{ мм/об.}$$

Подача для чистової стадії обробки поверхні 6 та 7, розрахована зверху не перевищує цього значення.

Таблична потужність різання корегується по формулі:

$$N = N_T \cdot K_S \cdot \frac{V_\phi}{V_T}, \quad (1.31)$$

При напівчистовій стадії обробки для поверхні 1:

$$N = 4,3 \cdot 1,05 = 4,5 \text{ кВт.}$$

По паспортним даним верстата мод. СКЕ6136Z потужність електродвигуна приводу верстата $N=5,5$ кВт, КПД верстата $\eta=0,85$. Потужність шпинделя верстата визначається по формулі:

$$N_{\text{шп}} = N \cdot \eta, \quad (1.32)$$

$$N = 5,5 \cdot 0,85 = 4,7 \text{ кВт.}$$

Аналогічно розраховуються інші значення потужності різання. Результати розрахунків занесені в таблицю 14. Ніяке з розрахованих значень не перевищує потужності приводу головного руху верстата.

Хвилинна подача розраховується по формулі:

$$S_M = n_\phi \cdot S_O, \quad (1.33)$$

При напівчистовій стадії обробки для поверхні 1:

$$S = 400 \cdot 0,28 = 112 \text{ мм/хв.}$$

Значення хвилинної подачі для інших поверхонь і стадій обробки розраховуються аналогічно та заносяться в таблицю 1.8.

Допоміжний час визначається по формулі:

$$T_B = T_{\text{вуст}} + T_{\text{воп}} + T_{\text{візм}}, \quad (1.34)$$

де T_1 - час на установку та зняття деталі по [13] с.52, карта 3 при встановленні деталі в самоцентруючому патроні $T = 1,2$ хв.

T_2 – час, зв'язаний з операцією, по [13] с.79, карта 14 $T = 0,78$ хв.

T_3 - час на вимірювання, по [13] с.80, карта 15 $T = 1,56$ хв

$$T = 1,2 + 0,78 + 1,56 = 3,54 \text{ хв.}$$

Таблиця 1.8 - Елементи режиму різання для операції 045

Елементи режиму різання	Стадія обробки						
	получистова					чистова	
	№ поверхні						
	1	2	3	4	5	6	7
Глибина різання t , мм	3,0	1,0	1,0	0,8	0,8	0,2	0,2
Таблична подача, мм/об	0,39	0,88	0,88	0,88	0,88	0,5	0,5
Прийнята подача, мм/об	0,28	0,64	0,64	0,64	0,64	0,24	0,24
Таблична швидкість різання, м/хв	210	153	153	153	153	348	348
Скорегована швидкість різання, м/хв	126	110	92	92	92	167	167
Фактичні оберти шпинделя, об/хв	400	125	80	80	100	200	160
Фактична швидкість різання, м/хв	118,06	106,76	82,14	81,64	85,41	169,69	163,28
Таблична потужність різання, кВт	4,3	3,6	3,6	3,6	3,6	-	-
Фактична потужність різання, кВт	4,2	3,7	3,4	3,4	3,5	-	-
Хвилинна подача, мм/хв	112	70,4	51,2	51,2	64	48	38,4

При маркуванні в умовному позначенні кругів вказують клас невірноваженості: 1, 2, 3, 4 після величини робочої швидкості круга, наприклад 35 м/с 1 кл. А - маркування для круга з робочою швидкістю 35 м/с, 1-го класу невірноваженості, класу точності А.

Визначення часу автоматичної роботи верстата по програмі приведено в таблиці 1.9.

Таблиця 1.9 - Визначення часу автоматичної роботи верстата по програмі

Ділянка траєкторії	Приріст по осі Z ΔZ , мм	Приріст по осі X, ΔX , мм	Довжина і-20 ділянки траєкторії L, мм	Хвилинна подача на і-м ділянці S_H , мм/хв	Основний час автоматичної роботи станка по програмі T_0 , хв	Машинно-допоміжний час T_{MB} , хв
PB-P11	-	-	-	-	-	0,24
0-1	-	136	136	4000	-	0,03
1-2	37	-	37	5000	-	0,01
2-3	8	45,333	46,034	112	0,41	-
3-4	45	-	45	5000	-	0,01
4-0	-	181,333	181,333	4000	-	0,05
P11-P12	-	-	-	-	-	0,04
0-1	-	35	35	4000	-	0,01
1-2	100	-	100	5000	-	0,02
2-3	-	95	95	70,4	1,35	-
3-4	2	-	2	5000	-	0,01
4-5	-	117,5	117,5	4000	-	0,03
5-6	27	-	27	512	0,53	-
6-7	-	25	25	4000	-	0,01
7-8	22,2	-	22,2	5000	-	0,01
8-9	-	29,9	29,9	512	0,58	-
9-10	2	2	3,14	4000	-	0,01
10-11	2,8	-	2,8	5000	-	0,01
11-12	-	2	2	4000	-	0,01
12-13	4,8	-	4,8	64	0,08	-
13-14	2	2	3,14	4000	-	0,01
14-15	-	37,9	37,9	4000	-	0,01
15-0	100,8	-	100,8	5000	-	0,02
P12-P13	-	-	-	-	-	0,04
0-1	-	40	40	4000	-	0,01
1-2	99	-	99	5000	-	0,02
2-3	4	-	4	48	0,08	-
3-4	-	30	30	38,4	0,78	-
4-5	-	10	10	4000	-	0,01
5-0	103	-	103	5000	-	0,02
Час автоматичної роботи станка по програмі, хв					4,45	

2 ОРГАНІЗАЦІЙНА ЧАСТИНА

2.1 Розрахунок річного приведеного обсягу деталей та норм штучнокалькуляційного часу і розцінок - Операція 045 Токарна з ЧПК

2.1.1 Річний приведений випуск деталей, тобто умовна кількість типових деталей, трудомісткість обробки яких дорівнює трудомісткості усіх деталей закріплених за дільницею розраховується виходячи з виробничої потужності дільниці і найбільш раціонального використання обладнання за формулою:

$$N_{\text{пр}} = \frac{F_{\text{д}}^{\circ} \cdot K_3 \cdot 60}{T_{\text{шт}}^{\text{пр}} \cdot (1 + \alpha)}, \text{ шт} \quad (2.1)$$

де: $F_{\text{д}}^{\circ}$ - фонд дійсної роботи одного верстата годин, середній $F_{\text{д}}^{\circ}$ прийємо у розмірі 4015 годин (при умові двохзмінного режиму роботи);

K_3 – коефіцієнт завантаження верстата (інтервал $0,8 \div 0,85$);

$T_{\text{шт}}^{\text{пр}}$ - норма штучного часу на провідній операції, хв.;

α - це коефіцієнт допустимих витрат на переналагодження верстата (для дрібносерійного типу виробництва $0,03 \div 0,05$; для середньо серійного типу виробництва $0,05 \div 0,08$; для багатосерійного типу виробництва $0,08 \div 0,1$).

$$N_{\text{пр}} = \frac{4015 \cdot 0,8 \cdot 60}{8,71 \cdot (1 + 0,06)} = 20873 \text{ шт, приймаємо } 20800 \text{ шт.}$$

2.1.2 Річний обсяг випуску деталей розрахований в інтервалі:

$$N_{\text{р}} = \frac{N_{\text{пр}}}{K_{\text{за}}^{\text{max}}} \div \frac{N_{\text{пр}}}{K_{\text{за}}^{\text{min}}}, \text{ шт.} \quad (2.2)$$

де: $K_{\text{за}}$ - коефіцієнт закріплення операцій (для середньосерійного типу виробництва $K_{\text{за}} = 11 \div 20$).

$$N_{\text{р}} = \frac{20873}{20} \div \frac{20873}{11} = 1043,6 \div 1897,5, \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_{\text{р}} = 1800$ шт.

2.1.3 Кількість найменувань деталей, які будуть оброблятися на дільниці розраховуються за формулою:

$$m_d = \frac{F_d^0 \cdot K_3 \cdot 60}{T_{шт}^{пр} \cdot (1 + \alpha) \cdot N_p}, \text{ шт} \quad (2.3)$$

$$m_d = \frac{4015 \cdot 0,8 \cdot 60}{8,71 \cdot (1 + 0,06) \cdot 1800} = 11,6 \text{ шт}$$

2.1.4 Мінімальна кількість деталей в партії розраховується за формулою:

$$n_d^{\min} = \frac{T_{пз}^{пр}}{T_{шт}^{пр} \cdot \alpha}, \text{ шт.} \quad (2.4)$$

де: $T_{пз}^{пр}$ - підготовчо заклбючний час на провідній операції.

$$n_d^{\min} = \frac{17}{8,71 \cdot 0,06} = 32 \text{ шт.}$$

2.1.5 Випуск деталей за половину зміни вираховується за формулою:

$$1/2 N_{зм} = \frac{T_{оп}^{зм}}{2 \cdot T_{оп}^{пр}}, \text{ шт.} \quad (2.5)$$

де: $T_{оп}^{зм}$ - оперативний час за зміну (приймаємо $T_{оп}^{зм} = 300$ хв.).

$T_{оп}^{пр}$ - оперативний час на провідній операції.

2.1.6 оперативний час на провідній операції:

$$T_{оп}^{пр} = T_o + T_d, \text{ хв.} \quad (2.6)$$

де: T_o – основний час, приймаю з 7 пункту КП ($T_o = 4,45$ хв.)

T_d – допоміжний час, приймаємо з 7 пункту КП ($T_o = 3,54$ хв.)

$$T_{оп}^{пр} = 4,45 + 3,54 = 7,99 \text{ хв.}$$

$$1/2 N_{зм} = \frac{300}{2 \cdot 7,99} = 18 \text{ шт.}$$

Отже приймаємо n_d – за зміну 50 шт.

2.1.7 Розрахункова партія коригується таким чином, щоб вона була не меншою півзмінного випуску, а також мінімальної кількості деталей і кратною річному обсягу випуску деталей.

Кількість запусків за рік буде дорівнювати:

$$n_{зап} = \frac{N_p}{n_d}, \text{ запусків.} \quad (2.7)$$

$$n_{\text{зап}} = \frac{1800}{100} = 18 \text{ запуски.}$$

2.1.8 Штучно калькуляційний час розраховується за формулою:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \text{ хв} \quad (2.8)$$

$$T_{\text{шк}} = 8,71 + \frac{17,0}{100} = 8,88 \text{ хв.}$$

2.1.9 Відрядна розцінка на кожну операцію технологічного процесу розраховується за формулою:

$$P_{\text{від}} = \frac{C_{\text{год}} \cdot T_{\text{шк}}}{60}, \text{ грн} \quad (2.9)$$

де: $C_{\text{год}}$ - годинна тарифна ставка відповідного розряду робіт, грн. (за даними базового підприємства).

$$P_{\text{від}} = \frac{56,7 \cdot 8,88}{60} = 8,4 \text{ грн}$$

2.1.10 Річна трудомісткість приведенного випуску продукції розраховується за формулою:

$$Q = \frac{T_{\text{шк}} \cdot N_{\text{пр}}}{60}, \text{ н-г} \quad (2.10)$$

$$Q = \frac{8,88 \cdot 20800}{60} = 3078 \text{ н-г}$$

Результати обчислень по інших операціях зведені в таблиці 2.1

Таблиця 2.1- Розрахунок норм часу і розцінок на деталь.

№ операції	Tшт, хв	нд, шт	Tпз, хв	Tшк, хв	Cгод, грн	Pвід, грн	Nпр, шт	Q, н-г
030	7,11	50	18,0	7,47	46,2	5,61	20800	2527,2
035	7,43	50	17,0	7,77	56,7	7,18	20800	2634,6
045	8,71	50	17,0	9,04	56,7	8,39	20800	3078,4
055	9,80	50	16,5	10,13	46,2	7,67	20800	3454,5
065	26,63	50	17,4	26,978	56,7	25,33	20800	9292
075	19,13	50	17,4	19,478	56,7	18,24	20800	6692
Разом	78,81	-	103,3	80,866	-	72,42	-	27723,7

2.2 Розрахунок кількості верстатів та коефіцієнта їх використання

2.2.1 Розрахункова кількість верстатів по кожній операції визначається за трудомісткістю річного приведеного випуску деталей за формулою:

$$n_B = \frac{Q}{F_D^0 \cdot K_{BH}}, \text{ шт} \quad (2.11)$$

де K_{BH} - коефіцієнт виконання норм;

$K_{BH} = 1,0$ – для верстатів з ЧПК, автоматів, напівавтоматів, автоматизованих ліній;

$K_{BH} = 1,05 \div 1,2$ - для універсальних верстатів;

F_D^0 - фонд дійсного часу роботи обладнання за рік розраховується за формулою:

$$F_D^0 = F_H^0 \cdot \left(1 - \frac{\alpha}{100}\right), \text{ год.} \quad (2.12)$$

де F_H^0 - фонд номінального часу роботи обладнання в розрахунковому році.

$$F_H^0 = (T \cdot v + t \cdot v') \cdot S, \text{ год.} \quad (2.13)$$

$$F_H^0 = (244 \cdot 8 + 6 \cdot 7) \cdot 2 = 3988, \text{ год}$$

α - це втрати часу пов'язані з його плановим ремонтом. $\alpha = 2\%$ при двозмінному режимі роботи для верстатів до 10 тон; $\alpha = 8\%$ - для верстатів масою більше 100 т.

$$F_D^0 = 3988 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3908,24, \text{ год.}$$

$$n_B = \frac{3078,4}{3908,24 \cdot 1} = 0,78, \text{ шт}$$

Результати обчислень по інших операціях зведені в таблиці 2.2.

Середній коефіцієнт використання обладнання обчислюється за формулою:

$$K_B^{\text{сеп}} = \frac{\sum n_B^p}{\sum n_B^{\text{пп}}} \quad (2.14)$$

$$K_B^{\text{сеп}} = \frac{0,85 + 0,82 + 0,78 + 0,88 + 2,37 + 1,71}{9} = 0,82$$

Таблиця 2.2 - Розрахунок необхідної кількості верстатів і коефіцієнт їх використання.

№ операції	Тип і модель верстата	F _д ^о , год.	K _{вн}	Q _{н-г}	Q _д	Q _{заг}	n _в ^р , шт.	n _в ^{пр}	K _в	Габарити верстатів
030	СА6140	3908,24	1,05	2527,2	1000	3527,2	0,85	1	0,85	2530×1120
035	СКЕ61 36Z	3908,24	1	2634,6	1000	3634,6	0,82	1	0,82	2300×1480
045	СКЕ61 36Z	3908,24	1	3078,4	-	3078,4	0,78	1	0,78	2300×1480
055	HZ-64	3908,24	1,05	3454,5	-	3454,5	0,88	1	0,88	2300×2000
065	ХК714G	3908,24	1	9292	-	9292	2,37	3	0,79	2310×2290
075	GD125х 16	3908,24	1	6692	-	6692	1,71	2	0,86	2960×2430
Разом	-	-	-	-	-	-	7,41	9	-	-

2.3 Розрахунок чисельності персоналу дільниці

2.3.1 Розрахунок можливості багатOVERстатного обслуговування

Можливість використання багатOVERстатного обслуговування аналізується лише на тих операціях які відповідають таким умовам:

- 1) операція виконується на верстатах з ЧПК;
- 2) операція виконується на верстатах з дублерах;
- 3) $T_{ца} > T_{доп}$
- 4) $T_{ца} \geq 3хв.$

БагатOVERстатне обслуговування:

$$065 \quad S_6 = \frac{T_{ца}}{T_{доп} + T_{пер}} + 1 = \frac{18}{3,8 + 0,5} + 1 = 5$$

Приймаємо 3 вер.

$$075 \quad S_6 = \frac{T_{ца}}{T_{доп} + T_{пер}} + 1 = \frac{17,4}{13,56 + 0,5} + 1 = 2$$

Приймаємо 2 вер.

2.3.2 Розрахунок чисельності основних робітників

Чисельність робітників визначається по кожній операції за трудомісткістю робіт:

$$P^P = \frac{Q}{F_d^P \cdot K_{BH} \cdot S_b}, \text{ чол.} \quad (2.15)$$

де F_d^P - фонд дійсної роботи одного робітника протягом року:

$$F_d^P = F_H^P \left(1 - \frac{B}{100}\right), \text{ год.} \quad (2.16)$$

F_H^P - фонд номінальної роботи одного робітника в розрахунковому році.

B - втрати часу (відпустки, хвороби). (за даними базового підприємства)

$$F_H^P = 244 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1994$$

$$F_d^P = 1994 \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 1755, \text{ год.}$$

Результати обчислень по інших операціях зведені в таблиці 2.3.

$$P^P = \frac{3078,4}{1755 \cdot 1 \cdot 1} = 1,75.$$

Таблиця 2.3 - Розрахунок чисельності основних робітників на дільниці.

№ Операції	Професія	Розряд	Q, н-г.	K _{ВН}	P ^P , чол.	P ^{пр} , чол.	n _В ^{пр} шт	Кількість робітників за змінами	
								1 зміна	2 зміна
030	Токар	2	3527,2	1,05	2	2	1	1	1
035	Оператор з ЧПК	3	3634,6	1	2,07	2	1	1	1
045	Оператор з ЧПК	3	3078,4	1	2,32	2	1	1	1
055	Шліфувальник	2	3454,5	1,05	1,97	2	1	1	1
065	Фрезерувальник	3	9292	1	2	2	3	1	1
075	Фрезерувальник	2	6692	1	2	2	2	1	1
Разом	-	-	29678,7	-	16,89	12	9	-	-

2.3.3 Розрахунок продуктивності праці виробничих працівників

Продуктивність праці виробничих робітників визначаємо, як виробіток продукції в нормо годинах на одного робітника за формулою:

$$П_{п} = \frac{\sum Q}{\sum P^{пр}}, \text{ год.} \quad (2.17)$$

$$П_{п} = \frac{30678,7}{12} = 2473, \text{ год}$$

Зростання продуктивності праці планується у розмірі:

$$\Delta П_{п} = \frac{П_{п}}{P_{д}} \cdot 100 - 100, \% \quad (2.18)$$

$$\Delta П_{п} = \frac{2473}{1755} \cdot 100 - 100 = 40,9, \%$$

2.3.4 Розрахунок кількості допоміжних робітників

Чисельність допоміжних робітників встановлюється в відсотковому відношенню до основних робітників (для механічних цехів серійного типу виробництва 40-50% від чисельності основних робітників).

$$P_{доп} = \frac{\sum P^{пр} \cdot 40}{100}, \text{ чол.} \quad (2.19)$$

$$P_{доп} = \frac{12 \cdot 40}{100} = 4,8, \text{ чол.}$$

2.3.5 Розрахунок кількості керівників, спеціалістів, службовців

Кількість керівників визначається на дільниці виходячи з кількості змін і норми керованості.

Кількість спеціалістів визначається при наближених розрахунках, в відсотковому відношенні до чисельності основних і допоміжних робітників (спеціалісти - $8 \div 12\%$):

$$Ч_{спец} = \frac{(\sum P^{пр} + P_{доп}) \cdot 8}{100}, \text{ чол.} \quad (2.20)$$

$$Ч_{спец} = \frac{(12 + 4,8) \cdot 10}{100} = 1,68, \text{ чол}$$

Чисельність службовців приймається у відсотковому відношенні до основних і допоміжних робітників (службовці - $3 \div 5\%$):

$$Ч_{сл} = \frac{(\sum P^{пр} + P_{доп}) \cdot 5}{100}, \text{ чол.} \quad (2.21)$$

$$Ч_{сл} = \frac{(12+4,8) \cdot 5}{100} = 0,84, \text{ чол.}$$

Всі попередні розрахунки зведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4.

Категорії та професії	Кількість, чоловік
1. Основні виробничі робітники, всього	
у тому числі, за професіями	
1.1 Фрезерувальник	4
1.2 Токар	2
1.3 Оператор ЧПК	4
1.4 Шліфувальник	2
2. Допоміжні робітники, всього	
у тому числі, за професіями	
2.1 Крановщик	2
2.2 Наладчик	2
2.3 Електромонтер	1
3. Керівники, всього	
у тому числі, за посадою	
3.1 Керівник	1
3.2 Старший майстер	1
4. Спеціалісти, всього	
у тому числі, за професіями	
4.1 Технолог	1
5. Службовці, всього у тому числі, за професіями	
5.1 Табельник	1
Всього	21

2.4 Організація постачання робочих місць на дільниці матеріалами, інструментом

2.4.1 Організація інструментального господарства

Цехи основного виробництва є споживачами великої кількості інструменту і пристосовування, тому раціональна організація інструментального господарства має тут велике значення. Від повного і своєчасного забезпечення робочих місць якісним і продуктивним інструментом залежить рівномірне виконання плану, якість продукції, що випускається, зростання продуктивності праці і рівень собівартості продукції.

Завданнями інструментальної служби цеху є: повне і своєчасне забезпечення робочих місць цеху потрібним і якісним інструментом; усунення простоїв робітників із-за несвоєчасного забезпечення інструментом; звільнення основних робітників від робіт із заточення й ремонту інструменту; своєчасний ремонт і організація робіт з відновлення відпрацьованого інструменту.

Так як спроектована виробнича ділянка механічного цеху не має в своєму розпорядженні самостійних інструментально-роздавальної комори (ІРК) і майстерні з ремонту і заточування інструментів, то описується інструментальне господарство цеху.

Відповідно до встановлених норм витрат визначається потреба цеху в інструменті і складається заявка на потреби інструмент і пристосовування. Після встановлення потреби цеху видається лімітна карта, куди записується потреба цеху в інструменті і пристроях, у тому числі спеціальному. Цех за вимогами одержує необхідний інструмент і пристосовування з ЦІСа (Центральний інструментальний склад).

Кращим способом видачі інструменту є його доставка безпосередньо на робоче місце. Це звільняє робітників від втрат часу при одержанні інструменту і сприяє збільшенню їх виробництва.

Для більш продуктивної роботи на проектованій ділянці застосовується наступний метод видачі інструменту: на самому початку зміни ІРК цеху закриті і, отже, ніякої видачі інструменту не проводиться. Це стало можливим після того, як встановився порядок подачі інструменту безпосередньо на робоче місце за 15-20 хв. до початку зміни. ІРК відкривається через 1-2 год., коли потрібно буде міняти затуплений інструмент. Такий порядок дає можливість робітникам весь час віддавати виробничій роботі.

Майстер на проектованій ділянці перед закінченням зміни заповнює заявку на споживаний інструмент для робітників своєї ділянки на наступний день.

Для обліку наявності інструменту до ІРК використовуються облікові картки, які відкриваються на кожний вид і розмір інструменту. Облік надходження ведеться на основі вимог по всім інструментам, що надійшли в цех. Облік витрат інструменту проводиться за актами, де реєструються поломки і на підставі яких складаються відомості на списання відпрацьованого інструменту. Інструментально-роздавальні комори виробляють передачу інструменту в заточку і ремонт.

В комірчині знаходиться рухливий роздавальний стелаж для доставки інструменту на робоче місце.

2.4.2 Організація складського господарства

Правильна організація складського господарства - один із чинників поліпшення матеріально-технічного постачання підприємства. Склади служать для приймання, зберігання, обліку та видачі сировини, матеріалів, напівфабрикатів, оснащення та палива. Матеріали, напівфабрикати і

оснащення надходять на постачаючі склади підприємства, звідки їх отримують відповідні споживачі - цехи та служби.

Залежно від масштабів обслуговування розрізняють склади загальнозаводські, прицехові, а так само цехові комори, що входять до складу цеху.

Кожен зі складів відповідно до особливостей збережених матеріалів, напівфабрикатів і палива повинен бути обладнаний необхідними підйомно-транспортними засобами, стелажми, шафами, ящиками та іншими пристосуваннями, що дозволяють ефективно здійснювати операції складування матеріалів.

На проектованій ділянці передбачено:

- склад заготовок;
- склад готової продукції.

У склад заготовок надходить продукція з заготівельного цеху. З складу заготовок. Деталі партіями відправляються на механічну обробку, де деталі знаходяться на місцях складування. Після останньої операції технологічного процесу партія деталей потрапляє на склад готової продукції.

2.4.3 Організація транспортного господарства

У процесі виробництва в цехах підприємства регулярно переміщається велику кількість сировини, матеріалів, палива, напівфабрикатів, інструментів і готової продукції. Доставка цих вантажів на склади підприємства, переміщення їх усередині підприємства, а так само вивезення готової продукції та відходів з підприємства є функціями промислового транспорту, який ділиться на зовнішньозаводський і внутрішньозаводський.

Внутрішньозаводський транспорт зосереджується в транспортному цеху підприємства, який підпорядковується заступнику директора з загальних питань. Здійснюючи виробничий зв'язок між складами, цехами,

ділянками і робочими місцями. Внутрішньозаводський транспорт є частиною матеріально-технічної бази виробництва.

Внутрішньозаводський транспорт за своїм призначенням поділяється на міжцехових, що здійснює різні перевезення між цехами і складами, і внутрішньоцехових, призначений для виконання транспортних операцій в межах окремих цехів і складів.

На проєктованій ділянці використовується підлогові транспортні засоби (ручні візки, електрокари) крім того, для переміщення важких вантажів по цеху - крани поворотні, кран-балки.

2.5 Організація наладки обладнання з ЧПК по керуючий програмі

Налаштування інструментів для металорізального обладнання з числовим програмним управлінням є невід'ємною частиною технологічної підготовки виробництва при організації гнучких автоматизованих виробництв. Розмірна налаштування інструментів дозволяє організувати регламентоване забезпечення інструментами робочих місць. Регламентоване забезпечення інструментами на увазі виконання двох видів робіт: примусову (регламентовану) заміну інструментів; позапланову (екстрену) заміну інструментів.

Регламентоване забезпечення інструментами скорочує час простою дорогого обладнання при налагодженні, скорочує втрати від браку з огляду на неприпустимого зносу, знижує витрату інструментів. Необхідний коефіцієнт використання високопродуктивних верстатів у значній мірі залежить від підготовки, зберігання і доставки інструменту.

Для централізованого забезпечення верстатів з ЧПК інструментами організують ділянку розмірного налаштування інструментів. Ділянка підпорядкована заступнику начальника цеху з технологічної підготовки.

Ділянка розмірного налаштування інструментів для верстатів з ЧПК містить зони забезпечення інструментами верстатів з ЧПК і розмірної настройки інструменту.

У зоні забезпечення інструментами верстатів з ЧПУ здійснюється зберігання мінімальних запасів всієї номенклатури ріжучого, вимірювального і допоміжного інструментів і технологічної документації, комплекція технічної документації і всіх видів інструментів; передача скомплектованим інструментів і технічної документації в зону розмірної настроювання інструментів.

Для налаштування ріжучих інструментів до верстатів токарної групи використовується прилад мод. БВ-2026 горизонтального використання. На приладі виконують розмірне налаштування інструментів за двома координатами з точністю 0,001 мм.

Для настроювання інструментів для верстатів свердлильно-фрезерно-розточної групи застосовують прилад мод. БВ-2027 вертикального використання.

Комплектацію інструментів здійснює комплектувальник відповідно зі змінним завданням на підготовку інструментів. Майстер з інструментом підбирає для даної технологічної операції комплектуючу карту, схему установки та іншу необхідну технологічну документацію. На підставі технологічної документації комплектувальник підбирає з стелажів ріжучий і допоміжний інструменти. Зборку і розмірне налаштування інструментів здійснює слюсар інструментальник по налаштуванню інструменту згідно картами і схемами настройки інструменту. Отримавши із зони забезпечення інструментами вибраний ріжучий і допоміжний інструменти, слюсар-інструментальник збирає їх, закріплює на приладі і налаштовує відповідні координати вильоту ріжучих кромок.

Налаштовані технологічні комплекти інструментів повертають у зону забезпечення інструментами. Отримавши комплекти налаштованих інструментів, комплектувальник доукомплектовує їх вимірювальними

засобами, технологічною документацією і передає їх до транспортно-накопичувальну систему ГВС для відправки до робочих місць, де інструменти виставляються і прив'язуються.

2.6 Обґрунтування прийнятих методів розробки керуючих програм в технологічному процесі, що проектується

Відділ розробки керуючих програм (ВРКП) забезпечує технологічну готовність механообробного виробництва до виготовлення деталей на верстатах з числовим програмним управлінням (ЧПУ) відповідно до технічних вимог та мінімальними трудовими і матеріальними витратами.

Очолює ВРКП, організовує всю роботу і несе повну відповідальність за діяльність відділу начальник ВРКП.

Планування роботи ВРКП здійснює начальник відділу на підставі затверджених головою правління АТ або його першим заступником графіків технічної підготовки виробництва, планів підвищення ефективності виробництва і соціального розвитку колективу, річних, квартальних і місячних виробничих планів, інших директивних документів, а також заявок від цехів і відділів на розробку керуючих програм (КП).

Підставою для розробки КП механічної обробки деталей на верстатах з ЧПК є доведення до виконавця план-завдання.

Вихідною документацією для розробки КП та технологічних процесів обробки деталей на верстатах з ЧПК є:

- робоче креслення деталі;
- технологічний процес обробки (виписка з технологічного процесу);
- технічні характеристики та технологічні можливості верстатів і пристроїв з ЧПК;
- відомості про використовувані пристосування і засоби технологічного оснащення, ріжучим і вимірювальним інструментом.

Технолог-програміст робить аналіз вихідних даних, вибір устаткування з ЧПК і оснащення, намічає зміни в базовому технологічному процесі, які в необхідних випадках узгоджуються з розробником технологічного процесу.

Технолог-програміст в відповідно до вихідних даних намічає план операцій, схеми установок, складає по перехідну технологію, яка записується в операційну карту або виконується графічно на бланку ескізів відповідно до ГОСТ 3.1105-84, форми 7 і 8.

На карті ескізів зазначаються:

- ескіз деталі з розмірами і контурами заготовки;
- технічні вимоги;
- застосовувана оснащення;
- вихідна (нульова) точка програми;
- траєкторія руху ріжучого інструменту;
- режими обробки;
- елементи оснащення;
- умовні позначення опор, баз і затискних елементів;
- вимоги з техніки безпеки;
- особливі технологічні вимоги і вказівки.

У процесі розробки карти ескізів технолог-програміст заповнює відомість оснащення, яка складається в необхідних випадках додаткові заявки на проектування й виготовлення оснащення і спеціального інструменту і на складання універсального переналагоджуваного оснащення.

На підставі карти ескізів і операційного технологічного процесу технологом-програмістом складається керуюча програма (КП) обробки деталі. Залежно від складності деталі, типу вживаного верстата, наявності засобів автоматизації програмування розрахунок КП здійснюється двома основними методами:

- ручним програмуванням;
- з використанням автоматизованих робочих місць.

При ручному програмуванні технолог-програміст виробляє:

- розрахунок координат опорних точок;
- кодування геометричній та технологічної інформації (формування КП);
- сформована КП наноситься на програмний носій.

При використанні систем автоматизованого програмування технолог-програміст підготовляє початкові дані і безпосередньо вводить їх в міні-ЕОМ, яка робить обробку даних і видачу КП у вигляді її роздруку.

Технолог-програміст проставляє в журналі відділу розробки програм УГТ реєстраційний номер розроблюваної КП. Цей же реєстраційний номер проставляється в карті ескізів і їй відповідним відомостях засобів технічного оснащення ріжучого і вимірювального інструменту.

Після впровадження обробки деталі в цеху і коректування КП технолог-програміст здає в архів відділу розробки програм комплектно наступну технічну документацію:

- робочий креслення деталі;
- виписку з технологічного процесу;
- відомості засобів технологічного оснащення;
- карту ескізів;
- вихідні дані для розрахунку на ЕОМ;
- роздруківку КП;
- керуючу програму.

Технік-оператор архіву відділу розробки програм УГТ стежить за збереженням приймається до-кімнатці, своєчасним її дублюванням і видачею дублікатів в цеху.

За заявкою цеху технік-оператор архіву видає копії наступній документації:

- карти ескізів;
- відомості засобів технологічного оснащення;
- керуючої програми;
- роздруківки керуючої програми.

Пропозиції для розгляду та прийняття рішення про доцільність механічної обробки деталей на верстатах з ЧПК надаються технологами УГТ і технологічними службами цехів об'єднання за погодженням з провідним технологом у відділі розробки програм УГТ.

Розгляд пропозицій здійснюється фахівцями відділу розробки програм спільно з провідним технологом УГТ.

Для розгляду пропозиції провідний технолог надає:

- креслення деталей, включених до пропозиції;
- перелік замовленої технологічного оснащення, ріжучого і вимірювального інструмента;
- відомості про трудомісткість та обсяги виробництва;
- відомості про існуючий технологічному процесі і його особливості.

За результатами аналізу поданих матеріалів приймається відповідне рішення. При цьому в графі " Примітка " проводиться один з двох записів:

- прийняти до розробки (із зазначенням строку або черговості);
- відхилити через ...

Розглянуте пропозицію підписується фахівцями, що беруть участь в обговоренні, проходить реєстрацію у відділі розробки програм і, в подальшому, є підставою для планування робіт з розробки УП.

Доцільність обробки деталі на верстатах з ЧПУ в загальному випадку визначається техніко-економічним розрахунком або зіставленням деталі, пропонованої до обробки, з робочою деталями на верстатах з ЧПУ. При цьому вирішальними чинниками є:

- трудомісткість обробки;
- складність конструкції деталі та її технологічність;
- величина запускається у виробництво партії деталей і її повторюваність протягом року;
- розрахункові дані щодо завантаження обладнання (КЗ);
- трудомісткість розробки КП та технологічного оснащення;
- спосіб отримання і матеріал заготовки;

- технічні умови і вимоги до точності і шорсткості поверхонь деталі.

Кожна розроблена КП механічної обробки деталі на верстаті з ЧПК повинна проходити перевірку при обробці дослідної деталі (зразка) або партії деталей в реальних умовах.

Відпрацювання КП провадиться за наявності на робочому місці передбачених по технологічному процесу технологічного оснащення.

Обробка дослідної деталі (зразка) або партії деталей проводиться оператором цеху в присутності технолога-програміста.

У процесі дослідної обробки технолог-програміст виробляє коригування КП або її переробки (при необхідності).

Оброблена деталь перевіряється працівником БТК цеху або особою яка їх заміняє, на відповідність розмірам і технічним вимогам креслення або операційного ескізу. Придатна деталь приймається БТК цеху в установленому порядку. При наявності відступів від вимог креслення, працівник БТК або особа, його що заміняє, складає перелік зауважень і передає розробнику керуючих програм для прийняття відповідних технічних рішень та внесення змін до КП.

Після обробки другий деталі або партії деталей і отримання позитивного висновку робітника ВТК технолог-програміст визначає цикл обробки, час обробки програми в автоматичному режимі і оформляє акт впровадження програми.

Акт впровадження програми підписується в наступній послідовності:

- технологом-програмістом з встановленням циклу обробки;
- майстром дільниці верстатів з ЧПК;
- працівником БТК цеху або особою яка їх заміняє;
- провідним технологом з встановленням норми часу та розцінки по операціях.

Акт впровадження програми є основним документом, на підставі якого закріплюється Звернення деталі за певною одиницею або групою обладнання

з ЧПК, видається повідомлення провідним технологом про зміни до діючої технологічної документації, розцеховці і маршруту технологічного процесу.

Акт впровадження програми зберігається у відділі розробки програм. Копії акту по одному примірнику розсилаються провідному технологіві і майстерні, якому впроваджена КП.

Після впровадження КП механічної обробки на верстатах з ЧПК цех-виробник несе відповідальності за дотриманням технологічної дисципліни, наявності і збереження оснащення та технологічної документації відповідно до порядку та вимог, встановлених на підприємстві.

2.7 Організація технічного контролю деталі на ділянці, що проектується

Основними завданнями відділу технологічного контролю (ВТК) є запобігання випуску неякісної продукції, зміцнення виробничої дисципліни і підвищення відповідальності всіх ланок виробництва за якість продукції, що випускається.

У пропонованому технологічному процесі після механічних обробок застосовують операцію контроль ВТК. Для контролю якості продукції на механічному ділянці призначається контрольний майстер.

Контрольний майстер механічного ділянки призначається і звільняється від займаної посади наказом голови правління АТ. Контрольний майстер підпорядковується безпосередньо начальнику ділянки технічного контролю.

Основним завданням контрольного майстра механічного ділянки є забезпечення виготовлення і випуску продукції, суворо відповідної НТД, і організація технічного контролю на дорученій йому ділянці, згідно вимог. Положення про УТК.

У своїй діяльності контрольний майстер механічного ділянки повинен знати і керуватися: Правилами внутрішнього трудового розпорядку на

підприємстві, Положенням про УТК, вимогам НТД, що стосуються його виробничої діяльності.

Контрольний майстер механічного ділянки зобов'язаний:

1. Забезпечувати своєчасний і якісний контроль продукції за встановленим технологічного процесу, згідно з кресленнями, технічним умовам, еталонам, стандартам на дорученій йому ділянці виробництва.

2. Спільно зі старшими майстрами ділянок систематично працювати над підвищенням якості продукції, добиватися зниження втрат від браку і не допускати випадків пропуску продукції з дефектами.

3. Контролювати що надходять на ділянці матеріали, напівфабрикати, деталі та вузли, вирішувати їх запуск на ділянці у виробництво при відповідності їх вимогам креслення, технічним умовам, еталонам, стандартам, при наявності необхідних супровідних документів, а також клейм працівників ВТК ділянок, які виробляли попередні операції.

4. Контролювати механічну обробку деталей і вузлів.

5. Виробляти контроль правильності застосування, справності, проведення своєчасних метрологічних перевірок засобів контролю та вимірювання на ділянці.

6. Брати участь у перевірці устаткування на технологічну точність.

7. Своєчасно і якісно оформляти оперативну та технічну документацію як на прийняту, струм і на забракованих продукцію.

8. Здійснювати керівництво підлеглими йому працівниками.

9. Представляти начальнику дільниці технічного контролю пропозиції щодо поліпшення технічного контролю на ввіреній йому ділянці.

10. Дотримуватися виробничу і трудову дисципліну.

11. Таврувати особистим клеймом прийняту ним продукцію.

12. Контролювати своєчасність виконання на ділянці заходів, спрямованих на поліпшення якості продукції.

13. Доповідати начальникові дільниці технічного контролю про виявлені в ході виробництва порушення трудової та виробничої дисципліни і випадках великих і масових шлюбів.

14. Представляти начальнику дільниці технічного контролю пропозиції щодо усунення причин випуску продукції низької якості і підвищення продуктивності праці працівників дільниці технічного контролю.

15. Виконувати вказівки начальника дільниці технічного контролю, що стосуються питань виробничої діяльності і функціонально пов'язаних з нею.

16. Пред'являти прийняту продукцію представнику замовника та іншим контролюючим організаціям.

17. Знати відповідні розділи " Правил ... ", норм та інструкцій з безпеки в атомній енергетиці.

Контрольний майстер механічного ділянки має право:

1. Бракувати на будь-якій ділянці виробництва матеріали, заготовки, деталі та вироби не відповідають кресленням, технічним умовам, еталонам і стандартам.

2. При виявленні браку або дефектів у пред'явленої на контроль продукції повертати її виробничому майстру для повторної перевірки відбракування і виправлення.

3. Не приймати що пред'являються ділянкою, цехом продукцію за відсутності встановленої документації на виконану роботу і при некомплектної здачі продукції.

4. Вимагати від виробничого майстра і старшого майстра своєчасного виконання методів щодо попередження недоліків в організації виробництва, що впливають на якість продукції.

5. Вимагати від виробничого майстра і старшого майстра рівномірного пред'явлення продукції відповідно до затвердженого графіка виробництва.

Контрольний майстер механічного ділянки несе відповідальність за:

1. Не забезпечення своєчасного і якісного контролю продукції згідно з кресленнями, тих-технічних умов та технологічних процесів.

2. Випуск з його ділянки роботи недоброякісної продукції з відступом від вимог креслень, технічних умов, еталонів і стандартів.
3. Випуск з його ділянки некомплектної продукції.
4. Стан та організацію технічного контролю на його ділянці роботи.
5. Несвоєчасне і неправильне оформлення оперативної та технічної документації як на прийняту, так і на забраковану продукцію.
6. Необгрунтовану зупинку робіт, необгрунтовану відмову від приймання продукції.
7. Неправильну оцінку якості виробів і застосування при виконанні робіт несправних контрольно-вимірювальних засобів.
8. Дотримання їм і підлеглими йому працівниками правил техніки безпеки.

2.8 Організація роботи керівника (майстра)

Безпосереднім керівником первинного трудового колективу є майстер. На спроектованій ділянці передбачено два майстри, так як чисельність керівників на ділянці визначається виходячи з норм керованості (1 майстер на 15 чоловік) і кількості змін.

Всі вказівки на робочі місця даються майстром і є обов'язковими для усіх працюючих на керованій майстром виробничій ділянці.

Основними завданнями майстра є: виконання планових завдань при найменших витратах матеріальних, трудових і фінансових ресурсів, підвищення продуктивності праці і якості продукції, так само виявлення у робітників відчуття колективізму; майстер повинен забезпечити культуру виробництва, тобто заготовки складати у визначеному для цього місці (на спроектованій ділянці це місця складування що є біля кожного технологічного устаткування), змусити робітників прибирати свої робочі місця, стежити за чистотою спецодягу у робітників і так далі.

Обов'язки майстра:

1. Забезпечення виконання ділянкою у встановлений термін планових завдань за обсягом виробництва продукції високої якості в заданій номенклатурі, зниження виробничих витрат.

2. Своєчасне доведення виробничих завдань робітником у відповідності із затвердженими планами.

3. Створення умов для виконання робітниками норм виробітку.

4. Впровадження передових методів і прийомів праці багатOVERстатного обслуговування і т. д.

5. Проведення виробничого інструктажу.

Майстер дільниці повинен знати: постанови, розпорядження, накази вищестоящих органів, методичні, нормативні та інші керівні матеріали, що стосуються виробничо-господарської діяльності ділянки. Технічні характеристики і вимоги, які пред'являються до продукції, що випускається ділянкою, технологію її виробництва. Обладнання дільниці та правила його технологічної експлуатації. Повинен знати основи економіки, організації виробництва, праці та управління; правила внутрішнього трудового розпорядження, основи трудового законодавства; правила і норми охорони праці, техніки безпеки, виробничої санітарії та протипожежного захисту.

Права майстра:

1. Проводити розстановку робітників згідно с технологічним процесом, їх кваліфікацією, спеціальністю.

2. Брати участь у вирішенні питань, що стосуються морального та матеріального заохочення робітників.

3. Вносити пропозиції про залучення робітників до дисциплінарної відповідальності за порушення трудової дисципліни, систематичне невиконання з їх вини норм вироблення, брак в роботі, порушення правил охорони праці та техніки безпеки.

4. Не допускати виконання роботи на пошкодженому обладнанні з застосуванням неякісних інструментів, пристосувань.

5. Приймати участь в прийомі закінчених робіт з ремонту обладнання, реконструкції ділянки і т. д.

Майстер ділянки веде наступні види документації:

1. Змінно-добове завдання.
2. Журнал з техніки безпеки (квартальний, позачерговий).
3. Журнал п'ятихвилинки.
4. Журнал простою обладнання.
5. Журнал занять з цивільної оборони.
6. У разі травм майстер складає акт про нещасний випадок.
7. Бланк наряду.

Зразок розпорядку робочого дня майстра першої зміни:

7¹⁰-7²⁵ Обхід ділянки: перевірка готовності ділянки до виконання змінно-добового завдання.

7²⁵-7³⁰ П'ятихвилинка: обговорення і постановка завдань на зміну.

7³⁰-7³⁵ Контроль своєчасного початку роботи.

7³⁵-7⁵⁰ Обхід ділянки: перевірка робітників на робочих місцях.

7⁵⁰-8²⁰ Проведення первинного інструктажу: перевірка забезпеченості РІ і ВІ, матеріалом.

8²⁰-8⁵⁰ Нарада: первинний інструктаж робочих місць при виконанні змінного завдання і експлуатації устаткування.

9⁰⁰-9⁵⁰ Складання змінного завдання наступного дня: проводить старший майстер, ознайомлює з поставленими перед дільницею завданнями.

9⁵⁰-10⁵⁵ Обхід дільниці: Виробляє складання разом з планувальником ділянки.

10⁵⁵-12⁰⁰ Контроль закінчення роботи на перерву: контроль якості виготовлення деталей, інструктаж робітників по виконанню змінних завдань по експлуатації устаткування, оснащення і по пожежній ТБ.

12⁰⁰-13⁰⁰ Перерва.

13⁰⁰-13¹⁰ Контроль своєчасного початку роботи.

13¹⁰-13⁴⁰ Контроль виконання змінного завдання.

13⁴⁰-14²⁰ Бесіда з робітниками: роз'яснення по виконанню змінних завдань, експлуатації устаткування і так далі

14²⁰-14³⁰ Робота з документами: заповнення графіків здачі продукції, аркуша простою. Заповнення журналу по ТБ.

14³⁰-14⁴⁰ Регламентована перерва для відпочинку

14⁴⁰-15⁰⁰ Вирішення організаційних і технічних питань

15⁰⁰-16⁰⁰ Обхід ділянки: контроль якості продукції, здача продукції БТК.

16⁰⁰-16¹⁰ Контроль своєчасного закінчення зміни: контроль завершення робіт, якості, прибирання устаткування, робочого місця і передачі роботи змінникам.

16¹⁰-16³⁰ Передача зміни змінному майстрові (якщо він є).

2.9 Організація ТБ і протипожежних заходів на ділянці, що проектується

Проектування ділянки було проведено з дотриманням всіх правил і норм техніки безпеки. З усіма проводиться вступний інструктаж, а потім безпосередньо на ділянці майстер проводить первинний інструктаж, періодичний та позапланових (у випадку НП або нової складної роботи і т. д.).

Для зменшення травматизму на ділянці проводиться ряд таких заходів:

1. Всі обертові і рухомі частини встановленого обладнання на ділянці повинні бути обгороджені. На верстатах встановлюватися прозорі екрани-відбивачі, які захищають працюючих від впливу стружки, металевої і абразивної пилі і охолоджуючої рідини. При проектуванні були витримані відстані між верстатами, проходами і колонами.

2. Кольорове оздоблення поверхонь виробничих приміщень і технологічного обладнання має бути найбільш раціональним.

3. Усі працівники повинні проходити докладний технічний інструктаж з правил техніки безпеки та безпечними методами роботи, особливо при роботі на верстатному обладнанні.

4. Технічний стан обладнання, його справність і наявність захисних пристроїв повинно систематично піддаватися профілактичному огляду та виправленню. Для підтримки працездатності устаткування на ділянці передбачено робочий по ремонту.

5. Робочі місця збирачів і верстатників повинні бути раціонально влаштовані і оснащені. Передбачені дерев'яні настили під ноги, зручне розташування тумбочок для зберігання оснащення, місць для складування заготовок.

6. На ріжучих інструментах повинні бути стружколоми, стружка повинна негайно прибиратися в спеціальні пристрої по мірі її створення.

7. Струмopрoвідні елементи повинні бути надійно ізолювані і заземлені.

8. У верстатів повинні бути встановлені індивідуальні та групові підйомні пристрої у вигляді консольно-підйомних кранів.

На підприємстві проводиться 3-х ступінчастий контроль.

На спроектованій ділянці для подачі свіжого повітря знаходяться вентиляційні установки.

В кімнаті майстра для надання першої допомоги є аптечка. На ділянці знаходиться пожежний щит, витримані відстані між верстатами.

Всі верстатники проходять первинний та повторний протипожежний інструктаж. Первинний протипожежний інструктаж в обов'язковому порядку проходять всі. Його частіше всього суміщають з інструктажем з охорони праці.

Повторний інструктаж проводять на робочому місці, причому верстатник повинен бути ознайомлений:

- з інструкцією про заходи пожежної безпеки на цій ділянці і в цеху;

- з місцями розташування первинних і стаціонарних засобів пожежогасіння і правилами їх застосування при пожежі, а так само з місцями розташування телефонів і пожежної сигналізації, в тому числі і з запасними виходами;

- з порядком дій при пожежі або загорянні.

Повторний протипожежний інструктаж в обов'язковому порядку проводять із верстатниками, яких переводять з однієї ділянки на іншу, якщо пожежна небезпека на них різна.

3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Визначення вартості основних матеріалів

Вартість основних матеріалів визначаємо виходячи з вартості заготовки за вирахування сум реалізованих відходів за формулою:

$$M = B_3 - B_B, \text{ грн.} \quad (3.1)$$

де B_3 - вартість заготовки;

B_B - вартість відходів які реалізуються;

$$M = 387,8 - 48 = 339,8 \text{ грн.}$$

Вартість заготовки обчислюється за формулою:

$$B_3 = m_3 \cdot C_3 \cdot K_{ТЗ}, \text{ грн.} \quad (3.2)$$

$$B_3 = 11,3 \cdot 33 \cdot 1,04 = 387,8$$

Вартість відходів обчислюється за формулою:

$$B_B = m_B \cdot C_B, \text{ грн.} \quad (3.3)$$

$$B_B = 3,2 \cdot 15 = 48$$

$K_{ТЗ}$ - коефіцієнт який враховує транспортно – заготівельні витрати (за даними базового підприємства).

Маса відходів обчислюється за формулою:

$$m_B = m_3 - m_D, \text{ кг.} \quad (3.4)$$

$$m_B = 11,3 - 8,1 = 3,2 \text{ кг}$$

Розраховані дані перенесені в таблицю 3.1.

3.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати виробничим робітникам і розміру їх середньомісячного заробітку

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників складається з основної і додаткової заробітної плати за рік і обчислюється за формулою:

$$Z_p = Z_{op} + Z_{дод.р}, \text{ грн.} \quad (3.5)$$

Таблиця 3.1 - Розрахунок вартості основних матеріалів.

Показник	Величина
1. Марка матеріалу	40X
2. Маса заготовки, кг	11,3
3. Ціна за 1 кг матеріалу, грн.	33
4. Вартість заготовки, грн.	387,8
5. Маса деталі, кг	8,1
6. Маса відходів, кг	3,2
7. Ціна за 1 кг відходів, грн.	15
8. Вартість відходів, грн.	48
9. Вартість матеріалів за вирахуванням відходів, грн.	339,8
10. Вартість витрат на основні матеріали у розрахунку на річну програму за вирахуванням відходів, грн.	7067840

де $Z_p = 1197188 + 301631,4 = 1498879,4$, грн.;

Z_{op} - річний фонд заробітної плати;

$Z_{дод,р}$ - річний фонд додаткової заробітної плати.

Річний фонд заробітної плати виробничих робітників обчислюється за формулою:

$$Z_{op} = Z_o \cdot N_{пр}, \text{ грн.} \quad (3.6)$$

$$Z_{op} = 52,61 \cdot 20800 + 1000 \cdot 46,2 + 1000 \cdot 56,7 = 1197188, \text{ грн}$$

Основна заробітна плата основних робітників на деталь розраховується за формулою:

$$Z_o = \sum_{i=1}^n (P_{від} \cdot K_6) \quad (3.7)$$

$$Z_o = 52,61 \cdot 1 = 52,61$$

де $P_{від}$ - відрядна розцінка на операцію;

K_6 - коефіцієнт який враховує багатостататне обслуговування.

Розрахунок основної заробітної плати на деталь визначається в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок заробітної плати на деталь.

№ Операції	$P_{\text{від}}$	K_6	$З_о$
030	5,61	1	5,61
035	7,18	1	7,18
045	8,39	1	8,39
055	7,67	1	7,67
065	25,33	0,47	11,9
075	18,24	0,65	11,86
Всього	72,42	-	52,61

Річний фонд додаткової заробітної плати включає оплату відпустки, часу виконання державних обов'язків, доплату за надурочну роботу, роботу в нічну зміну, у вихідні та святкові дні визначається за формулою:

$$З_{\text{дод.р}} = З_{\text{ор}} \cdot K_{\text{дод}}, \text{ грн.} \quad (3.8)$$

$$З_{\text{дод.р}} = 1197188 * 0,252 = 301631,4$$

де $K_{\text{дод}}$ - це коефіцієнт який враховує додаткову заробітну плату (за даними базового підприємства).

Додаткова заробітна плата в розрахунку на деталь обчислюється за формулою:

$$З_{\text{дод}} = \frac{З_{\text{дод.р}}}{N_{\text{пр}}}, \text{ грн.} \quad (3.9)$$

$$З_{\text{дод}} = 52,61 * 0,252 = 13,26, \text{ грн}$$

Середньомісячна заробітна плата основних робітників обчислюється за формулою:

$$З_{\text{с.м}} = \frac{З_{\text{р}}}{\sum P_{\text{пр.12}}}, \text{ грн.} \quad (3.10)$$

$$З_{\text{с.м}} = \frac{1498879,4}{12 \cdot 12} = 10408,9, \text{ грн}$$

Відрахування в фонд соціального призначення розраховується за ставками згідно з законодавством про оподаткування від фонду споживання.

$$B_{\text{соц}} = \frac{(3_0 + 3_{\text{дод}}) \cdot C_{\text{в}}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.11)$$

$$B_{\text{соц}} = \frac{(52,61 + 13,26) \cdot 22}{100} = 14,5, \text{ грн}$$

де $C_{\text{в}}$ - ставки відрахувань у фонди соціального призначення (за даними базового підприємства), 22%.

3.3 Розрахунок накладних витрат

3.3.1 Розрахунок основних витрат. Ці витрати складаються з витрат на управління цехами, дільницями, амортизацію основних засобів цеху, витрат на утримання, експлуатацію та ремонт основних засобів, витрат на вдосконалення технології та організації виробництва. Розмір цих витрат при наближених розрахунках можна прийняти за даними базових підприємств (у відсотках до основної заробітної плати основних робітників на деталь).

$$B_{\text{з}} = \frac{3_0 \cdot \% B_{\text{з.в}}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.12)$$

$$B_{\text{зв}} = \frac{52,61 \cdot 207}{100} = 108,9$$

Ці витрати поділяються на змінні та постійні:

- до постійних витрат відносять витрати на обслуговування і управління виробництвом, витрати, що залишаються постійними при зміні обсягу виробництва;

- до змінних витрат належать витрати на обслуговування і управління виробництвом, що змінюються прямопропорційно до зміни обсягів виробництва.

Розмір постійних загальновиробничих витрат обчислюється за формулою:

$$B_{\text{зв}}^{\text{пос}} = \frac{3_0 \cdot \% B_{\text{зв}}^{\text{пос}}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.13)$$

$$B_{\text{зв}}^{\text{пос}} = \frac{52,61 \cdot 130}{100} = 68,4$$

Розмір змінних витрат виробничих витрат обчислюється за формулою:

$$B_{ЗВ}^{ЗМ} = \frac{3_0 \cdot \% B_{ЗВ}^{ЗМ}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.14)$$

$$B_{ЗВ}^{ЗМ} = \frac{52,61 \cdot 77}{100} = 40,5$$

3.3.2 Розрахунок адміністративних витрат

До адміністративних витрат відносять такі загальногосподарські витрати: загально корпоративні витрати, витрати на оплату праці робітників заводууправління. Їх розміри визначаються наближеним методом за даними базових підприємств у відсотках від основної заробітної плати основних робітників на одну деталь (або від виробничої собівартості):

$$B_{адм} = \frac{3_0 \cdot \% B_{адм}}{100}, \text{ або } B_{адм} = \frac{C_{вир} \cdot \% B_{адм}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.15)$$

$$B_{адм} = \frac{52,61 \cdot 154}{100} = 81$$

3.3.3 Витрати на збут

Витрати на збут включають витрати пов'язані з реалізацією продукцією. Їх розмір при наближених розрахунках можна прийняти у відсотках від основної заробітної плати основних робітників на деталь (за даними базового підприємства):

$$B_{Зб} = \frac{3_0 \cdot \% B_{Зб}}{100}, \text{ грн.} \quad (3.16)$$

$$B_{Зб} = \frac{52,61 \cdot 11}{100} = 5,8$$

3.4 Розрахунок повної собівартості і ціни деталі

Повна собівартість деталі обчислюється за формулою:

$$C = M + Z_o + Z_{\text{дод}} + B_{\text{соц}} + B_{\text{зв}} + B_{\text{адм}} + B_{\text{зб}}, \text{ грн.} \quad (3.17)$$

$$C = 339,8 + 52,61 + 13,16 + 14,5 + 108,9 + 81 + 5,8 = 615,77, \text{ грн}$$

Ціна деталі розраховується за формулою:

$$Ц = C + П, \text{ грн.} \quad (3.18)$$

$$Ц = 615,77 + 246,3 = 862,07, \text{ грн.}$$

де П - прибуток який розраховується з нормативного рівня рентабельності

$$П = \frac{C \cdot P}{100}, \text{ грн.} \quad (3.19)$$

$$П = \frac{615,77 \cdot 40}{100} = 246,3, \text{ грн}$$

де P - норматив рентабельності продукції (за даними базового підприємства), %.

Всі попередні розрахунки зведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Розрахунок повної собівартості і ціни деталі.

Найменування статей	Вартість, грн.
1. Вартість матеріалів за вирахуванням відходів	339,8
2. Основна заробітна плата в розрахунку на одиницю продукції	52,61
3. Додаткова заробітна плата в розрахунку на одиницю продукції	13,16
4. Відрахування в фонд соціального призначення	14,5
5. Загальновиробничі витрати	108,9
6. Адміністративні витрати	81
7. Витрати на збут	5,8
Собівартість	615,77
Нормативний прибуток	246,3
Ціна	862,07

3.5 Техніко-економічні показники дільниці

Розрахунок показників за цим розділом проводиться в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 - Техніко-економічні показники діляниці.

Найменування показника	Величина
1. Річний приведений обсяг продукції	
1.1 В натуральному виразі, шт. ($N_{пр}$)	20800
1.2 По трудомісткості, н-г.	27723,7
1.3 За повною собівартістю, грн.	
2. Річний обсяг випуску деталі, шт.	1800
3. Кількість обладнання, шт.	9
4. Середній коефіцієнт використання обладнання	0,82
5. Виробнича площа, м ²	
6. Загальна площа діляниці у розрахунку на одиницю обладнання, м ²	
7. Чисельність працюючих, чол.	21
7.1 Основні виробничі працівники	12
7.2 Допоміжні працівники	5
7.3 Керівники	2
7.4 Спеціалісти	1
7.5 Службовці	1
8. Продуктивність праці	
8.1 В натуральному виразі в розрахунку на одного основного робітника, шт.	
8.2 За трудомісткістю, н-г.	
8.3 За собівартістю, грн.	
9. Середньомісячна заробітна плата основних виробничих працівників, грн.	10408,9
10. Собівартість деталі, грн.	615,77
11. Ціна деталі, грн.	862,07
12. Матеріальні витрати на 1 грн. собівартості деталі	

4 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

4.1 Розрахунок економічної ефективності запропонованого технологічного процесу

4.1.1 Визначення вихідних даних для економічного порівняння варіантів

Економічна ефективність запропонованого варіанту технологічного процесу визначається шляхом економічного порівняння з базовим варіантом, або однієї операції, або груп операцій, або всього технологічного процесу.

Вихідні дані для економічного порівняння варіантів треба звести в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 – Вихідні дані для економічного порівняння варіантів.

Найменування даних	Буквені позначення	1-й варіант (базовий)	2-й варіант (запропонований)
		065	075
		2B440A	GD125x16
Річний приведений обсяг випуску, шт.	N_{np}	20800	20800
Тип та модель верстата		2B440A	GD125x16
Норма штучно-калькуляційного часу	$T_{шк}$	42,5	19,13
Кількість верстатів, шт.	n_{np}	4	2
Коефіцієнт використання	$K_е$	0,94	0,86
Площа верстата за габаритами, м. кв.	S	5,5	7,2
Оптова ціна верстата	$Ц_е$	60000	130000
Чисельність робітників верстатників	P_{np}	8	2
Розряд робітників верстатників		3	2
Коефіцієнт багатостатності	$K_б$	1	0,65

Вихідні дані для базового варіанта визначаються таким чином:

а) річний приведений випуск N_{np} буде однаковим з запропонованим варіантом

б) тип, модель верстата (верстатів), кваліфікацію робітників та $T_{шк}$ треба брати згідно з базовим технологічним процесом.

в) кількість верстатів та коефіцієнт їх використання визначити за формулами 2.2.1 та 2.2.4.

г) чисельність робітників-верстатників визначається за формулою 2.3.2.

4.1.2 Визначення капітальних вкладень по порівнюваним варіантам

Капітальні вкладення, які враховуються під час визначення ефективності верстатів з ЧПК складаються з наступних витрат:

$$K = K_{бал} + K_{пл} + K_{сл}, \text{ грн.} \quad (4.1)$$

де $K_{бал}$ - балансова вартість верстата, грн.;

$K_{пл}$ - вартість виробничої площі, грн.;

$K_{сл}$ - вартість службово-побутових приміщень, грн.

$$K_1 = 276000 + 156000 + 84000 = 516000, \text{ грн.}$$

$$K_2 = 414000 + 161920 + 31500 = 607420, \text{ грн.}$$

Балансова вартість устаткування визначається за формулою:

$$K_{бал} = \sum_1^M (Ц_в \cdot n_{np}) \cdot K_{дм}, \text{ грн.} \quad (4.2)$$

де M - кількість типорозмірів верстатів за операціями, що враховуються в розрахунку ефективності, шт.;

$Ц_в$ - оптова вартість верстата, грн.;

$K_{дм}$ - коефіцієнт, враховуючий витрати на транспортування, встановлення верстата, пуско-налагоджувальні роботи (дорівнює 1,15).

$$K_{\text{бал1}} = \sum_1^M (60000 \cdot 4) \cdot 1,15 = 276000, \text{ грн.}$$

$$K_{\text{бал2}} = \sum_1^M (180000 \cdot 2) \cdot 1,15 = 414000, \text{ грн.}$$

Вартість виробничої площі визначається за формулою:

$$K_{\text{нл}} = \Pi_{\text{нл}} \sum_1^M (S + S_y) \cdot n_{\text{пр}} \cdot \gamma, \text{ грн.} \quad (4.3)$$

де $\Pi_{\text{нл}}$ - вартість 1 м. кв. площі механічного цеху (для верстатів нормальної та підвищеної точності дорівнює 1200-1500; для верстатів високої та особливо високої точності, важких та унікальних дорівнює 2200 грн.);

S - площа, яку займає станок за габаритами, м.кв.;

S_y - площа, яку займають виносні та допоміжні прилади ЧПК, електрошафа, гідростанція, елеватор для прибирання стружки та ін. (дорівнює 1-3 м. кв.);

γ - коефіцієнт, який враховує додаткову площу, його значення наведено в таблиці 4.2.

$$K_{\text{нл1}} = 1500 \sum_1^M (5,5 + 1) \cdot 4 \cdot 4 = 156000, \text{ грн.}$$

$$K_{\text{нл2}} = 2200 \sum_1^M (7,2 + 2) \cdot 2 \cdot 4 = 161920, \text{ грн.}$$

Таблиця 4.2.

Площа верстата за габаритами	2,5	2,6-5	5,1-9	9,1-14	14,1-20	20,1-40	40,1-75	>75
Коефіцієнт, що враховує додаткову площу, γ	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5

Вартість службово-побутових приміщень визначається за формулою:

$$K_{\text{сл}} = \Pi_{\text{нл.сл}} \cdot S_{\text{сл}} \cdot \left(\sum_1^M P_{\text{пр}} + \sum_1^M P_{\text{дод}} \right), \text{ грн.} \quad (4.4)$$

де $C_{пл.сл}$ - вартість службово-побутових приміщень, грн. (1 м. кв. приймається 1500 грн.);

$S_{сл}$ - питома площа на одного виробничого робітника ($S_{сл}=7$ м. кв.);

$P_{пр}$ - кількість виробничих робітників на даній операції, чел.;

$P_{од}$ - додаткова робоча сила для одного верстата з ЧПК та витрата на підготовку ПК, налаштування інструменту поза станком, виготовлення ріжучого інструменту поверх звичайних нормативів, технічне обслуговування та ремонт приладів ЧПК, чел. (за укрупнених розрахунків можна прийняти $P_{од} = 0,5$), чел. на кожний верстат з ЧПК.

$$K_{сл.1} = 1500 \cdot 7 \cdot 8 = 84000, \text{ грн.}$$

$$K_{сл.2} = 2200 \cdot 7 \cdot (2 + 1) = 31500, \text{ грн.}$$

4.1.3. Визначення технологічної собівартості річного випуску деталей за порівнюваними варіантами

До технологічної собівартості (собівартість механічної обробки) включаються витрати, що залежать від використовуваної техніки та технології, розмір яких є різним для порівнюваних варіантів.

Розмір технологічної собівартості річного випуску деталей розраховується за формулою:

$$C = Z_{в.р.} + A_{пл} + A_{сл} + A_{г}, \text{ грн.} \quad (4.5)$$

де $Z_{в.р.}$ - річна заробітна плата верстатників (основна та додаткова), враховуючи відрахування до фонду соціального страхування, грн.

$A_{ст}$ - річні амортизаційні відрахування на повне відновлення верстатів, грн.;

$A_{пл}$ - річні витрати на амортизацію та утримання приміщень, що відведені під верстати, грн.;

A_{cl} - річні витрати на амортизацію та утримання службово-побутових приміщень, грн.

$$C = 1278995,16 + 26000 + 14000 + 53400 = 137239516 \text{ , грн.}$$

$$C = 46798635 + 22080 + 6300 + 59800 = 57916635 \text{ , грн.}$$

4.1.3.1 Річна заробітна плата виробничих робітників з відрахуванням у фонд соціального призначення визначається за формулою:

$$Z_{npp} = \sum (C_{zod} \cdot T_{шк} / 60) \cdot N_{np} \cdot (1 + K_{zod}) \cdot (1 + \frac{C_g}{100}) \cdot K_g \quad (4.6)$$

де C_{zod} - годинна тарифна ставка, грн.;

K_{zod} - коефіцієнт, який враховує додаткову ЗП;

C_g - ставка відрахувань у фонди соціального призначення.

$$Z_{npp1} = \sum (56,7 \cdot 42,5 / 60) \cdot 20800 \cdot (1 + 0,252) \cdot (1 + \frac{22}{100}) \cdot 1 = 1278995,16 \text{ €}$$

$$Z_{npp2} = \sum (46,2 \cdot 19,13 / 60) \cdot 20800 \cdot (1 + 0,252) \cdot (1 + \frac{22}{100}) \cdot 1 = 46798635$$

4.1.3.2 Річні амортизаційні відрахування на повне відновлення станків визначаються за формулою:

$$A_g = \sum_1^M K_g \cdot \alpha_B / 100, \text{ грн.} \quad (4.7)$$

де α_B - норма амортизаційних відрахувань на повне відновлення верстата, % ($\alpha_B = 20\%$).

$$A_{g.1} = \sum_1^M 276000 \cdot 20 / 100 = 53400, \text{ грн.}$$

$$A_{g.2} = \sum_1^M 414000 \cdot 20 / 100 = 82800, \text{ грн.}$$

4.1.3.3 Річні витрати на амортизацію та утримання приміщень, що займають верстати визначаються за формулою:

$$A_{nl} = H_{nl} \sum_1^M (S + S_y) \cdot n_{np} \cdot \gamma, \text{ грн.} \quad (4.8)$$

де H_{nl} - вартість амортизації та утримання м. кв. Площі механічного цеху, грн. (для верстатів нормальної та підвищеної точності дорівнює 200-250 грн., для станків високої та особливо високої точності, важких та унікальних дорівнює 250-300 грн.).

$$A_{nl.1} = 250 \sum_1^M (5,5 + 1) \cdot 4 \cdot 4 = 26000, \text{ грн.}$$

$$A_{nl.2} = 300 \sum_1^M (7,2 + 2) \cdot 2 \cdot 4 = 22080, \text{ грн.}$$

4.1.3.4 Річні витрати на амортизацію та утримання службово-побутових приміщень розраховуються за формулою:

$$A_{cl} = H_{nl} \cdot S_{cl} \cdot \left(\sum_1^M P_{np} + \sum_1^M P_{дод} \right), \text{ грн.} \quad (4.9)$$

$$A_{cl.1} = 250 \cdot 7 \cdot 8 = 14000, \text{ грн.}$$

$$A_{cl.2} = 300 \cdot 7 \cdot (2 + 1) = 6300, \text{ грн.}$$

4.1.4 Визначення річного економічного ефекту та строку окупності капітальних вкладень

Визначаємо капітальні вкладення та технологічну собівартість обробки річної продукції за порівнюваними варіантами, розраховуємо розмір приведених витрат (3) за варіантами:

$$3 = C + E_n \cdot K, \text{ грн.} \quad (4.10)$$

де C - технологічна собівартість річного випуску продукції за даним варіантом, грн.;

K - капітальні вкладення за цим же варіантом;

E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень,

дорівнює 0,15.

$$Z_1 = 137239516 + 0,15 \cdot 516000 = 144979516$$

$$Z_2 = 57916635 + 0,15 \cdot 607420 = 55909935$$

Розраховуємо річний економічний ефект (E_p) як різницю приведених витрат двох варіантів:

$$E_p = Z_1 - Z_2 = (C_1 + E_n \cdot K_1) - (C_2 + E_n \cdot K_2), \text{ грн.} \quad (4.11)$$

$$E_p = Z_1 - Z_2 = 144979516 - 55909935 = 89069581$$

Якщо новий варіант технологічного процесу потребує більшої суми капітальних вкладень (являючись в той же час ефективним, тобто $Z_1 > Z_2$), то слід визначати строк окупності додаткових капітальних вкладень за рахунок економії, отримуваної від зниження собівартості продукції за формулою:

$$T_{ф.ок} = (K_2 - K_1) / (C_1 - C_2) < T_{н.ок} \quad (4.12)$$

Де $T_{н.ок}$ - нормативний строк окупності додаткових капітальних вкладень, який дорівнює 6,7 років.

$$T_{ф.ок} = (607420 - 516000) / (137239516 - 57916635) < 6,7 = 0,115 < 6,7$$

Отримані результати зводимо до таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. – Розрахунок величин приведених витрат, річного економічного ефекту та строку окупності додаткових капітальних вкладень

Найменування витрат	Буквені позначення	Сума, грн..	
		1-й варіант (базовий)	2-й варіант (проектний)
Капітальні вкладення	К	516000	607420
Технологічна собівартість	С	1372395,16	579166,35
Приведені витрати	З	1278992,16	467986,35
Річний економічний ефект	E_p	890695,81	
Строк окупності додаткових капітальних вкладень	$T_{ф.ок}$	0,115 < 6,7	

4.2 Техніко-економічні показники дільниці

Розрахунок показників за цим розділом проводиться в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 - Техніко-економічні показники дільниці

Найменування показника	Величина
1. Річний приведений обсяг продукції	
1.1 В натуральному виразі, шт. (N_{np})	20800
1.2 По трудомісткості, н-г.	27723,7
1.3 За повною собівартістю, грн.	
2. Річний обсяг випуску деталі, шт.	1800
3. Кількість обладнання, шт.	9
4. Середній коефіцієнт використання обладнання	0,82
5. Виробнича площа, м ²	
6. Загальна площа дільниці у розрахунку на одиницю обладнання, м ²	
7. Чисельність працюючих, чол.	21
7.1 Основні виробничі працівники	12
7.2 Допоміжні працівники	5
7.3 Керівники	2
7.4 Спеціалісти	1
8. Продуктивність праці	
8.1 В натуральному виразі в розрахунку на одного основного робітника, шт.	1733,3
8.2 За трудомісткістю, н-г.	2310,3
8.3 За собівартістю, грн.	
9. Середньомісячна заробітна плата основних виробничих працівників, грн.	10408,9
10. Собівартість деталі, грн.	615,77
11. Ціна деталі, грн.	862,07
12. Матеріальні витрати на 1 грн. собівартості деталі	

ВИСНОВКИ

У розробленому технологічному процесі були застосовані більш прогресивні методи обробки:

- застосування спеціальних ріжучих інструментів призвело до скорочення тривалості обробки деталі;
- застосування спеціальних вимірювальних інструментів дало можливість знизити витрати часу на контрольні вимірювання та підвищити точність вимірювань.

В першу чергу змінений спосіб отримання заготовки. Заводську заготовку зі сталі 40Х в даний час отримують поковкою кованою на молотах. Запропоновано отримання заготовки на горизонтально-кувальній машині (ГКМ). Це дозволило зменшити собівартість заготовки і отримувати заготовку максимально наближену за своїми розмірами до розмірів деталі.

Базовий технологічний процес був змінений таким чином:

1. Токарно-гвинторізна операція (обробка за два установи) замінюється на дві токарні з ЧПК і фрезерно-центрувальну, де обробка ведеться за один установ.

2. Токарна з ЧПК (на більш старих верстатах) замінюється на дві токарні з ЧПК (з новим верстатом).

Всі нововведення які були введені в базовий технологічний процес виготовлення деталі «Диск направляючий» спрямовані на зниження собівартості деталі та підвищення її конкурентоспроможності.

З огляду на вищеперераховане, підтвержене економічними розрахунками, можна зробити висновок, що розроблений технологічний процес є економічно ефективним.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Добриднів І.С. Курсове проектування по предмету "Технологія машинобудування": Навчальний посібник для технікумів за спеціальністю "Обробка металів різанням"-М: Машинобудування, 1985, 184с.,
2. Марочник сталей і сплавів / В.Г. Сорокін та др .; Під заг. ред. В.Г . Сорокіна - М.: Машинобудування, 1989, 640с.
3. Косилова А Г. Мещеряков Р . К. Калинин М.А. Точність обробки, заготовки та припуски в машинобудуванні . Довідник технолога " - М.: Машинобудування, 1976, 28.8с.
4. Довідник технолога - машинобудування. В 2 -х т. Т. 1 / Під ред . А Г. Косиловий та Р . К. Мещерякова. - 4-е зд., перероб. та доп. -М. : Машинобудування, 1986. - 656 с.
5. Машинобудівні нормативи часу та режимів різання для нормування робіт виконаних універсальних та багатоцільових станках с ЧПУ, частина 1, Нормативи часу, М: Економіка 1990,-206.
6. Загальномашинобудівні нормативи часу допоміжного обслуговування робочого місця та підготовчо-заключного для технічного нормування верстатних робіт. Серійне виробництво -М: Машинобудування, 1974,-421 с.
7. Загальномашинобудівні нормативи часу та режимів різання для нормування робіт, виконуваних універсальних та багатоцільових верстатах з ЧПУ, частина 2, Нормативи режимів різання, М.: Економіка, 1990, 472 с.8. Алексієв Г.А., Оршинов В . А Конструювання інструментів . М. :Машинобудування, 1975. 3 84с.
9. Довідник технолога – машинобудівника. У 2-х т. т. 1 / За ред. А. Г. Косилової та Р. К. Мещерякова. - 4-те вид., перероб. та дод. - М: Машинобудування, 1986. - 496 с.
10. Довідник технолога - машинобудівника. У 2-х. т. / За ред. А. Г. Косилової та Р. К. Мещерякова. - Вид. 3, перероб. Т. 1-М.: Машинобудування, 1972. – 568 с. , мул .

11. Обробка матеріалів різанням: Довідник технолога / А. А. Панов, В. В. Анікін, Н. Г. Бойм та ін; За заг. Ред. А. А. Панова. - М.: Машинобудування 1988. - 736с. : іл.

12. Кирилюк Ю. Е. Допуски та посадки: довідник-2-ге вид., перероб. та дод. -К.: Вища шк. 1989р.