

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу механічного оброблення
важеля ПС-10.10.605-02

Виконав: студент IV курсу, групи МП-41
спеціальності 131 “Прикладна механіка”

(шифр і назва спеціальності)

Колачик М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Комар Р.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Дячун А.Є.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Окіпний І.Б.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

кваліфікаційної роботи бакалавра на тему:

“Розроблення технологічного процесу механічного оброблення важеля ПС-10.10.605-02” студента групи МП-41 Колачика М.В. Керівник роботи - кандидат техн. наук, доцент Комар Р.В.

Мета роботи – вдосконалити базовий технологічний процес механічного оброблення важеля ПС-10.10.605-02.

У першій частині, враховуючи проведені розрахунки та критерії а також аналіз конструкції, за якісними та кількісними показниками, встановлено, що деталь є технологічною. Проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі. Визначено, що базовий технологічний процес, який використовується для виготовлення деталі відповідає дрібносерійному типу виробництва, що пов'язано із застосуванням універсального технологічного обладнання без засобів автоматизованого керування та контролю і низькою продуктивністю.

Річна програма випуску 12000 шт, що вказана у завданні, відповідає середньосерійному типу виробництва, тому у проектному технологічному процесі запроваджено зміни для підвищення продуктивності праці.

У другій частині визначено тип виробництва – середньосерійний на основі даних штучного часу на кожну із операцій базового технологічного процесу. В основі методу покладено розрахунок коефіцієнта закріплення операцій. Визначено, що коефіцієнт використання матеріалу при виготовленні заготовки литтям під тиском на спеціальній машині із прес-формою є вищим ніж для лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями, тому для розроблення технологічного процесу виготовлення деталі вибрано другий спосіб. Проведено вибір обладнання, інструментів, розраховано припуски, режими різання та технічні норми часу. Розроблено технологічний процес механічного оброблення важеля ПС-10.10.605-02.

У третій частині для обробки площин та отворів деталі на 010 фрезерній з ЧПК операції проведено проектування спеціального універсально-збірного пристрою.

У четвертій частині розглянуто питання охорони праці.

ЗМІСТ

Вступ	
1 Загально-технічна частина	
1.1. Службове призначення деталі	
1.2. Аналіз технічних вимог деталі.....	
1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі.....	
1.4. Аналіз базового технологічного процесу.....	
1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу.....	
2 Технологічна частина	
2.1. Визначення типу виробництва.....	
2.2. Вибір способу одержання заготовки.....	
2.3. Вибір технологічних баз.....	
2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі.....	
2.5. Визначення припусків на оброблення.....	
2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу.....	
3 Конструкторська частина	
3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі.....	
3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі.....	
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	
4.1. Розробка інженерно-технічних та організаційно-технологічних заходів щодо зниження шумового навантаження на виробництві.....	
4.2. Планування заходів з охорони праці та контроль за дотриманням вимог безпеки виробничого середовища.....	
Висновки.....	
Перелік посилань.....	
Додатки	

ВСТУП

У кваліфікаційній роботі проведено проектування технологічного процесу механічного оброблення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 для умов середньосерійного типу виробництва. Деталь застосовується як робочий елемент змішувача сипких та рідких матеріалів, що мають малу питому вагу. Важіль ПС-10.10.605-02 призначений для передачі силових навантажень та робочих рухів при виконанні операції змішування, а також приєднання до нього змішувальних елементів. Деталь відповідно до креслення виготовляється із сплаву АК12 основними елементами якого є алюміній та кремній.

Для базового технологічного процесу, що використовується для виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 встановлено ознаки, що відповідають дрібносерійному типу виробництва, а саме застосування універсального технологічного обладнання без засобів автоматизованого керування та контролю, на верстатах встановлено прості пристрої для базування та затиску заготовок з ручним приводом механізмів затиску.

Річна програма випуску, що вказана у завданні, відповідає середньосерійному типу виробництва. Тому у проектному технологічному процесі запропоновано запровадити такі зміни: для виготовлення заготовки використовуються точні методи литва, зокрема, литво під тиском; фрезерування площин, оброблення отворів запропоновано проводити на багатоцільових верстатах з ЧПК, застосовуючи принцип концентрації операцій; запроваджене застосування інструментів та технологічного оснащення для верстатів з ЧПК, а також із механізованим приводом затиску.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Службове призначення деталі

Деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 застосовується як робочий елемент змішувача сипких та рідких матеріалів, що мають малу питому вагу. Важіль ПС-10.10.605-02 призначений для передачі силових навантажень та робочих рухів при виконанні операції змішування, а також приєднання до нього змішувальних елементів. Деталь приєднується до вала у парі з іншим важелем.

Основними конструктивними елементами для виконання функціональних характеристик вказаного важеля є: торцеві поверхні $435_{-1,55}$; $44_{-0,62}$; Ra 12,5 – для точного базування та приєднання другого важеля а також робочих елементів; чотири отвори з різьбою М4-7Н; $417\pm0,2$; $367\pm0,2$; Ra 6,3 – для приєднання демпферів та робочих елементів змішувача; шість двохступінчастих отворів $\varnothing 14$; $\varnothing 6,2^{+0,3}$; $384\pm0,2$; $72\pm0,2$; Ra 12,5 для приєднання другого важеля і підвищення загальної жорсткості конструкції; отвір з різьбою М8-7Н; Ra 6,3 для фіксації важеля на валі; отвір $\varnothing 12H7^{(+0,018)}$, Ra1,6 – для встановлення штифта і забезпечення точного базування важеля на валі.

Інші поверхні одержуються методом литва, не підлягають механічній обробці, визначають конфігурацію важеля та забезпечують його жорсткість та необхідні технічні вимоги.

Деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 відповідно до креслення виготовляється із відомого сплаву АК12 основними елементами якого є алюміній та кремній. Необхідність застосування такого матеріалу визначається вимогами, які повинен забезпечувати змішувач сипких матеріалів. Основними особливостями такого сплаву є його корозійна стійкість, добрі ливарні властивості та мала питома густина відносно густини сталі або чавуну. Вміст кремнію у сплаві коливається в межах 12%. У таблицях 1.1 та 1.2 детальніше наведено

інформацію про хімічний склад та характеристики механічних випробувань сплаву АК 12.

Таблиця 1.1 – Хімічний склад сплаву АК12, %

Алюміній	Кремній	Кальцій	Титан	Мідь	Цинк	Магній	Цирконій
		не більше					
основа	10-13	0,08	0,1	0,6	0,3	0,1	0,1

Таблиця 1.2 – Характеристики механічних випробувань сплаву АК12

Спосіб лиття	Вид термообробки	Густина, ρ , г/см ³	σ_p , МПа	Відносне видовження, %	Твердість, НВ
в кокіль	—	2,55-2,6	157	2,0	50
під тиском	—		157	1,0	50
в кокіль	відпал		147	3,0	50
під тиском	відпал		147	2,0	50

1.2. Аналіз технічних вимог деталі

Для проектування технологічного процесу виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 одним із перших етапів є проведення аналізу технічних вимог та показників якості поверхонь деталі на основі виданого креслення. Після аналізу вимог до точності та шорсткості поверхонь, останнім присвоєно номера та відображено у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Аналіз технічних вимог та показників якості поверхонь деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02

Номер поверхні	Назва поверхні	Квалітет	Шорсткість
1	2	3	4
1, 2, 3	Три плоскі поверхні 435 _{-1,55} ; 444 $\pm$ 0,9; R44 $\pm$ 0,5	14	Ra 12,5
4-7	Чотири отвори з різьбою М4-7Н; l=10; 417 $\pm$ 0,2; 367 $\pm$ 0,2	(7)	Ra6,3
8, 9	Два наскрізних отвори $\varnothing$ 6,2 ^{+0,3} ; l=10; 72 $\pm$ 0,2; 127 $\pm$ 0,2	14	Ra 12,5

Закінчення таблиці 1.3

1	2	3	4
10, 11	Два наскрізних отвори $\varnothing 6,2^{+0,3}_0$; $l=7$; $74\pm 0,2$; $12\pm 0,2$	14	Ra 12,5
12	Плоска поверхня $44_{-0,62}^0$, $34,5_{-0,5}^0$	14	Ra 12,5
13	Фаска $1\times 45^\circ$ на отворі	14	Ra 12,5
14	Наскрізний отвір $\varnothing 12H7(^{+0,018}_0)$; $l=16$; $127\pm 0,2$	7	1,6
15	Отвір з різьбою M8-7H; $l=14$; $12\pm 0,2$	(7)	Ra 6,3
16, 17	Два наскрізних отвори $\varnothing 6,2^{+0,3}_0$; $l=8$; $384\pm 0,2$; $29\pm 0,3$	14	Ra 12,5
18	Отвір $\varnothing 6,7^{+0,26}_0$; $l=14$ для нарізання різьби M8-7H; $12\pm 0,2$	13	Ra 6,3
19-22	Чотири фаски $0,5\times 45^\circ$ на отворах	14	Ra 12,5
23-26	Чотири отвори $\varnothing 3,3^{+0,16}_0$ для нарізання різьби M4-7H; $l=14$; $417\pm 0,2$; $367\pm 0,2$	13	Ra 6,3

1.3. Аналіз технологічності конструкції деталі

Під час виконання аналізу технологічності деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 враховано те, що програма випуску становить 12000 шт., що відповідає середньосерійному типу виробництва. Крім цього розглянуто вимоги до точності, конфігурації, шорсткості поверхонь та інші технічні вимоги.

Матеріал деталі сплав АК 12 має хорошу корозійну стійкість, добрі ливарні властивості та малу питому густину порівняно із густиною сталі або чавуну. Відповідно деталь має меншу вагу та створює менші динамічні навантаження у змішувачі. Застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для виготовлення заготовки різні методи литва, зокрема у піщані форми, литво під тиском, литво за виплавлюваними моделями.

У конструкції деталі є достатньо поверхонь для виконання базування та закріплення заготовки для різних методів чорнового та чистового механічного

оброблення. При цьому жорсткість деталі, не зважаючи на наявність стінок товщиною 2,5 мм, є достатньою для прикладання зусиль затиску пристроями із механічним приводом, оскільки сили різання є також меншими ніж при обробленні заготовок із сталі. Для забезпечення точності оброблення отворів деталі на першій операції доцільно проводити оброблення площини важеля, що буде основною базою на наступних операціях. Тому перша операція повинна включати оброблення площини у розміри $44_{-0,62}$, $34,5_{-0,5}$.

Для оброблення отворів та площин можливе використання стандартних інструментів, зокрема фрез, свердл та мітчиків, а також як обладнання можна використовувати верстати з ЧПК.

Враховуючи вище вказане, за якісними показниками деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 є технологічною.

Крім цього проведено розрахунок технологічності деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 за трьома кількісними показниками: коефіцієнтом точності, коефіцієнтом шорсткості та коефіцієнтом уніфікації, відповідно до відомих методик та даних із табл. 1.3.

Коефіцієнт точності обробки:

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{T_{\text{cp}}}, \quad (1.1)$$

$$T_{\text{cp}} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{14 \cdot 15 + 13 \cdot 5 + 7 \cdot 6}{26} = 12,2;$$

$$K_{\text{т.ч.}} = 1 - \frac{1}{12,2} = 0,9.$$

При $K_{\text{т.ч.}} = 0,9 > 0,8$ деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 є технологічною.

Коефіцієнт шорсткості:

$$K_{\text{ш}} = \frac{1}{B_{\text{cp}}}, \quad (1.2)$$

$$B_{\text{cp}} = \frac{\sum B_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{5 \cdot 1 + 4 \cdot 10 + 3 \cdot 15}{26} = 3,5,$$

$$K_{ш} = \frac{1}{3,5} = 0,29.$$

При $K_{ш} = 0,29 > 0,16$ деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 є технологічною.

Коефіцієнт уніфікації:

$$K_{y.e.} = \frac{N_{y.e.}}{N_e} = \frac{20}{26} = 0,77.$$

При $K_{y.e.} = 0,77 > 0,6$ деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 є технологічною.

Враховуючи проведені розрахунки та критерії, за кількісними показниками деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 є технологічною.

1.4. Аналіз базового технологічного процесу

Перелік технологічного устаткування та операцій базового технологічного процесу, що використовується для виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 у порядку їх виконання представлено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Перелік технологічного устаткування та операцій базового технологічного процесу виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02

Операція	Технологічне обладнання	Технологічне оснащення
1	2	3
005, 010, 015 Вертикально-фрезерна	Вертикально-фрезерний верстат 6P12	Спеціальні пристрої з ручним приводом затискних механізмів
020, 025, 040, 050 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н150	Спеціальні пересувні кондуктори з ручним приводом затискних механізмів
030, 035, 045, 055 Вертикально-свердлильна	Вертикально-свердлильний верстат 2Н150	Спеціальні кондуктори та підставки з ручним приводом затискних механізмів

Закінчення таблиці 1.4

1	2	3
060, 065 Різенарізна	Різенарізний верстат 2056	Спеціальні підставки з ручним приводом затискних механізмів

На основі перегляду базового технологічного процесу, що використовується для виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 встановлено ознаки, що відповідають дрібносерійному типу виробництва, а саме застосування універсального технологічного обладнання без засобів автоматизованого керування та контролю, на верстатах встановлено прості пристрої для базування та затиску заготовок з ручним приводом механізмів затиску. Для свердління отворів використано направляючі кондукторні втулки на кондукторах. Для механічної обробки поверхонь деталі використовуються стандартні універсальні ріжучі (фрези, свердла, zenківки, розвертки, мітчики) та вимірювальні інструменти. Кваліфікація робітників є високою.

1.5. Висновки та завдання на кваліфікаційну роботу

У першій частині роботи проведено аналіз креслення та технічних вимог деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 як робочого елемента змішувача сипких та рідких матеріалів, що мають малу питому вагу. Розглянуто можливості і методи досягнення вказаних показників, а також основні параметри для розроблення проектного технологічного процесу механічного оброблення вказаної деталі із вибором способу виготовлення заготовки.

Враховуючи проведені розрахунки та критерії а також аналіз конструкції, за якісними та кількісними показниками деталей “Важіль” ПС-10.10.605-02 є технологічною.

Матеріал деталі сплав АК 12 має хорошу корозійну стійкість, добрі ливарні властивості та малу питому густину порівняно із густиною сталі або чавуну. Відповідно деталь має меншу вагу та створює менші динамічні

навантаження у змішувачі. Застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для виготовлення заготовки різні методи литва, зокрема у піщані форми, литво під тиском, литво за виплавлюваними моделями.

Для забезпечення точності оброблення отворів деталі на першій операції доцільно проводити оброблення площини важеля, що буде основною базою на наступних операціях. Тому перша операція повинна включати оброблення площини у розміри $44_{-0,62}$, $34,5_{-0,5}$.

Для оброблення отворів та площин можливе використання стандартних інструментів, зокрема фрез, свердл та мітчиків, а також як обладнання можна використовувати верстати з ЧПК.

Базовий технологічний процес, що використовується для виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 відповідає дрібносерійному типу виробництва, що пов’язано із застосуванням універсального технологічного обладнання без засобів автоматизованого керування та контролю і низькою продуктивністю. Річна програма випуску 12000 шт, що вказана у завданні, відповідає середньосерійному типу виробництва. Тому у проектному технологічному процесі необхідно запровадити такі зміни:

- для виготовлення заготовки використовувати точні методи литва, зокрема, литво під тиском, литво за виплавлюваними моделями, що дозволяють одержувати тонкі стінки деталі та зменшувати об’єм механічної обробки поверхонь;
- фрезерування площин, оброблення отворів доцільно проводити на багатоцільових верстатах з ЧПК, застосовуючи принцип концентрації операцій;
- застосування інструментів та технологічного оснащення для верстатів з ЧПК, а також із механізованим приводом затиску.

Зміни базового технологічного процесу дозволяють підвищити продуктивність виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Визначення типу виробництва

Тип виробництва виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 при програмі випуску $N = 12\,000$ шт., її габаритів, складності та маси $m = 1,35$ кг, визначений табличним методом, є середньосерійний.

При розробленні проектного технологічного процесу розрахунок типу виробництва також проведемо аналітичним методом на основі даних штучного часу на кожну із операцій базового технологічного процесу. В основі методу покладено розрахунок коефіцієнта закріплення операцій.

Перелік операцій базового технологічного процесу та штучний час на їх виконання при виготовленні деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 представлено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Перелік операцій базового технологічного процесу та штучний час на їх виконання при виготовленні деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02

Операція	$T_{шт},$ хв.	Операція	$T_{шт},$ хв.
005 Вертикально-фрезерна	12,4	040 Вертикально-свердлильна	0,63
010 Вертикально-фрезерна	3,4	045 Вертикально-свердлильна	0,5
015 Вертикально-фрезерна	2,1	050 Вертикально-свердлильна	0,6
020 Вертикально-свердлильна	1,01	055 Вертикально-свердлильна	0,4
025 Вертикально-свердлильна	0,6	060 Різенарізна	0,6
030 Вертикально-свердлильна	1,5	065 Різенарізна	0,62
035 Вертикально-свердлильна	0,9		

Проведемо розрахунок кількості верстатів, що використовуються для кожної операції при заданій програмі випуску N [1]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{зн}}, \quad (2.1)$$

де F_d – час на роботу обладнання, $F_d = 3979$ год;

$$\eta_{зн.} = 0,75.$$

$$m_{p005} = \frac{12000 \cdot 12,4}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,83. \quad P_{005} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p010} = \frac{12000 \cdot 3,4}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,23. \quad P_{010} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p015} = \frac{12000 \cdot 2,1}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,14. \quad P_{015} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p020} = \frac{12000 \cdot 1,01}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,067. \quad P_{020} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p025} = \frac{12000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,04. \quad P_{025} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p030} = \frac{12000 \cdot 1,5}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,04. \quad P_{030} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p035} = \frac{12000 \cdot 0,9}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,06. \quad P_{035} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p040} = \frac{12000 \cdot 0,63}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,042. \quad P_{040} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p045} = \frac{12000 \cdot 0,5}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,034. \quad P_{045} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p050} = \frac{12000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,04. \quad P_{050} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p055} = \frac{12000 \cdot 0,4}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,027. \quad P_{055} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p060} = \frac{12000 \cdot 0,6}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,04. \quad P_{060} = 1 \text{ верстат};$$

$$m_{p065} = \frac{12000 \cdot 0,62}{60 \cdot 3979 \cdot 0,75} = 0,042. \quad P_{065} = 1 \text{ верстат};$$

Фактичні коефіцієнти завантаження обладнання [1]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P}, \quad (2.2)$$

$$\eta_{з.ф.005} = \frac{0,83}{1} = 0,83;$$

$$\eta_{3.ф.010} = \frac{0,23}{1} = 0,23;$$

$$\eta_{3.ф.015} = \frac{0,14}{1} = 0,14;$$

$$\eta_{3.ф.020} = \frac{0,067}{1} = 0,067;$$

$$\eta_{3.ф.025} = \frac{0,04}{1} = 0,04;$$

$$\eta_{3.ф.030} = \frac{0,1}{1} = 0,1;$$

$$\eta_{3.ф.035} = \frac{0,06}{1} = 0,06;$$

$$\eta_{3.ф.040} = \frac{0,042}{1} = 0,042;$$

$$\eta_{3.ф.045} = \frac{0,034}{1} = 0,034;$$

$$\eta_{3.ф.050} = \frac{0,04}{1} = 0,04;$$

$$\eta_{3.ф.055} = \frac{0,027}{1} = 0,027;$$

$$\eta_{3.ф.060} = \frac{0,04}{1} = 0,04;$$

$$\eta_{3.ф.065} = \frac{0,042}{1} = 0,042.$$

Кількість операцій, що виконуються на робочому місці [1]:

$$O = \frac{\eta_{3.н.}}{\eta_{3.ф.}}, \quad (2.3)$$

$$O_{005} = \frac{0,75}{0,83} = 0,9. \quad O_{005} = 1 \text{ операція};$$

$$O_{010} = \frac{0,75}{0,23} = 3,3. \quad O_{010} = 4 \text{ операції};$$

$$O_{015} = \frac{0,75}{0,14} = 5,4. \quad O_{015} = 5 \text{ операцій};$$

$$O_{020} = \frac{0,75}{0,067} = 11,0. \quad O_{020} = 11 \text{ операцій};$$

$$O_{025} = \frac{0,75}{0,04} = 18,75. \quad O_{025} = 19 \text{ операцій};$$

$$O_{030} = \frac{0,75}{0,1} = 7,5. \quad O_{030} = 8 \text{ операцій};$$

$$O_{035} = \frac{0,75}{0,06} = 12,5. \quad O_{035} = 13 \text{ операцій};$$

$$O_{040} = \frac{0,75}{0,042} = 17,86. \quad O_{040} = 18 \text{ операцій};$$

$$O_{045} = \frac{0,75}{0,034} = 22. \quad O_{045} = 22 \text{ операції};$$

$$O_{050} = \frac{0,75}{0,04} = 18,75. \quad O_{050} = 19 \text{ операцій};$$

$$O_{055} = \frac{0,75}{0,027} = 27,8. \quad O_{055} = 28 \text{ операцій};$$

$$O_{060} = \frac{0,75}{0,04} = 18,75. \quad O_{060} = 19 \text{ операцій};$$

$$O_{065} = \frac{0,75}{0,042} = 17,9. \quad O_{065} = 18 \text{ операцій}.$$

Коефіцієнт закріплення операцій [1]:

$$K_{з.о.} = \frac{185}{13} = 14,23.$$

Для $K_{з.о.} = 14,23$ тип виробництва – середньосерійний.

Визначаємо період виготовлення деталей [1]:

$$t_B = \frac{60 \cdot F_D}{N}, \quad (2.4)$$

$$t_B = \frac{60 \cdot 3979}{12000} = 19,9 \text{ хв.}$$

Величина однієї партії деталей [1]:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (2.5)$$

де $F=257$ днів

$$n = \frac{12000 \cdot 3}{257} = 140 \text{ шт.}$$

Кількість робочих змін [1]:

$$C = \frac{T_{\text{шкс}} \cdot n}{476 \cdot 0,8}, \quad (2.6)$$

де

$$T_{\text{шкс}} = \frac{\sum_{i=1}^T T_{\text{шкі}}}{\sum_{i=1}^T O_i}, \quad (2.7)$$

$$T_{\text{шкс}} = \frac{30,66}{13} = 2,36 \text{ хв.}$$

$$C = \frac{2,36 \cdot 140}{476 \cdot 0,8} = 0,87 \text{ зміни.}$$

Приймаємо $C_{\text{пр}} = 1$ зміна.

Величина партії деталей [1]:

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot C_{\text{пр}}}{T_{\text{шкс}}}, \quad (2.8)$$

$$n_{\text{пр}} = \frac{476 \cdot 0,8 \cdot 1}{2,36} = 161 \text{ шт.}$$

2.2. Вибір способу одержання заготовки

Матеріал деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 сплав АК 12 має добрі ливарні властивості Застосування такого матеріалу дозволяє використовувати для

виготовлення заготовки різні методи литва, зокрема у піщані форми, литво під тиском, литво за виплавлюваними моделями.

Порівняння двох методів виготовлення заготовок здійснюємо за коефіцієнтом використання матеріалу. Розглянуто такі способи виготовлення заготовки:

1) лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями;

2) лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою.

Для першого способу виготовлення заготовки: 10 клас точності розмірів; 2 ряд припусків. Для другого способу виготовлення заготовки: 7 клас точності розмірів; 1 ряд припусків.

На основі креслення деталі виконуємо проектування заготовок при формуванні двома вказаними методами, визначаємо припуски на механічне оброблення та розміри поверхонь із допусками. Для визначення маси заготовки проводимо розрахунок маси припусків та додаємо до маси готової деталі 1,35 кг.

Креслення двох варіантів виготовлення заготовки представлено на рис. 2.1 (лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями) та 2.2 (лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою).

Результати розрахунку двох варіантів загальних припусків деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 представлено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку двох варіантів загальних припусків деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02

Оброблювана поверхня, її розмір, точність	Параметр шорсткості деталі, мкм	Допуск заготовки, мм	Загальний припуск, мм	Розмір заготовки із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5
1) лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями				
Плоска поверхня 44 _{-0,62}	Ra 12,5	2,4	2,8	46,8±1,2

Закінчення таблиці 2.2

1	2	3	4	5
Плоскі поверхні 435 _{-1,55} ; 444±0,9; R44±0,5	Ra 12,5	4,4	4,4 × 2 = 8,8	443,8±2,2
2) лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою				
Плоска поверхня 44 _{-0,62}	Ra 12,5	1,0	1,1	45,1±0,5
Плоскі поверхні 435 _{-1,55} ; 444±0,9; R44±0,5	Ra 12,5	1,8	2,0 × 2 = 4,0	439±0,9
Наскрізний отвір Ø12H7(^{+0,018}); l=16; 127±0,2	Ra 1,6	0,7	1,4 × 2 = 2,8	Ø9,2±0,35

Для визначення маси заготовки проводимо розрахунок маси припусків та додаємо до маси готової деталі:

$$Q = q + m_{\text{пр}}; \quad (2.9)$$

$$m_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot \rho, \quad (2.10)$$

де $\rho = 2,6 \text{ г/см}^3$.

Розраховуємо об'єми припусків:

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \cdot (D - d)^2 \cdot H}{4}, \quad (2.11)$$

$$V_{\text{пр}} = B \cdot L \cdot H, \quad (2.12)$$

де D, d, H, B, L – геометричні параметри припуску за номінальними розмірами, мм.

Розраховуємо об'єми припусків для лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями із вимірювання площі на складних поверхнях за допомогою комп'ютерної моделі:

Для лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями:

$$V_{\text{пр.торц.44}} = 1318,52 \cdot 2,8 = 3691,8 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.торц.435в}} = 2 \cdot 1460,4 \cdot 4,4 = 12852 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.торц.435н}} = 1626,52 \cdot 4,4 = 7156,7 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.12}} = \frac{\pi \cdot 12^2 \cdot 16}{4} = 1808,6 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.6,2}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 10}{4} + 2 \cdot \frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 8}{4} = 1690 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.8}} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 14}{4} = 703 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.4}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 703 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{пр}_i}.$$

$$\begin{aligned} \sum V_{\text{пр}_i} &= 3691,8 + 12852 + 7156,7 + 1808,6 + 1690 + 703 + 703 = \\ &= 26915,1 \text{ мм}^3 = 26,9 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

Для лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою:

$$V_{\text{пр.торц.44}} = 1318,52 \cdot 1,1 = 1450,4 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.торц.435в}} = 2 \cdot 1460,4 \cdot 2,0 = 5842 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.торц.435н}} = 1626,52 \cdot 2,0 = 3253 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.12}} = \frac{\pi \cdot (12^2 - 9,2^2) \cdot 16}{4} = 745,56 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.6,2}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 10}{4} + 2 \cdot \frac{\pi \cdot 6,2^2 \cdot 8}{4} = 1690 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.8}} = \frac{\pi \cdot 8^2 \cdot 14}{4} = 703 \text{ мм}^3;$$

$$V_{\text{пр.отв.4}} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 4^2 \cdot 14}{4} = 703 \text{ мм}^3.$$

$$V_{\text{пр}} = \sum V_{\text{пр}_i}.$$

$$\sum V_{\text{пр1}} = 1450,4 + 5842 + 3253 + 745,56 + 1690 + 703 + 703 = \\ = 14386,96 \text{ мм}^3 = 14,39 \text{ см}^3.$$

Визначаємо масу припуску:

– для лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями:

$$m_{\text{пр1}} = 26,9 \cdot 2,6 = 69,94 \text{ г} = 0,07 \text{ кг.}$$

– для лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою:

$$m_{\text{пр2}} = 14,39 \cdot 2,6 = 37,41 \text{ г} = 0,037 \text{ кг.}$$

Визначаємо масу заготовок:

– для лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями:

$$Q_1 = 1,35 + 0,07 = 1,42 \text{ кг.}$$

– для лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою:

$$Q_2 = 1,35 + 0,037 = 1,39 \text{ кг.}$$

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_{\text{в}} = \frac{q}{Q}, \quad (2.13)$$

– для лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями:

$$K_{\text{в.м.1}} = \frac{1,35}{1,42} = 0,93;$$

– для лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою:

$$K_{\text{в.м.2}} = \frac{1,35}{1,39} = 0,97.$$

Отже, коефіцієнт використання матеріалу для лиття під тиском на спеціальній машині із прес-формою є вищим ніж для лиття в піщані форми, що формуються механізовано металевими моделями, тому для розроблення

технологічного процесу виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 вибираємо другий спосіб.

2.3. Вибір технологічних баз

Для механічного оброблення поверхонь деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 використовуються чорнові та чистові бази. Зокрема, на першій операції здійснюється оброблення торцевої поверхні 1, яка є основною базою на наступних операціях.

На першій операції як базові поверхні використовується зовнішня циліндрична поверхня (на призму), торець і зовнішня криволінійна поверхня.

На другій операції як базові поверхні використовується оброблена торцева поверхня 1, торець і зовнішня криволінійна поверхня.

На третій операції як базові поверхні використовується оброблена торцева поверхня 1, отвори 5, 6 (на циліндричний і зрізаний пальці).

2.4. Проектування технологічного маршруту механічного оброблення деталі

З метою проектування маршруту оброблення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 розроблено два альтернативних варіанти оброблення поверхонь деталі. Із цих варіантів сформовано остаточний маршрут, що забезпечує формування параметрів якості оброблених поверхонь із мінімальними переходами, а також можливостями використання верстатів з ЧПК.

Порівняння двох варіантів оброблення поверхонь деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 представлено у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Маршрути оброблення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02

№ пов.	Вид поверхні, позначення	Вихідні параметри деталі		Варіанти методів, маршрутів обробки поверхонь	
		Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	1	2
1	2	3	4	5	6
1, 2, 3	Три плоскі поверхні 435 _{-1,55} ; 444±0,9; R44±0,5	14	Ra 12,5	Фрезерування кінцевою фрезою	Фрезерування торцевою фрезою
4-7	Чотири отвори з різьбою М4-7Н; l=10; 417±0,2; 367±0,2	(7)	Ra 6,3	Нарізання мітчиком	—
8, 9	Два наскрізних отвори Ø6,2 ^{+0,3} ; l=10; 72±0,2; 127±0,2	14	Ra 12,5	Центрування Свердління на верстаті з ЧПК	Свердління із використанням кондуктора
10, 11	Два наскрізних отвори Ø6,2 ^{+0,3} ; l=7; 74±0,2; 12±0,2	14	Ra 12,5	Центрування Свердління на верстаті з ЧПК	Свердління із використанням кондуктора
12	Плоска поверхня 44 _{-0,62} , 34,5 _{-0,5}	14	Ra 12,5	Фрезерування торцевою фрезою	—
13	Фаска 1×45° на отворі	14	Ra 12,5	Зенкування	Свердління комбінованим інструментом
14	Наскрізний отвір Ø12Н7 ^(+0,018) ; l=16; 127±0,2	7	1,6	Зенкерування Розвертання чорнове Розвертання чистове	—
15	Отвір з різьбою М8-7Н; l=14; 12±0,2	(7)	Ra 6,3	Нарізання мітчиком	—
16, 17	Два наскрізних отвори Ø6,2 ^{+0,3} ; l=8; 384±0,2; 29±0,3	14	Ra 12,5	Центрування Свердління на верстаті з ЧПК	Свердління із використанням кондуктора

Закінчення таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
18	Отвір $\varnothing 6,7^{+0,26}$; $l=14$ для нарізання різьби М8-7Н; $12\pm 0,2$	13	Ra 6,3	Центрування Свердління на верстаті з ЧПК	Свердління із використанням кондуктора
19-22	Чотири фаски $0,5\times 45^\circ$ на отворах	14	Ra 12,5	Зенкування	Свердління комбінованим інструментом
23-26	Чотири отвори $\varnothing 3,3^{+0,16}$ для нарізання різьби М4-7Н; $l=14$; $417\pm 0,2$; $367\pm 0,2$	13	Ra 6,3	Центрування Свердління на верстаті з ЧПК	Свердління із використанням кондуктора

Із варіантів маршрутів оброблення деталі сформовано остаточний маршрут, що відповідає середньосерійному типу виробництва. Фрезерування площин, оброблення отворів проводиться на багатоцільових верстатах з ЧПК, застосовуючи принцип концентрації операцій. Тобто вертикально-фрезерні, вертикально-свердлильні та різьбонарізні операції (13 операцій) з таблиці 2.1 замінено на три операції із використанням верстатів з ЧПК.

005.Фрезерна з ЧПК

1. Фрезерування чистове торцевої поверхні 12 за програмою, витримуючи розмір $44_{-0,62}$.

2. Перевірити розмір: $44_{-0,62}$. Контроль 30%.

010. Фрезерна з ЧПК

1. Фрезерування чистове трьох площин 1, 2, 3 послідовно за програмою, витримуючи розміри $435_{-1,55}$; $444\pm 0,9$; $R44\pm 0,5$.

2. Центрування семи отворів 16, 17, 8, 9, 10, 11, 18 послідовно за програмою, витримуючи розміри $\varnothing 1,1^{+0,10}$; $\varnothing 2,14^{+0,12}$; 1,4; $0,98^{+0,06}$; $384\pm 0,2$; $29\pm 0,3$; $72\pm 0,2$; $127\pm 0,2$; $12\pm 0,2$.

3. Свердління шести наскрізних отворів 16, 17, 8, 9, 10, 11 послідовно за програмою, витримуючи розміри $\varnothing 6,2^{+0,3}$; $384\pm 0,2$; $29\pm 0,3$; $72\pm 0,2$; $127\pm 0,2$;

12±0,2.

4. Свердління отвору 18 під різьбу М8-7Н, витримуючи розміри $\varnothing 6,7^{+0,26}$; $l=12$; 11±0,2.

5. Зенкування фаски 13, витримуючи розмір $1 \times 45^\circ$.

6. Зенкерування отвору 14, витримуючи розміри $\varnothing 11,8^{+0,18}$; 127±0,2.

7. Розвертання чорнове наскрізного отвору 14, витримуючи розміри $\varnothing 11,958^{+0,043}$; 127±0,2.

8. Розвертання чистове наскрізного отвору 14, витримуючи розміри $\varnothing 12^{+0,018}$; 127±0,2.

9. Нарізання різьби 15, витримуючи розміри М8-7Н; 12±0,2.

10. Перевірити розміри: $435_{-1,55}$; $\varnothing 6,2^{+0,3}$; $384 \pm 0,2$; $29 \pm 0,3$; $72 \pm 0,2$; 127±0,2; 12±0,2; $1 \times 45^\circ$; $\varnothing 12^{+0,018}$; М8-7Н. Контроль 30%.

015. Програмна з ЧПК

1. Центрування чотирьох отворів 23-26 послідовно за програмою, витримуючи розміри $\varnothing 1,1^{+0,10}$; $\varnothing 2,14^{+0,12}$; 1,4; $0,98^{+0,06}$; $417 \pm 0,2$; $367 \pm 0,2$.

2. Свердління чотирьох глухих отворів 23-26 під різьбу М4-7Н послідовно за програмою, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,16}$; $417 \pm 0,2$; $367 \pm 0,2$.

3. Зенкування чотирьох фасок 19-22 послідовно за програмою, витримуючи розмір $0,5 \times 45^\circ$.

4. Нарізання різьби 4-7 в чотирьох отворах послідовно за програмою, витримуючи розміри М4-7Н; $l=10$; $417 \pm 0,2$; $367 \pm 0,2$.

5. Перевірити розміри: М4-7Н; $417 \pm 0,2$; $367 \pm 0,2$; $0,5 \times 45^\circ$. Контроль 30%.

Операція 020. Контроль.

2.5. Визначення припусків на оброблення

Визначення припусків механічного оброблення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 а також проміжних розмірів з відхиленнями для виконання переходів розробленого технологічного процесу здійснено на основі використання табличного та аналітично-розрахункового методів з врахуванням

вимог до забезпечення показників якості поверхонь. Результати розрахунків представлено у таблиці 2.5.

На рис. 2.3. графічно представлено розподіл припусків та допусків при виконанні переходів оброблення отвору $\varnothing 12H7$, Ra 1,6 на 010 фрезерній з ЧПК операції. Базування виконується по обробленому торцю і зовнішній криволінійній поверхні з переходами: зенкерування (H12), розвертання чорнове (H9), розвертання чистове H7.

Таблиця 2.5 – Припуски оброблення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02

Технологічні операції і переходи обробки поверхонь деталі	Квалітет (ступінь точності)	Шорсткість, мкм	Допуск, мм	Припуск, мм	Операційні (проміжні) розміри із граничними відхиленнями
1	2	3	4	5	6
Плоска поверхня $44_{-0,62}$					
Фрезерування торцевою фрезою	14	Ra12,5	0,62	1,1	$44_{-0,62}$
Заготовка	Клас точності 7	Rz50	1,0	—	$45,1 \pm 0,5$
Плоскі поверхні $435_{-1,55}$					
Фрезерування кінцевою фрезою	14	Ra12,5	1,55	$2,0 \times 2 = 4,0$	$435_{-1,55}$
Заготовка	Клас точності 7	Rz50	1,8	—	$439 \pm 0,9$
Отвори $\varnothing 6,2^{+0,3}$					
Свердління	14	Ra12,5	0,3	$3,6 \times 2 = 6,2$	$\varnothing 6,2^{+0,3}$
Заготовка	Клас точності 7	Rz50	—	—	Суцільний матеріал
Наскрізний отвір $\varnothing 6,7^{+0,26}$					
Свердління	14	Ra12,5	0,26	$3,35 \times 2 = 6,7$	$\varnothing 6,7^{+0,26}$
Заготовка	Клас точності 7	Rz50	—	—	Суцільний матеріал

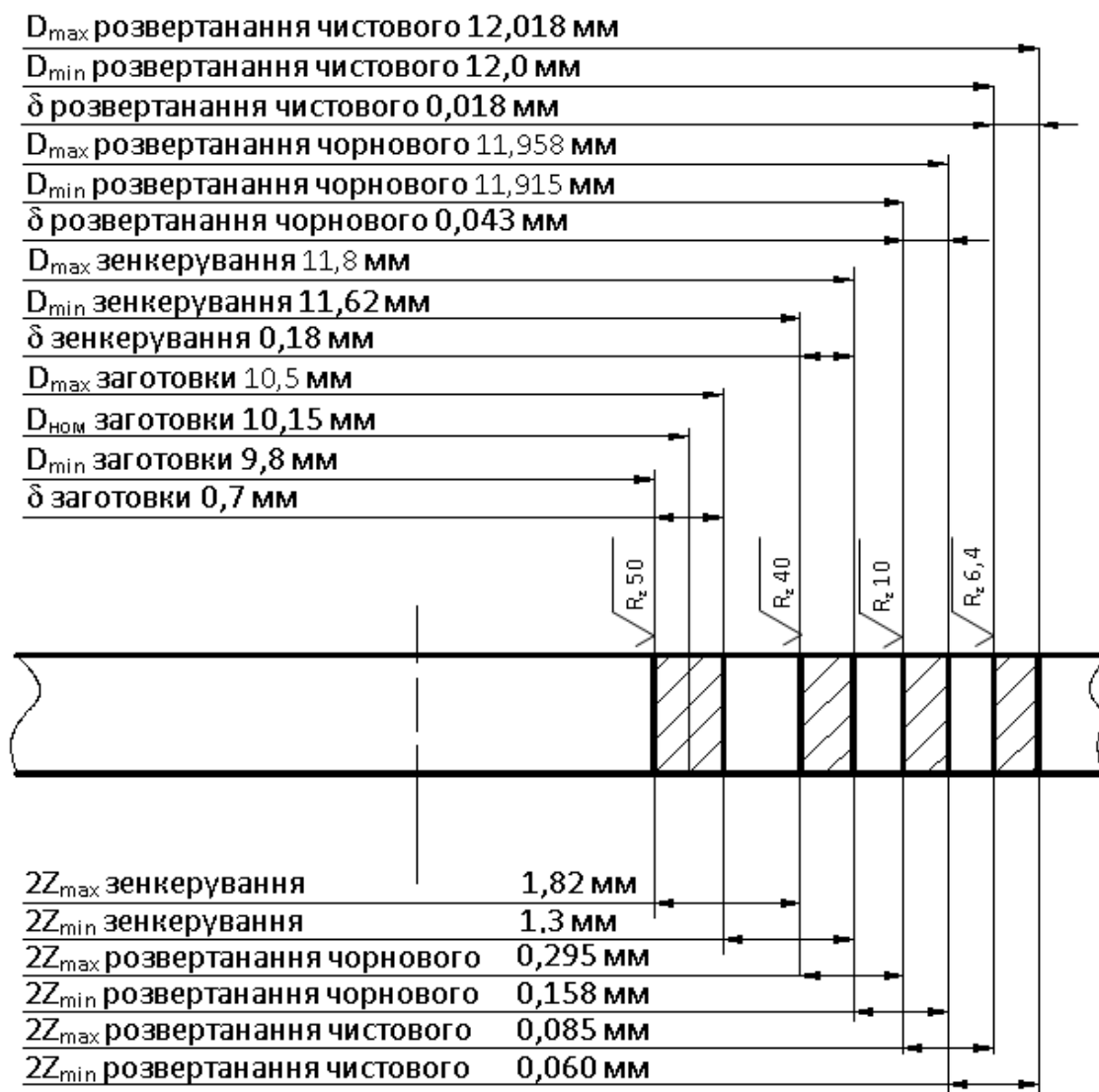


Рисунок 2.3 – Розподіл припусків та допусків при виконанні переходів оброблення отвору $\varnothing 12H7$

За даними рис. 2.3 вносимо зміну розміру поверхні 9 заготовки, який дорівнює $\varnothing 10,15 \pm 0,35$. Габаритні розміри заготовки: $439 \pm 0,9 \times 45,1 \pm 0,5$.

2.6. Розрахунок і вибір режимів оброблення та технічних норм часу

Розрахунок режимів різання оброблення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 проведено для переходу 010 фрезерної з ЧПК операції.

010 Фрезерна з ЧПК.

Перехід 2.

1. Фрезерування чистове трьох площин 1, 2, 3 послідовно за програмою, витримуючи розміри $435_{-1,55}$; $444 \pm 0,9$; $R44 \pm 0,5$.

Інструмент – фреза кінцева діаметром 25 мм; довжиною 150 мм; кількість зубів 4; хвостовик конус Морзе 3; матеріал - швидкоріжуча сталь Р6М5.

1. Глибина різання:

$$t = 2,0 \text{ мм.}$$

2. Довжина робочого ходу фрези [14]:

$$L_{\text{р.х.}} = l_{\text{різ.}} + l_{\text{підв.}} + l_{\text{вріз.}} + l_{\text{пер.}}, \quad (2.13)$$

де $l_{\text{різ.1}} = 45,5 \text{ мм}$; $l_{\text{різ.2}} = 45,5 \text{ мм}$; $l_{\text{різ.3}} = 42 \text{ мм}$;

$l_{\text{підв., вріз., перебіг}} = 10 \text{ мм}$; [14]. $l_{\text{дод.}} = 0$;

$$L_{\text{р.х.}} = 45,5 + 45,5 + 42 + 10 = 143 \text{ мм.}$$

3. Подача фрези:

$$S_z = 0,1 \text{ мм/зуб [14].}$$

4. Стійкість кінцевої фрези:

$$T_M = 90 \text{ хв. [14].}$$

5. Швидкість різання фрезою [14]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_v, \quad (2.14)$$

де D – діаметр фрези, $D = 25 \text{ мм}$;

$$Z = 4;$$

$B = 42 \text{ мм}$ – ширина фрезерування;

K_v – коефіцієнт, що враховує додаткові параметри процесу різання [14]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.15)$$

де $K_{mv} = 0,8$ для алюмінієвого сплаву [14];

$$K_{nv} = 0,9; K_{iv} = 1,0 [14];$$

$$C_v = 185,5; q = 0,45; x = 0,3; y = 0,2; u = 0,1; p = 0,1; m = 0,33 [14].$$

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,72.$$

$$\begin{aligned} V &= \frac{185,5 \cdot 25^{0,45}}{90^{0,33} \cdot 2^{0,3} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 42^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,72 = \\ &= \frac{185,5 \cdot 4,26}{4,41 \cdot 1,23 \cdot 0,63 \cdot 1,45 \cdot 1,15} \cdot 0,72 = 100 \text{ м / хв.} \end{aligned}$$

6. Частота обертання шпинделя [14]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.16)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 100}{\pi \cdot 25} = 1274 \text{ хв}^{-1}.$$

7. Приймаємо $n_d = 1300 \text{ хв}^{-1}$.

8. Визначаємо дійсну швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi \cdot D \cdot n_d}{1000}, \quad (2.17)$$

$$V_d = \frac{\pi \cdot 25 \cdot 1300}{1000} = 102 \text{ м/хв.}$$

9. Визначаємо тангенціальну складову силу різання при фрезеруванні [14]:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}, \quad (2.18)$$

де K_p – коефіцієнт, що враховує додаткові параметри процесу різання [14]:

$$K_p = K_{mp};$$

$K_p = 0,25$ для алюмінієвого сплаву [14].

$C_p = 12,5$; $x = 0,85$; $y = 0,75$; $u = 1,0$; $q = 0,73$; $w = -0,13$ [14].

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2^{0,85} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 42^{1,0} \cdot 4}{25^{0,73} \cdot 1300^{-0,13}} \cdot 0,25 =$$
$$= \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1,8 \cdot 0,18 \cdot 12 \cdot 4}{10,48 \cdot 0,39} \cdot 0,25 = 119,2 \text{ Н.}$$

10. Потужність фрезерування кінцевою фрезою [14]:

$$N_{\text{різ}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.19)$$

$$N_{\text{різ}} = \frac{119,2 \cdot 102}{1020 \cdot 60} = 0,2 \text{ кВт.}$$

11. Порівнюємо одержану потужність різання із потужністю приводу фрезерного верстата з ЧПК із умови виконання нерівності:

$$N_{\text{різ}} \leq N_{\text{шп}}, \quad (2.20)$$

де $N_{\text{шп}}$ – потужність верстата;

Потужність верстата:

$$N_{\text{шп}} = N_d \cdot \eta, \quad (2.21)$$

де $N_d = 15$ кВт для фрезерного верстата з ЧПК;

$\eta = 0,8$.

$$N_{\text{шп}} = 15 \cdot 0,8 = 12 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{різ}} = 0,2 \text{ кВт} < N_{\text{шп}} = 12 \text{ кВт.}$$

Потужність верстата достатня для виконання операції фрезерування деталі.

12. Основний час фрезерування площини деталі [14]:

$$T_o = \frac{L_{p.x.}}{S_z \cdot z \cdot n} \cdot i, \quad (2.22)$$

$$T_o = \frac{143}{0,1 \cdot 4 \cdot 1300} = 0,972 \text{ хв.}$$

Аналогічно проведено розрахунки режимів різання для інших технологічних операцій виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 і зведено у таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Режими різання для виконання технологічних операцій виготовлення деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02

Номер, назва операції, зміст переходу	t, мм	L, мм	i	T _m , хв	S, мм/об	n, об/хв	V, м/хв	S _m , мм/хв	T _о , хв	N, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Операція 005. Фрезерна з ЧПК										
Перехід 2 Фрезерування чистове торцевої поверхні 12 за програмою, витримуючи розмір 44 _{-0,62} .	1,1	977	1	122	S _z 0,1 мм/ зуб	602	188,5	1201	0,811	0,5
Операція 005. Фрезерна з ЧПК										
Перехід 2 Фрезерування чистове трьох площин 1, 2, 3 попередньо за програмою, витримуючи розміри 435 _{-1,55} ; 444 _{±0,9} ; R44 _{±0,5} .	2,0	143	1	90	S _z 0,1 мм/ зуб	1300	102	520	0,972	0,2

Закінчення таблиці 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Розвертання чистове наскрізного отвору 14, витримуючи розміри $\varnothing 12^{+0,018}$; $127 \pm 0,2$	0,0425	31,5	1	26	0,61	302	11,4	181	0,176	0,01
Перехід 10 Нарізання різьби 15, витримуючи розміри М8-7Н; $12 \pm 0,2$.	1,0825	33,5	1	26	1,25	561	14	702	0,051	0,06
Операція 015. Програмна з ЧПК										
Перехід 2 Центрування чотирьох отворів 23-26 послідовно за програмою, витримуючи розміри $\varnothing 1,1^{+0,10}$; $\varnothing 2,14^{+0,12}$; 1,4; $0,98^{+0,06}$; $417 \pm 0,2$; $367 \pm 0,2$	0,5	5,27	4	16	0,12	2501	26	325	0,06	0,15
Перехід 3 Свердління чотирьох глухих отворів 23-26 під різьбу М4-7Н послідовно за програмою, витримуючи розміри $\varnothing 3,3^{+0,16}$; $417 \pm 0,2$; $367 \pm 0,2$	1,65	15,5	4	16	0,14	2001	20,8	322	0,195	0,03
Перехід 4 Зенкування чотирьох фасок 19-22 послідовно за програмою, витримуючи розмір $0,5 \times 45^\circ$	0,5	3	4	16	0,1	1401	35,4	142	0,09	0,08
Перехід 5 Нарізання різьби 4-7 в чотирьох отворах послідовно за програмою, витримуючи розміри М4-7Н; $l=10$; $417 \pm 0,2$; $367 \pm 0,2$	0,606	20,2	4	12	0,7	642	8	447	0,17	0,05

Розрахунок технічних норм часу для 010 фрезерної з ЧПК операції проведено детально, а для решти двох операцій на основі табличних даних і базового технологічного процесу.

Штучний час для операції на фрезерному верстаті з ЧПК [1]:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ц}} + T_{\text{до}}) \cdot \left(1 + \frac{k}{100}\right), \quad (2.23)$$

де $T_{\text{ц}}$ – час при роботі фрезерного верстата з ЧПК в автоматичному циклі;

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{o}} + T_{\text{д}}, \quad (2.24)$$

T_{o} – основний час при роботі фрезерного верстата з ЧПК в автоматичному циклі;

$$T_{\text{o}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i \cdot i}{S_i}, \quad (2.25)$$

L_i – довжина ходу при обробленні i -тої поверхні, мм;

S_i – подача інструмент, мм/хв;

$T_{\text{д}}$ – час на виконання допоміжних автоматичних дій;

$$T_{\text{д}} = T_{\text{ді}} + T_{\text{дх}}, \quad (2.26)$$

де $T_{\text{ді}}$ – час зняття та встановлення інструмента в автоматичному циклі;

$$T_{\text{ді}} = (T_{\text{п}} + T_{\text{ф}}) \cdot k, \quad (2.27)$$

де $T_{\text{п}}$ – час повороту інструментального барабана; $T_{\text{п}} = 0,016$ хв.

k – кількість інструментів;

$T_{\text{ф}}$ – час фіксації інструментального барабана; $T_{\text{ф}} = 0,016$ хв.

$T_{\text{дх}}$ – час виконання переміщень без виконання процесу різання;

$$T_{\text{дх}} = \sum_{i=1}^n \frac{L_{\text{xi}}}{S_{\text{п}}}, \quad (2.28)$$

де L_{xi} – довжина переміщень без виконання процесу різання;

S_{π} – подача холостого ходу; для фрезерного верстата з ЧПК $S_{\pi}=9600$ мм/хв.

010 Фрезерна з ЧПК.

1. Визначаємо основний час при роботі фрезерного верстата з ЧПК в автоматичному циклі:

$$T_o = 0,972 + 0,152 + 0,51 + 0,11 + 0,03 + 0,094 + 0,17 + 0,176 + 0,051 = 2,265 \text{ хв.}$$

2. Визначаємо час виконання переміщень без виконання процесу різання (2.28):

$$T_{dx} = \frac{12500}{9600} = 1,3 \text{ хв.}$$

3. Час при роботі фрезерного верстата з ЧПК в автоматичному циклі (2.24):

$$T_{\pi} = 2,265 + 1,3 = 3,565 \text{ хв.}$$

4. Визначаємо допоміжний час ручної роботи:

$$T_{до} = T_{доу} + T_{доп} + T_{дов}, \quad (2.29)$$

де $T_{доу}$ – час на встановлення та знімання деталі, хв;

$T_{доп}$ – час на виконання операції, хв;

$T_{дов}$ – час для контролю розмірів, хв.

4.1. Час на встановлення та знімання деталі $T_{доу} = 0,12$ хв. [1].

4.2. Час на виконання операції [1].

– встановлення деталі та інструмента по координатах, підналагодження:
 $t_1 = 0,2$ хв;

– перевірка переміщення інструментів: $t_2 = 0,12$ хв;

– встановлення і знімання щитка для захисту від емульсії: $t_3 = 0,04$ хв.

$$T_{доп} = 0,2 + 0,12 + 0,12 = 0,44 \text{ хв.}$$

4.3. Час для контролю розмірів:

- $435_{-1,55}$ – штангенциркулем $t_{1в} = 0,12 \cdot 4 = 0,28$ хв.;
- $127 \pm 0,2$; $72 \pm 0,2$; $29 \pm 0,3$; $12 \pm 0,2$ – штангенциркулем $t_{2в} = 0,2 \cdot 4 = 0,8$ хв.
- $\varnothing 6,2^{+0,3}$ – калібр-пробкою $t_{3в} = 0,035 \cdot 6 = 0,21$ хв.
- $384 \pm 0,2$ – калібром розташування спеціальним $t_{4в} = 0,12$ хв.
- $72 \pm 0,2$ – калібром розташування спеціальним $t_{4в} = 0,1$ хв.
- $127 \pm 0,2$ – калібром розташування спеціальним $t_{4в} = 0,11$ хв.
- $1 \times 45^\circ$ – кутоміром універсальним $t_{7в} = 0,08$ хв.
- М8-7Н – різьбовою калібр-пробкою $t_{8в} = 0,31$ хв.
- $\varnothing 12^{+0,018}$ – калібр-пробкою $t_{9в} = 0,09$ хв.

$$T_{\text{дов}} = \sum t_{iв} = 0,28 + 0,8 + 0,21 + 0,12 + 0,1 + 0,11 + 0,08 + 0,31 + 0,09 = 2,1 \text{ хв.}$$

При контролі 30%:

$$T_{\text{довд}} = T_{\text{дов}} \cdot 0,3 = 2,1 \cdot 0,3 = 0,63 \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час:

$$T_{\text{до}} = 0,12 + 0,44 + 0,63 = 1,19 \text{ хв.}$$

5. Оперативний час:

$$T_{\text{оп.}} = T_{\text{ц}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.30)$$

$$T_{\text{оп.}} = 3,565 + 1,19 = 4,755 \text{ хв.}$$

6. Штучний час (2.23):

$$T_{\text{шт}} = 4,755 \cdot \left(1 + \frac{9}{100}\right) = 5,18 \text{ хв.}$$

7. Штучно-калькуляційний час:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (2.31)$$

де $n = 161$ шт, $T_{пз} = 54,97$ хв.

$$T_{шт.к.} = 5,18 + \frac{54,97}{161} = 5,52 \text{ хв.}$$

005. Фрезерна з ЧПК.

1. Основний час: $T_{о005} = 0,811$ хв.

2. Час на встановлення та знімання деталі: $t_b = 0,3$ хв [1].

3. Штучно-калькуляційний час [1]:

$$T_{шт.к} = \Psi_k \cdot T_o. \quad (2.32)$$

$$T_{шт.к005} = 2,5 \cdot (0,811 + 0,3) = 2,77 \text{ хв.}$$

Операція 015 Програмна з ЧПК

1. Основний час: $T_{о015} = 0,06 + 0,195 + 0,09 + 0,17 = 0,515$ хв.

2. Час на встановлення та знімання деталі: $t_b = 0,3$ хв [1].

3. Штучно-калькуляційний час [1]:

$$T_{шт.к015} = 2,5 \cdot (0,515 + 0,3) = 2,04 \text{ хв.}$$

У таблиці 2.7 представлено результати розрахунку норм часу.

Таблиця 2.7 – Технічні норми часу виготовлення важеля ПС-10.10.605-02

Номер та назва операції	T_o , хв	Допоміжний час, T_d хв			$T_{оп}$, хв	Час обслуговування, $T_{об}$, хв			$T_{шт}$, хв.	$T_{п.з.}$, хв.	n, шт	$T_{шт.к.}$, хв
		T_y	$T_{пер}$	$T_{вим}$		$T_{тех.об.}$	$T_{орг.об.}$	$T_{відп.}$				
005 Фрезерна з ЧПК	0,811	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	161	2,77
010 Фрезерна з ЧПК	2,265	0,12	0,44	0,63	4,755	0,38			5,18	54,97		5,52
015 Програмна з ЧПК	0,515	0,3	—	—	—	—	—	—	—	—		2,04

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Розрахунок точності пристосування для механічного оброблення деталі

Для обробки площин та отворів деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 на 010 фрезерній з ЧПК операції проведено проектування спеціального універсально-збірною пристрою, який через пази та болти прикріплюють до стола фрезерного верстата з ЧПК. Використання універсально-збірною пристрою зумовлено типом виробництва деталі середньосерійним, що підвищує гнучкість виробничих процесів.

Пристрій призначений для базування та закріплення деталі при обробленні трьох плоских поверхонь $435 \pm 0,2$, одного отвору М8-7Н, п'яти отворів $\varnothing 6,2$ мм та одного отвору $\varnothing 12Н7$ мм на фрезерному верстаті з ЧПК.

Деталь базують по торцю $44_{-0,62}$ на зносостійких планках та по зовнішньому криволінійному контуру за допомогою п'яти пальців. Затиск деталі виконують передачею зусилля від чотирьох пневмоциліндрів через чотири шпильки і прихвати до поверхні деталі. Прихвати виконують роль важелів із сферичними опорами.

Креслення пристрою представлено у графічній частині.

Похибка встановлення заготовки деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 у пристрої [15] знаходимо за формулою:

$$\Delta \varepsilon_1 = \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_3^2 + \Delta_{\text{пр}}^2} . \quad (3.1)$$

Необхідна точність встановлення заготовки у пристрої буде забезпечена, якщо похибка встановлення заготовки буде меншою за допуск розмірів деталі, які досягають при обробленні [15]:

$$\Delta \varepsilon_1 \leq \Delta \varepsilon_{10} . \quad (3.2)$$

На 010 фрезерній з ЧПК операції технологічний процес передбачає

фрезерування трьох площин, витримуючи розміри $435_{-1,55}$; $444\pm0,9$; $R44\pm0,5$, свердління шести отворів, витримуючи розміри $\varnothing6,2^{+0,3}$; $384\pm0,2$; $29\pm0,3$; $72\pm0,2$; $127\pm0,2$; $12\pm0,2$, нарізання різьби М8-7Н; $12\pm0,2$.

Точність взаємного розміщення отворів залежить від точності роботи верстата з ЧПК а також від величини деформації інструментів. Допуск на розміри оброблених площин коливається в межах від 1 мм до 1,8 мм.

На основі аналізу конструкції пристосування та схеми базування визначено, що похибка базування $\Delta\epsilon_{61}$ визначається як сума допусків на розміри зовнішнього контуру деталі, де здійснюється контакт із пальцями пристрою та допуску на пальці, по яких виконується базування. Розміри пальців $\varnothing10h7_{-0,015}$. Допуск на розміри зовнішнього контуру деталі дорівнює 0,4 мм. Тоді похибка базування становить $\Delta\epsilon_{61}=0,415\text{мм}$.

Похибка базування деталі у пристрої у вертикальному напрямку дорівнює допуску на торцеву поверхню $44\pm0,25\text{мм}$: $\Delta\epsilon_{62}=0,5\text{мм}$.

Похибка закріплення при торцевому затиску заготовки $\Delta_3 = 100$ мкм.

Похибка пристосування $\Delta_{\pi} = 20$ мкм.

Розраховуємо похибку встановлення заготовки деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 у пристрої:

$$\Delta\epsilon_1 = \sqrt{0,415^2 + 0,1^2 + 0,02^2} = 0,427\text{мм}.$$

Визначаємо допустиму похибку при фрезеруванні площин $435_{-1,55}$; $444\pm0,9$; $R44\pm0,5$:

$$\Delta\epsilon_{10} = \delta_{\min}, \quad (3.3)$$

де $\delta_{\min}$ – мінімальний допуск розмірів, $\delta = 1$ мм.

Перевіряємо виконання умови (3.2):

$$0,427\text{мм} < 1\text{мм}$$

Отже, необхідна точність встановлення заготовки у пристрої буде забезпечена.

3.2. Розрахунок силових параметрів пристосування для механічного оброблення деталі

Проведемо розрахунок силових параметрів затиску заготовки деталі “Важіль” ПС-10.10.605-02 для фрезерування трьох площин, витримуючи розмір $435_{-1,55}$ на 010 фрезерній з ЧПК операції із виникненням найбільших значень сили та моменту різання кінцевою фрезою.

На рис. 3.2 представлено схему, що застосовано для розрахунку силових параметрів при затиску заготовки.

Для затиску заготовки використовуються чотири прихвати з приводом від пневмоциліндрів. На кожному із прихватів виникає сила затиску $P_{заті}$ заготовки у місці їх контакту, що визначається як сила тертя між ними із коефіцієнтом тертя $f_1 = 0,3$. В процесі фрезерування площини деталі виникає тангенціальна складова P_z сили різання, що діє на заготовку.

Заготовка базується на планки і пальці та закріплюється чотирьма прихватами. При цьому сили затиску $P_{зат}$ через чотири прихвати закріплюють заготовку до установочних поверхонь планок пристосування. На заготовку діє крутний момент $M_{різ}$, що намагається повернути її навколо установочного пальця.

Запишемо рівняння рівноваги моментів відносно точки контакту заготовки із центральним базуючим пальцем:

$$2P_{зат1} \cdot f_1 \cdot R_1 + 2P_{зат2} \cdot f_1 \cdot R_2 = K \cdot P_z \cdot R, \quad (3.4)$$

де $R = 177$ мм – радіус дії сили різання;

$R_1 = 90$ мм – радіус дії першої пари прихватів;

$R_2 = 234$ мм – радіус дії другої пари прихватів;

Силу різання, що виникає при фрезеруванні площини визначено у другому розділі $P_z = 119,2$ Н.

Коефіцієнт запасу $K = 3,9$.

$$P_{зат1} = P_{зат2}.$$

Із рівняння (3.4) знаходимо силу затиску на одному прихваті:

$$P_{\text{зат}} = \frac{K \cdot P_z \cdot R}{2 \cdot f_1 \cdot (R_1 + R_2)}; \quad (3.5)$$

$$P_{\text{зат}} = \frac{3,9 \cdot 119,2 \cdot 177}{2 \cdot 0,3 \cdot (90 + 234)} = 423 \text{ Н}.$$

Перевіряємо умову затиску заготовки без просковзування:

$$P_{\text{зат}} \leq W, \quad (3.6)$$

де W – сила на штоці пневмоциліндра із змінами важільним передавально-підсилювальним механізмом, Н;

Із розрахункової схеми рис. 3.1, прихвати розглянуто як важельні механізми з опорами на сферичні поверхні, тому отримано формулу:

$$W = \frac{F_1}{l_1 + l_2} \cdot l_1 \cdot \eta, \quad (3.7)$$

де $l_1 = 28$ мм ;

$l_2 = 42$ мм ;

$\eta = 0,9$.

F_1 – сила на штоці пневмоциліндра.

Сила на штоці пневмоциліндра [15]:

$$F_1 = 0,785 \cdot D^2 \cdot p \cdot \eta, \quad (3.8)$$

де $D=80$ мм діаметри циліндра.

Із формули (3.8) отримано:

$$F_1 = 0,785 \cdot 0,08^2 \cdot 0,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 1808,7 \text{ Н}.$$

Тоді

$$W = \frac{1808,7}{28 + 42} \cdot 28 \cdot 0,9 = 651 \text{ Н}.$$

Перевіряємо виконання умови (3.6): $P_{\text{зат}} = 423 \text{ Н} < W = 651 \text{ Н}$. Оскільки

умова (3.6) виконується, відповідно затиск заготовки “Важіль” ПС-10.10.605-02 буде забезпечено.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Розробка інженерно-технічних та організаційно-технологічних заходів щодо зниження шумового навантаження на виробництві

Контроль і зниження інтенсивності виробничого шуму є однією з найбільш актуальних задач у сфері гігієни праці та технічної безпеки, оскільки акустичне забруднення знижує продуктивність праці, негативно впливає на психофізіологічний стан працівників, а також може призводити до професійних захворювань (нейросенсорна туговухість, вегето-судинна дистонія тощо). Ефективна протидія шуму потребує впровадження комплексу заходів на всіх етапах життєвого циклу виробничої системи: проектування, монтаж, експлуатація, технічне обслуговування та модернізація.

Системний підхід до зниження шуму передбачає реалізацію трьох основних напрямків:

1. Акустична інженерія джерел шуму — включає конструкторську оптимізацію машин і механізмів з метою зниження віброакустичної активності. Доцільним є застосування низькошумних приводів, редукторів з оптимізованим профілем зубів, гідравлічних або електроприводів замість пневматичних систем, а також використання шумопоглинальних композитів і антифрикційних покриттів. Конструкційне демпфування, балансування обертових елементів і усунення резонансних частот конструкцій також дозволяють мінімізувати акустичні втрати.

2. Акустична ізоляція та звукопоглинання — передбачає застосування технічних засобів для екранування та дисипації акустичної енергії. До них відносяться звукопоглинальні кожухи, шумоізоляційні капсули, бар'єрні перегородки, багат шарові резонансні глушники, а також облицювання внутрішніх поверхонь приміщень акустично активними матеріалами (мінераловатні мати, перфоровані панелі, акустичні штукатурки, пінополіуретан тощо). У великогабаритних виробничих залах ефективно

розміщення підвісних акустичних елементів (дифузори, об'ємні поглиначі) над джерелами шуму забезпечує зниження загального фонового рівня до 5–12 дБ.

3. Використання засобів індивідуального захисту органів слуху (ЗІЗОС) — актуальне в умовах, коли зниження шуму технічними методами є економічно або технологічно недоцільним. До ЗІЗОС належать шумозаглушувальні вкладиші (беруші), навушники із звукоізоляційними вставками, протишумові шоломи та комбіновані засоби захисту. Вибір конкретного засобу базується на оцінці спектрального складу шуму, його інтенсивності, а також вимог до зручності та гігієни використання. Особливо ефективними вважаються беруші з пінополімерів, що адаптуються до форми вушного каналу, або індивідуальні протектори, виготовлені методом 3D-моделювання.

Комплекс техніко-організаційних заходів повинен також враховувати вібраційний компонент, який часто є супутнім чинником у джерелах шуму. Віб्रोакустичний аналіз обладнання дозволяє встановити оптимальні режими роботи для зниження загального рівня механічних коливань. Ефективним є також використання віброізоляційних опор, демпферів, пружних вставок та антивібраційних фундаментів.

Технологічні заходи включають:

- впровадження дистанційного керування та автоматизацію шумогенних виробничих процесів;
- розміщення акустично активного обладнання у звукоізольованих приміщеннях або за межами основної виробничої зони;
- заміна технологічних ліній на менш шумні моделі;
- встановлення шумоізолюючих кабін для операторів.

Планувальні рішення передбачають раціональне зонування виробничих приміщень з урахуванням шумових потоків:

- просторове розмежування гучних і тихих зон;
- архітектурне розміщення шумогенних цехів у тильній частині споруд, з підвітряного боку;
- створення шумозахисних буферів у вигляді зелених насаджень і

шумопоглинальних огорож.

Боротьба з аеродинамічним шумом (характерним для вентиляторів, компресорів, пневмоінструменту) реалізується шляхом впровадження акустичних глушників. Використовують:

- реактивні глушники — для низькочастотного шуму (працюють за принципом стоячих хвиль);
- абсорбційні (поглинаючі) глушники — для високочастотного шуму (використовують пористі матеріали);
- комбіновані конструкції та активні шумопоглиначі, що генерують антифазний сигнал.

Організаційно-профілактичні заходи:

- встановлення змінного режиму праці з періодичними перервами в тихому середовищі;
- суміщення професій з різним рівнем акустичного навантаження;
- введення світлових попереджувальних сигналів перед імпульсними шумами;
- обмеження загального шумового навантаження до рівнів, рекомендованих Державними санітарними нормами (ДСН 3.3.6.037–99).

4.2. Планування заходів з охорони праці та контроль за дотриманням вимог безпеки виробничого середовища

Система управління охороною праці на підприємстві реалізується через стратегічне (перспективне), тактичне (поточне) та оперативне планування комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення нормативно визначених безпечних і нешкідливих умов праці. Планування виконується з урахуванням вимог чинного законодавства, державних стандартів з охорони праці, галузевих нормативів, умов колективного договору, а також результатів аналізу виробничого травматизму, професійної захворюваності та результатів розслідувань аварій, інцидентів і порушень.

Основні джерела для формування планів з охорони праці:

- нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП, ДСТУ, ISO 45001);
- результати атестації робочих місць за умовами праці;
- матеріали внутрішніх і зовнішніх аудитів з охорони праці;
- дані аналітичного моніторингу рівня впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів;
- зауваження, висновки і приписи органів державного нагляду та відомчого контролю.

Види планування:

- Перспективне планування (2–5 років): охоплює розроблення та реалізацію комплексного плану заходів щодо покращення умов праці та санітарно-гігієнічного стану виробничого середовища. Такий план повинен включати заходи щодо технічного переоснащення, автоматизації процесів, впровадження інноваційних технологій, реконструкції виробничих об'єктів відповідно до вимог охорони праці.
- Поточне планування (річний цикл): передбачає деталізацію заходів на основі перспективних цілей, формування бюджетів на фінансування ЗІЗ, модернізацію вентиляційних систем, освітлення, облаштування санітарно-побутових приміщень, покращення умов праці для вразливих категорій працівників (жінки, молодь, особи з інвалідністю). Включає план-графіки інструктажів, навчань і перевірки знань з охорони праці.
- Оперативне планування (місяць, квартал, декада): забезпечує швидке реагування на виявлені недоліки в стані охорони праці під час наглядової діяльності, аварій або стихійних лих. Також включає коригувальні дії за результатами внутрішнього аудиту та контрольних перевірок.

Контроль за станом охорони праці охоплює:

- верифікацію відповідності фактичних умов праці нормативним вимогам щодо рівнів НВФ (небезпечних виробничих факторів) та ШВФ (шкідливих виробничих факторів);
- аудит виконання обов'язків керівників, відповідальних осіб та працівників з питань охорони праці;
- перевірку виконання планових заходів з охорони праці та своєчасне

усунення виявлених порушень;

- контроль забезпечення працівників сертифікованими засобами індивідуального (ЗІЗ) та колективного захисту (ЗКЗ).

Основні форми контролю:

- державний нагляд — здійснюється відповідними інспекціями (Держпраці України та ін.);
- відомчий контроль — службами охорони праці холдингів, концернів або галузевих об'єднань;
- оперативний (внутрішній) контроль — покладається на керівників структурних підрозділів, інженерно-технічний персонал;
- громадський контроль — реалізується через уповноважених представників трудового колективу;
- спеціалізовані комісії підприємства — із залученням фахівців служби охорони праці.

Оцінка ефективності системи управління охороною праці здійснюється на основі встановлених підприємством показників: рівень травматизму, коефіцієнт частоти та тяжкості нещасних випадків, динаміка профзахворювань, рівень забезпечення ЗІЗ, кількість виконаних профілактичних заходів тощо. Інформаційною базою виступають:

- акти розслідування нещасних випадків;
- звіти з виробничого травматизму (форма 7-ТНВ);
- паспорти санітарно-гігієнічного стану;
- акти перевірок, приписи і журнали оперативного контролю.

Стимулювання діяльності в сфері охорони праці реалізується відповідно до внутрішнього Положення підприємства про мотивацію працівників за дотримання вимог безпеки. У документі визначаються критерії, порядок оцінювання, система матеріального і морального заохочення за дотримання стандартів безпеки, ініціативність у виявленні й усуненні ризиків, нульову виробничу травматичність, а також заходи впливу на порушників.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі бакалавра встановлено, що деталь “Важіль” ПС-10.10.605-02 застосовується як робочий елемент змішувача сипких та рідких матеріалів, що мають малу питому вагу. Важіль призначений для передачі силових навантажень та робочих рухів при виконанні операції змішування, а також приєднання до нього змішувальних елементів. Деталь відповідно до креслення виготовляється із сплаву АК12, основними елементами якого є алюміній та кремній.

Для базового технологічного процесу, що використовується для виготовлення деталі встановлено ознаки, що відповідають дрібносерійному типу виробництва. Річна програма випуску, що вказана у завданні, відповідає середньосерійному типу виробництва.

Тому у проектному технологічному процесі запроваджено такі зміни: для виготовлення заготовки використовуються точні методи литва, зокрема, литво під тиском; фрезерування площин, оброблення отворів проводиться на багатоцільових верстатах з ЧПК замість звичайних універсальних верстатів, застосовуючи принцип концентрації операцій; запроваджене застосування інструментів та технологічного оснащення для верстатів з ЧПК, а також із механізованим приводом затиску.

Вказані зміни дозволяють зменшити в 4,33 рази кількість операцій, зменшити штучний час оброблення деталі та підвищити продуктивність праці порівняно із базовим технологічним процесом.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Кухарський О. М., Кушак І. В. Методичний посібник до курсового проекту по курсу “Технологія машинобудування”. Тернопіль, 2001. 58 с.
2. Пилипець М.І., Комар Р.В. Технологічні методи виробництва заготовок деталей машин. Тернопіль, 2019. 58 с.
3. Паливода Ю. Є. Заготовки у машинобудівному виробництві : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2023. 148 с.
4. Боженко Л. І. Технологія виробництва заготовок у машинобудуванні. Київ: НМК ВО, 1990. 264 с.
5. Паливода Ю. Є., Дячун А.Є. Дослідження технологічних процесів за допомогою методів математичної статистики та теорії ймовірності. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи. Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2022. 33 с.
6. Кухарський, О. М., Кузьмін М. І. Визначення припусків табличним методом. Тернопіль : Видавництво ТДТУ, 2004. 135 с.
7. Паливода Ю. Є., Кухарський О. М. Визначення припусків розрахунково-аналітичним методом, Тернопіль, 2003. 81 с.
8. Розмірні ланцюги: навчально-методичний посібник / Укладачі : Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Капаціла Ю.Б, Ткаченко І.Г. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – 132 с.
9. Паливода Ю. Є., Ткаченко І. Г., Капаціла Ю. Б., Гевко Ів. Б. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 156 с.
10. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи з дисциплін “Теоретичні основи технології виробництва деталей та складання машин ” та “Технологія машинобудування” для студентів спеціальностей 131 “Прикладна механіка” і 133 “Галузеве машинобудування” на тему “Структура технологічного процесу. Принципи побудови технологічних операцій” /

Укладачі : Паливода Ю.Є., Дячун А.Є. - Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 53 с.

11. Дячун А. Є. Методичний посібник з виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія обробки типових деталей та складання машин» / А. Є. Дячун, Ю. Б. Капаціла, Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко. Тернопіль : ТНТУ, 2016. 75 с.

12. Жидецький В. Ц., Джигирей В. Ц., Мельников О. В. Основи охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 350 с.

13. Жидецький В. Ц. Практикум із охорони праці : навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 349 с.

14. Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання і технічне нормування механічної обробки : навчальний посібник. Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. 240 с.

15. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Проектно-конструкторські розрахунки пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 277 с.

16. Дичковський М. Г. Технологічна оснастка. Конструювання пристосувань: навч. посіб. Тернопіль : ТНТУ, 2015. 141 с.