

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ

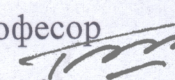
імені адмірала Макарова

Машинобудівний навчально-науковий інститут

Кафедра інженерної механіки та технології машинобудування

«Допущений до захисту»

Завідувач кафедри ІМ та ТМ

д-р техн. наук, професор  М.Р. Ткач

«12» 12 2024 р.

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи магістра

на тему: «Удосконалення технології виготовлення

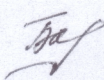
корпусу компресора ($\varnothing$ 920 мм, L = 798 мм)»

Галузь знань 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність 131 «Прикладна механіка»

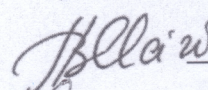
Освітньо-професійна програма «Технології машинобудування»

Студент групи 6261м



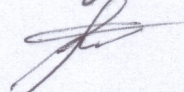
Бабійчук О.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник



Боду С.Ж.
(прізвище та ініціали)

Рецензент



Ніколаєв О.Л.
(прізвище та ініціали)

Миколаїв 2024

Національний університет кораблебудування

імені адмірала Макарова

Інститут _____ Машинобудівний навчально-науковий
Кафедра _____ Інженерної механіки та технології машинобудування
Освітній рівень _____ Магістр
Спеціальність _____ 131 «Прикладна механіка»
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма _____ «Технології машинобудування»
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ІМ та ТМ
д.т.н., професор М.Р.ТКАЧ

_____ "12" _____ 10 _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА

_____ Бабійчук Олега Васильовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи „Удосконалення технології виготовлення корпусу компресора (Ø920 мм; L = 798 мм)”

керівник роботи _____ ст.викладач Боду С.Ж.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “_1”10.2024 р. №1032-уч_____

2. Строк подання студентом роботи _____ 2.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи _____ Робоче креслення деталі; нормативна література; держстандарт; довідники

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____ 1) Загальний розділ: Призначення та аналіз технологічності деталі.

_____ 2) Науковий розділ – Аналіз та дослідження з наукової теми роботи.

_____ 3) Технологічний розділ: Аналіз заводського техпроцесу. Вибір заготовки. Розробка маршрутної та операційної технології. Розрахунок припусків та режимів різання на одну з поверхонь деталі. Технічне нормування. Вибір обладнання, ріжучого та вимірювального інструменту.

_____ 4) Конструкторський розділ: Розрахунок і проектування спеціальних конструкцій пристроїв для верстатів та спеціального металорізального інструменту.

_____ 5) Проектування дільниці цеху – згідно методичних вказівок кафедри.

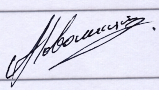
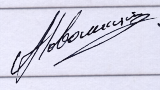
_____ 6) Організаційно-економічна частина – згідно методичних вказівок кафедри.

_____ 7,8) Охорона праці та навколишнього середовища – Розробка заходів з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці.

9) Цивільний захист – згідно методичних вказівок кафедри.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Креслення деталі, заготовки, спеціального пристрою до металорізального
верстату, спеціального металорізального або вимірювального інструменту,
налагодження до однієї з технологічних операцій, планування ділянки цеху,
плакати до наукової частини

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
7,8			
Нормоконт- роль	к.т.н., доц. Новошицький А.В.		

7. Дата видачі завдання 11.10.2024

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Оформлення та затвердження технологічного процесу. Оформлення креслення деталі (роздруковка у форматі А3)	25.10.2024	
2	Оформлення загального та технологічного розділів (1, 3)	6.11.2024	
3	Оформлення конструкторського розділу (4)	11.11.2024	
4	Оформлення наукового розділу (2)	22.11.2024	
5	Оформлення розділу з охорони праці та навколишнього середовища (7,8)	25.11.2024	
6	Оформлення розділу з цивільного захисту (9)	29.11.2024	
7	Оформлення креслень	до 2.12.2024	
8	Нормоконтроль (креслення у форматі А3)	2-9.12.2024	
9	Затвердження МР на кафедральному перегляді (ПЗ, креслення у форматі А1)	6-14.12.2024	
10	Оформлення та передача електронного варіанту роботи (текстові та графічні матеріали у форматі PDF)	11-16.12.2024	
11	Затвердження МР зав.кафедрою (подання, анотація)	11-16.12.2024	
12	Рецензування	16-21.12.2024	

Студент
(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи
(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 11 » 10 2024р.

АНОТАЦІЯ

В магістерській роботі на тему «Удосконалення технології виготовлення корпусу компресора ($\varnothing 920$ мм; $L = 798$ мм)» надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті питання з можливості використання лиття по газифікованим моделям.

В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та різучого і вимірювального інструментів, спроектована дільниця з виготовлення деталі, розраховані техніко-економічні показники дільниці і доцільність її проектування, розроблені заходи з охорони праці та навколишнього середовища на дільниці. Наведена оцінка захисту технологічного обладнання від ударної хвилі повітряного вибуху.

Ключові слова: корпус компресора, заготовка, припуски, фреза радіусна, кондуктор, скоба індикаторна спеціальна.

ABSTRACT

In the master's thesis on the topic «Improvement of compressor casing production technology ($\varnothing 920$ mm; $L = 798$ mm)» a description of the purpose of the part and the characteristics of the material from which it is made, an analysis of its manufacturability, the choice and justification of the type of production, a technological process of manufacturing, and also the possibility of using casting on gasified models are considered.

In the master's work, the calculations of special devices and cutting and measuring tools are given, the section for the manufacture of the part is designed, the technical and economic indicators of the section are calculated and the feasibility of its design, the measures for labor and environmental protection at the section are developed. The assessment of the protection of technological equipment against the shock wave of an air explosion is given.

Key words: compressor housing, workpiece, allowances, radius cutter, conductor, special indicator bracket.

Зміст

Вступ.....	6
1. Загальна частина.....	8
1.1. Призначення і конструкція деталі.....	9
1.2. Характеристика матеріалу деталі.....	10
1.3. Аналіз технологічності деталі.....	11
1.4. Визначення типу виробництва.....	12
2. Наукова частина.....	14
2.1. Лиття по газифікованим моделям.....	15
2.2. Виготовлення форм з феромагнітних матеріалів.....	28
2.3. Газовий режим ливарної форми.....	35
3. Технологічна частина.....	39
3.1. Опис і аналіз заводського технологічного процесу.....	40
3.2. Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки.....	41
3.3. Розрахунок припусків на механічну обробку.....	46
3.4. Розрахунок вартості основних матеріалів.....	52
3.5. Розробка і аналіз проектного технологічного процесу.....	53
3.6. Розрахунок і призначення режимів різання.....	56
3.7. Найменування технологічних операцій.....	58
3.8. Опис наладки на радіально-свердлильну операцію.....	60
4. Конструкторська частина.....	61
4.1. Принцип дії вимірювального інструменту.....	62
4.2. Опис і розрахунок пристосування для фрезерування горизонтального фланця.....	63
4.3. Конструювання ріжучого інструменту.....	66
5. Проектування дільниці.....	70
5.1. Коротка характеристика дільниці.....	71
5.2. Опис служб механічного цеху і дільниці, що проектується.....	72
5.3. Конструкція будівлі.....	72
5.4. Вихідні данні для проектування дільниці цеху по виробництву корпусу компресора.....	73

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

5.5. Визначення і розрахунок партії запуску.....	74
5.6. Розрахунок штучно калькуляційного часу.....	75
5.7. Визначення фонду часу роботи обладнання.....	76
5.8. Визначення потрібної кількості обладнання.....	78
5.9. Складання графіку завантаження обладнання.....	79
5.10. Складання зведеної відомості обладнання дільниці	83
5.11. Організація виробництва на дільниці	84
5.12. Розрахунок основних і допоміжних площ дільниці за питомими нормативами	85
5.13. Розрахунок висоти цеху	87
5.14. Розрахунок чисельності робітників на дільниці.....	87
5.15. Зведена відомість працюючих на дільниці.....	90
5.16. Визначення капітальних вкладів дільниці	91
6. Організаційно-економічна частина.....	93
6.1. Розрахунок річного фонду заробітної платні працюючих на дільниці	94
6.2. Визначення фонду заробітної платні основних робітників.....	95
6.3. Визначення фонду заробітної платні допоміжних робітників.....	96
6.4. Розрахунок витрат на обслуговування і експлуатацію обладнання	97
6.5. Складання калькуляції повної фактичної вартості виготовлення деталі „корпус компресора”	99
6.6. Розрахунок оптової ціни річної програми	100
6.7. Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі.....	104
6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладів і строків окупності проекту	107
6.9. Техніко-економічні показники дільниці	110
7. Охорона праці	113
Вступ	114

7.1. Аналіз небезпек і шкідливих виробничих факторів, що впливають на виробничий персонал дільниці	114
7.2. Запобігання впливу шумових факторів небезпеки на виробничий персонал дільниці механічного цеху	116
7.3. Розрахунок захисного заземлення електротехнічного обладнання дільниці механічного цеху	119
8. Охорона навколишнього середовища	122
Вступ	123
8.1. Аналіз впливу виробництва і технологічного процесу виготовлення деталі „корпус компресора” на навколишнє середовище	123
8.2. Запобігання негативного впливу проектованої дільниці на навколишнє середовище	124
9. Цивільний захист.....	126
Вступ	127
9.1.Захист технологічного обладнання від ударної хвилі повітряного вибуху.....	127
Список використаної літератури	132

						Арк.
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Вступ

Перед машинобудуванням України ставляться задачі подальшого розвитку машинобудування – основи технічного переозброєння всіх галузей народного господарства. Вирішення цих задач потребує значного підвищення якості випускаємих машин, обладнання та пристроїв, підвищення їх технічного рівня, продуктивності, безпеки в експлуатації, інтенсифікації робіт по створенню закінчених систем машин і пристроїв, що дозволяло б комплексно механізувати та автоматизувати весь технологічний цикл від надходження сировини до відвантаження готової продукції.

Розвиток технології машинобудування буде йти в напрямку подальшої уніфікації стандартизації техпроцесів виготовлення виробів. Буде відбуватися скорочення вартості і трудомісткості обробки за рахунок концентрації операцій, застосування верстатів з ЧПК, обробляючих центрів, багатопшпіндельного обладнання. Механізація і автоматизація виробничих процесів є основою підвищення продуктивності праці і збільшення випуску продукції, їй легко піддаються неперервні процеси (поточні лінії).

Але в теперішній час тільки 20 – 25% машинобудівної продукції виконується в масових чи багатосерійних програмах. В серійному і мілко серійному виробництві Застосування автоматизації і навіть механізації потребує здійснення попередніх технологічних і організаційних заходів (спеціалізація робочих місць, уніфікація і та ін.).

Одним з головних напрямків переобладнання верстатного парку, є застосування верстатів з числовим програмним управлінням (особливо в умовах серійного та дрібносерійного виробництва), що дозволяє автоматизувати цикли робіт, значно скоротити час на пере налагоджування і тим самим розширити можливості застосування верстатів для виконання деталей мілкими партіями. Спільне застосування верстатів з ЧПК, ЕОМ і уніфікованих процесів є достатнім комплексом для створення спеціалізованих автоматизованих дільниць.

						Арк.
						6
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Максимальне наближення форми та розмірів заготовки до форми і розмірів деталі, тобто досягнення коефіцієнта використання матеріалу близького до одиниці – ще один напрямок, яке отримає подальший розвиток.

У зв'язку з зростанням потужностей сучасних машин і апаратів потрібно використовувати матеріали підвищеної міцності і довговічності, що, як правило, виявляються важкооброблюваними.

Немеханічні методи обробки (електричні, електрохімічні, ультразвукові, світлові) деталей з таких матеріалів в декілька разів продуктивніше традиційних методів обробки.

Величезні перспективи відкриваються перед технологічною наукою у зв'язку з застосуванням ЕОМ. За допомогою обчислюваної техніки виконується класифікація та групування деталей, розрахунок припусків та режимів різання, підбір обладнання і побудова технологічного процесу (як маршрутного так і операційного), креслення карти ескізів, креслень деталей та заготовок, складання баз даних, які так необхідні в роботі технологічного підрозділу.

На кінець, стрімко розвивається, по суті нова галузь машинобудування – робототехніка. Роботи, що обслуговують поточні лінії та інше верстатне обладнання це величезний крок до здійснення радикального переобладнання технологічного виробництва – безлюдної технології. Звільнення людини від монотонної, важкої та шкідливої праці за допомогою роботів буде самим великим кроком на шляху людини до вершин технічного прогресу.

						Арк.
						7
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Загальна частина

1.1. Призначення і конструкція деталі

Корпус компресора низького тиску є складовою частиною газотурбінного двигуна, та призначений для з'єднання в єдине ціле ряду компонентів двигуна. В вісьмох кишнях корпусу встановлюються вісім ступенів спрямовуючого апарата низького тиску, що складається з ряду нерухомо встановлених лопаток, які направляють повітряний потік. Деякі з ступенів спрямляючого апарату, крім того, несуть ще й функцією рухомого кріплення турбіни низького тиску, ротор якої, з встановленими на ньому лопатками, виконує обертальний рух навколо своєї осі та відповідно осі компресора низького тиску, який в даному випадку є статором.

Таким чином під час роботи газотурбінного двигуна в компресорі низького тиску відбувається попереднє стиснення повітря яке далі потрапляє в камеру згоряння двигуна. За допомогою вертикальних фланців корпус компресора з'єднується з іншими агрегатами і вузлами газотурбінного двигуна.

Конструкція деталі, а також її форма продиктовані міцностними характеристиками, при мінімальній, оптимальній вазі конструкції, в результаті чого корпус компресора має як радіальні так і подовжні ребра жорсткості, що забезпечують необхідні міцностні характеристики. Товщина стінок компресору складає по всій довжині в середньому десять міліметрів, що є оптимальним для забезпечення міцності конструкції і витрат матеріалу.

Конструктивно корпус компресора виготовлений з двох однакових половинок, що необхідно для можливості зборки ротора, спрямляючого апарата та корпусу компресора двигуна в єдине ціле, що було б неможливо при іншому рішенні, і дане рішення є неминучим.

Разом дві деталі корпусу з'єднуються за допомогою двадцяти чотирьох кріплячих і восьми притискних болтів по площинам горизонтальних фланців. Точне розташування одної половини відносно іншої з забезпеченням конструкторських і технологічно виконаних розмірів забезпечується за допомогою восьми точно виконаних на кожній половині отворів під притискні болти $\varnothing 15H7$. Конструктивна міцність, а головне щільне прилягання одної половини відносно іншої по площині горизонтального розрізу забезпечується двадцятьма чотирма

					6261м. 02.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						9
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

болтами. Щільне прилягання половинок корпусу необхідно для запобігання витікання повітря через площину розніму, що може вкрай негативно впливати на роботу двигуна, призвести до його аварії чи навіть до руйнування, але в основному це впливає на його техніко-економічні характеристики. Тому надають достатньо високі вимоги за точністю і якістю виготовлення поверхонь розніму, особливо за якістю шорсткості поверхні фланця Ra3,2.

Точність виготовлення конічних поверхонь за восьмим квалітетом, а також допуски на кутові розміри даної деталі продиктовані необхідністю точного спряження корпусу компресора та спрямляючого апарата з як можливо меншими відхиленнями конічних поверхонь корпусу та спрямляючого апарата для виключення завихрень потоку повітря на місцях стиків.

Також для запобігання можливих витікань надаються вимоги до виготовлення заготовок деталей з забезпеченням можливо повної структури і міцнісних характеристик.

1.2. Характеристика матеріалу деталі

Для виготовлення даної деталі, враховуючи спосіб отримання заготовки литтям, необхідність забезпечення міцностних показників, прийнята ливарна легована сталь 20ГСЛ за ДСТУ 8781:2018.

Дана сталь має наступний хімічний склад:

Вміст вуглецю (C): від 0,16 до 0,22%.

Вміст марганцю (Mn): від 1,0 до 1,3%.

Вміст кремнію (Si): від 0,6 до 0,8%.

Вміст фосфору (P): не більше 0,03%.

Вміст сірки (S): не більше 0,003%.

Вміст хрому (Cr): 0,3% чи менше.

Вміст нікелю (Ni): 0,3% чи менше.

Вміст міді (Cu): 0,3% чи менше.

Механічні властивості сталі 20ГСЛ наступні:

					6261м. 02.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						10
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Межа текучості (фізична) – найменше умовне напруження, при якому зразок деформується без видимого збільшення розтягуючого навантаження:
 $\sigma_T = 300 \text{ МПа}$.

Тимчасовий опір (границя міцності при розтягуванні) – умовна напруга, що відповідає мінімальному навантаженню, яке передуює розриву зразка:
 $\sigma_s = 550 \text{ МПа}$.

Ударна в'язкість сталі: $a_n = 3 \text{ кг/см}^2$.

Відносне подовження після розриву: $S = 12\%$.

Відносне стягнення після розриву: $\psi = 20\%$.

Твердість по Бринелю: 197 НВ.

1.3. Аналіз технологічності деталі

Корпус компресора є силовою частиною агрегату, що працює під впливом статичних навантажень. Формоутворення заготовки виконується методом лиття, через те що деталь має подовжні ребра, які розташовані під великими кутами, то виникають замкнуті порожнини, для виключення яких в процесі формоутворення потрібно застосування спеціальних складових моделей, чи спеціальних методів лиття. Так як ці елементи деталі визначаються конструктивними міркуваннями, змінювання їх ускладнено.

З точки зору механічної обробки деталь має наступні недоліки технологічності конструкції:

- конструктивна форма деталей ускладнює її базування на цілому ряді операцій, особливо на чорнових операціях, в результаті чого збільшуються припуски на чорнову обробку деталі.

Також ускладненою в деякому розумінні є обробка зворотних поверхонь горизонтальних фланців, що потребує візуального контролю робітника, на всій операції.

В іншому деталь достатньо проста за конструктивним виконанням, володіє достатньою жорсткістю, забезпечує легкий (вільний) доступ до всіх місць при обробці і не обмежує застосування високопродуктивних режимів різання.

					6261м. 02.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						11
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Всі поверхні можуть бути виконані в межах вказаних відхилень.

Виходячи з цього, основним недоліком існуючого технологічного процесу виготовлення деталі є складність базування деталі чорнових операціях. Якщо розглянути дану проблему більш досконало, то ми побачимо, що на операції чорнової обробки вертикальних фланців у деталі знімається до 15 міліметрів припуску з обох фланців, що достатньо зменшує коефіцієнт використання матеріалу. В основному це викликано вибраним методом отримання заготовки при якому площини вертикальних фланців, крім особисто припусків, мають ще й деякий ливарний нахил, а також залишки ливникової системи, що значно ускладнює обробку деталі на чорнових операціях.

Крім цього дякуючи вибраному в існуючому технологічному процесі методу отримання заготовки литтям в піщано-глинисті форми за дерев'яною моделлю, значно збільшені припуски на обробку діаметральних розмірів, що в деяких місцях досягають 80 міліметрів на діаметр. Це пов'язано з низькою точністю виготовлення форм і моделі, похибка на сполучення частин форм і низької точності виконання кріплячих отворів на свердлильній операції через відсутність раціональної схеми базування.

В результаті вищезазначених факторів на чорнових операціях знімається припуск метала в півтора рази перевищуючий масу деталі, що важко назвати раціональним.

1.4. Визначення типу виробництва

В машинобудуванні залежно від розмірів виробничої програми, характеру продукції, а технічних і економічних умов виконання виробничого процесу всі різновиди виробництва поділяють на три основні види: одиничне, серійне і масове.

При масовому виробництві вироби виготовляють безперервно на протязі декількох років. Характерною ознакою масового виробництва є виконання на більшості робочих місць тільки однієї операції.

При серійному виробництві виготовляють серію виробів, які регулярно повторюються через деякий проміжок часу. Характерною ознакою серійного виробництва є виконання на робочих місцях декількох повторювальних операцій.

					6261м. 02.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						12
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При одиничному виробництві виготовляються вироби широкої номенклатури в малій кількості, які або зовсім не повторюються, або повторюються через невизначений час.

При проектуванні можна вважати, що тип виробництва залежить від двох факторів, а саме: заданої програми та працемісткості виготовлення виробу. На основі заданої програми розраховується такт випуску виробу b_{ϵ} , а працемісткість визначається одиничним часом $T_{од.}$ по операціям технологічного процесу. Відношення цих величин прийнято називати коефіцієнтом серійності:

$$K_C = \frac{b_{\epsilon}}{K_{од.}}$$

Звичайно вважають, що коефіцієнт серійності визначає кількість різних операцій по обробці однієї чи декількох деталей, закріплених за одним верстатом на протязі року.

Прийняті наступні значення коефіцієнта серійності:

для масового виробництва $K_c=1$;

для крупно серійного виробництва $K_c=2 - 10$;

для серійного виробництва $K_c=10 - 20$;

для дрібно серійного виробництва $K_c > 20$ [5, с.20].

Однак, орієнтовано тип виробництва може бути вибраний також згідно таблиці 1[6, с.12].

Залежність типу виробництва від обсягу випуску (шт.) і маси деталі

Таблиця 1.1

Маса деталі, кг	Тип виробництва				
	одинич.	дрібносер.	середньосер.	крупносер.	масове
< 1,0	< 10	10-2000	1500- 100 000	75 000- 200 000	200 000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000- 50 000	50 000- 100 000	100 000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35 000	35 000-75 000	75 000
5,0-10	< 10	10-300	300-25 000	25 000-50 000	50 000
> 10	< 10	10-200	200-10 000	10 000-25 000	25 000

Згідно з нею прийнятий середньосерійний тип виробництва.

					6261м. 02.МР.09.01.ПЗ	Арк.
						13
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Лиття за газифікованими моделями в форми з феромагнітних матеріалів

2.1. Лиття по газифікованим моделям

Спосіб лиття по газифікованим моделям вперше був запропонований і запатентований в 1958 р. для виготовлення художніх форм. Відповідно патенту модель з пінопласту, що має малу об'ємну масу, формується влюбій формувальній суміші так, що утворюється нероз'ємна форма.

Перед заливанням форми модель не витягається, а метал через литник заливається прямо на модель, яка під дією його теплоти газифікується, звільнюючи порожнину форми. Отримана таким чином по одноразово використаній моделі відливка точно відповідає конфігурації моделі (рис.2.1).

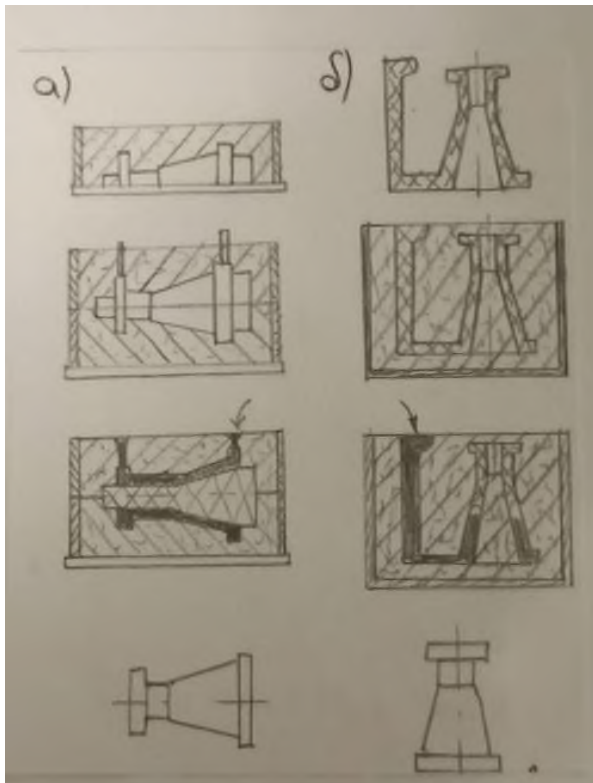


Рис.2.1 „чистій” моделі;

- спрощується процес виготовлення виливкової форми, відпадає необхідність застосування від'ємних частин, стрижнів, а при використанні сухих наповнювачів без сполучного і феромагнітних матеріалів формовка і вибивання форм після відливки суттєво спрощується;

Головна особливість цього технологічного методу – застосування незмінної перед заливанням форми металом моделі – визначить основні його переваги:

- Підвищується точність відливок дякуючи нероз'ємній формі, відсутності операцій виймання моделі, зміщення напівформ і стрижнів при збиранні, що дозволяє змінити припуски на механічну обробку;

- можливо виготовляти відливки складної конфігурації без застосування стрижнів, так як формування виконується по

- знімається працемісткість обробки і очищення відливок через відсутність заливів і заусенців, що виникають на відливках через роз'єм форм і застосування стрижнів;

- розширюються можливості процесу механізації і автоматизації процесів виготовлення відливок;

в відповідності з гарною оброблюваністю застосовного для виготовлення моделей пінополістиролу ці переваги способу дозволяють різко скоротити цикл підготовки виробництва, знизити трудомісткість виготовлення відливок. Тому спосіб лиття по газифікованим моделям допоміг швидко впровадитися в виробництво відливок для машинобудування.

Вперше технологічний процес виготовлення відливок по газифікованим моделям був впроваджений в 1965г. на Горьківському автомобільному заводі для виготовлення заготовок деталей штампо – інструментального оснащення. Далі процес був вдало освоєний в впроваджений на Волинському автомобільному заводі для виготовлення деталей штампів, а також на інших машинобудівних заводах.

Лиття по газифікованим моделям, як спосіб формоутворення був запропонований і впроваджений в галузі житійного виробництва, де процес виготовлення форми трудомісткий і довгий. Розглядаючи цей спосіб в розвитку технології литої форми, викладених в працях професора Н.Н.Рубцова, можливо віднести його до конкретних вдосконалень техніки формування, подібним винайденню формовки за допомогою моделі в опоках і відкриваючи подальші перспективи підвищення продуктивності праці в житійному виробництві.

Це підтверджується даними про фактичне зниження трудомісткості виготовлення відливок. Наприклад, впровадження процесу на Горьківському автомобільному заводі для штампоінструментального оснащення дозволило знизити трудомісткість виготовлення моделей на 30%, формувально-збиральних робіт на 20 – 25%, обрубних і очисних робіт на 20 – 30%.

За даними сучасних досліджень, застосування газифікованих моделей в замін виплавляємих при формуванні в сухому без сполучення дозволяє отримати економію 100 – 200 у.о. на 1т. Значне зниження трудомісткості формування, підвищення якості відливок досягається при застосуванні закритих прибилів,

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						16
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виготовлених по газифікованим моделям. Наприклад, застосування газифікованих моделей закритих прибелів тільки на відливці станини електродвигуна на заводі ім. С.М. Кірова дозволило досягти економії близько 6000р. за рік і повністю виключити брак по усадочним раковинам.

Однократність використання моделі передбачила на початковій стадії розвитку способу найбільш вигідну область його використання – виготовлення крупних одиничних відливок з чугунку та сталі, головним чином деталей технологічного оснащення, ремонтного лиття.

Основна економія досягається при цьому за рахунок рідкого зниження витрат на виготовлення моделей і стеаринових ящиків, формовку, обрубку відливок, зменшення припуску на їх механічну обробку.

При збільшенні кількості виготовлених відливок витрати на виготовлення моделей зростають і знижується економічна ефективність. Практика показує, що в залежності від групи складності відливки, які доцільно виготовляти по моделям, отриманих механічним шляхом з плит і блоків пінополістиролу. звичайно не перевищує 5 – 6 шт. Однак вдосконалення технології виготовлення моделей шляхом використання верстатів з числовим програмним управлінням для обробки пінополістиролу знижає витрати на виготовлення моделей і дозволяє збільшити серійність до 10 шт., при достатньо високому економічному коефіцієнті.

Поряд з використанням процесу лиття по газифікованим моделям для одиничного виробництва розроблені і впроваджені процеси пристосування до умов серійного і масового виробництва.

Розвитку цього напрямку в значній мірі сприяла можливість застосування в якості формувальної суміші сухого сипучого матеріалу (вогнестійкого кварцового піску без сполучення), що значно спрощує технологію формування і вибивання. Однак при цьому виникли важкості отримання в формах з сухих наповнювачів без сполучення складних і важких відливок: в багатьох випадках при заповненні форми металом порушувалася її рівновага, форма обвалювалась відливка отримувалась з дефектами.

В 1966 р. було запропонований а потім впроваджений, спосіб формування для серійного і масового виробництва лиття по газифікованим моделям в

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						17
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ферромагнітні сухі матеріали, зі зміцненням форми в магнітному полі. Роботи в цьому напрямку призвели до створення автоматизованих ливникових ліній з використанням газифікованих моделей і зміцненням форми з ферромагнітних матеріалів в магнітному полі.

Пінополістирол і його властивості

Вспінюючийся полістирол (пінополістирол) представляє собою синтетичний полімер, який отримується полімеризацією стиролу.

Вихідний продукт – стирол – ароматичне з'єднання () – прозора рідина з густиною $0,005 \text{ г/см}^3$ і температурою плавлення 145° ; теплота випаровування $86,9 \text{ кал/г}$, теплота плавлення $25,4 \text{ кал/г}$; теплота полімеризації 168 кал/г ; питома теплоємність при 25° з $0,407 \text{ кал/г}^\circ\text{C}$. Основним методом отримання стиролу є каталітичне дегідрування етил-бензолу $\text{C}_6\text{H}_5\text{C}_2\text{H}_5$. Стирол полімеризується в блоці, розчині, емульсії і суспензії. Для отримання полістиролу, що використовується для виробництва вспіненого полістиролу, застосовують метод суспензійної полімеризації.

Полістирол являє жорсткий прозорий пластик густиною $1,05 \text{ г/см}^3$. Він добре розчинюється в ароматичних і хлорованих вуглеводнях, солоних ефірах, сірковуглецю, але не розчинюється в нижчих спиртах, бензині, ефірах.

З хімічної точки зору полістирол являє граничний вуглеводень високої молекулярної маси, ступінь полімеризації якого вимірюється від 500 до 2000 од. При нагріванні до $80 - 82^\circ$ (температура склування) полістирол переходить в високо еластичний стан, яке зберігається в широкому інтервалі температур (до 150°C і вище).

Полістирол виготовляють для виготовлення пінопластів що складаються з замкнутих осередків, що наповнені газом чи повітрям.

Для виготовлення газифікованих моделей застосовують спеціальні пінополістироли. Наприклад, спеціальний пінополістирол „Exposit”, що випускається германською фірмою BASF і має малу ($15 - 20 \text{ кгс/м}^3$) об'ємною масою, високою міцністю при зминанні ($0,9 - 1,1 \text{ кгс/см}^2$ при 10% деформації), низьким ($2 - 3\%$ за 7 діб) водопоглинанням.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						18
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

*Виготовлення газифікованих моделей в умовах серійного
і масового виробництва*

В умовах серійного і масового виробництва відливок газифіковані моделі доцільно виготовляти в прес-формах. З відомих способів переробки пінопластів в фасонні вироби в умовах життійного виробництва найбільш сприятливими є способи заливання спіненої композиції в прес форми і вспінення гранул в прес-формах.

а) Метод заливки спіненої композиції є найбільш перспективним. Суть отримання моделей є в виготовленні спеціальних вспінюваних пластмас, отриманих змішуванням компонентів безпосередньо перед виготовленням виробів і заливання отриманої композиції в прес-форми. Після затвердіння пінопласту модель виймають з прес форми. Отримані таким способом моделі мають гарну чистоту поверхні і достатню міцність і жорсткість. За кордоном запропоновані і використовуються такі пінопласти для ливарних газифікованих моделей. Однак даний спосіб має ряд недоліків. Це висока вартість вихідних матеріалів значна усадка при затвердінні, токсичність вихідних матеріалів.

б) Метод виготовлення газифікованих моделей з гранул вспінюваного пінополістиролу за технологією двох стадійного спізнення знайшов найбільше застосування в вітчизняній і зарубіжній практиці. Перша стадія цього технологічного процесу є в підготуванні вихідних гранул, їх попередній тепловій обробці, висушуванні і активації на повітрі. Друга стадія включає операції виготовлення моделей з попередньо підготованих гранул: заповнення прес-форм гранулами, теплову обробку гранул в прес формі включаючи охолодження, розбирання прес-форми і витягнення моделі. Цей процес досить простий, легко регульований, дозволяє отримати моделі досить складної конфігурації, з різною товщиною стінок, значних габаритних розмірів, при заданій густині, точності, чистоті поверхні. Разом з тим операції попередньої підготовки гранул і кінцевого формування моделей в прес-формах легко автоматизуються.

Разом з тим для отримання газифікованих моделей з гранул спінюваного пінополістиролу потрібна відносно складна і точна оснастка, яка звичайно виготовлена методами механічної обробки. Це визначає раціональну область

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						19
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

використання виготовлення моделей з гранул в прес-формах серійне і масове виробництво відливок складної форми.

Попередня теплова обробка гранул вспінюваного пінополістиролу необхідна для отримання газифікованих моделей з заданою чистотою і об'ємною масою. Об'ємна маса моделі є найважливішим показником для її якості. та як визначає міцність полістиролу, кількість продуктів розкладу, взаємодіючих з металами при заповненні форми, а також тих, що видаляються в навколишнє середовище. Завжди бажаною отримувати моделі мінімальною об'ємною масою. Однак зі зменшенням об'ємної маси знижується міцність і твердість пінополістиролу, погіршується якість поверхні моделі. Тому для отримання якісної відливки необхідно мати газифіковані моделі визначеної об'ємної маси.

Технологічно необхідна об'ємна маса моделі повинна забезпечувати потрібні міцнісні характеристики моделі, чистоту її поверхні – це границя мінімального її значення. В той самий час при такій об'ємній масі не повинно виникати суттєве зниження заповнення форм, кількість виниклих продуктів розкладання моделі при оптимальних режимах заповнення форми не повинно приводити до утворення дефектів поверхні і об'єму в відливках, що визначає границю максимального значення технологічності допустимої об'ємної маси моделі.

Практикою встановлено, що при спіненні гранул вихідного пінополістиролу різних партій в однакових режимах об'ємна маса отриманих виробів коливається в незначних границях.

В вихідному стані гранули пінополістиролу являють трьохфазову систему, що складається з полістиролу (тверда фаза), ізопентана і води (рідка фаза), парів ізопентана і повітря (парова фаза).

В процесі попереднього спізнення виконується нагрів гранул пінополістиролу. Легкокипляча ізопентанова фракція чи ізопентан випаровується при 28 – 90⁰С і створюють всередині гранули в усьому її об'ємі значний тиск. При 80⁰С полістирол розм'якшується кавучукоподібний стан і під дією парів ізопентану розтягується; гранула набуває осередковий устрій. Осередки при цьому мають розміри 80 – 180 мкм, а стінки їх являють тонкі полімірні плівки товщиною 1 – 2 мкм.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						20
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ці процеси приводять до збільшення об'єму гранули в декілька разів. Відповідно насипна маса підвішених гранул зменшується зі збільшенням довжини теплової обробки до деякого визначеного значення, а в подальшому може практично не змінюватися чи навіть збільшуватися. Одною з причин цього є вихід з спінених гранул пароутворювача шляхом дифузії його через тонкі стінки осередків чи руйнування стінок тиском пари виходу їх в навколишнє середовище.

Обладнання для попереднього спінення

Попереднє спінення пінополістиролу виконується нагрівом гранул в киплячій воді і перегрітим паром: в автоклавах, в спеціальних установках неперервної дії – попередньоспінювачів (попредекспондерах).

В умовах серійного і масового виробництва застосовують установки попереднього спінення періодичного і неперервного виробництва.

В якості теплоносія в цих установках використовують киплячу воду, пар, пароповітряну суміш, а також гаряче повітря, інфрачервоне випромінювання і струми високої чистоти. Практика показала, що найкраща якість гранул забезпечується при спіненні в киплячій воді і перегрітим паром. Гранули в цьому випадку мають рівномірну осередкову структуру, насипна їх маса може бути мінімальна, а втрати пароутворення можуть бути незначними. При використанні струмів високої частоти і інфрачервоного випромінювання структура гранул отримується нерівномірною, моделі, отримані з таких гранул мають підвищену об'ємну масу і невисоку якість поверхні.

При великому об'ємі споживання для попереднього спінення в гарячій воді застосовують газифіковані шени. Ці шени заповнюють гарячою водою в якій змішувальні лопаті перемішують гранули до досягнення потрібного ступеня спінення матеріалу.

Апарати для попереднього спінення суспензійного полістиролу паром (предспондери), як правило мають високу продуктивність, чим ті, що працюють на інших теплоносіях. Предспондери для підспінення гранул пінополістиролу випускаються в Німеччині фірмою „Ізоколор” та ін. В Японії фірмою „Табо Кіма Кіндзему” і фірмою „Nippon Ollfin and Cupper Co”.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						21
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В вказаних конструкціях пар використовується не тільки для спізнення гранул, але й для подачі ч транспортування гранул. Ефект розширення гранул (кратність спізнення), досягається зміною швидкості подачі гранул і параметрів пару, високий і змінюється від 15 до 75 разів (в об'ємі). Апарати працюють в автоматичному режимі, забезпечуючи рівномірне вспінення гранул, а також понижену вологість і мінімальне стискання.

Організація процесу підвспінення гранул на предспондерах різних типів визначає їх технологічні можливості, наприклад мінімальну насичену масу підвспінення гранул. Так при неперервному виробництві мінімальна їх насичена маса дорівнює 18 г/л; при періодичному – 14 г/л; ступінчастому – 10 г/л; під тиском – 6 г/л. Шляхом сполучення способів підвспінення ступінчастого і під тиском можливо отримати гранули з початковою масою до 2,6 г/л.

З аналізу існуючих і розглянутих установок і апаратів для попереднього спізнення суспензійного полістиролу з наступною його переробкою в газифіковані моделі виходить, що вибирати підвспінювач потрібно в залежності від потрібного об'єму гранул.

Технологія і режими формування моделей в прес формах

Формування моделей в прес-формах є в другому підігріві під спініених гранул в об'ємі прес-форми гарячою водою. паром, струмом високої частоти.

Після попереднього спізнення і активації гранули пінополістиролу замикаються в робочу порожнину прес-форм так, щоб повністю заповнювати її об'єм. Після скріплення половин прес-форм гранули піддають нагріванню. В процесі вторинного нагрівання знову виникає випаровування пароутворювача в осередках гранули, розм'якшується їх полістиролова основа, гранули збільшуються в об'ємі. На початку вспінення за рахунок збільшення об'єму гранули, заповнюються пінополістиролом міжгранульні порожнини, з яких витісняється повітря. при спіненні тиск гранул на стінки прес-форм поступово зростає і досягає 2 – 2,5 кгс/см². В місцях доторкання гранул під дією цього тиску виконується їх з'єднання, а при достатньо високій температурі (до 100 – 110⁰С) гранули зминаються в єдину монолітну масу пінопласту. При охолодженні виникає процес склування полістиролу і конденсації пароутворювача аналогічно тому, що і в

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						22
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

окремій гранулі. Після охолодження в проточній воді прес-форму розкривають і достають з неї модель.

Якість моделі, отриманої спізнанням гранул в прес – формах залежить не тільки від якості пінополістиролу і умов його попереднього вспінення, але й від теплових режимів формування його в прес-формах, а також від характеру теплоносія, конструкції прес-форми і режимів охолодження та інших технологічних факторів.

Спосіб формування моделей в прес-формах продуванням парою (метод теплового удару) є в обробці гранул в прес-формі перегрітим до 105 – 120⁰С паром. При цьому пара може подаватися через венті в стінках прес-форми, яку розташовують в автоклаві, чи через такі ж венті, що об'єднують робочу поверхню порожнину прес-форми з порожниною парової камери самої прес-форми, а також через спеціальні індикатори, що вводяться всередину шару гранули, який знаходиться в прес формі.

Формування моделей в пресформах, оснащених паровою камерою – найбільш високопродуктивних процес, який забезпечує гарну якість моделей. Прес-форми, що застосовуються для такого формування мають парову камеру в яку подається гостра суха пара при тиску 2 – 2,5 кгс/см². Нажаль даний метод не застосовується по відношенню до моделі деталі корпус компресора через конструктивні особливості форми з паровою камерою і деталі, що ускладнює роз'їм форми і по суті робить його неможливим без ушкодження моделі.

Альтернативою за продуктивністю є автоклавний метод, який дозволяє надати прес-формі будь-яке конструктивне рішення для забезпечення правильної геометричної форми моделі, яка відповідає формі деталі.

Автоматний метод виконується наступним чином: після завантаження підвспінених гранул в прес форму і закріплення її частин, прес-форму встановлюють в автоклав. Тиск пари в автоклаві 1,2 – 1,6 кгс/см² при 100 – 115⁰С. Строк витримки прес-форм в автоклавах підбирають дослідним шляхом. В загальному випадку на основі статистичних даних, оптимальні режими формування деталей наступні: при тиску в автоклаві 1,2 – 1,6 кгс/см² час підйому тиску до потрібного складає 5 – 10 хв., час витримки теж 5 – 10 хв., Таким чином

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						23
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сумарний час теплової обробки складає 10 – 20 хв. При цьому отримуються моделі малої об'ємної маси $0,02 - 0,03 \text{ г/см}^3$ з гарною чистотою поверхні. Ці показники моделей отриманих формуванням в автоклавах, перевищують показники моделей, отриманих спізнанням в водяній ванні.

Автоклавний метод формування моделей не потребує складних прес-форм, нагрів гранул пінополістиролу проходить при порівняно високій швидкості, чим при нагріві водою, але з меншою швидкістю чим при подачі пари через вентилі з парової камери прес-форм. Однак спосіб потребує довгих підготовчо-заклучних операцій (завантаження і розвантаження прес-форм в автоклав, його герметизація і розгерметизація і так далі) тому він не може забезпечити високу продуктивність в масовому виробництві, але застосовано до серійного і багатосерійного виробництва більш сприятливий.

Конструктивне виконання прес-форм

Основне призначення прес-форми – отримання газифікованої моделі заданої конфігурації з потрібною точністю розмірів, чистотою поверхні, об'ємною масою, міцністю і розмірами розподіленням властивостей в різних частинах моделі при мінімальних витратах енергії і часу. Досягнення потрібних показників якості моделі забезпечується конструкцією прес-форм.

Матеріали для прес-форми повинні мати високу теплопровідність, хорошу корозійну стійкість в водному середовищі і пари, достатню механічну міцність, малу об'ємну масу, мінімальну адгезію по відношенню до пінополістиролу і низьку вартість. При виготовленні моделей методом ванним і автоклавним способом, чи тепловим ударом пари а також комбінованими методами нагріву, прес-форми звичайно виготовляють з алюмінієвих сплавів.

При виготовленні моделей шляхом високочастотного нагрівання застосовують прес-форми з струмонепровідних матеріалів, які мають тангенс кута діелектричних втрат $\text{tg } \delta$ менший чи дорівнює цій характеристиці попередньо спінених гранул. Разом з тим цей матеріал повинен мати теплостійкість вище температур вспінання (130°C), не реагувати з водою і парою, мати достатню міцність.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						24
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Частіше всього прес-форми для високочастотного нагріву виготовляють з поліпропілену – склопластиків на основі епоксидних чи поліефірних смол.

Для виготовлення прес-форм використовують листи прокату, а також литі заготовки. При цьому заготовку можливо отримати литтям по газифікованим моделям, виготовлених механічним способом з плити пінопласту, що значно скорочує час виготовлення заготовки, її вартість і об'єм механічної обробки.

Робочі порожнини прес-форм виготовляють звичайно механічною обробкою заготовок на металорізальних верстатах з наступним доведенням складних поверхонь абразивним інструментом до необхідної точності чистоти поверхні.

Робочі порожнини прес-форм для виготовлення моделі деталі компресора механічній обробці не піддаються.

У зв'язку з малою усадкою пінополістиролу при об'ємній масі моделі $0,02 - 0,032 \text{ г/см}^3$ зусилля обтискання моделлю невелике, а зусилля виймання моделі мало залежать від конусності стінок прес-форми і шорсткості їх поверхні. Значно більший вплив на зусилля виймання діє змазка поверхні прес-форми. Тому стінки прес-форми можливо виконати без уклонів і конусності.

Чистота поверхні пінополістиролових моделей покращується зі зменшенням шорсткості поверхні прес-форми. Нижче приведені результати вимірювання шорсткості поверхні моделей з об'ємною усадочною масою до $0,025 \text{ г/см}^3$ в залежності від шорсткості поверхні прес-форми:

шорсткість прес-форми (Ra)	10	6,3	5	3,2	2,5	1,25
Шорсткість моделі (Ra)	10	6,3	6,3	5	5	3,2

При нанесенні протипригарних покриттів на модель шорсткість поверхонь відливов може досягати $10 - 6,3(Ra)$, а в окремих випадках $Ra5 - 3,2$. При цьому значну долю в порушенні мікрометрії поверхні відливов вносить шорсткість поверхні моделі, обумовлених наявністю спаїв між гранулами, з яких виготовлена модель.

Конструкції прес-форм залежать від способу нагріву при формуванні моделей. Однак в усіх випадках прес форми прагнуть виконати технологічними і достатньо жорсткими. Звичайно товщина стінок прес-форм не перевищує $6 - 8 \text{ мм}$. Мала товщина стінок прес форми дозволяє зменшити витрати теплоти на її нагрів,

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						25
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищити інтенсивність нагріву засипаних гранул пінополістиролу, скоротити час нагріву і охолодження.

При формуванні моделей ванним і автоклавним способом конструкція прес-форм подібна металевим стержневим ящикам. Якщо товщина стінок прес-форми невелика, а модель має достатньо рівномірну товщину, то стінки прес-форми роблять без вент, необхідних для подачі теплоносія всередину прес-форми. В цьому випадку встановлення вент в стінках прес-форми може бути викликана необхідністю видалення повітря при задуванні гранул всередину прес-форми. У випадку виконання отворів великих розмірів, глибоких піднутрень, виконуваних вставками, пробками, об'ємними частинами в прес-формах, останні повинні бути виконані пустотілими для покращення прогріву засипання гранул в прес-форми.

Центруючі елементи для спарення половин прес-форм, притискні пристрої, затискачі для з'єднання половин виконують відповідно з рекомендаціями по конструктивному оформленню подібних елементів в металевих стержневих ящиках.

Змазки прес-форм

Для запобігання присипання моделі до робочої поверхні прес-форми останню рекомендується змастити спеціальними составами, які повинні забезпечити достатню термостійкість (до 100 – 130⁰С), багатократне знімання моделі, легко і рівномірно наноситься на поверхні прес-форм.

Застосовують роздільні рідини наступних складів: 1) вода 1л; тальк 25г.; Міло господарче 25г.- все перемішують па протязі 20 – 25 хв. і наносять після кожного знімання моделі; 2) полісілаксанова рідина №5. Склад дозволяє зробити декілька знімань моделі; 3) емульсія, що складається з 5% полісілаксанової рідини №5, 2 – 3% Міла і води.

В якості розділителів можливо також застосовувати амінову кислоту: 70% водний розчин гліцерину, 2% розчин воску в трихлоротилені.

Підготовка моделі до формування

Дефекти поверхні моделі повністю відтворюються на відливках, тому необхідно забезпечити виготовлення моделей з гладкою чистою поверхнею

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						26
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічно обробленою і в прес-формах перед формуванням виправити дефекти складом, властивості деякого близькі до властивостей газифікованого матеріалу.

Видаляти дефекти поверхні моделі доцільно при одиничному і мілко серійному виробництві, а при серійному і масовому необхідно відробити технологію виготовлення моделі з потрібною шорсткістю поверхні.

Для покращення чистоти поверхні відливки газифіковані моделі покривають шаром протипригарної суміші, що запобігає відливам від пригару і дозволяє підвищити міцність моделі і модельних блоків.

Товщина покриття становить 0,2 – 6мм.

До складу покриття може входити пилоподібний кварц, азбест, штучні мінеральні волокна, глина, пемза, бентоніт та інші матеріали. В якості сполучників застосовують речовини, що твердіють в гарячому чи холодному стані (гіпс, цемент, крохмаль чи штучні смоли).

Для покращення властивостей поверхневого шару відливки на поверхню моделі можливо також наносити тонкий шар, що містить, наприклад, графт, телур, феросилицид для збільшення зносостійкості і твердості чи для сірку для легких сплавів. Легуючий шар наносять на поверхню моделі першим. Найбільш доцільно застосовувати самовисиханні фарби, так як вони не потребують теплового висушування і дозволяють значно скоротити період між фарбуванням і формуванням. Склади фарб для моделей залежать від сплаву, маси відливки і матеріалу форми.

Важливий показник якості протипригарних фарб для газифікованих моделей – газопроникність. Підвищення газо проникливості фарби досягається шляхом введення до її складу пористих матеріалів (азбест. штучні мінеральні волокна, пемза та ін.).

Для способу формування моделей в сипучих феромагнітних матеріалах фарба повинна мати гарну адгезію і поверхні моделі, при висиханні не давати тріщин і мати високу механічну міцність, так як дріб при засипанні в опоку і наступній вібрації діє як абразив на поверхні моделі - дряпає і знімає фарбу.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						27
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приблизний склад протипригарної фарби наступний: 5 – 25%асбесту, 3 – 10% графіту, 5 – 20% шамота, 0,05 – 0,15% полі стиролового клею. 0,5 – 3% зв’язків, 1 – 5% воску.

Спосіб нанесення покриття механічним бету манним способом розпилення, без допомоги повітря з естетичної точки зору найбільш сприятливий, відсутність повітряного струменя різко знижує загазованість робочих місць, інтенсифікує процес отримання покрить.

2.2. Виготовлення форм з феромагнітних матеріалів

Спосіб лиття по газифікованим моделям дозволяє застосовувати в якості формувальної суміші сипучий дискретний феромагнітний матеріал, зміцнений на час заливання і кристалізації відливки магнітним полем (спосіб магнітного формування). Спосіб магнітного формування був запропонований Р.Гофманом в 1965р. реалізований в промисловій установці фірми “Brown Boveri Co”.

Сутність процесу є в наступному. Після засипання газифікованої моделі феромагнітним формувальним матеріалом, накладається магнітне поле, під дією якого частинки матеріалу зв’язуються, і форма набуває міцності. Після заливання форми і затвердіння відливки магнітне поле знімається, форма втрачає міцність, і формувальний матеріал висипається з опоки. При такому способі отримання відливок не тільки зберігаються основні переваги лиття в форми з сухого кварцового піску, але і видаляється їх основний недолік – можливість деформації форми при заливанні, виключаються обвалення і здування відливок. Дякуючи цим особливостям процесу відливки мають відносно високу точність, зменшується об’єм очисних робіт і досягається економія металу.

В формувальному матеріалі відсутній кварцовий пил, що покращує умови праці. Форма має високу газо проникливість, дякуючи чому виключаються виникнення газових раковин у відливках. Відсутня необхідність в дорогих і громіздких установках для приготування формувальної суміші.

У зв’язку з вказаними перевагами спосіб отримання відливок по газифікованим моделям в магнітній формі знаходить все більш широке застосування і в вітчизняній промисловості.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						28
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості формувальних сумішей для магнітних форм в теперішній час в вітчизняній промисловості знаходять застосування сипучі дисперсні магнітні матеріали, в великій кількості випускаємих для очищення відливок і для порошкової металургії: дріб сталевий колотий і литий (ДСК і ДСЛ) і чавунна (ДЧК і ДЧЛ). Найбільше застосування отримала сталевий і чавунний дріб з розміром частинок 0.5 – 0,8 мм (пароль ДСК 05, ДСК 08, ДЧК 05, ДЧЛ 08). Всі ці матеріали магнітом'які, тому при знятті магнітного поля їх остаточна намагнічуваність практично стає дорівнювати нулю, а сипучі властивості повністю відновлюються.

При багатократному використанні одного і тої ж самого дробу в якості формувального матеріалу її структурно-механічні, електромагнітні і теплофізичні властивості незначно змінюються. Ці зміни проходять в результаті отримання в дробі продуктів розкладення моделі, керамічних частинок, наприклад від фарби моделі, а також зміни хімічного складу дробу і та ін.

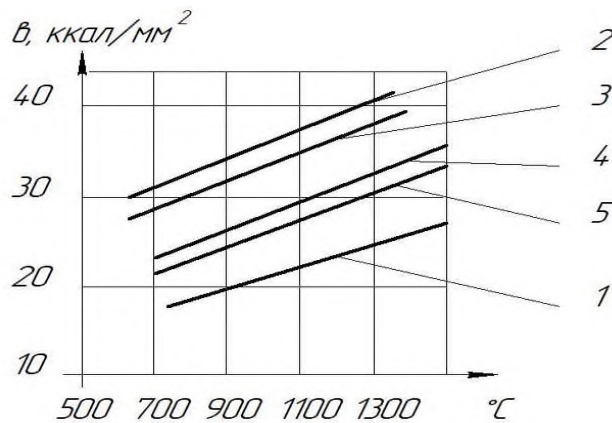
Металевий дріб є порівняно довгостроковим матеріалом. Поверхні металічного дробу після багатократних заливань плалгується вуглецем деструкції моделі, в результаті чого не проходить подальшого окислення і оплавлення частинок дробу тобто довгостроковість зростає.

Важливу роль в процесі виготовлення відливок по газифікованим моделям в формах з металевого дробу грають теплофізичні властивості форм (рис.2.2). В дослідженому інтервалі температур ефективні теплофізичні коефіцієнти форм збільшуються пропорційно підвищенню температури. Абсолютні величини теплофізичних характеристик залежать від зернового складу і природи матеріалу форми. Найбільший коефіцієнт теплової акумуляції форм з металічного дробу значно вище, чим у форм з кварцових пісків, і з підвищенням температури величина зростає скоріше, чим в кварцевих пісків.

Збільшення площини форми сприяє зростання коефіцієнт акумуляції. Швидкість кристалізації і охолодження відливки в формах з металічного дробу збільшується. Про це свідчать результати дослідів структури чавунних відливок, які показали що графітові включення у відливках отримані в форми з металічних пісків в магнітному полі, менше порівняно з структурою відливок, що отримані в піщано-глинистих формах. Зменшення структури складових металу відливки,

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						29
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

отриманих в магнітних формах, сприяє підвищення щільності металу і міцностних характеристик на 10 – 15%.



Залежність теплоакуючої здатності форми від температури:

- 1 - кварцевий пісок 1K025
- 2 - ДЧК05
- 3 - ДЧК03
- 4 - ДСК03
- 5 - ДСК05

Рис.2.2

Вивчення ступня впливу магнітного поля на первинну кристалізацію сталі 1Х18НТЛ показало, що первинна кристалізація не викривляється. Відсутність очікуваного впливу магнітного поля можливо пояснити його порівняно малою індукцією і відносно високим питомим опором розплаву. В дослідях зі сплавом АЛ2 вплив магнітного поля при індукції 0,2 т на транскристалізацію виконується достатньо чітко.

а) Оснастка для лиття по газифікованим моделям в форми з феромагнітних матеріалів:

Опоки для магнітного формування по відношенню до звичайних являють ящики з дном (контейнери). В зв'язку з тим що така опока в установці для магнітного формування встановлюється в магнітне поле, до неї надаються особливі вимоги. Щоб виключити шунтування магнітного потоку, дно і стінки опоки, які направлені за напрямком магнітного потоку, повинні бути зроблені з немагнітного матеріалу. Невиконання цієї вимоги веде до викривлення магнітного поля в формі. Розмиті конструктивні елементи опоки, наприклад заміри, для запобігання

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						30
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

викривлення магнітного поля, також потрібно виготовити з немагнітного матеріалу. Опоки не повинні збільшувати немагнітний зазор між полюсами електромагніту і формою з намагнічуваного матеріалу, для цього її стінки, що обернені до полюсів електромагніту слід виготовити з феромагнітного матеріалу. При порушенні цієї вимоги збільшуються витрати електромагнітної енергії на створення потрібної індукції магнітного поля в формі. Крім того, феромагнітний матеріал стінок також сприяє кращому зміцненню обернених до полюсів пристіночних шарів магнітної форми.

При отриманні в магнітних формах відливок по газифікованим пінополістироловим моделям для видалення газів в опоках може бути передбачене друге дно.

В установці магнітного формування повинен бути передбачений вібростіл, основне призначення якого, забезпечити повне прилягання феромагнітного формувального матеріалу по всій поверхні полі стиролової моделі, включаючи порожнини і нутрощі.

б) Особливості проектування технологічних процесів виготовлення відливок:

Особливостями проектування технологічних процесів виготовлення відливок за газифікованими моделями є визначення положення моделі в формі: визначення оптимальної величини магнітної індукції; конструктивне виконання і розміри ливникової системи.

При виборі положення моделі в формі слід враховувати можливість мінімального напруження газового режиму і підводу ливникової системи в нижню частину моделі, рівномірного віброущільнення дробу по всьому об'єму форми і найбільш відповідного розташування моделі відносно магнітного потоку при заливці форми.

В формі без моделі з металічного піску, яку помістили в постійне магнітне поле, розподілення магнітної індукції по всьому об'єму опоки з феромагнітним матеріалом приблизно можливо вважати рівномірним. Однак зі встановленням моделі характер розподілення індукції значно змінюється. При встановленні одної феромагнітної пластини з полістиролу перпендикулярно напрямку магнітного потоку на границі металічний пісок – модель в передній частині пластини величина

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						31
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

індукції зменшується більш ніж в два рази порівняно з індукцією без моделі. В той самий час величина індукції на границях пластини, паралельних лініям магнітної індукції збільшується в півтора рази. Тому тиск феромагнітного матеріалу на модель в магнітному полі буде різною в різних частинах моделі. В більшості випадків при заливці метала в форму між моделлю і розплавом виникає зазор, величина якого залежить від багатьох факторів. В зазорі при газифікації моделі виникає тиск, яке створює при фільтрації через пори форми фільтраційні сили.

Крім того, метал, при заповненні форми давить на її стінки. Все це може призвести до деформування форми. Підвищуючи індукцію можливо збільшити міцність форми і виключити „піддуття” форми. Однак при перевищенні деякого значення індукції форма втрачає стійкість і дробинки на поверхні порожнини форми повертаються і розташовуються подовж силової лінії і спрямовуються в зазор між металом і моделлю. Це явище називають заростання форми. Воно призводить до браку відливок.

Для отримання якісної відливки потрібно забезпечити рівновагу системи форма – модель – метал. Це можливо виконати, знаючи закономірності зміни напруженості магнітного поля на границі розподілу модель – форма, що залежить від напруженості і конфігурації магнітного поля і геометричних параметрів моделі. Методи визначення напруженості магнітного поля являють достатньо складну задачу, але яка в теперішній час з використанням ЕОМ вирішується в оптимальні строки.

Для запобігання браку відливок, що викликаний „заростанням” порожнини форми, слід прагнути придати моделі в формі таке положення, при якому ймовірність „заростання” зменшується і досягається достатня міцність форми при мінімальній індукції постійного магнітного поля. Перше з цих умов задовольняється при розташуванні моделі великих розмірів подовж направляючих магнітного поля. Інше розташування небажане.

в) Вибір конструкції ливникової системи:

Вибір конструкції ливникової системи визначається сифонним розподіленням підведенням металу до моделі характерним для даного способу лиття і

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						32
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утворюючим найбільш сприятливі умови для спокійного і рівномірного заповнення форми.

Ливникова система, яка виготовлена з пінополістиролу, в процесі виготовлення форми (нанесення протипригарного покриття, транспортування компонентів моделі, встановлення і вібрації при формуванні) переносить механічні навантаження. Тому для елементів ливникової системи слід виконувати перевірний розрахунок міцності. При збиранні ливникової системи і закріплення її на модель в умовах масового виробництва доцільно застосовувати безклеюву зборку. Для простих за конфігурацією відливок розрахунок ливникової системи може бути виконаний по середній швидкості підйому металу.

Для відливок складної конфігурації і перемінних перетинів по висоті необхідно виконати попередній розрахунок швидкостей і відповідно часу заміщення по ділянцям рівного перетину, прийнявши для ділянки з найбільшим перетином мінімально допустиму швидкість підйому металу.

Ливникова система для магнітного формування повинна бути комплексною в тих випадках, коли необхідна боковий прибуток, найбільш зручні підведені – живильні системи з заливанням через прибуток. Конструкцію ливникової системи слід вибирати з врахуванням створення потрібного газового режиму. В ряді випадків канали ливникової системи можливо використати для виведення газів з порожнин форми.

Всі ці різноманітні функції – заповнення форми, що живлять відливки, видаляють гази з ливникової форми – при збереженні компактності конструкції найбільш ефективно виконуються підведені живильні системи з вільно падаючим струменем, який формується діафрагмою, яку встановлено в чаші. Швидкість заливання регулюється розміром отвору в діафрагмі.

Особливість заповнення металічних форм розплавом – заливання в умовах дії постійного магнітного поля. В струмопровідному розплаві, що рухається по каналам ливникової системи, спостерігається ефект Гартмана (спрощення профіля швидкості в ядрі і збільшення градієнта швидкості біля стінок, яке призводить до зростання коефіцієнта опору), а також ефект стримування турбулентності, що знижує коефіцієнт опору.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						33
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експерименти не виявили вплив магнітного поля на час заповнення форми розплавами чорних металів. Це дає основи для конструювання і розрахунку ливникової системи для магнітних форм без врахування магнітогідродинамічних ефектів, що виникають в рухаючомуся по ливниковим каналам розплаву.

г) Обладнання для виготовлення ливникових форм з феромагнітних матеріалів.

Лідером в області виробництва обладнання для виготовлення ливникових форм з феромагнітних матеріалів є германська фірма „Brown Boveri Co”.

Для виготовлення відливок складної конфігурації з чавуну, сталі і кольорових сплавів по газифікованим моделям ця фірма випустила фірмові установки типу МFA з розмірами близько 400х300х300 до 2000х500х1500, продуктивністю від 20 до 48 форм за год., довжиною заливання і охолодження від 225 до 500⁰С, тактом від 75 до 250 секунд, з середньою продуктивністю лиття від 384 до 900кг/год, і габаритними розмірами установки від 7,8х4,2х5,2 до 12.0х5,4х7,8 м.

До складу установок входять дільниця засипання і вібрації, електромагніт, дільниці охолодження і вибивання, віброжолоб для розподілення відливок і магнітного наповнювача форми в витратний бункер. Установка оснащена відсмоктуючими пристроями в місцях можливого пилоутворення і газовиділення.

В якості формувальної суміші на даних установках застосовують мілко зернистий магнітний матеріал. Пофарбовану пінополістиролові модель засипають магнітним матеріалом, для ущільнення частинок якого застосовують вібрацію.

Для кращого розподілення і ущільнення формувального матеріалу передбачається поворот (покачування) форми при вібрації. Форма подається в простір між полюсами пневмоштовхачем. Після виникнення корки затверділого матеріалу магнітне поле знімається. за цей час формується наступна опока, яка прямує на заливку, переміщуючи залиту опоку на дільницю охолодження (на один такт).

Після охолодження відливки форма руйнується на віброжолобі, формувальний матеріал відділяється від відливки, охолоджується і потрапляє на повторне використання.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						34
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Застосування поточної лінії виготовлення відливок в магнітних формах дозволяє підвищити точність відливок до 5 -6го Клаусу і чистоту поверхні відливки до 2 – 3го класу шорсткості; відмовитися від застосування дорогих і громіздких установок для приготування формувальної суміші, спрощує контроль якості формувальних матеріалів. Виконання операції діставання моделі і збирання форми дає змогу отримувати відливку без формувальних уклонів, швів і заливів, що підвищує розмірну точність і зменшує витрати матеріалу.

В серійному виробництві за рахунок скорочення ряду операцій, що впливають на точність відливки, і застосування нероз'ємних моделей точність лиття збільшується в 2,5 рази. Так наприклад, за рахунок зменшення припуску на механічну обробку маса гільзи СМД – 14 зменшується на 42%.

Базуючись на досліді отримання відливок з чорних металів способом магнітного формування і враховуючи особливості цього процесу, можливо встановити наступні найбільш раціональні області застосування лиття в магнітні форми.

1. Складні відливки масою до 250 кг, найбільшим розміром до 800 – 1000мм, отримані за звичайною технологією зі стрижнями (в даному випадку перехід на спеціальний вид лиття дозволяє значно скоротити витрати, пов'язаних з виготовленням формувальних і стержневих сумішей і очищенням відливок).

2. Деякі відливки, за виплавленими моделями звичайно отримані (наприклад. вставки в штампи, ріжучий інструмент). Виготовлення відливок в магнітних формах окрім значного зменшення вартості, підвищує їх продуктивність.

3. Ряд відливок, на якості яких сприятливо діє ефект збільшеної тепло акумуляції магнітних форм. Наприклад відливки деталей гідро-, пневмопристроїв, що потребують підвищеної щільності і герметичності металу.

2.3. Газовий режим ливарної форми

У будь-якій разовій ливарній формі можна розрізнити два періоди газового режиму.

Перший період газового режиму ливарної форми визначається

тривалістю заливання форми металом. Газова фаза у порожнині форми активно впливають на дзеркало рідкого металу. При цьому в залежності від складу

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						35
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

газу можуть відбуватися процеси окислення та відновлення на межі метал-газ, а також розчинення та виділення різних газів.

Теплове розширення газів, що знаходяться в порожнині форми, і газифікація складових формувальної суміші визначають газовий тиск у порожнині, що протидіє гідростатичному натиску металу, збільшуючи тривалість заливання. У цей період починаються і хімічні реакції на межі метал-форму. Перший період газового режиму мало вивчений навіть при лиття у звичайні піщані (порожнисті) форми.

Кінетика газовиділення при деструкції моделі. Пінополістирол інтенсивно дестругує у період заповнення форми тв. Але й після закінчення процесу заливання відбувається газовиділення і навіть його зростання. Подальший зростання газовиділення вказує на те, що леткі продукти деструкції пінополістиролу конденсуються на стінках форми і по мірі прогрівання форми розкладаються, збільшуючи її газотворність. Таким чином, у другій стадії газового режиму необхідно враховувати, крім газотворності стрижня (форми), додаткову газотворність від розкладання продуктів конденсації полістиролу.

Емпіричне рівняння газовиділення:

$$Q = aF\tau_3^m,$$

де Q - обсяг газів, що виділилися, см³; a- відносний коефіцієнт газовиділення; F – площа поверхні взаємодії між металом і моделлю, см²; τ_3 – тривалість заливання, с.

Відносний коефіцієнт газовиділення визначає об'єм газів, що виділилися з одиниці поверхні моделі в одиницю часу в результаті взаємодії металу і моделі в порожнині форми $a = 1 \text{ см}^3/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$. Залежність коефіцієнтів газовиділення від швидкості підйому металу в порожнині форми можна простежити на рис. 2.3.

Між металом і моделлю утворюється зазор, де формується газова фаза продуктів деструкції полістиролу. Величина зазору залежить від температури металу, об'ємної маси моделі та її теплофізичних констант, гідравлічних властивостей форми швидкості підйому металу в порожнину.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						36
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

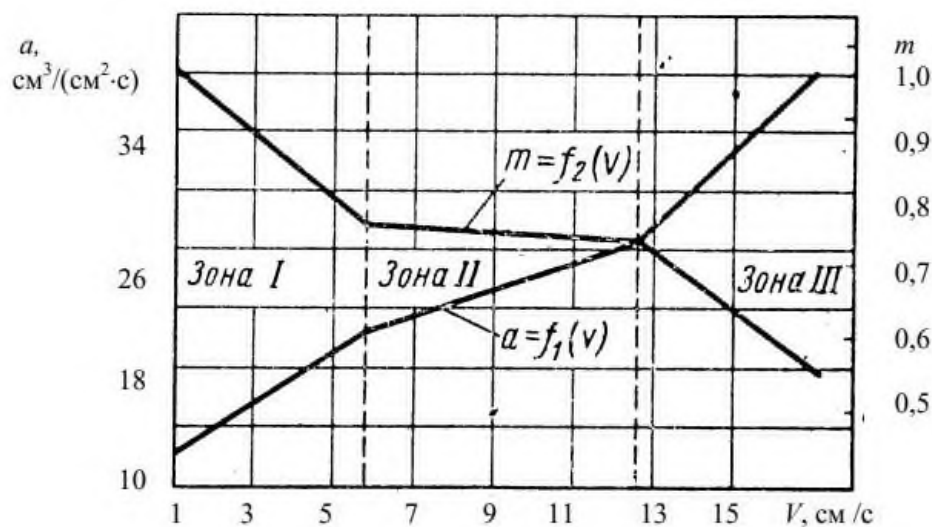


Рис.2.3. Залежність коефіцієнтів газовиділення від швидкості підйому металу в порожнині форми

При взаємодії моделі з пінополістиролу з розплавленим металом вона розкладається з утворенням газової, рідкої та твердої фаз; назвемо ці фази первинними. Рідка фаза під дією високої температури дестругує з постійною швидкістю, утворюючи вторинні газову та тверду фази. Вторинна газова фаза складається в основному з водню, метану та летких уламків розкладання пінополістиролу у вигляді стиrolу та його похідних з малою молекулярною вагою. Вторинна тверда фаза, як і первинна, складається з сажистого вуглецю та коксового залишку.

Летючі продукти при температурі матеріалу форми будуть конденсуватися в її порах, утворюючи вторинну рідку фазу, яка відрізняється від первинної своєю меншою молекулярною вагою.

При збільшенні розрахункової швидкості підйому металу швидкість розкладання пінополістиролу починає відставати від підйому металу, тому на дзеркалі металу накопичується рідка фаза, але вона, як і раніше, встигатиме розкладатися в зазорі. У той же час наявність рідкої фази на дзеркалі металу розширює площу взаємодії між моделлю та металом, що збільшує швидкість та кількість утворення газоподібних продуктів розкладання (рис. 2.4).

У зоні контакту моделі та металу в порожнині форми виникає газовий тиск, від якого залежить фактична швидкість заливання форми.

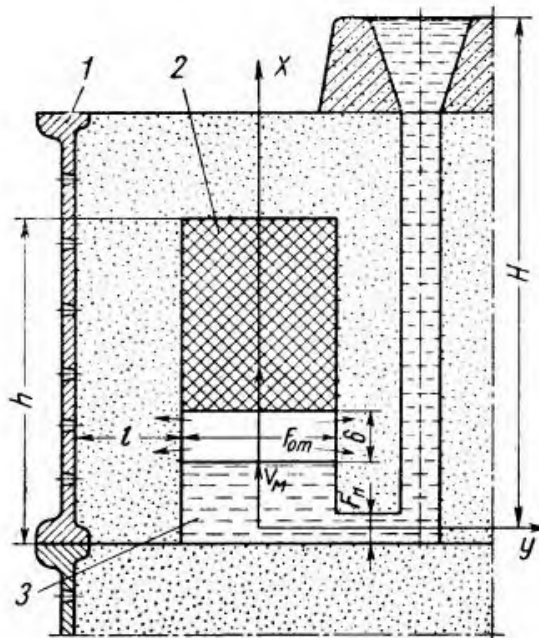


Рис.2.4.Схема взаємодії металу та моделі у формі:
1 – опока; 2 – модель з пінополістиролу; 3 – метал

Ця швидкість значно відрізняється від швидкості, визначеної на підставі розрахунку тривалості заливання порожнистої форми.

Другий період газового режиму ливарної форми починає розвиватися в першому періоді і особливо інтенсивно після закінчення заливки форми металом, коли відбувається кристалізація виливка та її охолодження. У цей період розвиваються процеси хімічної взаємодії між газами і поверхневим шаром кристалізується виливки, які носять в основному дифузійний характер.

Другий період достатньо добре вивчений для лиття у звичайні разові форми. При литті за моделями, що газифікуються, другий період представляє небезпеку через утворення газових дефектів у виливках. З'являється небезпека утворення газових дефектів, особливо в товстостінних відливках, так як до кінця заливки на межі метал-форма не встигає утворитися скоринка металу. Небезпека утворення газових дефектів посилюється ще тим, що до загальної газотворності суміші додається газотворність сконденсованих у стінках форми продуктів розкладання моделі. Потужність газоутворення у формі (стрижні) пропорційна прогріву форми (стрижня), оскільки розподіл тепла описується законом квадратного кореня, то потужність газовиділення пропорційна квадратного кореня.

					6261м. 02.МР.09.02.ПЗ	Арк.
						38
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.Технологічна частина

3.1. Опис і аналіз заводського технологічного процесу

При переході на умови багатосерійного виробництва, які існують в даному технологічному процесі, метод отримання деталей є нераціональним, тому що коефіцієнт використання матеріалу не перевищує 0,25 – 0,39.

Припуски в заготовки достатньо завищені і тут потрібна зміна технології виготовлення заготовок. Розглядаючи дану проблему більш досконально можливо відмітити наступні недоліки. Формоутворення заготовки виконується методом лиття в піщано – глинисті форми, на поверхні заготовки утворюється пригарна норма, так як деталь має подовжні ребра розташовані під великими кутами, то виникають замкнуті порожнини, для виключення яких в процесі формоутворення потрібне застосування спеціальних складових модулів чи форм. Так як ці елементи деталі визначаються конструктивними міркуваннями, то їх зміни ускладнюються.

На чорнових операціях ускладнюється базування деталі в результаті чого додатково збільшується припуск до 15 мм з обох фланців деталі, це серйозно зменшує коефіцієнт використання матеріалу. Крім того, дякуючи вибраному в існуючому технологічному процесі, методу лиття, значно збільшені припуски на обробку діаметральних розмірів, в деяких місцях досягають 80 мм на діаметр. Це пов'язано з низькою точністю виготовлення форм і моделі, похибкою на сполучення тігелів форм і низькою точністю виконання кріплячих отворів на свердлильній операції через відсутність раціональної схеми базування.

В результаті цього на чорнових операціях знімається припуск металу який у півтора рази перевищує масу деталі, що важко назвати раціональним.

В іншому технологічний процес виготовлення корпусу компресора вважаю раціональним і який дозволяє досягти потрібних показників точності і якості поверхонь що оброблюються.

Параметри застосованого обладнання відповідають потребам даної операції і по точності, і по економічним показникам, але відповідність режимів різання в ряді випадків можливо вважати сумнівними.

Більш того правильність розробки технологічного процесу можливо оцінити за допомогою трьох якісних показників: коефіцієнт завантаження обладнання,

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						40
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

коефіцієнт використання обладнання за часом і за потужністю. Способи визначення цих коефіцієнтів зазначені у відповідній літературі.

В даному дипломному проекті подібні розрахунки виконані для розробленого технологічного процесу обробки деталі корпус компресора.

3.2. Вибір і обґрунтування методу отримання заготовки

Вибір виду заготовки значно впливає на якість виробу і в значній мірі визначає характер і економічність технологічного процесу в цілому, тому і є одним з найбільш важливих етапів проектування.

Вибираючи вид заготовки, слід, в першу чергу, виходити з особливостей матеріалу деталі і вимог, що йому пред'являються по відношенню до структурного стану і фізико – механічних властивостей.

Не менш важливу увагу слід приділити відповідності конструктивних форм деталі технологічним можливостям вибраного заготівельного процесу. При цьому необхідно враховувати розміри, складність геометричних форм, наявність внутрішніх порожнин, товщину стінок і та ін..

На основі даних рекомендацій, форми, розмірів і матеріалу деталі можемо зробити висновок, що заготовка корпусу компресора може бути отримана тільки методами лиття.

Найбільш дешевий метод лиття є лиття в піщано – глинисті форми.

Вибір заготовки (лиття в піщано – глинисті форми)

За доповненням [5] в залежності від способу лиття, найбільшого габаритного розміру і типу виробництва встановлюємо клас точності відливки – 11, ряд припусків – 5.

В залежності від класу точності розмірів відливки і номінального розміру за доповненням [1.2] знаходимо величину допуску і заносимо її в табл.. 2.1. (нижче).

Площина симетрії деталі (площина горизонтального фланця) приймаємо за площину роз'ємну моделі і форми. В цьому випадку на вертикально розташованих поверхнях слід передбачити ливарні нахили.

Загальні припуски $\Pi_{\text{заг}}$ на механічну обробку відливок по величині допуску на розмір і ряду припусків визначають за додатком 1.5. і заносять їх до табл.. 3.1.

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						41
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Форма відливки продиктована особисто методом лиття, тобто відливати в даному випадку у відливки внутрішні параметри не є раціональним через виникнення відхилень від зміщення форм і того, що величина припуску зіставлена з глибиною карману. Тому половина форми, що забезпечує виконання внутрішніх поверхонь обертання відливки виконується в спрощеному виді і має два зломи в місцях зміни кутів деталі. В результаті цього принципу назначаємо тільки для поверхонь в яких виникає злом.

Таблиця 3.1

Позна- чення розміру	Формула для розрахунку	Припуск, мм	Напуск, мм	Розмір відливки, мм
1	2	3	4	5
d704,5	$d_{704,5} = d - 2\Pi_{\text{заг}} = 704,5 - 12 \cdot 2 = 680,5$	$12 \cdot 2$	± 4	$680,5 \pm 4$
d728,1	$d_{728,1} = d - 2\Pi_{\text{заг}} = 728,1 - 12 \cdot 2 = 704,1$	$12 \cdot 2$	± 4	$704,1 \pm 4$
d768,4	$d_{768,4} = d - 2\Pi_{\text{заг}} = 768,4 - 12 \cdot 2 = 744,4$	$12 \cdot 2$	± 4	$744,4 \pm 4$
$\ell 16$	$\ell 16 = \ell + \Pi_{\text{заг}} + \Pi_{\text{заг1}} = 16 + 7 + 12 + 35$	$7 + 12$	$\pm 1,6$	$35 \pm 1,6$
L798	$L_{798} = L + 2\Pi_{\text{заг1}} = 798 + 12 + 12 = 822$	$12 + 12$	± 4	822 ± 4

Для визначення маси відливки, враховуючи складність конструкції розіб'ємо припуск деталі на окремі частини і вирахуємо їх масу з масою деталі, яка дорівнює $m = 160$ кг.

$$V_{\text{пп}} = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 = \frac{3,14(704,5^2 - 680,5^2)}{4} \cdot 360 + \frac{3,14(728,1^2 - 704,1^2)}{4} \cdot 260 + \frac{3,14(768,4^2 - 744,4^2)}{4} \cdot 202 + \frac{3,14(944^2 - 744,4^2)}{4} \cdot 12 + \frac{3,14(944^2 - 820^2)}{4} \cdot 7 + \frac{3,14(844^2 - 680,5^2)}{4} \cdot 12 + \frac{3,14(844^2 - 680,5^2)}{4} \cdot 7 = 30,828 \cdot 10^6 \text{ мм}^3 = 30828 \text{ см}^3.$$

Маса припуску дорівнює $G_{\text{зп}} = \gamma \cdot V_{\text{пп}} = 0,00785 \cdot 29691 = 142$ кг.

Маса заготовки дорівнює $G_3 = G_{\text{д}} + G_{\text{пп}} = 160 + 242 = 402$ кг.

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу: $KBM = \frac{G_{\text{д}}}{G_{\text{з.л.}}} = \frac{160}{402} = 0,38$.

Вибір заготовки (лиття за газифікованими моделями в форми з феросплавних матеріалів)

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						42
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Даний метод лиття є переважним за цілим рядом показників. Дякуючи відсутності роз'єму форм, процес відділення моделі від форми і таке інше, виникає зниження припусків більш чим в 1,5 рази підвищується ступінь точності відливки і якість її поверхні. Також одним з основних переваг по відношенню до даного типу деталі є більш щільно структура матеріалу після кристалізації відливки на що впливає застосування феромагнітних форм.

Приведемо розрахунок заготовки отриманої литтям за газифікованими моделями в форми з феромагнітних матеріалів.

За додатком [1] встановлюємо клас точності відливки – 9, ряд припусків – 4.

В залежності від класу точності розмірів відливки і номінальних розмірів за додатком 1.2. [] знаходимо величину припуску і заносимо її до табл. 3.2.

Так як приймається лиття за газифікованими моделями, то площа роз'єму форми і моделі відсутня і таким чином ливарні нахили теж не передбачаються.

Загальні припуски $\Pi_{\text{заг}}$ на механічну обробку відливок по величині допуску на розмір і ряду припусків визначаються за додатком 1.5. [] і заносимо їх до табл. 3.2.

В даному випадку доцільно відливати внутрішні кишені так як відсутні зміщення форм і величина припуску менше чим при литті в піщано – глинисті форми.

Визначення розмірів відливки

Таблиця 3.2

Позначення розміру	Формула для розрахунку	Припуск, мм	Допуск, мм	Розмір відливки, мм
1	2	3	4	5
d704,5	$d_{704,5} = d - 2\Pi_{\text{об}} = 704,5 - 2 \times 6 = 692,5$	2×6	± 2	692,5± 2
d725	$d_{725} = d - 2\Pi_{\text{об}} = 725 - 2 \times 6 = 713$	2×6	± 2	713± 2
d706,4	$d_{706,4} = d - 2\Pi_{\text{об}} = 706,4 - 2 \times 6 = 694,4$	2×6	± 2	694,4± 2
d731	$d_{731} = d - 2\Pi_{\text{об}} = 731 - 2 \times 6 = 719$	2×6	± 2	719± 2
d712,3	$d_{712,3} = d - 2\Pi_{\text{об}} = 712,3 - 2 \times 6 = 700,3$	2×6	± 2	700,3± 2
d737	$d_{737} = d - 2\Pi_{\text{об}} = 737 - 2 \times 6 = 725$	2×6	± 2	725± 2

		Продовж.табл.3.2		
1	2	3	4	5
d718,2	$d_{718,2} = d - 2\Pi_{o\delta} = 706,2$	2×6	± 2	$706,2 \pm 2$
d745	$d_{745} = d - 2\Pi_{o\delta} = 745 - 2 \times 6 = 733$	2×6	± 2	733 ± 2
d728,1	$d_{728,1} = d - 2\Pi_{o\delta} = 716,1$	2×6	± 2	$716,1 \pm 2$
d756	$d_{56} = d - 2\Pi_{o\delta} = 756 - 2 \times 6 = 744$	2×6	± 2	744 ± 2
d739,2	$d_{739,2} = d - 2\Pi_{o\delta} = 739,2 - 2 \times 6 = 727,2$	2×6	± 2	755 ± 2
d767	$d_{767} = d - 2\Pi_{o\delta} = 739,2 - 2 \times 6 = 755$	2×6	± 2	$738,2 \pm 2$
d750,2	$d_{750,2} = d - 2\Pi_{o\delta} = 750,2 - 2 \times 6 = 738,2$	2×6	± 2	770 ± 2
d782	$d_{782} = d - 2\Pi_{o\delta} = 770$	2×6	± 2	$726,4 \pm 2$
d768,4	$d_{768,4} = d - 2\Pi_{o\delta} = 768,4 - 2 \times 6 = 726,4$	2×6	± 2	$790,5 \pm 2$
d802,5	$d_{802,5} = d - 2\Pi_{o\delta} = 802,5 - 2 \times 6 = 790,5$	2×6	± 2	$776,7 \pm 2$
d788,7	$d_{788,7} = d - 2\Pi_{o\delta} = 788,7 - 2 \times 6 = 776,7$	2×6	± 2	$790,5 \pm 2$
d920	$d_{920} = d - 2\Pi_{o\delta} = 920 + 2 \times 6 = 932$	2×6	± 2	932 ± 2
d820	$d_{820} = d - 2\Pi_{o\delta} = 820 + 2 \times 6 = 832$	2×6	± 2	832 ± 2
d16	$\ell_{16} = \ell + \Pi_{o\delta} + \Pi_{o\delta\ell} = 16 + 3 + 6 = 25$	$3+6$	$\pm 0,8$	25 ± 2
d798	$L_{798} = L + 2\Pi_{o\delta L} = 798 + 6 + 6 = 810$	2×6	± 2	810 ± 2

Для визначення маси відливки, враховуючи складність конструкції розіб'ємо припуски деталі на окремі частини і просумуємо їх масу з масою деталі, яка дорівнює $m=160$ кг.

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						44
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\begin{aligned}
V_{\text{пп}} &= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + V_5 + V_6 + V_7 + V_8 + V_9 + V_{10} + V_{11} + V_{12} + V_{13} + V_{14} + V_{15} + V_{16} + \\
&+ V_{17} + V_{18} + V_{19} + V_{20} + V_{21} = \frac{3,14(704,5^2 - 690,5^2)}{4} \cdot 61 + \frac{3,14(725^2 - 712^2)}{4} \cdot 32 + \\
&+ \frac{3,14(706,4^2 - 692,4^2)}{4} \cdot 53 + \frac{3,14(731^2 - 717^2)}{4} \cdot 33 + \frac{3,14(712,3^2 - 690,3^2)}{4} \cdot 57 + \\
&+ \frac{3,14(737^2 - 723^2)}{4} \cdot 33 + \frac{3,14(718,2^2 - 704,2^2)}{4} \cdot 47 + \frac{3,14(745^2 - 731^2)}{4} \cdot 43 + \\
&+ \frac{3,14(728,1^2 - 714,1^2)}{4} \cdot 56 + \frac{3,14(756^2 - 742^2)}{4} \cdot 43 + \frac{3,14(739,2^2 - 725,2^2)}{4} \cdot 56 + \\
&+ \frac{3,14(767^2 - 753^2)}{4} \cdot 43 + \frac{3,14(750,2^2 - 736,2^2)}{4} \cdot 57 + \frac{3,14(782^2 - 768^2)}{4} \cdot 43 + \\
&+ \frac{3,14(768,4^2 - 724,4^2)}{4} \cdot 57 + \frac{3,14(802,5^2 - 690,5^2)}{4} \cdot 43 + \frac{3,14(788,7^2 - 774,7^2)}{4} \cdot 60 + \\
&+ \frac{3,14(932^2 - 774,7^2)}{4} \cdot 6 + \frac{3,14(932^2 - 820^2)}{4} \cdot 3 + \frac{3,14(832^2 - 690,5^2)}{4} \cdot 6 + \\
&+ \frac{3,14(832^2 - 745^2)}{4} \cdot 3 = 14,490 \cdot 10^6 \text{ мм}^3 = 14490 \text{ см}^3.
\end{aligned}$$

Маса припуску дорівнює $G_{\text{np}} = \gamma \cdot V_{\text{np}} = 0,00785 \cdot 14490 = 112,7 \text{ кг}$

Маса заготовки дорівнює $G_3 = G_{\text{д}} + G_{\text{np}} = 160 + 112,7 = 273,7 \text{ кг}$

Визначаємо коефіцієнт використання матеріалу:

$$KBM = \frac{G_{\text{д}}}{G_3} = \frac{160}{273,7} = 0,58.$$

Висновок: так як обидва методи отримання заготовки є ливарними методами, а порівняти їх за технологічною досконалістю виготовлення, в плані вартості технологічного обладнання для виготовлення заготовок і витратами матеріалів точними методами не є можливим, тоді виконаємо вибір методу лиття виходячи з мінімальної вартості механічної обробки заготовки до отримання готової деталі і виходячи з мінімальної маси заготовки (максимального KBM). Це буде метод лиття по горизонтальним моделям в форми з феромагнітних матеріалів.

Вартість технологічного обладнання в цілому для цього даного методу буде значно менше чим для лиття в піщано-глинисті форми так як відсутні дорогі машини по підготовці формувальних сумішей з заданими властивостями, застосування яких у випадку багатосерійного виробництва є обов'язковим. Більш висока вартість моделей з полістиролу, які є одноразовими, порівняно з дешевими

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						45
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і багатократно використовуваними дерев'яними або металічними моделями може окупитись зниженням необхідної кількості технологічного обладнання (його вартості) для механічної обробки, зниженням витрат на капітальні вклади, на фонд заробітної плати і так далі.

Таким чином вибираємо остаточно для виготовлення заготовки деталі корпусу компресора, метод лиття за газифікованими моделями в форми з феромагнітних матеріалів.

3.3.Розрахунок припусків на механічну обробку

Припуск – шар матеріалу який знімається з поверхні заготовки з метою досягнення заданих властивостей поверхні що обробляється (і властивостей оброблює мого предмета праці чи його поверхні відносяться розміри, форма, твердість, шорсткість і та ін.). Припуск може бути операційним, проміжним, загальним.

Операційний припуск – припуск, який видаляється при виконанні одної технологічної операції.

Проміжний припуск – припуск, що видаляється при виконанні одного технологічного переходу.

Загальний припуск – сума технологічних припусків які видаляються при виконанні всіх технологічних операцій, які виконуються над одною поверхнею.

В машинобудуванні застосовують дослідно-статистичний і розрахунково-аналітичний методи встановлення припусків на обробку. При дослідно-статистичному методі загальні і проміжкові припуски беруть по таблицям, що узагальнюють і синтезують промислові дані передових машинобудівних заводів. Область застосування цього методу – одиничне і мілко серійне виробництво.

При розрахунково-аналітичному методі проміжків припуск z_i на кожному технологічному переході повинен бути таким, щоб при його знятті ліквідувались похибки обробки і дефекти поверхневого шару матеріалу, які були отримані на попередніх передачах [висота поверхонь R_{zi-1} , глибина поверхневого шару, отримані на попередніх переходах, глибина дефектного шару (безвуглецевий чи відбілений шар) L_{i-1} , сумарні відхилення розташування поверхні (відхилення від

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						46
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

паралельності, співвісності, симетричності, перетину осей, позиційне) і в деяких випадках відхилення форми поверхні (відхилення від площини, прямолінійності) $\Delta \sum_{i-1}$], а також похибки установки заготовки що оброблюється, які виникають на виконаному переході ε_i . Всі складові припуски визначаються в мікрометрах. Даний метод визначення припусків базується на аналізі виробничих похибок, які виникають при конкретних умовах обробки заготовки. Відповідно йому мінімальні і максимальні значення припусків по кожному технологічному переходу визначаються за наступними формулами:

при послідовній обробці протилежних поверхонь: (зовнішніх)

$$z_{i \min} = (Rz + h)_{i-1} + \Delta \sum_{i-1} + \varepsilon_i;$$

$$z_{i \max} = z_{i \min} + TD_{i-1} + TD_i;$$

при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання:

$$2z_{\min} = 2 \left[(Rz + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta^2 \sum_{i-1} + \varepsilon_i^2} \right];$$

$$2z_{\max} = 2z_{\min} + TD_{i-1}(Td_{i-1}) + TD_i(Td_i);$$

де Td_{i-1} і TD_{i-1} – допуски розмірів на попередньому переході;

Td_i і TD_i – допуски розмірів на виконуваному переході.

Загальні припуски на обробку поверхні визначаються за формулами:

при послідовній обробці протилежних поверхонь:

$$z_{o \min} = \sum_1^n z_{i \min};$$

$$z_{o \max} = \sum_1^n z_{i \max};$$

при обробці зовнішніх і внутрішніх поверхонь обертання:

$$2z_{o \min} = 2 \sum_1^n z_{i \min};$$

$$2z_{o \max} = 2 \sum_1^n z_{i \max};$$

де n – число технологічних переходів, які виконуються над даною поверхнею.

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						47
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В приведених вище формулах $\Delta \sum_{i=1} \varepsilon_i$ звичайно являють сумарні похибки різних просторових відхилень $\Delta \sum$, похибок базування $\varepsilon_{\delta i}$ і похибок закріплення $\varepsilon_{\delta i}$ відповідно. В конкретних випадках ті чи інші додатки, що входять до розрахункових формул для визначення припусків на обробку виключаються.

Правильність проведених розрахунків виконують за формулами:

$$z_{i \max} - z_{i \min} = T_{i-1} - T_i;$$

$$2z_{i \max} - 2z_{i \min} = TD_{i-1} - TD_i;$$

$$z_{o \max} - z_{o \min} = T_3 - T_{\partial};$$

$$2z_{o \max} - 2z_{o \min} = TD_3 - TD_{\partial};$$

де T_3 і T_{∂} – допуск відповідно заготовки і деталі.

Визначивши для кожного переходу проміжкові припуски, можливо розрахувати між операційні (проміжкові) розміри з допустимими відхиленнями. Вихідною величиною для розрахунку між операційних розмірів при обробці розглянутої поверхні слід її номінальний розмір на робочому кресленні з зазначенням поля допуску і параметра шорсткості.

За вихідний розрахунковий розмір приймають при обробці зовнішніх поверхонь обертання найбільший граничний розмір, а при обробці внутрішніх – найменший граничний розмір. Проміжкові номінальні розміри при обробці зовнішніх поверхонь визначають шляхом послідовного додавання до вихідного розрахункового розміру (а при обробці внутрішніх поверхонь – послідовного віднімання) проміжних припусків в послідовності оберненій ходу технологічного процесу обробки розглянутої поверхні.

Розрахункові формули для визначення розмірів для зовнішніх поверхонь:

$$a_{\min i-1} = a_{\min i} - z_{\min i};$$

$$a_{\max i-1} = a_{\min i-1} + T_{i-1};$$

$$D_{\min i-1} = D_{\min i} + 2z_{\min i};$$

$$D_{\max i-1} = D_{\min i-1} + TD_{i-1};$$

для внутрішніх поверхонь:

$$a_{\max i-1} = a_{\max} - z_{\min i};$$

$$a_{\min i-1} = a_{\max} - T_{i-1};$$

$$D_{\max i-1} = D_{\max i} - 2z_{\min};$$

$$D_{\min i-1} = D_{\max i-1} - TD_{i-1};$$

де $a_{\min i-1}$, $D_{\min i-1}$, $D_{\max i-1}$ - відповідно проміжків і найбільший граничні розміри, отримані на попередньому переході.

$a_{\min}$, $D_{\min i}$, $D_{\max i}$, $a_{\max i}$ - відповідно найбільший і найменший граничні розміри, отримані на виконаному технологічному переході.

Виконаємо розрахунок припусків і граничних розмірів при обробці внутрішнього діаметра $\varnothing 725H9$.

Технологічний маршрут обробки поверхні наступний: обточування чорнове (H12); обточування чистове (H10); обточування точне (H9).

Знаходимо складові елементи припуску. Допуски на розмір відливки по 9 класу точності $T_{H3} = 4,0\text{мм} = 4000\text{мкм}$.

технологічний допуск при чорновому обточуванні (12 квалітет):

$$T_{H1} = 0,97\text{мм} = 970\text{мкм};$$

технологічний допуск при чистовому обточуванні (10 квалітет):

$$T_{H2} = 0,4\text{мм} = 400\text{мкм};$$

технологічний допуск при точному обточуванні (9 квалітет):

$$T_{H3} = 0,25\text{мм} = 250\text{мкм}.$$

Величина (R_z+h) , характеризує якість відливки, дорівнює 600 (табл. 2.1):

при чорновому обточуванні $R_z=100$; $h = 100$;

при чистовому обточуванні $R_z=25$; $h = 25$;

при точному обточуванні $R_z=5$; $h = 5$.

Сумарне значення відхилення розташування для відливки при встановленні на площину – визначається величиною короблення $\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\kappa} L$;

де $\Delta_{\kappa} = 1,5\text{мкм} / \text{мм}$ [табл. 8, с.183] для деталей

$L = 725\text{мм}$ - розмір оброблюваної поверхні.

$$\Delta_{\text{кор}} = 725 \cdot 1,5 = 1087,5\text{мкм}.$$

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						49
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Величина залишкових відхилень після чорнового обточування:

$$\Delta_{ост} = K_y \cdot \Delta_{кор} = 0,06 \cdot 1087,5 = 65 \text{ мкм}$$

де $K_y = 0,06$ – коефіцієнт уточнення [табл.29, с.190].

Похибка встановлення $\Delta \varepsilon_y = 500 \text{ мкм}$ [табл.17, с.44] на чорновому обточуванні.

Похибка встановлення при чистовому обточуванні з вивірянням за попередньо оброблюваною поверхнею: $\Delta \varepsilon_y = 150 \text{ мкм}$ [табл.17, с.44].

Похибка встановлення при точному обточуванні з вивірянням за чисто обробленою поверхнею: $\Delta \varepsilon_y = 50 \text{ мкм}$ [табл.17, с.44].

Виконаємо розрахунок мінімальних значень між операційних припусків:

- під чорнове обточування:

$$2Z_{1\min} = 2[(R_z + h) + \sqrt{\Delta_K^2 + \varepsilon_1^2}] = 2(600 + \sqrt{1088^2 + 500^2}) = 3593 \text{ мкм};$$

- під чистове обточування:

$$2Z_{2\min} = 2(100 + 100 + \sqrt{65^2 + 150^2}) = 727 \text{ мкм};$$

- під точне обточування:

$$2Z_{3\min} = 2(25 + 25 + \sqrt{3^2 + 50^2}) = 200 \text{ мкм}.$$

Приймаємо за розрахунковий розмір останнього переходу (точне обточування) - $\varnothing 725,25$, для інших переходів отримаємо:

- для чистового обточування:

$$d_{р\text{ чис}} = 725,25 - 0,2 = 724,05 \text{ мм}; \text{ округляємо до } 725,0 \text{ мм};$$

- для чорнового обточування:

$$d_{р\text{ чор}} = 725,05 - 0,727 = 724,32 \text{ мм}, \text{ округляємо до } 724,32 \text{ мм};$$

- для заготовки:

$$d_{р\text{ з}} = 724,32 - 3,595 = 720,73 \text{ мм}, \text{ округляємо до } 720 \text{ мм}.$$

Записуємо найменші граничні розміри по всіх технологічних переходах в табл.3.3, попередньо округливши їх в сторону зменшення розрахункових розмірів, округлення виконуємо до того знаку десятинного дробу, з яким даний допуск на розмір для кожного переходу.

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						50
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо найбільші граничні розміри додаванням допуску до округленого найменшого граничного розміру:

найменший граничний розмір після точного точіння:

$$d_{\min} = 725,25 \text{ мм};$$

найбільший граничний розмір після точного точіння:

$$d_{\max} = 725,0 - 0,25 = 725,0 \text{ мм};$$

найбільший граничний розмір після чистового обточування:

$$d_{\max \text{ ч}} = 725,0 - 0,40 = 724,6 \text{ мм};$$

найбільший граничний розмір після чорнового обточування:

$$d_{\max \text{ чОР}} = 724,32 - 0,97 = 723,35 \text{ мм};$$

найбільший граничний розмір заготовки:

$$d_{\max 3} = 720 - 4 = 716 \text{ мм}.$$

Мінімальні значення припуску дорівнюють різниці найменших граничних розмірів попереднього і виконаного переходів, а максимальні значення $Z_{\max}$ відповідно – різниці найбільших граничних розмірів.

Тоді для точного обточування:

$$2Z_{T \max} = 725 - 724,6 = 0,4 \text{ мм};$$

$$2Z_{T \min} = 725,25 - 725 = 0,25 \text{ мм};$$

для чистового обточування:

$$2Z_{\text{ч} \max} = 723,35 - 724,6 = 1,25 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{ч} \min} = 725 - 724,32 = 0,68 \text{ мм};$$

для чорнового обточування:

$$2Z_{\text{чОР} \max} = 716 - 723,35 = 7,35 \text{ мм};$$

$$2Z_{\text{чОР} \min} = 724,32 - 720 = 4,32 \text{ мм};$$

Виконуємо перевірку правильності розрахунків:

для точного точіння:

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = 0,4 - 0,25 = 0,15 \text{ мм};$$

$$TH_2 - TH_3 = 0,4 - 0,25 = 0,15 \text{ мм};$$

умова $2Z_{\max} - 2Z_{\min} = TH_2 - TH_3$ виконується;

для чистового обточування:

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						51
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = 1,25 - 0,68 = 0,57 \text{ мм};$$

$$TH_2 - TH_3 = 0,97 - 0,40 = 0,57 \text{ мм};$$

для чорнового обточування:

$$2Z_{\max} - 2Z_{\min} = 7,35 - 4,32 = 3,03 \text{ мм};$$

$$TH_2 - TH_3 = 4,0 - 0,97 = 3,03 \text{ мм};$$

Результати розрахунків зводимо до табл.3.3. і будуємо схему графічного розташування припусків і допусків на обробку розміру $\varnothing 725H9$.

Розрахунок припусків на обробку внутрішнього діаметра $\varnothing 725H9$
і граничних розмірів по переходам

Таблиця 3.3

Технологічні переходи обробки діаметра	Елементи припуску				Допуск, мкм	Розрахунковий припуск $2Z_{\min}$, мкм	Розрахунковий розмір, d_p , мм	Граничний розмір, мм		Граничні значення припуску, мм	
	Rz	h	S	ε_y				max	min	max	min
Заготовка (відливка)	600		1088	-	4000	-	720,73	720	716	-	-
Обточу- вання:											
чорнове	100	100	65	500	970	3595	724,32	724,32	723,35	7,35	4,32
чистове	25	25	3	150	400	727	725,05	725,0	724,6	1,25	0,68
точне	5	5	-	50	250	200	725,25	725,25	725,0	0,4	0,25
Підсумок:										9	5,25

3.4. Розрахунок вартості основних матеріалів

Витрати на основні матеріали визначаються виходячи з величин заданого річного випуску продукції, прогресивних норм витрат матеріалу на одиницю продукції, норм відходів та планових цін на матеріали та відходи.

Витрати на основні матеріали по одному виробу визначаємо за формулою:

$$M = K_{т.з} \cdot m \cdot C_m - q \cdot C_{від}, \text{ грн.},$$

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						52
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $K_{т.з}$ – коефіцієнт, який враховує транспортно-заготовчі витрати;

m – маса заготовки, кг;

Π_m – ціна матеріалу заготовки, грн./кг;

Q – маса відходів при виготовленні деталі з заготовки, кг;

$\Pi_{від}$ – ціна реалізації відходів, грн./кг

$$M = 1,06 \cdot 274 \cdot 27,5 - 165 \cdot 2,4 = 7591,1 \text{ грн.}$$

Розрахунок витрат на основні матеріали на партію деталей виконуємо в табличній формі (табл.3.4).

Розрахунок витрат на основні матеріали

Таблиця 3.4

Маса деталі, кг	Вартість матеріалу заготовки, грн./кг	Вартість однієї заготовки, грн	Вартість річної партії заготовок, грн	Маса відходів, кг	Вартість відходів, грн. 1 т	Вартість річного об'єму відходів, грн	Ціна 1 т відходів, грн.	Сума від реалізації відходів (на програму), грн.	Вартість річної партії заготовки з урахуванням возвратних відходів, грн
274	27,5	7591,1	9042000	130800	2400	2880000	2616	313920	285384

3.5. Розробка і аналіз проектного технологічного процесу

3.5.1. Розробка маршруту механічної обробки

Технологічний процес обробки характеризується наступними умовами:

1. Розміром виробничої програми;
2. Розмірами і конструкцією деталі;
3. Матеріалом деталі і його властивостями;
4. Формою, розмірами і точністю виготовлення заготовок;
5. Типом обладнання і технологічним оснащенням;
6. Вимогами найбільшої економічності і продуктивності праці.

Мається на увазі, що обробка ведеться з забезпеченням усіх технологічних вимог креслення і мінімальними витратами на виготовлення. При цьому вибираються найбільш вигідні режими різання, які відповідають габаритам і типу виробництва. Маршрут обробки вибирається виходячи з вимог креслення і

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						53
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прийнятої заготовки. Приступаючи до складання технологічного маршруту, необхідно в першу чергу намітити структуру операцій.

Структура операцій характеризується її побудовою, що забезпечує сполучення і забезпечує зв'язок основних і допоміжних переходів. Можливі структури операцій двох типів: проста – складається з одного, двох переходів, і складна.

Ускладнення структури операцій одне з основних резервів підвищення продуктивності; воно досягається застосуванням багато інструментальної, багато позиційною і багатомісцевою обробкою, сполученням робочих переходів, а також раціональним розподілом за часом основних і допоміжних ходів.

Намічаючи технологічний маршрут обробки деталі слід дотримуватися наступних правил:

- обробка повинна починатися з поверхні, яка потім буде технологічною базою для встановлення деталі в процесі її виготовлення. Причому обробка поверхні повинна виконуватися з такою точністю (по лінійним розмірам і геометричній формі), яка б забезпечила необхідну точність встановлення деталі на подальших операціях;

- порядок чергування наступних операцій механічної обробки повинен бути зворотнім їх точності, тобто обробка повинна починатися з операцій найбільш грубих;

- оброблювати максимальну кількість поверхонь деталі за одне встановлення;

- окремі операції виконувати в самому кінці технологічного процесу, так як при цьому зменшується небезпека ушкодження чисто оброблених поверхонь;

- послідовність обробки повинна забезпечувати потрібну якість виконання деталі;

- отвори потрібно свердлити в кінці технологічного процесу, за виключенням тих випадків, коли вони служать базами для встановлення;

- число застосованих в операції різців не повинно перевищувати число одночасно закріплених в різцетримачі;

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						54
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- технологічний контроль назначають після тих етапів обробки, де ймовірно підвищення кількості браку, перед складними і дорогими операціями, а також в кінці обробки деталі;

- нормалізацію, відпалювання, і покращення доцільно застосовувати перед операціями механічної обробки, так як вони покращують оброблюваність матеріалу і знімають внутрішні напруження в деталі;

- закалювання необхідно виконувати в випадках, коли основна частина припуску з деталі знята. При цьому збільшується прокалюваність деталі, а невелике короблення, що виникло, можливо виправити наступною обробкою;

- нежорсткі деталі і деталі, що мають складну форму, доцільно закалити до чистової обробки чи навіть в заготовці, щоб усі дефекти термообробки виправити при знятті припусків на чорнових операціях. Однак це можливо лише тоді, коли твердість після закалювання не вище 40 HRC;

- цементовані поверхні після цементації шліфують, тому глибину цементації збільшують порівняно з заданою.

З урахуванням цього складаємо коопераційний (маршрутний) технологічний процес обробки деталі корпус компресора:

005 контрольна

010 вертикально-фрезерувальна

015 слюсарна

020 радіально-свердлильна

025 фрезерувально-розточувальна

030 слюсарно-складальна

035 фрезерувально-розточувальна

040 токарно-карусельна

045 фрезерувально-розточувальна

050 контрольна

055 слюсарно-складальна

060 токарно-карусельна

065 радіально-свердлильна

070 слюсарно-складальна

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						55
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

075 токарно-карусельна
 080 контрольна
 085 слюсарно-складальна
 090 токарно-карусельна
 095 радіально-свердлильна
 100 слюсарно-складальна
 105 токарно-карусельна
 110 контрольна
 115 фрезерувально-розточувальна
 120 слюсарна
 125 радіально-свердлильна
 130 слюсарна
 135 контрольна

Особливістю даного технологічного процесу є застосування для отримання заготовки, лиття за газифікованим матеріалом в форми з феромагнітних матеріалів і відливка в заготовки додаткових технологічних баз.

Застосування даних нововведень дозволяє знизити припуски на обробку деталі, майже в два рази підвищити точність обробки, підвищити щільність матеріалу деталі, покращити його структуру, знизити працевтрати пов'язані з розміткою, встановленням деталі. що є просто необхідною умовою в умовах багатосерійного виробництва.

3.6. Розрахунок і призначення режимів різання

В даній магістерській роботі розрахунок і призначення режимів різання виконується розрахунково-аналітичним і табличним методами.

При призначенні елементів режимів різання враховують характер обробки, тип і розмір інструменту, матеріал його ріжучої частини, матеріал і стан заготовки, тип і стан обладнання.

Розрахуємо розрахунково-аналітичним методом режими різання на вертикально-фрезерувальну операцію.

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						56
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

а) назначимо глибину різання t , мм. Відповідно рекомендаціям при чорновій (попередній) обробці назначають за можливістю максимальну, яка дорівнює всьому припуску на обробку чи більшій його частині. Прийmemo глибину різання $t = 7$ мм;

б) подачу S ; при чорновій обробці вибирають максимально можливу виходячи з ємності і міцності системи СПД, потужності приводу станка, міцності твердосплавної пластини та інших обмежуваних факторів. Прийmemo значення подачі $S = 0,2$ мм/зуб.

Обробка ведеться торцевою фрезою 2214-0159-T5K10 ГОСТ 9473 – 82 з діаметром 200 мм та числом зубів $Z=12$.

Ширина фрезерування буде дорівнювати максимальному перетину заготовки – 90 мм;

в) швидкість різання – колова швидкість фрези м/хв., розраховується за формулою:

частота обертання шпинделя n , буде дорівнювати:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 95,6}{3,14 \cdot 209} = 163 \text{ об/хв.},$$

скоригована за паспортом верстата $n = 160$ об/хв.; тоді фактична швидкість різання:

$$V = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 160}{1000} = 95 \text{ м/хв.}$$

і хвилинна подача дорівнює $S_M = S_Z \cdot Z \cdot n = 0,2 \cdot 12 \cdot 160 = 384$ мм/хв.

Значення коефіцієнта C_p і показників ступеня вибираємо з табл.4.1, а значення виправного коефіцієнта на якість обробленого матеріалу для сталі вибираємо з табл..9

$$K_{PV} = \left(\frac{r_B}{750} \right)^{0,3} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,3} = 0,91$$

$C_p = 825$; $x = 1,0$; $y = 0,75$; $n = 1,1$; $q = 1,3$; $w = 0,2$.

Тоді :

$$P_Z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^{1,1} \cdot 12}{200^{1,3} \cdot 160^{0,2}} \cdot 0,91 = 7724,7 \text{ Н}$$

д) обертальний момент на шпинделі Нм; розраховуємо за формулою:

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						57
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{7724,7 \cdot 200}{2 \cdot 10} = 7724,7 \text{ Нм};$$

е) потужність різання ефективно розрахуємо за формулою:

$$N_v = \frac{P_z}{1020 \cdot 60} = \frac{7724,7 \cdot 95}{1020 \cdot 60} = 11,99 \text{ кВт}.$$

На інші операції і переходи технологічного процесу режими різання назначаємо табличним методом.

3.7. Нормування технологічних операцій

Штучний час на операціях розраховується за формулою:

$$T_{шт} = T_o + T_b + T_{обс} + T_{вон} \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час розраховується за формулою:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \frac{T_{п.з.}}{n};$$

де T_o – основний час на операцію.

T_b – допоміжний час, що включає в себе час на встановлення і зняття заготовки і допоміжний час зв'язане з виключенням допоміжних ходів і переміщень при обробці поверхні, хв.

$T_{обс}$ – час на обслуговування робочого місця, хв.

$T_{п}$ – час на особисті потреби, хв. назначаються в процесі оперативного часу.

$$T_{опер} = t_o + t_{в.вст.} + t_{м.в.} = T_o + T_b \text{ хв.}$$

$T_{п.з.}$ – підготовчо – заключний час на операції, хв.

n – розмір операційної партії деталей, шт.

Виконаємо розрахунок на нормування токарно-карусельної операції чорнової обробки горизонтального фланця.

Для неї L – довжина розрахункова поверхні, яка оброблюється, $\ell = 265 \text{ мм}$; (з врахуванням врізання і перебігу).

n – частота обертання $n = 31,5 \text{ об/хв.}$;

S – подача дорівнює $S = 0,36 \text{ мм/об.}$

число переходів $i = 2$.

Розрахунок оперативного часу виконуємо за формулою:

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						58
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_o = \frac{L}{nS} \cdot i = \frac{265}{31,5 \cdot 0,36} \cdot 2 = 46,73 \text{ хв.}$$

Розрахунок допоміжного часу виконаємо за загально машинобудівними нормативами часу допоміжного для серійного виробництва.

Допоміжний час пов'язаний з встановленням і зняттям деталі при роботі на столі з кутником дорівнює відповідно карті 17 для токарно-карусельних верстатів при вазі деталі до 500 кг і способу встановлення кутником з вивіркою в двох площинах грубо: $t_{в.вст.} = 28,5 \text{ хв.}$

Допоміжний час пов'язаний з обробкою поверхні відповідно карті 18 аркуш 1, $t_{м.в.} = 3,7 \text{ хв.}$

Тоді допоміжний час $T_{\epsilon} = t_{в.вст.} + t_{м.в.} = 28,5 + 3,7 = 32,2 \text{ хв.}$, а оперативний час

$$T_{оп.} = T_o + T_{\epsilon} = 46,73 + 32,2 = 78,93 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця відповідно карті 31 дорівнює 5% від $T_{оп.}$:

$$T_{обсл.} = 78,93 \cdot 0,05 = 3,95 \text{ хв.}$$

Час на відпочинок і особисті потреби відповідно карті 82 складає 4% від оперативного часу:

$$T_{відп.} = 78,93 \cdot 0,04 = 3,16 \text{ хв.}$$

Штучний час на операції дорівнює:

$$T_{шт} = T_o + T_{\epsilon} + T_{обсл.} + T_{відп.} = 78,93 + 3,95 + 3,16 = 86,04 \text{ хв.}$$

Штучно-калькуляційний час при розмірі операційної партії $n = 6$ шт. і значенню підготовчо-заклучного часу відповідно карті 24 дорівнює $T_{пз.} = 16 \text{ хв.}$ (встановлення в пристосування, без його заміни з діаметром оброблюваного виробу до 1500 мм кількістю інструментів в колодці до трьох)

$$T_{ш.к.} = 86,04 + \frac{16}{6} = 88,70 \text{ хв.}$$

Нормування інших технологічних операцій виконуємо аналогічно.

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						59
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.8. Опис наладки на радіально-свердлильну операцію

На радіально-свердлильній операції свердяться 34 наскрізних отворів $\varnothing 10,5H12$ глибиною 18 мм. Точність розташування отворів відносно базової поверхні складає $\pm 0,2$ мм.

Базування деталі на даній операції виконується за спеціально відлитими допоміжними базами деталі до базових поверхонь пристосуваннями притискачами з гідравлічним приводом.

Точність виконання отворів на операції забезпечується розмірною точністю інструменту (свердла) і застосуванням накладного кондуктора (зі змінними твердосплавними втулками), який встановлюється по напрямним стойкам і притискається до горизонтального фланця деталі притискачами з гідравлічним приводом.

Свердління отворів виконується при вертикальній подачі шпиндельної головки, яка встановлена на хоботі верстата, який може обертатися навколо своєї осі на 360° . Шпиндельна головка може переміщуватися подовж хоботу верстата. В результаті цього виникає можливість обробки отворів розташованих на значній відстані один від одного і під різними кутами без переміщення деталі тільки за рахунок переміщення свердлильної головки з інструментом.

					6261м. 02.МР.09.03.ПЗ	Арк.
						60
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Конструкторська частина

4.1. Принцип дії вимірювального пристосування

Розроблений прибор призначений для контролю зовнішніх діаметрів деталі корпусу компресора. Його особливістю є можливість вимірювання діаметрів на заданій відстані від базового торця з використанням блоків кінцевих мір.

Прибор складається з лінійки 1 з встановленими на ній рухомими опорами 2 і 22, які стопоряться на лінійці в заданому положенні за допомогою гвинтів 12 через пластину 5. Опора 22 забезпечує встановлення по двом точкам торця, а опора 2 по одній, це забезпечує надійність вимірювання з заданою точністю в заданому перетині деталі без перекосу вимірювального інструменту. Опори 2 і 22 разом можуть переміщуватися подовж лінійки в заданих границях.

Безпосередньо вимірювання виконується за допомогою часового індикатора встановленого в втулці 26 підтисканням гвинта 31, при упорі штоку 7 в вимірювальну поверхню він підпружинений пружиною 11 переміщується в напрямку штоку часового індикатора, який при цьому видає значення вимірювального розміру. Втулка 26 запресована в лінійку 6, яка може переміщуватися в вертикальному напрямку по напрямній 13. Фіксування лінійки 6 в заданому положенні відбувається при хватом 17 за допомогою гвинта 27. Направляюча 13 в зборі з плашкою 15 може переміщуватися подовж лінійки 1, і фіксується на ній за допомогою гвинтів 10 через пластину 24. На лінійці 6 також встановлена плашка 23 на гвинті 30, що слугує упором для блоку кінцевих мір.

Для упору в протилежний торець діаметру вимірювального отвору використовується пор 25 запресований в лінійку 6, яка переміщується по напрямній 13 і стопориться на ній гвинтом 27. Сама направляюча 13 може переміщуватися подовж лінійки 1 і кріпитися на ній за допомогою гвинтів 10 через пластину 25.

Принцип дії з вимірювачем наступний. Для контролю внутрішнього діаметру корпусу компресора в даному перетині набирається блок кінцевих мір розмір якого підраховується за формулою $N = H - 72,5 - M$ (розміри H і M дивляться на кресленні). Набраний блок кінцевих мір встановлюють на упор напрямної 13 і підтискається зверху упором 23 лінійки 6. Після чого лінійка 6 фіксується в заданому положенні за допомогою гвинта 27, після цього за допомогою того ж

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						62
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

самого блоку кінцевих мір виставляють на задану глибину лінійку 6 з другого кінця вимірювача і фіксують за допомогою гвинта 27.

Далі прибор встановлюють упорами 12 і 22 на фланець деталі і переміщенням упорів фіксуються в нерухомому стані після чого упори фіксуються гвинтами 12.

Далі упор 25, що встановлений на лінійці 6, підводиться до надійного дотику з вимірюваною поверхнею і напрямна 13 фіксується гвинтами 10 в нерухомому стані.

Після цього переміщенням другої лінійки 6 зафіксованої в напрямній 13, і яка має встановлений на ній годинниковий індикатор, виконують вимірювання контрольованої поверхні.

4.2. Опис і розрахунок пристосування для фрезерування горизонтального фланця

Розроблюване пристосування призначено для фрезерування горизонтального фланця корпусу компресора.

Пристосування складається з плити 1 і встановленими на ній стойками 5,7,10,11. На стойці 1 встановлений гідроциліндр 1, який передає штовхаючи зусилля через болт 9, застопорений гайкою 8. На стойці 5 зокрема цього встановлено додатковий гідроциліндр 1 який передає штовхаючи зусилля через болт 4 застопорений гайкою 8. До стоек 10 і 5 гідроциліндри кріпляться за допомогою планок 3 на болтах 21. До стоек 11 і 7 прикріплені упори 6 на болти 21.

Також на плиті 1 встановлено два корпуси 12 до яких на фланцях 18 прикріплені гідроциліндри 1. Гідроциліндри передають штовхаючи зусилля за допомогою клину 11. Через плунжер 18 підпружинений пружиною 19, яка разом з плунжером 18 фіксується в корпусі 12 пластиною 31 встановленою на гвинтах 26. Також на плиті 1 встановлені дві шпильки 14 підпружинені пружиною 16, встановлені прихвати 15, які фіксуються гайками 25 через шайби сферичні 23 і 24.

Пристосування на столі верстата фіксується болтами, а центрується за допомогою шпонок 28 закріпленими на плиті 1 за допомогою гвинтів 27.

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						63
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи пристосування для фрезерування горизонтального фланця наступний:

Деталь, корпус компресора, допоміжними утворюючими поверхнями встановлюють на стійки 5,7,10,11, після цього подається масло в гідр циліндри 1, встановлені на стійках 5,7,10, в результаті чого болтами 4 гідроциліндрів1 встановлені на стійках 5, 10 деталь притискається до упорів 6, закріплених на стійках7,11, деталь притискається до базуючи поверхонь стойок 7.10. В результаті цього деталь позбавляється п'яти ступенів вільності.

Після цього на деталь накидають прихвати 15 і подають масло в гідроциліндри 1, в результаті чого затискне зусилля через вали 11, плунжер 18 і прихват 15 прикладається до деталі і позбавляє її шостої степені рухомості. Після цього деталь надійно закріплена і виконується її механічна обробка.

Після проведення механічної обробки (фрезерування горизонтального фланця) знімається тиск масла в гідро циліндрах 1 і знімаються прихвати 15, далі знімається тиск в гідро циліндрах встановлених на стійках 5,7,10,11, в результаті чого деталь повністю звільняється від затискних зусиль і знімається з пристосування.

Виконаємо необхідні розрахунки для визначення потрібного затискного зусилля пристосування.

Розрахуємо зусилля різання. що виникає на операції фрезерування горизонтального фланця, виходячи з того. що:

глибина різання дорівнює 7мм;

подача дорівнює 0,2 мм/зуб.

Обробка ведеться торцевою фрезою 2214 – 0159 – Т5К10 ГОСТ 9473 – 82 з діаметром 200 мм і числом зубів $z = 12$.

Ширина фрезерування дорівнює $B = 90$ мм.

1.Розраховуємо швидкість різання., яка дорівняє коловій швидкості фрези, м/хв.:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^u \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v; \text{м/хв.}$$

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						64
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значення коефіцієнта C_V і показників ступеня вибираємо з таблиці 39, а періоду стійкості T з табл. 40. Значення виправного коефіцієнта на швидкість різання, що враховує фактичні умови різання розраховуємо за формулою:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{UV};$$

де, K_{MV} – коефіцієнт. що враховує якість обробленої поверхні $K_{MV} = 1$ [таб.2];

K_{NV} - коефіцієнт. що враховує якість обробленого матеріалу $K_{NV} = 0,8$ [,таб.5];

K_{UV} - коефіцієнт. що враховує матеріал інструменту $K_{UV} = 0.65$ [,таб.6];

Тоді $K_V = 1 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,52$;

Значення $C_V = 332$;

$q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $P = 0$; $m = 0,2$.

Значення $T = 240$ мм;

$$\text{тоді: } V = \frac{332 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 0,5^{0,1} \cdot 0,2^{0,4} \cdot 90^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,52 = 95,6 \text{ м/хв.}$$

2.Розрахуємо сили різання. що виникли при торцюво му фрезеруванні.

Головна складова сили різання при фрезеруванні – колова сила P_z розраховується за формулою:

$$P_z = \frac{10C_v \cdot b \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot u^m} \cdot K_{MP}; \text{ Н,}$$

де z – зубів фрези;

n – частота обертання фрези об/хв..

Частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{100V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 95,6}{3,14 \cdot 200} = 163 \text{ об/хв.}$$

Скоригована за паспортом верстата $n = 160$ об/хв. ;

Тоді фактична швидкість різання:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 160}{1000} = 95 \text{ м/хв.}$$

і хвилинна подача дорівнює $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 12 \cdot 160 = 384 \text{ м/хв.}$

Значення коефіцієнта C_P і показників ступеня вибираємо з таблиці 41, а значення виправного коефіцієнта на якість обробленого матеріалу для степені вибираємо з таблиці 9:

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						65
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{pv} = \left(\frac{V_n}{750} \right)^{0,3} = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,3} = 0,91.$$

$$C_p = 825; x = 1,0; y = 0,75; u = 1,1; q = 1,3; w = 0,2.$$

Тоді:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 5^1 \cdot 0,2^{0,75} \cdot 90^{1,1} \cdot 1,2}{200^{1,3} \cdot 160^{0,2}} \cdot 0,91 = 7724,2 \text{ Н}.$$

Відносні значення відповідних сил різання при несиметричному зустрічному фрезеруванні відповідно [таб.42] дорівнюють:

$$P_h = P_z \cdot 0,8 = 7724,2 \cdot 0,8 = 6179,7 \text{ Н};$$

$$P_v = P_z \cdot 0,7 = 7724,2 \cdot 0,7 = 5407,3 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,55 \cdot P_z = 0,55 \cdot 7724,2 = 4248,6 \text{ Н}.$$

Для фіксування заготовки в горизонтальній площині передбачаємо встановлення чотирьох гідроциліндрів, вибраних за ГОСТ 2Г22 – 3 – 86 (Циліндр 7021 – 0132 ГОСТ 2Г22 – 3 – 86). Який забезпечує заданий хід штоку рівний 50мм, Мінімальні габарити порівняно з пневмоциліндром і як найбільш близьким до зусилля затискання потребуючому, який забезпечує коефіцієнт запасу близько 1,4 – 1,3.

4.3. Конструювання ріжучого інструменту

Виконаємо конструювання кінцевої фрези для обробки виходів по фланцю корпусу компресора.

Виберемо геометрію зубу кінцевої фрези. То як відсутність переднього кута ($\gamma = 0$) погіршує схід стружки по передній поверхні і збільшує витрати енергії на фрезерування то передбачаємо наявність переднього кута γ відповідно рекомендаціям [, таблиця 75] рівного для сталі з σ_B до 600МПа $\gamma = 20^\circ$.

Прийmemo конструкцію зуба гострокінцеву затиловану, що підвищує продуктивність і покращує умови різання. Відповідно рекомендаціям [, таблиця 77] для кінцевих і кутових фрез з циліндричними і конічними хвостовиками діаметром від 40 мм, $\alpha = 16^\circ$, $\alpha_1 = 0^\circ$. При заточуванні фрези залишаємо круглошліфувальну стрічку шириною не більше 0,02 мм.

У кінцевих фрез також необхідно наявність допоміжного кута в плані φ_1 - який призначений для створювання умов безперешкодного пересування торцевої

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						66
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

брівки в процесі різання. Відповідно рекомендаціям [, таблиця 78] приймаємо значення $\varphi_1 = 1^0$.

Розрахуємо необхідний діаметр за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{19M_C}{r_u}}; \text{ де } M_C = -0,1d^3r_u - \text{момент опору оправки, визначається за}$$

$$\text{формулою } M_C = \sqrt{M_{зуб}^2 + M_{об}^2} = \sqrt{\left(\frac{3}{16}Rl\right)^2 + \left(\frac{P_z \cdot D}{2}\right)^2};$$

$$\text{де } R = \sqrt{P_h^2 + P_v^2}; \text{ Н.}$$

Діаметр фрези приймаємо відповідно рекомендаціям рівним $\varnothing 30$ мм; довжину фрези виходячи з умов обробки $\ell = 280$ мм, число зубів $z = 6$.

Визначаємо зусилля різання, що виникає при обробці:

Відповідно вибраним раніше значенням швидкостей різання і подачі:

$$V = 62 \text{ м/хв.}; S_M = 0,07 \text{ мм/зуб}; b = 2,25 \text{ мм}; u = 500 \text{ об/хв.}; B = 35$$

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP};$$

з таблиці 9,41 [] значення коефіцієнтів дорівнюють:

$$C_p = 68,2; x = 0,86; y = 0,72; u = 1,0; q = 0,86; w = 0; K_{MP} = 0,58;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 2,25^{0,86} \cdot 0,07^{0,32} \cdot 35^1}{30^{0,86} \cdot 500^0} = 579 \text{ Н};$$

тоді

$$M_{об} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{579 \cdot 30}{200} = 86,85 \text{ Н};$$

$$P_h = 1,2 \cdot P_z = 1,2 \cdot 579 = 694,8 \text{ Н};$$

$$P_v = 0,9 \cdot P_z = 0,9 \cdot 579 = 518,4 \text{ Н}.$$

$$\text{Тоді } R = \sqrt{694,8^2 + 518,4^2} = 866,9 \text{ Н};$$

$$\text{і аналогічно } M_C = \sqrt{\left(\frac{3}{16} \cdot 866,9 \cdot 0,25\right)^2 + 86,85^2} = 95,9 \text{ Н};$$

$$\text{і } d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 95,9}{500 \cdot 10^6}} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						67
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як значення сили різання відносно невеликі, то можемо прийняти діаметр оправки виходячи з рекомендацій [с.370], в залежності від діаметра фрези і розмірів застосованого допоміжного інструментів $d = 24\text{мм}$. Конічний хвостовик – конус Морзе №3.

Виконаємо конструювання розгортки машинної на діаметр 15Н7.

Розгортки застосовуються для кінцевої обробки отворів попередньо просвердлених, розточених різцем чи оброблених зенкером.

До розвернутого отвору надаються такі вимоги: Воно повинно бути точно циліндричної форми, мати заданий напрямок осі і чисті гладкі стінки. Розмір отвору повинен бути в границях допуску, встановленого даним класом точності.

Процес розгортання проходить при двох об'єднаних рухах: поступовим – подовж осі руху подачі і обертальному (розгортки чи деталі) – робочий рух.

Циліндричну розгортку можливо уявити з таких наступних частин за довжиною: приймальної (переднього конусу) циліндричної направляючої частини, оберненого конусу, шийки і хвоста.

Для запобігання розгортки від пошкодження при наявності в розгорнутому отворі нерівностей рекомендується додатково до вказаних елементів розгортки для крізних отворів зняти з торця фаску під кутом 45° .

Передній конус забезпечує правильний напрямок і стійкість розгортки на початку розгортання. Збільшення прийомної частини полегшує цю задачу, але в той самий час погано впливає на умови різання, приймаємо її рівною

$\ell_1 = 0,2 \ell = 0,2 \cdot 20 = 2 \text{ мм}$. Довжину циліндричної частини відповідно таблиці 74 [] приймаємо рівною 20 мм.

Обернений конус розгортки робиться для усунення надлишкового тертя і запобігання отвору від можливого збільшення його діаметра. Таким чином забезпечується велика легкість роботи і точність отвору.

Шийка розгортки (проточка) призначена для виходу кола при шліфуванні розгортки і заточенні її зубів. При шліфуванні робочої і хвостової частини для нормального шліфувального кола достатньо мати проточку 5 – 8мм, приймаємо 5мм, а діаметр її достатньо робити на 0,5 – 1.5 мм менше діаметра калібруючої частини, приймаємо $d = 12\text{мм}$. Хвостова частина слугує для закріплення розгортки

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						68
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при роботі. Діаметр хвостової частини робиться на 0,02 – 0.1 мм менше діаметра хвостової частини. що дає можливість розгортки вільно пройти через розгорнутий отвір, приймаємо $\varnothing 14,9\text{мм}$.

Так як обробка виконується з застосуванням змащувально-охолоджувальної рідини то передбачаємо на направляючій частині розгортки три канавки для масла, радіусом 1,5 мм на всій довжині прямої частини.

					6261м. 02.МР.09.04.ПЗ	Арк.
						69
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.Проектування ділянки

5.1. Коротка характеристика ділянки

Ділянка механічного цеху, що проектується, створюється для виготовлення деталі «корпус компресора» з річною програмою випуску $A=1200$ шт.; річна працездатність програми 31971 н.-год., з них 20729 н.-год. без довантаження обладнання по кооперації.

Тип виробництва – серійне виробництво, говорить про те, що на даній ділянці устаткування, що використовується, володіє універсальністю.

Режим роботи на ділянці – двозмінний.

Деталь виробляти з сталі 20ГСЛ. Заготовку отримуємо шляхом лиття по газифікованим моделям у форми з феромагнітних матеріалів масою 274 кг, маса деталі – 165 кг. На ділянці використовується універсальні верстати (вертикально-фрезерний 6А59, свердлильний 2Н55, токарно-карусельний 1512), верстати з ЧПК (токарний 1А516МФ3, розточний 2637ГФ1) тощо.

Чисельність всього устаткування ділянки складає 9 верстатів.(з них 4 з ЧПК). Завантаженість обладнання – 86,1%.

Також можна зробити висновок, що використовується універсальний та спеціальний інструмент, що збільшує продуктивність праці.

Партія запуску оптимальна $n=6$ шт., що дозволяє нам не зменшувати через заниження розміру партії рівень продуктивності праці та не збільшувати собівартість деталі, а також не збільшувати площі, зайняті цеховими між операційними складами заготовок та готових деталей.

На ділянці задіяно 21,43 працюючих, у тому числі :

- 12 основних робітників з середньою кваліфікацією 3,67;
- 5,84 допоміжних робітників з середньою кваліфікацією 2,6;
- 2,87 чол. спеціалістів;
- 0,36 чол. службовців
- 0,36 чол. молодшого обслуговуючого персоналу.

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						71
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.2. Опис служб механічного цеху і дільниці, що проектується

Дільниця по виготовленню корпусу гідроциліндрів входить в склад механічного цеху.

В склад механічного цеху входять:

- виробничі дільниці, в тому числі і дільниця, що проектується;
- допоміжні відділення;
- службові приміщення;
- побутові приміщення.

Дільниця, що проектується, служить для розміщення виробничого обладнання і робочих місць необхідних для виконання технологічного процесу по виготовленню корпусу компресору низького тиску ГТД. На дільниці розташовані верстати, які відносяться до групи середніх та великих верстатів, слюсарно-складальна дільниця для виконання слюсарно-складальних робіт, стенд для гідравлічних випробувань корпусу компресора, міста для зберігання заготовок і склад готових виробів.

Зважаючи на відносно малий розмір дільниці, виходячи з кількості одиниць обладнання і кількості робітників, визначено, що не доцільно вводити в склад дільниці такі допоміжні відділення, як заготівельне, заточувальне, ремонтне. Ці допоміжні відділення являються загально цеховими, обслуговують кілька дільниць і не знаходяться на території дільниці, що проектується.

В цеху знаходиться бюро технічного контролю, яке є частиною загальнозаводського відділу технічного контролю. На дільниці є місто для ВТК. Відділ технічного контролю перевіряє всі вимірювальні інструменти, прилади, пристосування, відповідність виготовлених деталей вимогам креслення.

5.3. Конструкція будівлі

Будівля представляє собою залізобетонну конструкцію, яка складається з залізобетонних колон, сполучених рам, балок, підкранових елементів, ферми.

Колони розташовані на відстані 6 метрів одна від одної. Висота будівлі 10,8 метрів, ширина прольоту дільниці, що проектується, 12 метрів. Для освітлення виробничої дільниці передбачені ліхтарі верхнього світла. Не зважаючи на

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						72
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відносно високу вартість і складність конструкції, їх застосування виправдовується тим, що такі ліхтарі дають добру і рівномірну освітленість великих площ, в той час як бокове засклення не може забезпечити достатню освітленість таких великих площ. Крім того ліхтарі природного світла служать і для природної вентиляції. Ліхтарі розташовують вздовж прольоту цеха з верхнім заскленням та зовнішнім водовідводом.

5.4. Вихідні данні для проектування ділянки цеху по виробництву корпусу компресора

- | | | | |
|----|---------------------|---|-----------------------|
| 1. | Найменування деталі | — | корпус компресора ГТД |
| 2. | Марка матеріалу | — | сталь 20ГСЛ |
| 3. | Маса деталі | — | 165 кг |
| 4. | Маса заготовки | — | 274 кг |
| 5. | Річна програма | — | 1200 шт. |
| 6. | Режим роботи | — | 2 зміни |

Маршрутно-технологічний процес обробки заготовки деталі
типу „Корпус компресора”

Таблиця 5.1

Найменування операції		Найменування та модель обладнання	Розряд робіт	T _{шт} , хв.	T _{п.з} , хв.
1		2	3	4	5
Вертикально-фрезерувальна		Вертикально-фрезерувальний 6A59	4	60,86	14
Радіально-свердлильна		Радіально-свердлильний 2H55	4	292,74	68
Горизонтально-розточна		Горизонтально-розточний 2637ГФ1	3	316,91	60
Токарно-карусельна		Токарно-карусельний 1A516МФ3	3	378,65	16,5
Токарно-карусельна		Токарно-карусельний 1512	5	162,08	16,5
Токарно-карусельна		Токарно-карусельний 1A516МФ3	3	270,1	16,5
					Арк.
6261м. 02.МР.09.05.ПЗ					73
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

		Продовж.табл.5.1		
1	2	3	4	5
Токарно-карусельна	Токарно-карусельний 1512	5	123,7	16,5
Токарно-карусельна	Токарно-карусельний 1A516МФЗ	3	330,93	16,5
Слюсарна	Верстак слюсарний	3	83	98
Разом:			2018,9	322,5

5.5. Визначення і розрахунок партії запуску деталей

Для визначення вантажопідйомності транспортних засобів необхідно провести розрахунок партії деталей. Під розміром партії деталей розуміється кількість однакових деталей одночасно оброблюваних на кожній операції на одному або декількох робочих місцях з однократною витратою підготовчо-заключного часу. Розмір партії n_{opt} визначається по наступній формулі:

$$n_{opt} = \frac{\sum t_{пз}}{\alpha \sum t_{шт}}, \text{ шт}$$

де $t_{пз}$ - норма підготовчо-заключного часу на партію, хв.;

$t_{шт}$ - норма штучного часу на одну деталь, хв.;

α - коефіцієнт допустимих втрат часу на наладку, хв.(0.03...0,07).

Для $\alpha = 0,03$ $n_{opt} = 322,5 / (0,03 * 218,97) = 5,524$,приймаємо $n_{opt} = 6$.

Для $\alpha = 0,04$ $n_{opt} = 322,5 / (0,04 * 218,97) = 3,993$,приймаємо $n_{opt} = 4$.

Для $\alpha = 0,05$ $n_{opt} = 322,5 / (0,05 * 218,97) = 3,195$,приймаємо $n_{opt} = 3$.

Для $\alpha = 0,06$ $n_{opt} = 322,5 / (0,06 * 218,97) = 2,662$,приймаємо $n_{opt} = 2,5$.

Для $\alpha = 0,07$ $n_{opt} = 322,5 / (0,07 * 218,97) = 2,282$,приймаємо $n_{opt} = 2$.

Розрахункові величини мінімальних розмірів партії коректуються з урахуванням наступних виробничих умов:

1) рекомендується, щоб розміри, що приймаються, партій забезпечували завантаження робочих місць протягом цілого числа змін:

- в непотоковому виробництві не менш одну зміну;
- в потоковому виробництві не менш дві зміни (в цілях забезпечення можливості переналагодження обладнання в неробочий час).

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						74
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2) бажано щоб розміри партії деталей забезпечували таку єдину періодичність повторення їх запуску у виробництво (ритм запуску партії), яка кратна числу робочих днів в планованому періоді. Це дає можливість досягти планомірне чергування партії на кожному робочому місці і періодичність комплектування продукції. Для крупних деталей доцільно перевірити вибрані розміри партії з погляду наявності площі біля робочих місць.

3) отриманий розмір партії повинен бути кратним річній програмі випуску деталей.

З урахуванням всіх виробничих і технічних вимог, приймаємо

$$n_{\text{опт}} = 6 \text{ дет.}$$

Кількість запусків в рік:

$$K_{\text{зг}} = \frac{A}{n_{\text{опт}}},$$

де A - річна програма, шт;

$n_{\text{опт}}$ - розмір партії детальний, шт.

$$K_{\text{зг}} = 1200/6 = 200 \text{ раз}$$

Розрахуємо змінне вироблення по формулі:

$$B_{\text{см}} = \frac{A}{D_p \cdot 2},$$

де A - річна програма, шт;

D_p - кількість робочих днів в році, $D_p = 252$ днів.

$$B_{\text{см}} = 1200/252 \cdot 2 = 2,4 \text{ шт.}$$

По умові якщо партія деталей менше змінного вироблення, то розмір партії деталей приймаємо рівним змінному виробленню, якщо більше, то приймаємо розрахункове.

5.6. Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

Штучно-калькуляційний час необхідно розрахувати для визначення потрібної кількості обладнання, чисельності основних працюючих на ділянці, в цеху, а

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						75
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

так само для розрахунку заробітної платні основних робітників.

$$t_{шт.к.} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{n},$$

де $t_{шт}$ - норма штучного часу на операцію, хв.

$t_{пз}$ - норма підготовчо-заключного часу на операцію, хв.

n - розмір партії деталей, шт.

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі зводиться і таблицю 5.2.

Розрахунок штучно-калькуляційного часу виготовлення деталі

Таблиця 5.2

Найменування операції	Штучний час, хв.	Підготовчо-заключний час, хв.	Розмір партії, шт.	Штучно-калькуляційний час	
				хв.	год.
1	2	3	4	5	6
Вертикально-фрезерувальна	60,86	14	6	63,19	1,053
Радіально-свердлильна	292,74	68		304,07	5,068
Горизонтально-розточна	316,91	60		326,91	5,449
Токарно-карусельна	378,65	16,5		381,4	6,357
Токарно-карусельна	162,08	16,5		164,83	2,747
Токарно-карусельна	270,1	16,5		272,85	4,548
Токарно-карусельна	123,7	16,5		126,45	2,108
Токарно-карусельна	330,93	16,5		333,68	5,561
Слюсарна	83	98		99,33	1,656
РАЗОМ	2018,97	322,5		2072,71	34,547

5.7. Визначення фонду часу роботи обладнання

Режим роботи ділянки характеризується наступними чинниками:

1. переривчастим або безперервним виробництвом;
2. числом робочих днів;
3. тривалістю робочої зміни;
4. числом святкових і вихідних днів;

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						76
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. числом змін в доби.

Розрізняють наступні види фондів часу роботи обладнання:

- календарний;
- номінальний;
- ефективний (дійсний).

5.7.1. Календарний фонд часу роботи обладнання.

Календарний фонд часу визначається по наступній формулі:

$$\Phi_k = D_k \cdot 24 = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

де D_k - кількість календарних днів в році.

5.7.2. Номінальний фонд часу роботи обладнання.

Номінальний фонд часу роботи обладнання - це кількість робочих днів в році відповідно до прийнятого режиму роботи без урахування планованих втрат часу на ремонт обладнання.

Номінальний фонд часу визначається по наступній формулі:

$$\Phi_n = (D_p \times T_{cm} - 1 \text{ ч.} \times D_{предпр}) \times S,$$

де D_p - число робочих днів в році, $D_p = 252$;

T_{cm} - тривалість зміни, $T_{cm} = 8$ год.;

S - кількість змін (змінність), $S = 2$;

$D_{предпр}$ - кількість передсвяткових днів скорочених на одну годину

$$D_{предпр} = 4 \text{ днів.}$$

$$\Phi_n = 251 \cdot 8 \cdot 2 - 1 \cdot 4 = 4012 \text{ год.}$$

5.7.3. Ефективний фонд часу роботи обладнання.

При розрахунку ефективного фонду часу плануються втрати часу на планово-запобіжний ремонт обладнання:

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						77
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{эф} = \Phi_n \times (1 - \beta),$$

де Φ_n - номінальний фонд часу роботи обладнання, год.;

β - коефіцієнт, що ураховує простій обладнання в планово-запобіжному ремонті. Для металорізальних верстатів з масою

до 10 т. $\beta = 0,019$; більше 10 т $\beta = 0,038$

для верстатів з ЧПК масою

до 10 т. $\beta = 0,047$;

Для універсальних верстатів-

1512,6A59 - $\Phi_{эф} = 4012 \times (1 - 0,038) = 3860$ н.-год.

2H55 - $\Phi_{эф} = 4012 \times (1 - 0,019) = 3936$ н.-год.

Для верстатів з ЧПК - $\Phi_{эф} = 4012 \times (1 - 0,066) = 3747$ н.-год.

Для верстака слюсарного- $\Phi_{эф} = 4012 \times (1 - 0,03) = 3892$ н.-год.

5.8. Розрахунок потрібної кількості обладнання та його завантаження

Необхідна кількість обладнання на ділянці розраховується по формулі:

$$C_p = \frac{TH_i}{\Phi_{эф} \times K_{вн}},$$

де $\Phi_{эф}$ - ефективний річний фонд часу роботи одиниці обладнання, верст.-год.;

$K_{вн}$ - коефіцієнт виконання норм часу;

TH_i - річна працемісткість виготовлення виробів на i-м типі обладнання, н.-год..

$$TH_i = t_{шт.к} \times A,$$

де $T_{шт.к}$ - штучно-калькуляційний час обробки однієї деталі на i-м типі обладнання, н.-год;

A - річний обсяг випуску виробів, шт.

Коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається по формулі:

$$K_z = C_p / C_{пр},$$

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						78
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де C_p - розрахункова кількість обладнання на ділянці, шт.;

$C_{пр}$ - прийнята кількість обладнання на ділянці, шт.

Середній коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці визначається по формулі:

$$K_{з.ср.} = \frac{\sum TH_i}{СП \times K_{вн.ср.} \times \Phi_{эф}}$$

де СП - загальна прийнята кількість одиниць обладнання для обробки річної кількості виробів.

Наприклад, розрахуємо потрібна кількість обладнання на чорнову токарну операцію:

річна працеемкість виготовлення виробу-

$$TH_i = 1,053 \times 1200 = 632 \text{ н.-год.}$$

тоді, необхідна кількість обладнання на ділянці буде

$$C_p = 632 / (3619 \times 1,1) = 0,15 \text{ шт.}$$

приймаємо $C_{пр} = 1$ шт.

Коефіцієнт завантаження обладнання по ділянці наступний

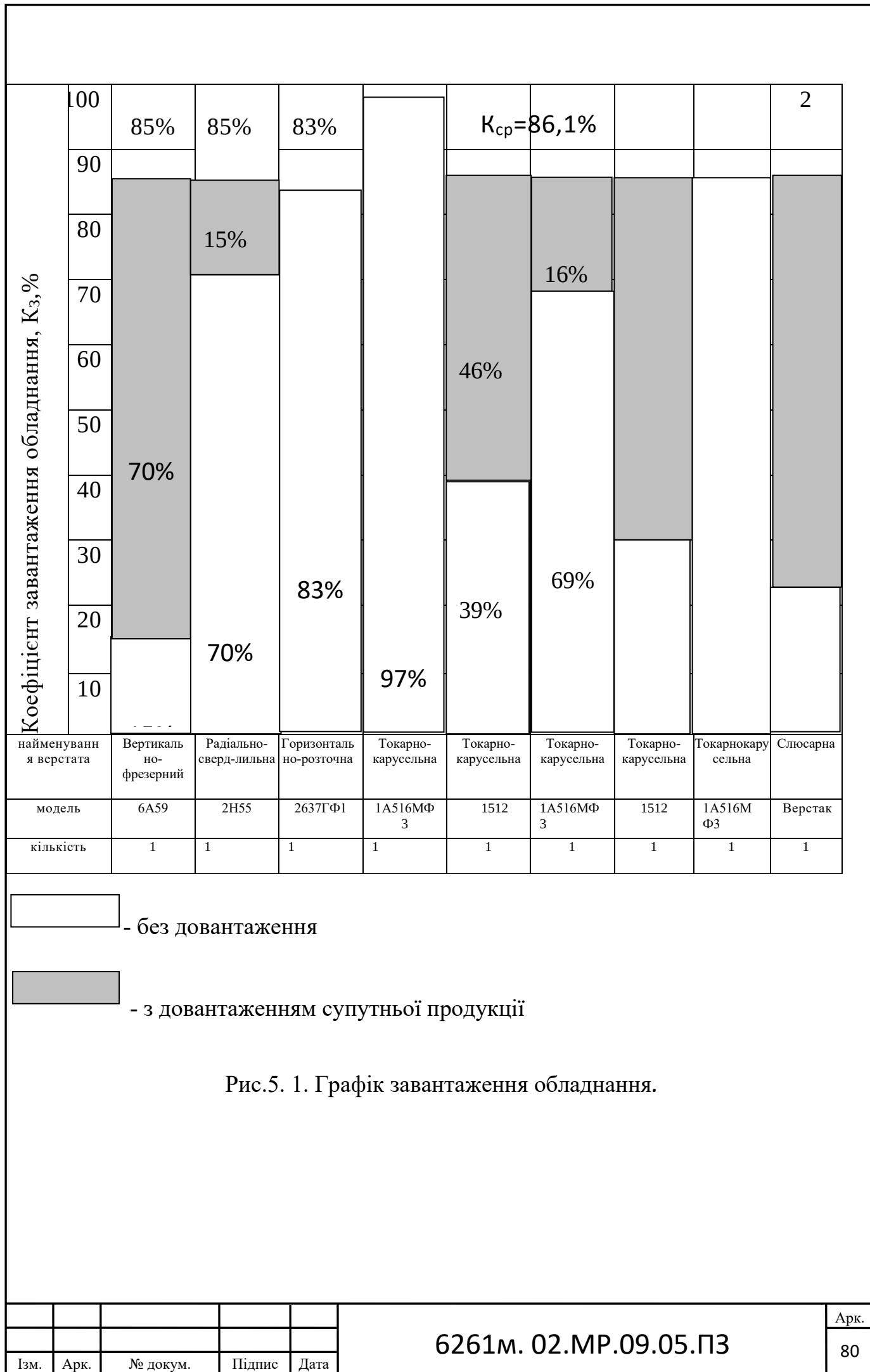
$$K_z = 0,15 / 1 = 0,15$$

Розрахунок потрібної кількості обладнання та коефіцієнтів завантаження обладнання по типах виконуємо та заносимо до таблиці 5.3

5.9. Складання графіка завантаження обладнання

На підставі проведених розрахунків будемо графік завантаження обладнання, в якому на осі абсцис указуємо найменування і модель обладнання, а на осі ординат відкладаємо коефіцієнт завантаження обладнання з урахуванням довантаження.

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						79
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Розрахунок необхідної кількості обладнання та його завантаження

Таблиця 5.3

Обладнання		найменування	Вертикально-фрезерувальні	Радіально-свердільний	Горизонтально-розточний	Токарно-карусельний	Токарно-карусельний	Кількість верстатів		Коефіцієнт завантаження обладнання	Середній коефіцієнт завантаження
								розрахункова	прийнята		
		Річний обсяг випуску деталей, шт.	1200	2Н55	2637ГФ1	1А516МФ3	1512	3871	0,15	1	0,85
		Штучно-калькуляційний час на деталь, Т _{шт-к} , год.									
		Річна працємісткість ТН, н.-год.									
		Довантаження по кооперації, н.-год									
		Річний обсяг робіт ТН _і , год.									
		Коефіцієнт виконання норм Кв	3871	3948	3758	3758	3871	0,15	1	0,85	0,86
		Ефективний фонд часу роботи обладнання Фе, верст.-год.									
		розрахункова									
		прийнята									
		Коефіцієнт завантаження обладнання									
		Середній коефіцієнт завантаження									

Токарно-карусельный	1А516МФ3	1200	4,548	2729	625	3354	1,05	3758	0,69	1	0,85	
Токарно-карусельный	1512		2,108	1265	2354	3619	1,1	3871	0,3	1	0,85	
Токарно-карусельный	1А516МФ3		5,561	3337	-	3337	1,05	3758	0,85	1	0,85	
Слюсарный	Верстак		1,656	994	2655	3649	1,1	3903	0,23	1	0,85	
Разом			34,547	20729	7605	31971				9		

5.10. Складання кошторису витрат на основне обладнання

Кошторис витрат на основне обладнання діляниці

Таблиця 5.4

Обладнання		Кількість, шт.	Маса верстага , кг	Ремонтна складність, од.		Потужність, кВт		Вартість, грн.		Витрати на транспортування та монтаж (8%),грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
найменування	модель			механічна	електрична	одинці	загальна	одинці	загальна		
Вертикально-фрезерувальний	6A59	1	23600	30	32	22	22	20000	20000	1800	21800
Радіально-свердильний	2H55	1	4700	17	15	2,72	2,72	35000	35000	3150	38150
Горизонтально-розточний	2637ГФ1	1	32000	40	60	19	19	200000	200000	18000	218000
Токарно-карусельний	1A516МФ3	3	27000/81000	16/48	14,5/43,5	75/225	30	390000	1170000	105300	1275300
Токарно-карусельний	1512	2	16500/33000	28/56	37,5/75	30	60	85000	170000	15300	185300

Обладнання		Кількість, шт.	Маса верстака, кг	Ремонтна складність, од.		Потужність, кВт		Вартість, грн.		Витрати на транспортування та монтаж (8%),грн.	Загальна вартість обладнання, грн.
найменування	модель			механічна	електрична	одинці	загальна	одинці	загальна		
Слюсарний	Верстак	1	800					3000	3000	270	3270
Разом		9		191	225,5	-	328,72	-	741000	66690	1741820

5.11. Організація виробництва на дільниці

Для збереження заготівки на складі використовуються поличні стелажі з гніздами. Стелажі розташовуємо вздовж складу для більш ефективного використання площі складу.

При виборі транспортних засобів необхідно враховувати: відповідність типів транспортних засобів переміщуваним вантажем, необхідну продуктивність транспортних засобів, можливо менша кількість обслуговуючого персоналу. Виходячи з вимог, раніше зазначених, як засоби горизонтального переміщення застосовується ручний візок з піднімаючою платформою.

Як кранове обладнання вибираємо кран-балку з напольним керуванням вантажопідйомністю 2т, яка забезпечує обслуговування всієї площі дільниці.

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						84
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.12. Розрахунок основних та допоміжних площ ділянки за питомими нормативами

Виробничою називається площа відділень і ділянок безпосередньо призначених для здійснення технологічного процесу. В її склад включаються площі, займані:

1. виробничим обладнанням (верстатами, машинами);
2. наземним транспортним обладнанням (конвеєрами, склизами);
3. робочими місцями ручної праці (верстаками, стендами, розмічальними плитами і та ін.):
4. робочими шафами для інструменту, контейнерами для заготовок і оброблюваних деталей, зібраних вузлів і виробів біля робочих місць;
5. робочими місцями для технічного контролю (операційного, між операційного) деталей, вузлів і готових виробів (окрім площі огорожених приміщень ВТК);
6. стендами для випробування деталей, вузлів і готових виробів, майданчиками для усунення дефектів і здачі готових виробів (продукції);
7. проходами і проїздами між верстатами і рядами верстатів усередині виробничих від розподілів і ділянок (окрім магістральних проїздів).

Виробничу площу цеху визначають заздалегідь за питомими площами для кожної групи обладнання.

Розрахунок виконується за формулою:

$$FП = \sum_{i=1}^n SП_i * q_i, м^2$$

де $SП_i$ – кількість верстатів i -тої групи обладнання;

q_i – середня питома площа для розміщення одного верстата i -ї групи, $м^2$.

$$FП = 40 * 7 + 1 * 20 + 10 * 1 = 310 м^2.$$

Допоміжна площа – територія зайнята складом штучних заготовок та готової продукції, заготівельними відділеннями, контрольними відділеннями.

Площа контрольного відділення:

$$F_{\text{контр}} = 0,05 * FП = 0,05 * 310 = 15,5 м^2$$

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						85
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Площа побутових приміщень приймається в розмірі 20% від виробничих площ і складає

$$F_{\text{побут}} = 310 * 0,2 = 62 \text{ м}^2$$

Площа складу матеріалів і заготовок:

$$F_{\text{скл}} = \frac{N * G * t_{\text{ср}}}{\Phi * q_{\text{ср}} * K_{\text{в}} * K_{\text{м}}}$$

де N – річний об'єм випуску виробів, шт.;

G – маса деталі, т;

$t_{\text{ср}}$ – норми запасу матеріалів і заготовок на складі, у календарних днях;

$q_{\text{ср}}$ – середня вантажонапруженість площі складу, т/м²;

Φ – число календарних днів в році;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт використання площі складу в залежності від виду транспорту;

$K_{\text{м}}$ - коефіцієнт використання матеріалу.

$$F_{\text{скл}} = \frac{1200 * 160 * 10^{-3} * 5}{252 * 2,8 * 0,2 * 0,585} = 11,6 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{дет}} = \frac{1200 * 160 * 10^{-3} * 5}{252 * 2,8 * 0,2} = 6,8 \text{ м}^2$$

Загальна площа ділянки:

$$F_{\text{заг}} = 310 + 15,5 + 11,6 + 6,8 + 62 = 405,9 \text{ м}^2.$$

Приймаємо наступне будівельне рішення ділянки. Ділянку розташовуємо у будівлі з шириною прольоту 18 м та кроком колон 12 м по обидві сторони прольоту з центральним проїздом.

Загальна площа ділянки уточнюються на основі планування обладнання магістральних проїздів і проходів і приймається рівною 432 м², у тому числі виробнича площа 345 м².

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						86
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.13. Розрахунок висоти цеху

Висоту прольоту визначаємо, виходячи з розмірів виготовлених виробів, габаритних розмірів обладнання (по висоті), розмірів і конструкції крана, а також нормативів безпеки.

Висота Н дорівнює:

$$H = k + z + l + f + a + h,$$

де k – висота найбільш високого верстата, (2637ГФ – 4805 мм) мм;

z – проміжок між контейнером з деталями піднятим у крайнє положення і верхньою крапкою найбільш високого верстата;

l – висота контейнера;

f – відстань від верхньої крапки контейнера до центра гака крану;

a – резерв 300-500 мм при верхньому положенні гака;

$$h = A + m;$$

де A - габаритна висота крана, приймають за ГОСТ 7890 - 87,

m - відстань між верхньою точкою крана и нижньою точкою перекриття
> 100 мм.

$$H = 4805 + 600 + 920 + 1500 + 500 + 200 = 8525 \text{ мм}$$

Приймаємо $H = 10,8 \text{ м}$.

5.14. Розрахунок чисельності працюючих на ділянці

Загальна кількість працюючих на ділянці визначається як сума чисельності по кожній категорії працюючих:

$$K_{\text{обиц}} = K_p + K_v + K_{\text{итр}} + K_{\text{сл}} + K_{\text{мон}}$$

5.14.1. Розрахунок чисельності основних виробничих робітників.

Кількість основних виробничих робітників 1-ої професії визначається по наступній формулі:

$$K_{pi} = \frac{TH_i}{\Phi B \times K_{\text{вн}} \times KM},$$

де TH_i - річна працемісткість і-го виду робіт, н.-год.;

ΦB - ефективна річна фонд часу роботи робочого, $\Phi B = 1820 \text{ год.}$;

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						87
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{\text{вн}}$ - коефіцієнт виконання норм часу робітників і-и професії;

$K_{\text{М}}$ - коефіцієнт багатостатності.

Результати визначення кількості основних робітників зводимо в табл.5.5.

Розрахунок кількості основних робітників

Таблиця 5.5

Професія	Розряд	Праце- місткість робіт, н.-год	Ефектив- ний фонд часу робітника, год.	Коефіцієнт		Чисельність робітників, чол.	
				Виконання норм $K_{\text{вн}}$	багатостата- тності $K_{\text{М}}$	По розрахунку $K_{\text{р}}$	Прийняте $K_{\text{пр}}$
1	2	3	4	5	6	7	8
Вертикально- фрезерувальна	4	3619	1820	1,1	1	1,8	2
Радіально- свердлильна	4	3691		1,1	1	2	2
Горизонтально- розточна	3	3269		1,05	1	1,7	2
Токарно- карусельна	3	9880		1,05	3	1,7	2
Токарно- карусельна	5	2913		1,1	1	1,4	2
Слюсарна	3	994		1,1	1	0,5	2
Разом:		24366				9,1	12

5.14.2. Розрахунок чисельності допоміжних робітників.

Кількість допоміжних робітників можна визначити:

- по кількості робочих місць, за якими ці робітники закріплені (кранівники, стропальники):
- по нормах обслуговування (налагоджує верстатів, контролери і та ін.)
- в відсотковому відношенні від кількості основних виробничих робітників.

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						88
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок кількості допоміжних робітників

Таблиця 5.6

Професія	Число обслуговуваних агрегатів, шт.	Норма обслуговування	Кількість допоміжних робітників, чол.	Розряд работ	Режим роботи	Необхідна кількість робітників, чол.
1	2	3	4	5	6	7
1. Наладники						
- токарного (ЧПК)	3	1 на 8 верстатів	0,38	5	2-х змінний	0,76
- свердлильного, розточного	2	1 на 8 верстатів	0,25	5		0,5
- фрезерувального	1	1 на 10 верстатів	0,1	5		0,2
Електромонтер	225,5	1050 р.о.	0,21	3		0,42
Слюсар по ремонту обладнання	191	660 р.о.	0,29	3		0,58
Контролер	6	1 на 40 чоловік	0,15	5		0,3
Мастильник	6	1 на 200 чоловік	0,03	2		0,06
Комплектувальник	6	1 на 50 чоловік	0,12	2		0,24
Комірник	6	1 на 50 чоловік	0,12	2		0,24
Прибиральник виробничих приміщень	345	1 на 300м ²	1,15	1		2,3
Транспортний робітник	6	1 на 50 чоловік	0,12	3		0,24
РАЗОМ						5,84

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						89
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5.14.3. Визначення необхідної кількості службовців.

Чисельність ІТР і службовців визначається відповідно до структури, що склалася, кадрів на провідних підприємствах галузі і по функціях управління. Чисельність молодшого обслуговуючого персоналу знаходиться по нормах обслуговування.

Розрахунок чисельності спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 5.7

Професія	Норма обслуговування	Кількість обслуговуваних чоловік	Кількість за розрахунком	Оклад, грн.
1	2	3	4	5
<i>1. Спеціалісти:</i>				
Майстер	1 на 25 чол. (1 на зміну)	17,84	2	4900
Інженер-технолог	60	12	0,2	4700
Інженер-нормувальник	70	12	0,17	4500
Інженер-планувальник	60	12	0,2	4500
Економіст	60	17,84	0,3	4000
РАЗОМ			2,87	
<i>2. Службовці:</i>				
Табельник	200	17,84	0,09	2550
Нарядник	300	17,84	0,06	2550
Обліковець	200	17,84	0,09	2550
Бухгалтер	150	17,84	0,12	4000
РАЗОМ			0,36	
<i>3. Молодий обслуговуючий персонал</i>				
Прибиральник побутових приміщень	240	87	0,36	1750
РАЗОМ			0,36	
ВСЬОГО			3,59	

5.15. Зведена відомість працюючих на ділянці

Кількість і структура працюючих на ділянці по виготовленню деталі зводимо в таблицю 5.8.

					6261м. 02.МР.09.05.ПЗ	Арк.
						90
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 5.8

п/п	Категорії працюючих	Кількість працюючих, чол.	Структура, %
1	Основні робітники	12	56
2	Допоміжні робітники	5,84	27,25
3	Спеціалісти	2,87	13,39
4	Службовці	0,36	1,68
5	Молодший обслуговуючий персонал	0,36	1,68
	РАЗОМ	21,43	100

Визначимо середній розряд працюючих на ділянці по формулі :

$$P_{ep,p} = \frac{\sum K_p * P_p}{\sum K_p};$$

де K_p – число робітників даного розряду;

P_p – тарифний розряд робітників.

- середній розряд основних робітників :

$$P_{cd,p} = \frac{4*4 + 3*6 + 5*2}{12} = 3,67$$

- середній розряд допоміжних робітників :

$$P_{c\partial,p} = \frac{1 * 2,3 + 2 * 0.54 + 3 * 1.24 + 5 * 1,76}{5,84} = 2.6$$

5.16. Визначення вартості капітальних вкладень ділянки

Дані про капітальні вкладення ділянки зводимо в таблицю 5.9.

Визначення величини капітальних вкладень

					6261mm. 02.MP.09.05.ПЗ	Арк.
ПЗМ.	Арк.	№ докум.	Подпис	Дата		912

Таблиця 5.9

Групи основних виробничих фондів	Вартість ОПФ, грн	Структура ОПФ %	Примітки
1	2	3	4
1. Будівлі і споруди:			
Будівлі виробничі	414000	5,58	1200 грн. за 1 м ²
Побутові приміщення	69600	1,15	800 грн. за 1 м ²
Силові машини і енергетичне обладнання	328720	6,71	1000 грн. за 1 кВт
РАЗОМ	812320	13,44	
2. Транспорт, ЕОМ, прилади:			
Транспортні засоби і передавальні пристрої	261273	11,12	15% від загальної вартості обладнання
Виробничо-господарський інвентар	6000	0,1	500 грн. на одного основного робітника
РАЗОМ	267273	11,22	
3. Інші:			
Робочі машини і обладнання	1741820	74,1	Загальна вартість обладнання
Інструмент та пристосування	26127,3	1,11	1,5% від загальної вартості обладнання
Вимірювальні і регулюючі прилади і пристрої	6300	0,13	700 грн. на один верстат
РАЗОМ	1774247,3	75,34	
РАЗОМ КАПІТАЛЬНИХ ВИТРАТ	2853840,3	100	

6. Організаційно-економічна частина

6.1. Склад і методика розрахунку річного фонду заробітної плати

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						94
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

працівників дільниці

Фонд заробітної плати на дільниці складається з:

- а) фонду основної заробітної плати працюючих;
- б) фонду додаткової заробітної плати працюючих.

До основної заробітної плати відносяться витрати на виплату основної заробітної плати, нарахованої відповідно до прийнятих систем оплати праці у вигляді тарифних ставок, окладів і відрядних розцінок, а також планованого обсягу відповідних видів продукції.

Річний фонд основної заробітної плати основних робочих визначається за формулами:

- для робочих відрядників:

$$ЗП_{осн.в\dot{д}р} = \sum_{i=1}^m C_{ч_i} \cdot T_n \quad \text{або} \quad ЗП_{осн.в\dot{д}р} = \sum_{i=1}^m P_i \cdot A_i$$

де m – номенклатура деталей;

$C_{ч_i}$ – годинна тарифна ставка робочих, грн.;

T_n – трудомісткість річної програми i -го виробу, н-год;

P_i – відрядна розцінка за обробку i -ї деталі, грн./шт.;

A_i – річна програма i -го виробу, шт.

- для робочих погодинних:

$$ЗП_{осн.пог.} = C_{ч_i} \cdot K_p \cdot \Phi_{ef.}$$

де K_p – кількість робочих погодинників, осіб;

$\Phi_{ef.}$ – ефективний річний фонд часу одного робітника, год..

Річний фонд основної заробітної плати допоміжних робочих розраховується аналогічно $ЗП_{осн.пог.}$.

$$ЗП_{осн.доп.} = C_{ч_i} \cdot K_p \cdot \Phi_{ef.}$$

Основний фонд заробітної плати спеціалістів, лічильно-конторського і молодшого обслуговуючого персоналу визначається на основі штатного розкладу цеху і діючих систем посадових окладів.

До додаткової заробітної плати відносяться витрати на виплату виробничому персоналу цеху додаткової заробітної плати, нарахованої за роботу

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						95
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

понад установлену норму, за трудові успіхи і винахідливість, особливі умови праці. Вона включає також доплати, надбавки, гарантійні і компенсаційні виплати, передбачені законодавством. Сума додаткової заробітної плати визначається множенням суми основної заробітної плати на середні норми додаткової заробітної плати.

Розрахунок заробітної платні представлений в таблицях 6.1, 6.2, 6.3

6.2. Визначення фонду заробітної платні основних робітників

Основна заробітна платня виробничих робітників розраховується по формулі:

$$З_{\text{осн.сд}} = C_{\text{чі}} * T_i$$

Розрахуємо, наприклад, основну заробітну платню фрезерувальника 4-го розряду:

-на одиницю продукції:

$$ЗП = 1,053 * 22,727 = 23,93 \text{ грн.};$$

- на програму з урахуванням супутньої продукції :

$$ЗП = 3619 * 22,727 = 82249,01 \text{ грн.}$$

Розрахунок основної заробітної платні інших виробничих робітників аналогічний і зводиться в таблицю 6.1.

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

Таблиця 6.1

Найменування операції	Розряд роботи	Основна заробітна платня на одиницю продукції			На програму з урахуванням супутньої продукції		
		Норма часу, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.	Працемісткість річної програми, н.-год.	Годинна тарифна ставка, грн.	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
Вертикально-фрезерувальна	4	1,053	22,727	23,93	3619	22,727	82249,01
Радіально-свердлильна	4	5,068	22,727	115,18	3691	22,727	83885,36
Горизонтально-розточна	3	5,449	18,986	103,46	3269	18,986	62065,23
Токарно-карусельна	3	6,357	18,986	124,11	9880	18,986	187581,68
Токарно-карусельна	5	2,747	28,620	78,62	2913	28,620	83370,06
Слюсарна	3	4,548	18,986	86,35	994	18,986	18872,08
РАЗОМ		25,222		531,65	24366		518023,42

6.3. Визначення фонду заробітної платні допоміжних робітників

Основна заробітна платня допоміжних робітників розраховується по формулі:

$$Зосн.повр. = Счi * Кр * Феф$$

Розрахуємо, наприклад, основний фонд заробітної платні наладника токарних верстатів 5-го розряду:

$$ЗП = 21,464 * 0,76 * 1820 = 29689,004 \text{ грн.}$$

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						96
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок основного фонду заробітної платні інших допоміжних робітників аналогічний і зводиться в таблицю 6.2.

Розрахунок основного фонду заробітної платні допоміжних робітників

Таблиця 6.2

Професія	Розряд	Кількість, гол.	Годинна тарифна ставка, грн	Ефективний річний фонд часу, год.	Основна заробітна платня одного робітника, грн.
1	2	3	4	5	6
1.Наладники устаткування					
- токарного (ЧПК)	5	0,76	21,464	1820	29689,004
- свердлильного	5	0,5	21,464		19532,24
- фрезерного	5	0,2	21,464		7812,9
Електромонтер	3	0,42	17,045		5018,2
Слюсар по ремонту обладнання	3	0,58	17,045		17992,7
Контролер	5	0,3	21,464		11719,34
Мастильник	2	0,06	13,889		683,34
Комплектувальник	2	0,24	13,889		6066,72
Комірник	2	0,24	13,889		6066,72
Прибиральник виробничих приміщень	2	2,3	13,889		58139,36
Транспортний робітник	3	0,24	17,045		7445,26
РАЗОМ		5,84			170165,77

6.4. Визначення фонду заробітної платні службовців, спеціалістів

і молодшого обслуговуючого персоналу

Заробітна плата розраховується, на основі штатного розкладу цеху і діючої

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						97
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

системи посадових окладів. Розрахунок зводиться в таблицю 6.3.

Річний фонд заробітної плати спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу:

$$Z_{\text{осн.сп.}} = K_{\text{сп.і}} \cdot O_{\text{мі}} \cdot M,$$

де $K_{\text{сп.і}}$ – кількість службовців і-ї групи;

$O_{\text{мі}}$ – місячний оклад, грн.;

M – число місяців роботи за рік.

Розрахунок проводиться за допомогою таблиці 6.3.

Розрахунок основного фонду заробітної платні спеціалістів, службовців і молодшого обслуговуючого персоналу

Таблиця 6.3

№	Категорія працюючих, найменування посади	Кількість штатних одиниць	Посадовий оклад, грн.	Кількість місяців роботи	Величина основного фонду заробітної платні, грн..
1	2	3	4	5	6
	Спеціалісти:				
	Майстер	2	4900	11	107800
	Інженер-технолог	0,2	4700	11	10340
	Інженер-нормувальник	0,17	4500	11	8415
	Інженер-планувальник	0,2	4500	11	9900
	Економіст	0,3	4000	11	13200
	РАЗОМ	2,87			149655
	Службовці:				
1	Табельник	0,09	2550	11,2	2570,4
	Нарядник	0,06	2550	11,2	1713,6
	Обліковець	0,09	2550	11,2	2570,4
	Бухгалтер	0,12	4000	11,2	5376
	РАЗОМ	0,36			12230,4
	Молодший обслуговуючий персонал:				
1	Прибиральник побутових приміщень	0,36	1750	11,2	7056
	РАЗОМ	0,36			7056
	ВСЬОГО	3,59			168941,4

6.5 Визначення середньорічної і середньомісячної заробітної плати працюючих на дільниці

При розрахунку додаткової заробітної плати застосовується формула:

$$З_{\text{доп}i} = \frac{З_{\text{осн}} \cdot Н_{\text{ді}}}{100},$$

де $Н_{\text{ді}}$ – норма нарахування додаткової заробітної плати, %

Середньорічна заробітна плата одного працюючого:

$$ЗП_{\text{сери}} = \frac{ЗП_{\text{осн}i} + ЗП_{\text{доп}i}}{К_i}$$

де $К_i$ – кількість працюючих i -ї групи.

Середньомісячна заробітна плата одного працюючого:

$$З_{\text{ср.м.і}} = \frac{З_{\text{ср.і}}}{12},$$

Розрахунок середньорічної і середньомісячної заробітної плати
працюючих дільниці приведений у таблиці 6.4.

Зведена відомість річного фонду заробітної плати працюючої дільниці

Таблиця 6.4

Категорія працюючих	Чисельність	Річний фонд заробітної плати			Усього, грн.	Середньорічна зарплата одного працюючого, грн.	Середньомісячна зарплата одного працюючого, грн.
		Основна заробітна плата, з урахуванням довантаження	Додаткова				
			%	грн.			
1	2	3	4	5	6	7	8
Виробничі	12	518023,42	35	181308,19	699331,61	58277,63	4856,47
Допоміжні	5,84	170165,77	25	42541,44	212707,21	36442,47	3035,21
Спеціалісти	2,87	149655	30	44896,5	194551,5	67787,98	5649
Службовці	0,36	12230,4	20	2446,08	14676,48	40768	3397,33
Молодший обслуговую- чий персонал	0,36	7056	18	1270,08	8326,08	23128	1927,33
Разом:	21,43	857100,59		272462,29	1129562,8	52709,42	4392,45

6.6. Розрахунок витрат на утримання й експлуатацію устаткування

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування наведено в таблиці 6.5.

Для включення витрат на утримання й експлуатацію устаткування в собівартість одиниці продукції визначимо % $B_{\text{УЕО}}$ по формулі:

$$\%B_{\text{УЕО}} = \frac{\sum B_{\text{УЕО}}}{\sum \text{ЗП}_{\text{осн}}} \times 100\%$$

де $\sum \text{ЗП}_{\text{осн}}$ - фонд основної заробітної плати основних робочих (результат таблиці 6.1).

Розрахунок витрат на утримання і експлуатацію устаткування

Таблиця 6.5

Статті витрат		Елементи витрат	Спосіб розрахунку	Величина витрат, грн.
1		2	3	4
1. Витрати на повне відновлення капітального ремонту основних виробничих фондів (устаткування, транспортних засобів, інструментів)		Амортизація	Амортизація виробничого устаткування, транспортних засобів і інструмента визначаємо по формулі: $A = \frac{F_{\text{пер}} \times H_a}{100} \text{ де,}$ $F_{\text{пер}}$ – балансова вартість устаткування, транспортних засобів і інструментів; H_a – норма амортизації, %; на устаткування – 15 %; транспортних засобів – 40 %; інструментів – 24 %. $A_{\text{уст}} = (1741820 \times 0,15) = 261273$ $A_{\text{тр}} = (261273 \times 0,4) = 104509,2$ $A_{\text{ін}} = (26127,3 \times 0,24) = 6270,55$	261273 104509,2 6270,55
Разом по I статті:				372052,75
2. Витрати на експлуатацію устаткування (технічний огляд і обслуговування)		Матеріали	Вартість мастильних, обтиральних матеріалів, емульсій для охолодження $M = \Sigma m \times R \times K_{\text{см}} \times C_{\text{см}} \times D_r,$ де m – норма витрат мастильних матеріалів на одиницю ремонтної складності по групах устаткування за день; $R = 191$ – кількість одиниць ремонтної складності; $K_{\text{см}}$ – коефіцієнт змінності ($K_{\text{см}} = 2$); $C_{\text{см}} = 1,05$ – вартість одиниці мастильно-обтиральних матеріалів,	
				Арк.
				100
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

6261м. 02.МР.09.06.ПЗ

	Послуги	Витрати на електроенергію $C_{\text{эл}} = \sum_{i=1}^n N \times \Phi_{\text{ном}} \times K_{\text{исп}} \times C,$ де N – установлена потужність устаткування по групах, кВт. Φ – нормативний фонд часу роботи устаткування, рік. C – вартість одного кВт × год. електроенергії, грн. K_{вик} – коефіцієнт використання устаткування. C_{эл}=1245112,56×0,861×0,33408=358147,76	358147,76
--	---------	--	-----------

Продовження табл.6.5

1	2	3	4
		Витрати на воду $C_{\text{вод}} = \frac{Q \times \Phi_{\text{эф}} \times S}{1000} \times \Pi_{\text{вод}}$ де Q – норма витрати води на 1 верстат у рік, м³, 15 м³ Π_{вод} – ціна 1 м³ води, 3,11 грн. Φ_{эф} – ефективний фонд часу роботи устаткування, рік. S – число верстатів працюючих із ЗОР, шт. C_{вод} = 15×3800×8×3,11/1000=1418,16	1418,16
Разом по II статті:			474293,41

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						102
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Витрати на проведення поточного ремонту устаткування і транспортних засобів.	Матеріали	Для устаткування, крім автоматичних ліній, можна застосовувати в розмірі 4,5% від балансової вартості устаткування, 5% від вартості інструмента і 4,5% для транспортних засобів. $C_{уст} = 1741820 \times 0,045 = 78381,9$ $C_{ін} = 26127,3 \times 0,05 = 1306,37$ $C_{тр} = 261273 \times 0,045 = 11757,29$	78381,9 1306,37 11757,29
	Зарплата	Витрати на оплату праці робітників, зайнятих на ремонтних роботах (слюсарі, електрики й ін.) визначаються аналогічно розрахункам у другій статті. $З_{осн} = 1 \times 17,045 \times 1820 = 31021,9$ $З_{доп} = 31021,9 \times 25 \% = 7755,48$ $З_{соц.} = (31021,9 + 7755,48) \times 37,5\% = 14541,52$	31021,9 7755,48 14541,52

Разом по III статті:

144764,45

Продовження табл.6.5

1	2	3	4
4. Витрати на внутрішньозаводські переміщення вантажів	Матеріали	Вартість мастильних і обтиральних матеріалів, пального, запасних частин і інших транспортних засобів, що використовуються для експлуатації, при укрупнених розрахунках, приймається 2% від вартості транспортних засобів. $261273 \times 2\% = 5225,46$	5226,46
	Зарплата	Зарплата на оплату праці робітників, зайнятих переміщенням вантажів визначається аналогічно другій статті $З_{осн} = 0,24 \times 17,045 \times 1820 = 7445,26$ $З_{доп} = 7445,26 \times 25\% = 1861,31$ $З_{соц.} = (7445,26 + 1861,31) \times 37,5\% = 3489,97$	7445,26 1861,31 3489,97
	Послуги	Вартість транспортних послуг	29733,32

		допоміжних цехів, при укрупнених розрахунках, можна прийняти 2-3% від суми статей 1; 2; 3 $(372052,75+474293,41+144764,45)*3\% = 991110,61*0,03=29733,32$	
Разом по IV статті:			47756,32
5. Знос малоцінних інструментів та тих, що швидко зношуються	Матеріали	Вартість малоцінних інструментів і пристроїв та тих, що швидко зношуються, по укрупнених розрахунках, можна прийняти на 1 верстат, грн.: $C=190*5+250*1+230*2=1430$	1430
	Послуги	Суму зносу малоцінного інструменту і пристроїв та тих, що швидко зношуються, вартість їхнього заточення і ремонту можна прийняти 25-30% від їхньої вартості: $1430*30\%=429$	429
Разом по V статті:			1859
Продовження табл.6.5			
1	2	3	4
6. Інші.		Витрати непередбачені іншими статтями можна прийняти в розмірі 2-3% від суми попередніх статей. $(372052,75+474293,41+144764,45+47756,32+1859)*3\%=31221,78$	31221,78
Разом по VI статті:			31221,78
Усього:			1071947,6
$\%B_{\text{уео}} = (1071947,6/518023,42)\times 100\%=206,9 \%$			
6.7 Визначення фактичної собівартості та фінансових результатів виготовлення деталі <u>6.7.1 Калькуляція виготовлення деталі.</u>			
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис
			Дата
			6261м. 02.МР.09.06.ПЗ
			Арк.
			104

Калькуляція – це визначення собівартості одиниці конкретного виду продукції. При визначенні виробничої собівартості продукції, що виробляється на дільниці механічного цеху, слід спиратися на стандарт бухгалтерського обліку П(С)БУ16.

Калькуляція виготовлення деталі

Таблиця 6.6

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	7535	Ц _{1кг} = 27,5 грн.
02	Зворотні відходи	(135,16)	Ц _{1кг} = 2,4 грн.
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	531,65	Таблиця 6.1 підсумок графі 5
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	186,08	35% від п.03
05	Відрахування на соціальні заходи	269,15	37,5% від п.п. 03 + 04
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	1099,98	206,9 % від п.03

Продовження табл.6.6

1	2	3	4
07	Загальновиробничі витрати	797,48	150% від п.03
08	Виробнича собівартість	10284,18	(01 – 02) + 03 + 04 + 05 + 06 + 07
09	Адміністративні витрати	1329,13	250% від п.03
10	Витрати на збут	21,266	4% від п.03
11	Інші операційні витрати	26,58	5% від п.03
12	Повна собівартість	11661,16	08+09+10+11

6.7.2 Визначення оптової ціни річної програми.

Оптова ціна – це сума прибутку та повної собівартості, розрахованої за статтями калькуляції. *Прибуток* розраховується в залежності від встановлено рівня рентабельності за формулою:

$$\text{Рентабельність} = \frac{\text{Прибуток}}{\text{Повна собівартість}} \times 100\%$$

Розрахунок вартості річного обсягу продукції в оптових цінах зведено в таблицю 6.7

Визначення оптової ціни річної програми

Таблиця 6.7

Шифр рядка	Найменування статей калькуляції	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
1	2	3	4
01	Сировина і матеріали	9042000	А×таб. 6.6 с.01
02	Зворотні відходи	(162192)	А×таб. 6.6 с.02
03	Основна заробітна плата основних виробничих робітників	637980	А×таб. 6.6 с.03
04	Додаткова заробітна плата основних виробничих робітників	223296	А×таб. 6.6 с.04
05	Відрахування на соціальні заходи	322980	А×таб. 6.6 с.05
06	Витрати на утримання й експлуатацію устаткування	1319976	А×таб. 6.6 с.06
07	Загальновиробничі витрати	956976	А×таб. 6.6 с.07
08	Виробнича собівартість	12341016	А×таб. 6.6 с.08
09	Адміністративні витрати	1594956	А×таб. 6.6 с.09
10	Витрати на збут	25519,2	А×таб. 6.6 с.10
11	Інші операційні витрати	31896	А×таб. 6.6 с.11
12	Повна собівартість	13993387	08+09+10+11
13	Рівень рентабельності	15%	15%
14	Прибуток	2099008	п.13 від п.12
15	Оптова ціна продукції підприємства без ПДВ	16092395	п.12+п.14

6.7.3 Визначення фінансових результатів (прибутку)

Визначення фінансових результатів проводимо згідно з П(С)БУ 3 за допомогою таблиці 6.8.

Визначення фінансових результатів

Таблиця 6.8

Стаття	Величина витрат, грн.	Вказівки до розрахунку
--------	-----------------------	------------------------

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						106
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.	Доход (виручка) від реалізації продукції	16092395	п.15 табл.6.7
2.	Собівартість продукції (виробнича)	12341016	п.08 табл.6.7
3.	Валовий прибуток	3751379	п.1–п.2
4.	Адміністративні витрати	1594956	п.09 табл.6.7
5.	Витрати на збут	25519,2	п.10 табл.6.7
6.	Інші операційні витрати	31896	п.11 табл.6.7
7.	Фінансові результати від операційної діяльності	2099008	п.3- (п.4+п.5+п.6)
8.	Податок на прибуток від звичайної діяльності	524752	25% від п.7
9.	Фінансовий результат (чистий прибуток)	1574256	п.7-п.8

6.8. Розрахунок обсягів капітальних вкладень і строків окупності проекту

Припустимо, що освоєння випуску нової продукції починається з 1 січня 2024 року і продовжується на протязі 5 років. За цей період досягається річний обсяг випуску продукції 1200 штук.

Припустимо, що ціни на продукцію залишаються незмінними, а програмний обсяг виробництва досягається поступово (таблиця 6.9).

Проектовані обсяги виробництва

Таблиця 6.9

Роки	2024	2025	2026	2027	2028
Обсяг виробництва %	70	90	100	100	100

Обсяги інвестицій у проект включають суму вкладень в основні засоби та на створення оборотних коштів. Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект зведено в таблицю 6.10.

Розрахунок обсягів інвестиційних вкладень у проект

Таблиця 6.10

Показники	Величина витрат, грн.
-----------	-----------------------

I. Інвестиційні вкладення в основні засоби:		
	1.Будівлі, споруди і передатні пристрої	812320
	2. Транспортні засоби	267273
	3. Інші	1774247,3
Разом: вкладення в основні фонди		2853840,3
II. Інвестиції в оборотні кошти		1339567,2
Усього: I+II		4193407,5

Визначення інвестицій в оборотні кошти.

Інвестиції є різницею між повною собівартістю (ПС) і амортизацією (А).

Для даної деталі повна собівартість річної програми складає 13993387 грн. (табл.6.7., п.12), амортизація – 597714,15 грн. (табл.6.11., п.2+п.3+п.4), інвестиції в оборотні кошти будуть рівні:

$$И_{нв} = \frac{ПС-А}{12} \times 1,2 = \frac{13993387-597714,15}{12} \times 1,2 = 1339567,2 \text{ грн.}$$

У даній формулі 20% – це резервний (страховий) фонд.

Для оцінки ефективності проекту потрібно сформувати грошовий потік від реалізації інвестицій (таблиця 6.11).

Розрахунок грошового потоку

Таблиця 6.11

Показники		Значення, грн.	Вказівки з розрахунку
1. Чистий прибуток, у тому числі:		2428025,3	
а) у річному обсязі продукції		1574256	п.9 табл.6.8
б) прибуток від випуску супутньої продукції		853769,39	дивись розрахунок нижче
2. Амортизація 1-ї групи основних фондів		64985,6	8% від п.1 таб.6.10

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						108
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Амортизація 2-ї групи основних фондів	106909,2	40% від п.2 таб.6.10
4. Амортизація 3-ї групи основних фондів	425819,35	24% від п.3 таб.6.10
Разом сумарний грошовий потік:	3025739,4	п.1+2+3+4

Прибуток від випуску супутньої продукції:

$$\Pi' = \frac{\Pi}{TН} \times (TН' - TН),$$

де Π – отриманий прибуток від заданої програми, грн.

$TН$ –працемісткість річної програми, н.-год.

$TН'$ –працемісткість річної програми з урахуванням довантаження, н.-год.

$$\Pi' = 1574256 \times (31971 - 20729) / 20729 = 853769,39 \text{ грн.}$$

Розрахунок сумарного грошового потоку з урахуванням обсягів виробництва
по роках

Таблиця 6.12

Роки	Показники	Роки	Значення, грн.
0	Сума капітальних вкладень	початок 2024р.	(4193407,5)
1	70% грошового потоку	2024	2118017,5
2	90% грошового потоку	2025	2723165,4
3	100% грошового потоку	2026	3025739,4
4	100% грошового потоку	2027	3025739,4
5	100% грошового потоку	2028	3025739,4

Визначення строків окупності проекту.

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						109
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Період окупності} = \frac{\text{Кількість років до повного відшкодування витрат}}{\text{Невідшкодований залишок у цьому році}} + \frac{\text{Грошовий потік наступного року}}{\text{Невідшкодований залишок у цьому році}}$$

Рік 1-й: - (4193407,5) + 2118017,5 = (2075390) грн.

Рік 2-й: - (2075390) + 2723165,4 = 647775,4 грн.

Період окупності = $1 + \frac{2075390}{2723165,4} = 1,76$ року або 1 рік 10 місяців

Проект окупиться через 1 рік та 10 місяців.

Визначення чистої теперішньої вартості проекту

Таблиця 6.13

Роки	Коефіцієнт дисконтування	Значення, грн.
0	$K_d = \frac{1}{(1 + k_c)^t},$ де $k_c = 25\%$ – ставка дисконтування; t – номер року $K_d = \frac{1}{(1 + 0,15)^0} = 1$	(4193407,5)
1	Тут і далі K_d розраховується аналогічно графі (0) $K_d = 0,8696$	1841828
2	$K_d = 0,7561$	2058985,3
3	$K_d = 0,6575$	1989423,6
4	$K_d = 0,5718$	1730117,7
5	$K_d = 0,4972$	1504397,6
Разом чиста теперішня вартість проекту		4931344,7

Рік 1-й: (4193407,5) + 1841828 = (2351579,5) грн.

Рік 2-й: (2351579,5) + 2058985,3 = (292594,2) грн.

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						110
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Рік 3-й: $(292594,2) + 1989423,6 = 1696829,4$ грн.

Проект окупиться на початку третього року.

Період окупності $= 2 + \frac{292594,2}{1989423,6} = 2,15$ року або 2 роки 2 місяці. Виходить,

що проект з урахуванням дисконту окупиться на 3 місяць третього року.

6.9 Техніко-економічні показники дільниці

Для одержання повного уявлення про доцільність реалізації проекту дільниці механічного цеху необхідно мати комплекс підсумкових даних, що характеризують економічну сторону роботи спроектованої дільниці. Основні техніко-економічні показники дільниці зведені в таблицю 6.14.

Техніко-економічні показники дільниці

Таблиця 6.14

Найменування показників	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
1. Обсяг виробництва	шт.	1200
2. Працевісткість річної програми	н.-год.	
- заданої річної програми;		20729
- з урахуванням супутньої продукції		31971
3. Чисельність працюючих всього:	осіб	21,43
в тому числі:		
- основних робочих		12
- допоміжних робочих		5,84
- спеціалістів		2,87
- службовців		0,36
- молодшого обслуговуючого персоналу		0,36

					6261м. 02.МР.09.06.ПЗ	Арк.
						111
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Середній розряд робочих	-	
- основних		3,67
- допоміжних		2,6
5. Фонд заробітної плати:	грн.	
- основних робочих		699331,61
- допоміжних робочих		212707,21
- спеціалістів		194551,5
- службовців		14676,48
- молодшого обслуговуючого персоналу		8326,08
6. Середньомісячна заробітна плата:	грн.	
- основних робочих		4856,47
- допоміжних робочих		3035,21
- спеціалістів		5649
Продовження табл.6.14		
- службовців		3397,33
- молодшого обслуговуючого персоналу		1927,33
7. Вартість основних виробничих фондів всього	грн.	2853840,3
у тому числі:		
I. групи (будівлі, споруди, передатні пристрої)		812320
II. групи (транспортні засоби. ЕОМ, припади)		267273
III. групи (інше)		1774247,3
8. Кількість устаткування на ділянці	шт.	9
9. Середній коефіцієнт завантаження устаткування	%	0,861
10. Коефіцієнт використання матеріалу	-	0,585
11. Собівартість одиниці продукції	грн.	11661,16
12. Собівартість річної програми	грн.	13993387
13. Виробнича програма за оптовими цінами	грн.	16092395
14. Чистий прибуток	грн.	1574256
15. Чиста теперішня вартість проекту	грн.	4931344,7

16. Строк окупності капітальних вкладень	роки	
без дисконтування		1,76
з урахуванням дисконтування		2,15

Висновок:

Випуск деталей «корпус компресора» є цілком доцільний, технологічно необхідний і економічно вигідний. Інвестиції окупаються протягом 1 року 10 місяців без дисконту і протягом 2 років і 2 місяців з урахуванням дисконтування.

У результаті реалізації проекту, за період його життєвого циклу підприємство отримає 1574256 гривень прибутку.

7. Охорона праці

Вступ

Охорона праці – це система законодавчих актів і норм, направлених на забезпечення безпеки праці, і в відповідні їм соціально-економічних, організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів.

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує задача охорони праці звести до мінімуму ймовірність ураження і захворювання робітників з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці.

Турбота по охороні праці знаходиться в центрі уваги держави. Забезпечення безпечних і здорових умов праці є суспільною задачею.

В результаті комплексної механізації і автоматизації виробництва ліквідовано більшість важких і небезпечних професій, значно зменшилась професійна захворюваність. Науковими дослідженнями в області охорони праці в нашій країні займається ряд науково-дослідних організацій і лабораторій в тому числі інститутів по охороні праці., ряд галузевих інститутів, проектні організації, кафедри вузів.

В нашій країні зібрана система стандартів по безпеці праці, яка передбачає комплекс великої кількості взаємозв'язаних стандартів, направлених на

КОМП'ЮТЕР		ВЕЛИКОЇ		КЕЛБРОСН		ВЗАМОЗВ'ЯЗАНІХ		СТАНДАРТИВ.		НАПРАВЛЕНИХ		НА		
						6261м. 02.МР.09.07.ПВ						Друк.		
Ізм.	Друк.	№доп.докум.		Підпис		Дата								11124

6261mm. 02.MP.09.05.ПБ

AAIBIK.

11D4 |

забезпечення безпеки праці. Покращення умов праці призводить до таких соціальних результатів як покращення здоров'я робітників, підвищення ступня задоволення працею, укріплення трудової дисципліни, підвищення престижу ряду професій, розвитку свідомого відношення до праці і укріплення ряду інших показників.

7.1. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на виробничий персонал дільниці

При виготовленні деталі – корпус компресора, на проектованій дільниці механічної обробки може виникнути ряд небезпечних для здоров'я виробничих робітників ситуацій і факторів, які в загальному випадку можливо розподілити на три основні групи. Це фізичні фактори, хімічні фактори і психофізіологічні.

Розглянемо фізичні фактори небезпек, що мають місце на дільниці:

Це, нераціональне розташування органів управління обладнання, незахищеність зони обробки на ряді верстатів, яка потребує встановленню огорожень, які мають відповідну міцність. Це можливість зриву оброблюваної деталі при ненадійному її закріпленню чи при перевищенні режимів різання.

Це стружка, що виникає при обробці металів і яка покидати зону різання і являти небезпеку для виробничих працівників, та як може травмувати очі та інші частини тіла, крім того має високу температуру і може викликати опіки відкритих ділянок тіла. Для захисту робітників від стружки використовують індивідуальні засоби захисту (окуляри, маски, щити, екрани). Також до фізичних факторів небезпек відносяться електрообладнання, яке являє небезпеку ураження електричним струмом, при порушенні техніки безпеки, чи у випадку аварії. В основному головними причинами нещасних випадків при впливу електричного струму зв'язані з випадковими доторканнями до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, з появою напруги на металічних конструкціях в результаті пошкодження ізоляції. Небезпека ураження струмом залежить від ряду факторів: напруга мережі, схеми мережі, ступня ізоляції струмоведучих частин, від землі і так далі.

Це також недостатнє освітлення робочої зони, що може призвести до перенапруження зору, перевтомлення організму, виникнення надмірного

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						115
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напруження, ослабленню уваги і погіршення координації, в той самий час яскраве освітлення також діє негативно. Перевищення норм яскравості призводить до тимчасового осліплення, викликає різанину в очах. Тому нормування освітлення для робочих місць має значення для виробництва. Освітленість призначається відповідно з діючими нормами Сніп 2 – 4 – 78. До факторів фізичної небезпеки також відносяться і високий рівень шуму і вібрацій, а також загазованість повітря робочої зони, наявність аерозолів ЗОР.

До категорій хімічної небезпеки можливо віднести наступні:

Наявність в повітрі робочої зони предметів термоокислення і розкладення речовин, які містяться в ЗОР. наявність парів і аерозолів ЗОР.

7.2. Попередження впливу шумових факторів небезпеки на виробничий персонал дільниці механічного цеху.

Питання боротьби з шумом в теперішній час мають велике значення в усіх галузях техніки, особливо в машинобудуванні, на транспорті, в енергетиці.

Шум в промисловості спричиняє великі збитки, шкідливо діє на організм людини і знижує продуктивність праці. Стомлення робітників і операторів через сильний шум збільшує число помилок при роботі, сприяє виникненню травм. Нерідко в побуті людина попадає під вплив шуму недопустимо високих рівнів. Тому боротьба з шумом є важливою задачею не тільки в промисловому плані.

Для боротьби з шумом застосовують в теперішній час наступні методи: зменшення шуму в джерелі, зміна напрямку випромінювання, раціональне планування приміщень та цехів, акустична обробка приміщення, зменшення шуму на шляху його розповсюдження, індивідуальний захист.

Розглянемо ці методи боротьби більш досконало:

а) Зменшення шуму в джерелі.

Боротьба з шумом шляхом зменшення його в джерелі є найбільш раціональним.

Це досягають шляхом заміни ударних процесів і механізмів безударними, наприклад, застосуванням обладнання з гідроприводом замість обладнання з кривошипними і ексцентриковими приводами; заміною підшипників гойдання на

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						116
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підшипники ковзання, заміною металічних деталей, там де це можливо, пластмасовими; більш широким застосуванням примусової змазки поверхонь тертя; встановленням м'яких прокладок в місцях падіння деталей з конвеєра чи скидання з верстатів, прокатних станів і т.ін.

б) Раціональне планування підприємств і цехів.

Шум на робочому місці може бути зменшений збільшенням площ, що досягається методом збільшення відстані від джерела шуму до робочої точки.

При плануванні цеху і підприємства найбільш шумні цехи повинні бути сконструйовані в одному, двох місцях. Відстань між шумними цехами і тихими приміщеннями (заводоуправління, конструкторське бюро і та ін.) повинно забезпечувати зниження шуму. Якщо підприємство розташовано в межі міста, то шумні цехи повинні розташовуватися в глибині підприємства, по можливості подалі від жилих будинків.

Всередині будівлі такі приміщення потрібно розташовувати подалі від шумних так, щоб їх розділяло декілька інших приміщень чи огороження з доброю звукоізоляцією.

в) акустична обробка приміщень.

Інтенсивність шуму залежить не тільки від прямого але і від відбиваного звуку. Тому якщо нема можливості зменшити прямий звук, то для зниження шуму потрібно зменшити енергію відбивання хвиль. ЦЕ можливо досягти збільшивши еквівалентну площу звукопоглинання приміщення шляхом розміщення на його внутрішній поверхні звукопоглинаючого покриття, а також встановити в приміщенні штучних звукопоглиначів. Ці заходи називаються акустичною обробкою приміщення.

Властивістю поглинання звуку наділені всі будівельні матеріали. Однак звукопоглинаючими матеріалами і конструкціями прийнято називати тільки ті, в яких коефіцієнт звукопоглинання на середніх частотах більше 0,2. В таких матеріалів як кір піч, бетон величина α мала (0,01 – 0,05).

Процес поглинання звуку проходить за рахунок переходу енергії коливаючихся частинок повітря в теплоту, в наслідок втрат на тертя в порах матеріалу. Тому для ефективного звукопоглинання, матеріал повинен бути

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						117
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

набілений пористою структурою, при чому пори повинні бути відкриті зі сторони подачі повітря і з'єднуватися між собою, щоб не перешкоджати потраплянню звукової хвилі в товщу матеріалу.

Найбільш часто в якості звукопоглинаючого матеріалу застосовують конструкцію у вигляді шару однорідного пористого матеріалу визначеної товщини, закріпленого безпосередньо на поверхні огороження., чи на деякій відстані від нього. В теперішній час застосовують такі звукоізолюючі матеріали як: ультра тонке волокно, мінеральна вата, дерево-волокниста чи мінераловатні плити на різних зв'язках з пофарбованою і профільованою поверхнею, пористий калівінілохлорид та ін.

Встановлення звукопоглинаючих обшивок знижує шум на 6 – 8дб. в зоні відбиваного звуку (подалі від джерела) і на 2 – 3 дб. поблизу джерела шуму. НЕ дивлячись на таке невелике зниження шуму, застосування обшивок доцільно за наступними причинами: по перше спектр шуму в приміщенні змінюється за рахунок великої ефективності обшивок на великих частотах (8 – 10 дб.),він робиться менш глухим і менш подразливим; по друге стають більш помітними шуми обладнання, наприклад верстата, а як наслідок одержується можливість слухового контролю його роботи, стає легше розмовляти, покращується розбірність розмови.

Якщо стіни приміщення і перекриття виконі світлопровідними чи площа вільних поверхонь недостатня для встановлення щільної звукоізоляції, то для зменшення шуму використовують штучні (об'ємні) поглинаючі різних конструкцій, що являють об'ємні тіла заповнені звукопоглинаючим матеріалом і підвішені до стелі рівномірно по приміщенню на визначеній висоті.

г) Зменшення шуму на шляху його розповсюдження.

Найбільш ефективного зниження шуму можливо досягти шляхом встановлення звукопоглинаючих перешкод у вигляді стін, перегородок, кожухів, кабін, вигоронок і т.д. Сутність звукоізоляції огороження складається в тому, що падаюча на нього звукова енергія відбивається в значно більшому ступені чим проникає за нього .

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						118
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Звукоізоляційними кожухами закривають найбільш шумні машини і механізми, локалізуючи таким чином джерело шуму. Кожухи звичайно виготовляють з дерева, металу і пластмаси, внутрішню поверхню кожуху обов'язково обшивають звукоізолюючим матеріалом. Кожух повинен щільно закривати джерело шуму.

Для машин, що виділяють теплоту (електродвигунів, компресорів та ін.), кожухи оснащуються вентиляційними пристроями з глушниками.

д) Індивідуальний захист від шуму.

Часто не економічно, а іноді практично неможливо зменшити шум до допустимих величин загально технічними заходами. Наприклад при таких виробничих процесах як клепка, штампова і т.д. засоби індивідуального захисту є основними мірами, що попереджають професійні захворювання робітників. До засобів індивідуального захист відносяться вкладиші, навушники і шоломи.

Розглянувши сучасні методи боротьби з шумом на виробництві, виконаємо на дільниці наступні організаційно-технічні заходи:

Встановимо по периметру дільниці перегородки з легких конструкційних матеріалів з облицюванням з мінераловатних плит, також встановимо аналогічні перегородки між технологічним обладнанням на якому не застосовується багатOVERстатне обслуговування.

Встановленням даних перегородок ми досягнемо зниження шуму від технологічного обладнання дільниці; на самій дільниці на 6 – 7 дБ. за рахунок поглинання шумів звукоглинаючого покриття перегородок (за рахунок відбивання звуку), а також виключенням впливу шумів (зниженням) на тіж 30 – 50 дБ. між рядом розташованих верстатів дільниці дякуючи розділенню їх звукоізоляційними перегородками зі звукопоглинаючим покриттям.

Проведені заходи дозволять значно покращити умови праці виробничого персоналу дільниці.

7.3. Розрахунок захисного заземлення електротехнічного обладнання дільниці механічного цеху

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						119
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Захисне заземлення це – навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металічних струмоведучих частин, ямі можуть опинитися під напругою.

Призначенням захисного заземлення є усунення небезпеки ураження людей електричним струмом при виникненню напруги на конструктивних частинах електрообладнання, тобто замкнення на корпус.

Принципом дії захисного обладнання є зниження до безпечних значень напруг доторкання і кроку, обумовлених замкненням на корпус. Це досягається зменшенням потенціалу заземленого обладнання, а також вирівнюванні потенціалів за рахунок підйому потенціалу основи, на якому стоїть людина до потенціалу, що близький за значенням до потенціалу заземленого обладнання.

Заземляючим пристроєм називається сукупність заземлювача – металічних провідників, що знаходяться в безпосередньому контакті з землею, і заземляючі провідники, які з'єднують заземлені частини електроустановок з заземлювачем. Розрізняють два типи заземляючі пристроїв: виносне (чи зосереджене) і контурне (чи розповсюджене).

Так як електроустановки (електричні двигуни верстатів) працюють під напругою до 1000В, а саме 360В, то виконуємо розрахунок виносного заземляючого пристрою.

Виносний заземляючий пристрій характеризується тим, що заземлювач його винесений за межі площадки, на якій розташовано заземлене обладнання, чи зосереджений на деякій частині цієї площадки. Недоліком виносного заземлення є віддаленість заземлителя від захищаємого обладнання внаслідок чого коефіцієнт доторкання $\alpha = 1$, і як слідство напруга доторкання дорівнює потенціалу заземлених конструкцій.

Напруга доторкання $U_{\text{дот}}$ (В) – це напруга між двома точками ланцюга струму, до яких одночасно доторкається людина чи іншими словами напруга в опорі людини R_h (Ом): $U_{\text{пр}} = I_h \cdot R_h$, де I_h – струм, що проходить через тіло людини по шляху рука – ноги, А.

Відповідно довідковим даним, розрахунковий опір людини приймаємо рівним $R_h = 1000$ Ом, а гранично допустиме значення струму, що проходить через

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						120
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тіло людини $I_h = 1,5 \text{ мА}$, є граничним відчутнім струмом для мереж перемінного струму з частотою 50Гц.

$$\text{Тоді } U_{zp} = 0,0015 \cdot 1000 = 1,5 \text{В.}$$

Потенціал заземлених конструкцій дорівнює:

$$\varphi_3 = I_3 \cdot R_3,$$

де I_3 – значення струму, що стікає в землю (А).

R_3 – опір який цей струм зустрічає на своєму шляху (Ом), а так як $U_{zp} = \varphi_3 \cdot \alpha$, а значення α для цього випадку дорівнює 1, тоді $U_{zp} = U_3$.

Розрахуємо необхідне значення опору R_3 для забезпечення рівноваги потенціалу заземлених конструкцій напруження доторкання, враховуючи, що значення струму стікання I_3 не може перевищувати значення струму в мережі промисловій і дорівнює $I_n = 0,34 \text{ А}$.

$$\text{Тоді: } R_3 = \frac{U_{np}}{I_n} = \frac{1,5}{0,36} = 4,16 \text{ Ом.}$$

Це значення $R_3 = 4,16 \text{ Ом}$ відповідає вимогам правил складу електроустановок.

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						121
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

8. Охорона навколишнього середовища.

Вступ

Сучасна біосфера (навколишнє середовище) – результат довгої еволюції органічного світу і неживої природи. В цій еволюції найвищу роль грає і людина, на якого кладеться велика відповідальність у справі збереження навколишнього середовища.

Забрудненням називається привнесення в яке-небудь середовище нових, не характерних для неї в розглянутий період несприятливих хімічних, фізичних і біологічних компонентів, чи перевищення їх природного рівня в середовищі. Забруднення, що потрапляють в навколишнє середовище можуть бути природного і антропогенного походження. До природних джерел забруднення навколишнього середовища відносять: пилові бурі, вулканічні виверження, космічний пил, лісові пожежі та ін.

До джерел антропогенного впливу відносяться: викиди промислових підприємств, які разом з димом викидають сірчаний газ, хлор, аміак, окис вуглецю, частинки і сполуки різних металів в тому числі механічні домішки. В стічних водах можуть міститися нафтопродукти, емульсії і так далі. Крім того навколишнє середовище піддається впливу негативних факторів: шуму, вібрації, теплового і радіоактивного забруднення, електромагнітного та інших видів випромінювання.

Беручи все це до уваги, проблема охорони навколишнього середовища є комплексною і носить глобальних характер і тому повинна вирішуватися не тільки стосовно до даної ділянки, але і в масштабі, міст, промислових центрів, регіонів всієї території країни.

8.1. Аналіз впливу виробництва і технологічного процесу виготовлення деталі корпус компресора на навколишнє середовище

Машинобудівне виробництво вказує шкідливий вплив на навколишнє середовище практично на всіх етапах виготовлення готових деталей і машин.

На етапі заготівельного виробництва при литті заготовки – це продукти, що не використовуються в переробці формувальних піщано-глинистих сумішей, це

					6261м. 02.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						123
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гази і металічні включення, що виникають при розплавленні металу і при безпосередньому заливанні його в піщано-глинисту форму.

На етапі механічної обробки деталі також виникають ряд факторів, які шкідливо впливають на навколишнє середовище.

В першу чергу це різні змащувально-охолоджувальні рідини, емульсії і продукти їх розкладення, які можуть забруднювати собою стічні води і навколишнє повітря і потребують свого очищення.

На етапі термічної обробки виникає ряд шкідливих хімічних з'єднань при азотуванні, ціануванні та інших видах зміцнення деталі хімічно-термічними методами. Ці з'єднання також потрапляють так в стічні води і в навколишнє повітря.

В цілому сучасне машинобудівне підприємство спричиняє негативну дію на навколишнє середовище на площах не менше чим в шість разів перевищуючу площу підприємства.

8.2. Запобігання негативного впливу проектного об'єкту на навколишнє середовище

Одним з раціональних методів запобігання негативного впливу проектного об'єкту на навколишнє середовище на заготівельному етапі є застосування прогресивного методу лиття.

Для виготовлення деталі корпус компресора запропоновано застосовувати лиття по газифікованим моделям з феромагнітних матеріалів. В результаті цього в формувальному матеріалі відсутній кварцовий пил, яка крім забруднення навколишнього середовища, ще й негативно впливає на персонал підприємства, викликаючи цілий ряд захворювань професійного характеру, крім того феромагнітні матеріали є відносно довгостроковим матеріалом і мають можливість регенерації, з метою подальшого використання, що також знижує негативний вплив на навколишнє середовище на даному етапі.

Для боротьби на етапі механічної обробки з продуктами витрат і з відпрацьованими змащувально-охолоджувальними рідинами без значного зниження продуктивності технологічного процесу.

					6261м. 02.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						124
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Але в основному на сучасних машинобудівних підприємствах приймаються різні заходи по очищенню відпрацьованих змащувально-охолоджувальних рідин і емульсій до граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин в них за відповідними державними і галузевими стандартами.

Застосовуються різні механічні, хімічні, біологічні, а також комбіновані методи очищення. До складу очисних споруд стічних вод передбачені решітки, пісколовки і піскові площадки, усереднювачі, відстійники, нафтопастки, гідроциклони, флотаційні установки, біологічні фільтри, споруди для насичення очищених стічних вод киснем та інші споруди.

В цілому можливо сказати, що повністю виключити вплив сучасного промислового виробництва любого типу чи галузі, неможливо. Але в наших силах значно знизити цей вплив не дивлячись на необхідний рівень матеріальних витрат, так як відновлення навколишнього середовища в первозданному виді в майбутньому потягне за собою не порівняно більш високі витрати, а також фактори шкідливого впливу забруднень, як зникнення цілих видів живих створінь, що населяють планету, і захворювання і гибель в деяких, і сумнівно не рідких випадках людей, що працюють чи проживають по сусідству з підприємствами, що забруднюють навколишнє середовище, навіть не піддаються ніякій матеріальній оцінці.

І як слідство, люди, що проектують нове підприємство, чи цехи, несуть в першу чергу моральну відповідальність і не тільки перед оточуючими, але й перед собою і своїми дітьми, в першу чергу.

					6261м. 02.МР.09.08.ПЗ	Арк.
						125
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Цивільний захист

Вступ

Відповідно до Закону України «Про цивільний захист України», цивільний захист України є суспільною системою органів керування, сил та засобів створених для організації і забезпеченню захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та військового, екологічного і природного характеру.

У статті 2 закону вказується на те, що заходи цивільного захисту розповсюджуються на всій території України, всі шари населення, а розподіл по обсягу і відповідальності за їх виконання здійснюється за територіально-виробничим принципом. Відповідно до тієї ж статті 2 закону, одна з основних задач цивільної оборони України є в тому числі і запобіганні виникненню надзвичайних ситуацій техногенного походження та прийняття заходів по зменшенню збитків і втрат у випадку аварій, катастроф, вибухів, великих пожеж та стихійного лиха.

Таким чином, у відповідності до статті 2 закону України «Про цивільний захист України» вимагається прийняття заходів по зменшенню збитків і втрат від наслідків, у тому числі і військового характеру. Дане положення і є основою для проведення розрахунків.

9.1.Захист технологічного обладнання від ударної хвилі повітряного вибуху

Метою даних розрахунків є захист технологічного обладнання від ударної хвилі повітряного вибуху потужністю 100 кілотонн за умовою, що об'єкт розташовано на відстані 5 км від епіцентру. Таким чином, $q = 100$ кг, $r = 5$ км, вибух – повітряний.

Виробниче об'єднання, яке розглянуте у даній роботі, як об'єкт для розрахунку, виробляє продукцію, як цивільного, так і військового характеру, важливого для обороноспроможності держави, а також суднові газотурбінні установки, які встановлюються на військових судах.

Таким чином, виникає необхідність у збереженні виробничих потужностей заводу або можливості швидкого їх відновлення у випадку військового конфлікту.

Деталь газотурбінного двигуна – корпус компресору, є крупногабаритною і зв'язуючою воєдино значну кількість деталей та вузлів установки.

					6261м. 02.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						127
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виготовлення цієї деталі використовуємо ряд крупногабаритних імпортних верстатів, а саме карусельний DKZ – 2000 – В та фрезерувально – розточувальний BFT – 125-2.

Руйнування чи пошкодження даних верстатів може привести до зупинки виробництва даної деталі і неможливості випуску заводом готової продукції.

Виконано розрахунок оцінки стійкості об'єкту і впливу ударної хвилі ядерного вибуху.

В якості кількісного показника стійкості об'єкту і впливу ударної хвилі приймається значення надмірного тиску, при якому будівлі, спорудження і обладнання об'єкту зберігаються чи отримують слабкі чи середні руйнування. Це значення тиску прийнято вважати межею стійкості об'єкту і ударної хвилі $\Delta P_{\phi \text{ lim}}$.

Для оцінки нам необхідні наступні вихідні дані: віддалення об'єкту від епіцентру вибуху заданого, як $R_r=5\text{км}$; потужність вибуху задана рівною $q = 100 \text{ кт}$ (вибух повітряний); круг ймовірного відхиленні $r_{\text{від}}=0,5 \text{ км}$.

Оцінку стійкості технологічного обладнання і впливу ударної хвилі повітряного ядерного вибуху, виконаємо в наступній послідовності:

1. Визначаємо максимальне значення надмірного тиску ударної хвилі $\Delta P_{\phi \text{ max}}$, очікуваного на об'єкті при ядерному вибуху:

а) визначаємо мінімальне ймовірну відстань від центру вибуху:

$$R_x = R_r - r_{\text{від}} = 5 - 0,5 = 4,5 \text{ км.}$$

Б) За довідником [, додаток 1] знаходимо надмірний тиск для боєприпасу потужністю 0,1 Мт. На відстані 4,5 км від епіцентру при умові, що вибух повітряний. Воно складає 14,76 кПа (розрахунок виконали проінтегрував два крайніх табличних значення). Найдене значення $\Delta P_{\phi} = 14,76 \text{ кПа}$ і буде максимальним.

2. Визначаємо величину надмірного тиску во фронті ударної хвилі повітряного вибуху, при якій можливі ушкодження технологічного обладнання, що характеризуються як середні (так як дане обладнання можна віднести до класу унікальних, тобто кількість аналогічного обладнання, що має в розпорядженні завод незначне).

					6261м. 02.МР.09.09.ПЗ	Арк.
						128
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно довіднику, табл. 273, слабкі руйнування токарно-карусельних і розточних верстатів наступають при величині надмірного тиску во фронті ударної хвилі рівної $\Delta P_{\phi} = 30-50$ кПа. Приймаємо граничне значення $\Delta P_{\phi \text{ lim}} = 30$ кПа, як мінімально можливе.

3. На основі визначених даних робимо заключення об стійкості технологічного обладнання до впливу ударної хвилі ядерного вибуху.

Порівнюючи значення максимального надмірного тиску ударної хвилі $\Delta P_{\phi \text{ max}}$, з величиною надмірного тиску, що викликає середні руйнування технологічного обладнання, можемо заключити, що дане технологічне обладнання в захисті від ударної хвилі ядерного вибуху, що відбувся на відстані 5 км від об'єкту і потужністю 100 кг, не потребує, так як $\Delta P_{\phi \text{ lim}}$ більше $\Delta P_{\phi \text{ max}}$, 30 кПа більше 14,76 кПа.

Також для споруд і обладнання швидко обтікаємих ударною хвилею, тобто верстатів, велику небезпеку являє вплив швидкісного напору повітря, рухаючогося за фронтом ударної хвилі. Тиск швидкісного напору $\Delta P_{\text{ск}}$ залежить від надмірного тиску ΔP_{ϕ} та може бути визначено за формулою:

B – ширина, м;

L – висота обладнання, м.

Опрокидування обладнання при дії швидкісного напору ударної хвилі може і з високою долею ймовірності призвести до сильних руйнувань. Тому виконаємо необхідні розрахунки.

Зсувна сила $P_{\text{см}}$, що діє на плечі Z , буде утворювати опрокидуючий момент, а вага обладнання G на плечі l/g і реакції кріплення Q на плечі l – стабілізуючий момент.

Умовою опрокидування обладнання є завищення опрокидуючого моменту над стабілізуючим, тобто:

- для закріпленого обладнання: $P_{\text{см}} \cdot z \geq G \frac{l}{2} + Q \cdot l$;

- для незакріпленого обладнання: $P_{\text{см}} \cdot z \geq G \frac{l}{2}$.

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						129
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прийmemo, що точка прикладення сили P_{cm} знаходиться у центрі тяжіння миделя S предмету. Реакція кріплення Q визначається як сумарне зусилля бовтів, що працюють на розрив.

Виконаємо розрахунок для горизонтально – розточувального верстата який має найбільшу площу миделя:

Верстат 2637ГФ1: вага 32000кг, ширина $b=5,07$ м; висота $h=4,805$ м; $C_x=1,3$.

Визначаємо граничне значення швидкісного напору, не призводящего до зсуву:

$$\Delta P_{cm} = \frac{f \cdot m \cdot g}{C_x \cdot b \cdot h} = \frac{0.35 \cdot 32000 \cdot 9.8}{1.3 \cdot 5.09 \cdot 4.805} = 3452 \text{ Па} = 3,452 \text{ кПа} > P_{ck} = 0.74 \text{ кПа}.$$

З цього витікає, зсуву обладнання не буде.

$$\Delta P_{ck} = 2.5 \cdot \frac{\Delta P_{fmax}^2}{\Delta P_{fmax} + 720}, \text{ кПа}$$

При $\Delta P_{fmax} = 14,76$ кПа:

$$\Delta P_{fmax} = 2.5 \cdot \frac{14,76^2}{14,76 + 720} = 0,74 \text{ кПа}.$$

При впливі на обсяг швидкісного напору виникає зсувна сила P_{cm} , котра може легко викликати зсув: обладнання відносно фундаменту або його перевертання, ударні перевантаження, тобто миттєве інерційне руйнування елементів обладнання.

Зсув обладнання, який виникає під впливом ударної хвилі, може призвести до слабких, а у ряді випадків і до середніх руйнувань. Ступінь руйнування обладнання різко підвищується, якщо його відкидає на деяку відстань, супроводжується ударами об інші речі і викликає додаткові руйнування. Обладнання зсувається зі свого місця, якщо зсувна сила P_{cm} буде перебільшувати силу тертя $F_{тр}$ і горизонтальну складову сили кріплення Q:

$$P_{cm} \geq F_{тр} + Q.$$

Де $F_{тр} = fG = fm \cdot g$, Н - сила тертя;

Q – сумарне зусилля бовтів кріплення, яке працює на зріз (9,8 м/с), Н;

f - коефіцієнт тертя (метал по металу 0,2-0,5; приймаємо 0,35);

G - вага обладнання, Н;

m - маса обладнання, кг;

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						130
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

q - прискорення вільного падіння ($9,8 \text{ м/с}^2$).

Зсувна сила визначається за формулою

$$P_{\text{см}} = C_x \cdot S \cdot \Delta P_{\text{сх}},$$

Де C_x – коефіцієнт аеродинамічного опору об'єкта;

$S = b \cdot L$ - площа миделю обтікаємого предмету.

Визначимо граничне відхилення швидкісного напору не призводяще верстат до опрокидування: довжина верстата $l = 6,96 \text{ м}$

$$\Delta P_{\text{сх}} = \frac{m \cdot g \cdot l}{C_x \cdot b \cdot h^2} = \frac{32000 \cdot 9.8 \cdot 6.96}{1.3 \cdot 5.07 \cdot 4.805^2} = 14343 \text{ Па} = 14 \text{ кПа} > P_{\text{см}} = 0,74 \text{ кПа}.$$

Тобто опрокидування обладнання не буде.

Висновок: На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що при повітряному вибуху на відстані 5км від об'єкту, технологічне обладнання (потужність вибуху $q = 100 \text{ кт}$), не може виникнути сильних чи середніх руйнувань обладнання та порушення технологічного процесу. Від впливу швидкісного напору ударної хвилі не виникне ні зсуву, ні опрокидування обладнання, котрі вимагали б додаткових заходів з їх усунення.

Але для підвищення стійкості технологічного обладнання дільниці цеху можна прийняти ряд організаційних мір на випадок НС та умов військового часу:

- при проектуванні дільниці цеху

а) раціонально компоувати обладнання;

б) розташувати обладнання: важке – на нижніх поверхах будівель; цінне та нестійке до ударів - у будівлях із підвищеними міцностними характеристиками або у спеціальних захисних спорудах.

- при розташуванні обладнання

а) забезпечити його установку на надійні фундаменти;

б) міцно закріпити його кріпінними бовтами.

- на протязі 30 днів після установки обладнання:

а) створити запас деталей та вузлів технологічного обладнання. які найбільше ушкоджуються;

б) виготовити захисні конструкції (кожухи, козирьки, навіси та інше).

					6261м. 02.МР.09.07.ПЗ	Арк.
						131
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Магістерська робота на тему «Удосконалення технології виготовлення корпусу компресора ($\varnothing 920$ мм; $L = 798$ мм)» розроблена відповідно до діючих стандартів ЄСТД. З точки зору механічної обробки деталь має наступні недоліки технологічності конструкції: конструктивна форма деталі ускладнює її базування на цілому ряді операцій, особливо на чорнових операціях, в результаті чого збільшуються припуски на чорнову обробку деталі. Також ускладненою в деякому розумінні є обробка зворотних поверхонь горизонтальних фланців, що потребує візуального контролю робітника, на всій операції. В іншому деталь достатньо проста за конструктивним виконанням, володіє достатньою жорсткістю, забезпечує легкий (вільний) доступ до всіх місць при обробці і не обмежує застосування високопродуктивних режимів різання.

В кваліфікаційній роботі надано опис призначення деталі та характеристика матеріалу, з якого вона виготовлена, зроблено аналіз її технологічності, вибір та обґрунтування типу виробництва, розроблено технологічний процес виготовлення, а також розглянуті питання з можливості використання лиття по газифікованим моделям, виготовлення форм з феромагнітних матеріалів, газовий режим ливарної форми. В магістерській роботі наведені розрахунки спеціальних пристосувань та ріжучого і вимірювального інструментів: принцип дії вимірювального інструменту, опис і розрахунок пристосування для фрезерування горизонтального фланця, конструювання ріжучого інструменту. Спроектована дільниця з виготовлення деталі та розраховані її техніко-економічні показники і доцільність її проектування. Наведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, що впливають на виробничий персонал дільниці, запобігання впливу шумових факторів безпеки на виробничий персонал дільниці механічного цеху розрахунок захисного заземлення електротехнічного обладнання дільниці механічного, аналіз впливу виробництва та технологічного процесу виготовлення деталі на довкілля та розглянуті заходи з охорони навколишнього середовища. Наведена оцінка захисту технологічного обладнання від ударної хвилі повітряного вибуху.

Література

1. Боженко Л.І. Технологія машинобудування Проектування та виробництво заготованок. - Підручник. – Львів, Світ, 1996. – 368 с.
2. Бондаренко С.Г. Розмірні розрахунки механоскладального виробництва. - Навчальний посібник. – Київ: ІСДО, 1993. – 544 с.
3. Бондаренко С.Г. Основи технології машинобудування. - Навчальний посібник для студентів вищих технічних навчальних закладів. – Львів, Магнолія, 2007. – 567 с.
4. Горбатюк Є.О., Мазур М.П.,Зенкін А.С., Каразей В.Д. Технологія машинобудування. - Навчальний посібник. – Львів, «Новий Світ-2000», 2012. – 358 с.
5. Довідник технолога-машинобудівника. в 2-х т. /Під заг.ред.А.Г.Косилової та Р.К.Мещерякова. – 5 вид., переробл. і доп. – Київ, Техніка, 1990. -
6. Івченко Л.І. Державні стандарти в машинобудуванні і металообробці/Л.І.Івченко, В.В.Петракін. – Харків, Компанія «Сміт», 2006. – 320 с.
7. Колкер Я.Д., Руднєв О.Н. Базування та бази в машинобудуванні. - Начальний посібник. – Київ, Вища школа, 1991. – 100 с.
8. Мельничук П.П., Боровик А.І., Лінчевський П.А. Технологія машинобудування. – Підручник для студентів спеціальностей «Технологія машинобудування», «Металорізальні верстати та системи». – Житомир, Держ.університет «Житомирська політехніка», 2009. –
9. Обробка металів різанням. Довідник технолога /Н.А.Панов, В.В.Анікін, Н.Г.Бойм та ін. Під заг.ред. А.Н.Панова. – Київ, Техніка, 1991. – 740 с.
10. Паливода Ю.Є., Дячун А.Е., Лешук Р.Я. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки. – Навчально-методичний посібник. – Тернопіль: Тернопільський нац.техн.університет ім. Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
11. Пістун І.П., Кіт Ю.В., Березовецький А.П. Практикум з охорони праці. – Навчальний посібник. - /За заг.ред. к.т.н., І.П.Пістуна. – Суми, Вид-во «Університетська книга», 2000. – 207 с.

						Арк.
						132
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Руденко П.О., Харламов Ю.А. Проектування і виробництво заготовок у машинобудуванні. – Навчальний посібник. Під ред. В.М.Плескача. – Київ, Вища школа, 1991. – 247 с.

13. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. – Навчальний посібник для машинобудівних спец.вузів. – Київ, Вища школа, 1993. – 414 с.

14. Соловйов С.М., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Бобошко В.О., Козленко О.О. Практикум з дисципліни «Теоретичні основи технології виготовлення деталей машин». – Навчальний посібник. Під заг.ред. проф. С.М.Соловйова. – Миколаїв, НУК, 2016. – 172 с.

15. Технологія машинобудівних підприємств. - Підручник /В.Л.Дикань, Ю.Є.Калабухін, Н./Каличева та ін. За заг.ред. В.Л.Диканя. – Харків, УкрДЧЗТ, 2020. – 386 с.

16. Технологія машинобудування. Посібник-довідник для виконання кваліфікаційних робіт. – Навчальний посібник/І.І.Юрчишин, Я.М.Литвиняк, І.Е.Грицай, М.Л.Кухляк, Я.М.Кусій, В.В.Ступницький, В.А.Яцюк, А.М.Кук, Е.М.Махоркін, В.П.Свізінський. За заг.ред.І.І.Юрчишина. – Львів, Вид-во національного університету «Львівська політехніка», 2009. – 528 с.

17. Ткаченко І.Г., Капаціла Ю.Б., Паливода Ю.Є. Технологія машинобудування: Вступ до спеціальності. – Навчальний посібник. – Тернопіль, Тернопільський нац.тех.університет ім.Івана Пулюя, 2013. – 84 с.

18. Ткачук К.Н., Іванчук Д.Ф. та ін. Довідник з охорони праці на промисловому підприємстві. – ДО, Техніка, 1991.

19. Хлопенко Б.К., Шумілов О.П., Івахненко М.М., Козленко О.О. Проектування технологічних процесів обробки типових деталей. – Навчальний посібник. – Миколаїв, УДМТУ, 2003. – 56 с.

20. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Фесенко А.В. Технологічні основи машинобудування. – Навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування». – Харків, НТУ «ХПУ», 2022. – 421 с.

						Арк.
						133
Ізм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		