

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ  
ім. Ю.М. ПОТЕБНІ

Кафедра прикладної екології та охорони праці  
(повна назва кафедри)

**Кваліфікаційна робота/проект**

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

на тему «Аналіз умов праці та професійної захворюваності працюючих у  
ливарному виробництві»

Виконав: студент (ка) 5 курсу, групи ЦБ-17-16з

Спеціальності 263 «Цивільна безпека»

(назва)

Освітньої програми «Охорона праці»

(назва)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

Новікова Т.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Рижков В.Г.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент проф., д.т.н. Куріс Ю.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Спеціальність 263 «Цивільна безпека»

(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Освітня програма «Охорона праці»

(тип)

(назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Г.Б. Кожемякін

“ ” \_\_\_\_\_ 2022 року

**ЗАВДАННЯ**  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Новікова Тетяна Володимирівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Аналіз умов праці та професійної захворюваності працюючих у ливарному виробництві»

керівник роботи Рижков Вадим Генійович, канд. техн.наук, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” 01 2022 року № 91-с

2. Строк подання студентом 16.05.2022

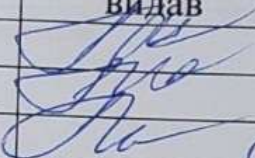

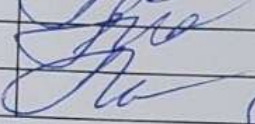
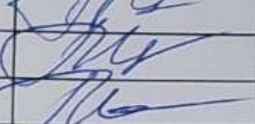
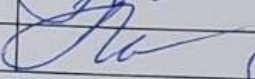
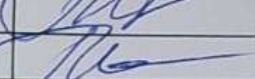
3. Вихідні дані до роботи карта умов праці працівників основних професій

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, технологія плавки сплавів у ливарному цеху, аналіз професійної захворюваності працюючих у ливарному виробництві, аналіз умов праці працівників у ливарному виробництві, висновки, список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 17 слайдів: титульний лист, мета та завдання роботи, загальна технологічна схема виготовлення виливків, розподіл професійних захворювань у ливарних цехах, розподіл професійних захворювань за професіями працюючих у ливарному виробництві, розподіл захворюваності на кохлеарний неврит слухового органу та вібраційну хворобу за професіями працюючих у ливарному виробництві, розподіл захворюваності на силікоз та пиловий бронхіт за професіями працюючих у ливарному виробництві, розподіл професійних захворювань за професіями працюючих у ливарних цехах,

розподіл профзахворювань за тривалістю розвитку хвороби та віком працюючих ливарних цехах, розподіл причин нещасних випадків у ливарних цехах, гранично допустима концентрація шкідливих речовин, які утворюються при проведенні робіт ливарному цеху, кількість теплоти, що випромінюється на різних ділянках ливарних цехів, МДж на 1 т залитого металу, фактичні та нормативні параметри мікроклімату, схема вентиляційної мережі, результати розрахунків параметрів вентиляційної мережі  
висновки – 2 слайди

6. Консультанти розділів роботи

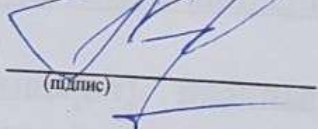
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Рижков В.Г.		
2	доцент Рижков В.Г.		
3	доцент Рижков В.Г.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

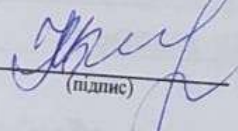
**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Збір матеріалу	18.04-23.04 2022	
2	Аналіз зібраного матеріалу	18.04-23.04 2022	
3	Виконання 1 розділу	24.04-28.04 2022	
4	Виконання 2 розділу	29.04-03.05 2022	
5	Виконання 3 розділу	04.05-15.05 2022	
6	Розробка презентації	24.04-15.05.2022	
7	Перевірка роботи консультантами	16.05-22.05.2022	
8	Попередній захист роботи	16.05.2022	
9	Захист роботи у ЕК	27.05.2022	

Студент  Новікова Т.В.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту)  Рижков В.Г.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  Белоконь К.В.  
(підпис) (ініціали та прізвище)

### **Анотація**

Новікова Т.В. Кваліфікаційна робота «Аналіз умов праці та професійної захворюваності працюючих у ливарному виробництві».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти бакалавра за спеціальністю 263 «Цивільна безпека», науковий керівник В.Г. Рижков. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2022.

У кваліфікаційній роботі наведено результати дослідження умов праці під час технологічних операцій у ливарному виробництві. Визначено характер їх впливу на працюючих. Проаналізовано професійні захворювання працюючих в ливарних цехах. Узагальнені профілактичні заходи з оздоровлення умов праці.

**Ключові слова:** ливарне виробництво, небезпечні та шкідливі виробничі фактори, заходи з поліпшення умов праці, мікроклімат, професійна захворюваність.

### **Abstract**

Novikova Tetiana. Qualifying work « Analysis Of Working Conditions And Occupational Morbidity In Foundry Workers».

Scientific supervisor is V.G. Ryzhkov of qualifying work for obtaining bachelor's degree on specialty № 263 «Civil protection». Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni, The Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2022.

The qualification work presents the results of a study of working conditions during technological operations in the foundry. The nature of their impact on workers is determined. Occupational diseases of workers in foundries are analyzed. Summarized are preventive measures to improve working conditions.

**Keywords:** foundry, dangerous and harmful production factors, measures to improve working conditions, microclimate, occupational morbidity.

## ЗМІСТ

ВСТУП . . . . .	6
1 ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАВКИ СПЛАВІВ У ЛИВАРНОМУ ЦЕХУ .	8
1.1 Загальна характеристика ливарного виробництва . . . . .	8
1.2 Технологія плавки ливарних сплавів у ливарному цеху .	10
2 АНАЛІЗ ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНОСТІ ПРАЦЮЮЧИХ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ . . . . .	15
2.1 Фактори, що впливають на розвиток професійних захворювань робітників ливарного цеху . . . . .	15
2.2 Аналіз професійної захворюваності в ливарному виробництві	17
2.3 Вплив умов праці в ливарних цехах на показники виробничого травматизму . . . . .	28
3 АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ . . . . .	31
3.1 Безпека основних процесів ливарного виробництва . . . . .	31
3.2 Основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори ливарного цеху . . . . .	47
3.3 Заходи щодо зниження шкідливих та небезпечних виробничих факторів у ливарному цеху . . . . .	57
3.4 Засоби індивідуального захисту . . . . .	72
3.5 Електробезпека . . . . .	75
3.6 Пожежна профілактика . . . . .	77
ВИСНОВКИ . . . . .	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ . . . . .	86

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Ливарне виробництво за умовами виробничого середовища, напруженістю і різноманітністю операцій відноситься до найскладніших. Саме ці обставини фахівці з гігієни праці вважають головними причинами високого рівня захворюваності ливарників, структура і рівень яких напряму залежить від інтенсивності впливу шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу. Важливим аспектом є впровадження профілактичних заходів, розроблення яких можливе лише на підставі оцінки умов праці.

Впровадження у виробництво або вдосконалення будь-якої технології повинно розглядатися з урахуванням питань забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці працівників. У ливарних цехах умови праці працівників визначаються комплексом виробничих факторів, які з урахуванням різноманіття типів обладнання, розгалуженої транспортної мережі, значної кількості трудомістких операцій, що виконуються вручну і вимагають великого фізичного напруження, несприятливо впливає на ливарників. Це сприяє підвищенню виробничого травматизму, розвитку професійних захворювань і збільшення загальної захворюваності.

Впровадження стандарту OHSAS 18001:2007 «Системи менеджменту гігієни і безпеки праці» [1] забезпечує створення належних і безпечних умов праці на підприємствах галузі ливарного виробництва. Дотримання стандарту безпеки та відповідних документів Міжнародної організації праці та Міжнародної асоціації соціального забезпечення підіймає рівень безпеки праці на підприємстві. Важливим аспектом є впровадження профілактичних заходів, розроблення яких можливе лише на підставі всебічного дослідження умов праці у ливарному виробництві. Актуальність теми пов'язана з тим, що виробнича діяльність у ливарному виробництві передбачає вплив специфічних шкідливих і небезпечних факторів на працівників, що може викликати професійні травми і професійні захворюваності. На обрубно-

очисних дільницях висока концентрація пилу викликає бронхіт пилової етіології; бронхіальну астму; пневмоконіози. Тому особливу увагу привертає розробка та удосконалення засобів з поліпшення умов праці, які зменшать шкідливу дію на органи дихання робітників обрубно-очисних ділянок.

**Метою кваліфікаційної роботи** – аналіз умов праці та професійної захворюваності працюючих у ливарному виробництві, розробка заходів і засобів, спрямованих на мінімізацію несприятливого впливу шкідливих та небезпечних чинників на працюючих.

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі **завдання**: проаналізувати професійну захворюваність працюючих у ливарному виробництві; проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі чинники, що впливають на працівників у ливарному виробництві; запропонувати заходи та засоби з поліпшення умов праці працівників у ливарному виробництві.

**Методи дослідження**: статистичний аналіз, методи узагальнення, вибірки, системно-структурного аналізу.

**Практичне значення одержаних результатів.** Матеріали роботи можуть бути впроваджені у навчальний процес кафедри прикладної екології та охорони праці Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні Запорізького національного університету при виконанні лабораторних і практичних робіт з дисциплін: «Виробнича санітарія», «Гігієнічне нормування умов праці та стану довкілля», «Основи охорони праці».

**Особистий внесок автора.** Особистий внесок автора полягає в проведенні теоретичних досліджень, обробці отриманих результатів, формулюванні основних наукових положень і висновків.

**Структура та обсяг бакалаврської роботи.** Кваліфікаційна робота включає 88 сторінок тексту, 9 рисунків, 12 таблиць, 28 використаних джерел.

## **1 ТЕХНОЛОГІЯ ПЛАВКИ СПЛАВІВ У ЛИВАРНОМУ ЦЕХУ**

Ливарне виробництво – одне з найстаріших і в даний час основних способів одержання металевих деталей для різних галузей промисловості.

Використання спеціальних способів лиття в багатьох випадках підвищує трудомісткість технологічних процесів виготовлення виливків і їх собівартість. Проте завдяки економії металу і зменшення обсягів оброблення різанням знижується загальна вартість деталей. Литі деталі використовуються в машино- і приладобудуванні, а також являються предметами побуту і культури. Це обумовлено тим, що литтям можна отримати деталі з різних сплавів, практично будь-якої конфігурації, структури, макро- і мікрогеометрією поверхні, масою від декількох грамів до декількох сотень тонн, з різними експлуатаційними властивостями.

Сутність ливарного виробництва полягає в отриманні виливків, литих металевих заготовок, шляхом заливання розплавленого металу або сплаву в ливарну форму. Ця заготовка буде мати таку ж конфігурацію, як і фінішна деталь, але у деяких місцях на ній будуть потовщення або інші технологічні виступи, які відлиті з урахуванням подальшого механічного оброблення.

### **1.1 Загальна характеристика ливарного виробництва**

Ливарне виробництво – один з найдешевших засобів виготовлення металічних виробів, воно успішно конкурує з методами кування та штампування. Ливарні цехи входять, як до складу металургійних і машинобудівних підприємств, так і до складу окремих ливарно-металургійних виробництв.

Задачею ливарного виробництва є виготовлення з металів і металевих сплавів виробів-виливків, що мають різноманітні обриси і призначених для використання в різних цілях. Виливки після механічної обробки складають майже половину маси деталей усіх машин, механізмів, приладів і апаратів,



що виробляються різними галузями машино- та приладобудування. Литтям виготовляють також окремі частини будівельних споруджень, транспортних пристроїв і т.п. [2].

Сутність ливарного виробництва зводиться до одержання рідкого, тобто нагрітого вище температури плавлення, сплаву потрібного складу і необхідної якості, та заливання його в заздалегідь приготовлену форму. При охолодженні сплав твердіє й у твердому стані зберігає конфігурацію тієї порожнини, у яку він був залитий. У процесі кристалізації й охолодження сплаву формуються основні механічні й експлуатаційні властивості вилівка, обумовлені макро- і мікроструктурою сплаву, його щільністю, наявністю і розташуванням у ньому неметалічних включень, розвитком у вилівку внутрішніх напружень, викликаних неоднотимним охолодженням її частин і ін. Ливарна технологія може бути реалізована різними способами. Весь цикл виготовлення вилівка складається з ряду основних і допоміжних операцій, здійснюваних як паралельно, так і послідовно в різних відділеннях ливарного цеху [3].

У ливарному виробництві використовується рідкий метал, з'єднання якого відносяться до II чи III групи токсичності. Формовочні силікати, що містять матеріали з вмістом кремнію  $>70\%$  по своїй дії на організм відносяться до III групи токсичності. Таким чином, проміжні і вихідні матеріали ливарного виробництва за своєю токсичністю відносяться до II-III груп [4].

У ливарному виробництві на 1 т вилівок утворюється від 1 до 3 т відходів, що включають відпрацьовану і невикористану суміш, шлаки, пил, газу. Хоча основна частина відходів це відпрацьовані суміші і шлаки, найбільшу небезпеку представляють саме пил і газу, у зв'язку з труднощами їхнього уловлювання, знешкодження і видалення. А їхня кількість при виробництві 1 т вилівок зі сталі чи чавуну приблизно складає: пилу 50 кг, вуглеводнів 1 кг, оксиду вуглецю (II) 250 кг, оксиду сірки (II) 1,5-2 кг, крім того виділяється ряд інших шкідливих газів, таких як фенол, формальдегід,

ацетон, бензол і ін., загальна кількість яких хоча й невелика, однак становить небезпеку через їх токсичність. У газах, що видаляються від ливарного устаткування і викидаються в атмосферу, міститься пил, що складається в основному з мілкодисперсних часточок, вміст вільного оксиду кремнію в яких досягає 60%. Тому з'являється можливість виникнення пилових професійних захворювань у працівників.

Головними професійними шкідливостями ливарного виробництва є конвекційне та променисте тепло, гази та пил.

За оцінками фахівців на ливарні цехи приходиться від 5 до 70% шкідливих викидів, скидів, стоків, відвалів металургійних підприємств, а в загальних викидах в атмосферу на долю ливарного виробництва приходиться 3% пилу і 0,5% чадного газу [4].

Підсумовуючи усе вищенаведене, можна відмітити значну екологічну небезпеку ливарного виробництва.

## **1.2 Технологія плавки ливарних сплавів у ливарному цеху**

Сталь для дрібного сталевого фасонного лиття виплавляють у бесемерівських ретортах з бічним дуттям за способом поверхневого чи малого бесемерування, а також у дугових електричних печах з кислим чи основним подом. В індукційних тигельних печах переплавляють сталь для фасонних виливків винятково високолеговану. Сталь для виливків великої і середньої ваги виплавляють в основних мартенівських печах, а на деяких заводах важкого машинобудування – у дугових електричних печах.

Сталеплавильні печі за техніко-економічними показниками займають різні місця. Так, найменший угар домішок за час плавки і найбільшу точність влучення в задані межі складу кінцевої сталі забезпечують індукційні печі; за ними йдуть дугові електричні печі, потім – мартенівські і, нарешті, - малобесемерівські реторти. За питомою продуктивністю рідкої сталі (у т на 1 м<sup>2</sup> зайнятої у цеху площі) на першому місці повинна стояти реторта з

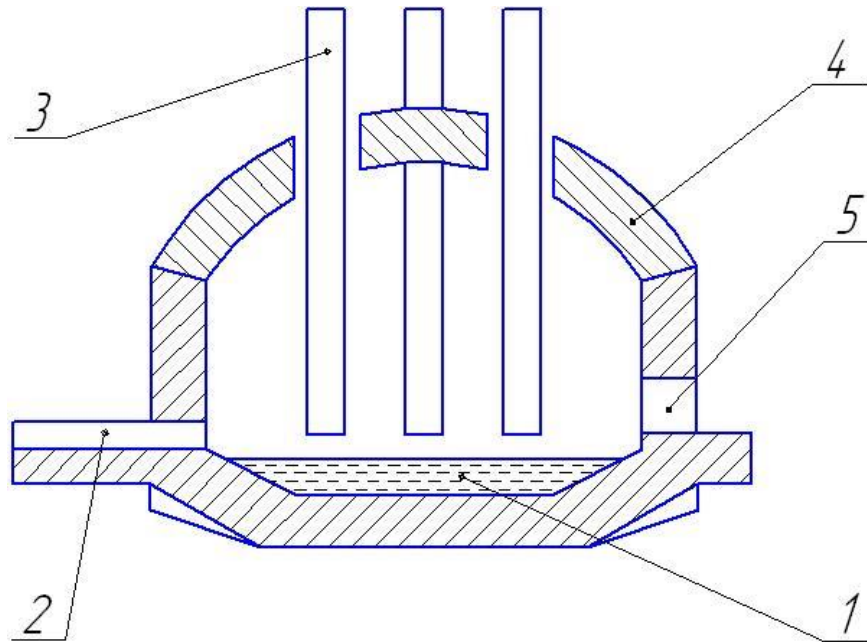
бічним дуттям, на другому – дугова електрична і на третьому – мартенівська піч. По продуктивності в тоннах рідкої сталі в одиницю часу на тонну ваги садки перше місце займає реторта, друге – кисла дугова електрична піч, третє – мартенівська основна піч і четверте – основна дугова електрична піч. По вартості первісних витрат на устаткування пічного пристрою з всіма обслуговуючими агрегатами на першому місці стоїть мартенівська, на другому дугова електрична піч і на останньому – реторта. По собівартості однієї тонни рідкої сталі перше місце належить індукційної, друге – основний дуговий електричний, третє – мартенівської, четверте – кислий дуговий печі і п'яте – реторті. По найбільшій вазі садки на першому місці стоять великі мартенівські печі (для фасонного сталевого лиття не більш 100 т), на другому – дугові електричні печі (до 30 т), на третьому – реторта (до 3,0 т) і на четвертому – індукційні печі (до 1 т) (усі ваги садки узяті для печей фасноливарних цехів). Якщо необхідно виплавити сталь для особо крупних сталєних виливок, у одну ливарну форму вливають сталь, зібрану у два чи три ковша від двох чи трьох сталеплавильних печей [5].

Відкриття професора фізики Санкт-Петербурзької медико-хірургічної академії В.В.Петрова, що відносяться до 1802 р., в області електровиплавлення металів, їх окислення та відновлення, явились основою застосування тепла електричної дуги для розплавлення і перегріву рідкої сталі.

Кількість електричних дугових печей у даний час перевищує кількість печей для виробництва злитків не менш, ніж у 7-8 разів. Нетривалість плавок, можливість точного влучення в задані межі хімічного складу сталі, що випускається, і інші переваги сприяють широкому використанню цих печей у вітчизняному ливарному виробництві. Це пояснюється легкістю і зручністю керування піччю під час плавки, зручністю регулювання теплового режиму, складу металу і шлаку, угару цінних легуючих домішок. Зручність регулювання складу шлаку, а також деяке запобігання від швидкого

окислення та газонасичення металу забезпечують виплавку високоякісної вуглеродистої, а також мало- і високолегованої сталей для лиття.

Загальний вид типової дугової електричної печі наведено на рисунку 1.1 [5].



1 – ванна; 2 – жолоб; 3 – електроди; 4 – склепіння; 5 – робоче вікно

Рисунок 1.1 – Типова конструкція дугової електричної печі

Дугові печі завантажують шихтою зверху, склепіння 4 при цьому відводиться убік, шихта, потім рідкий метал знаходяться у ванні 1. Розплавлення здійснюють за допомогою дугових розрядів, створюваних електродами 3. Випуск готової сталі здійснюється шляхом нахилу печі по жолобу 2. Робоче вікно 5 використовують для наведення шлаку, введення домішок та ін. При виплавленні сталі в електропечах процес підрозділяють на два основних періоди: 1) нагрівання і розплавлення; 2) перегріву і доведення [5].

Плавлення у ливарному цеху здійснюється таким чином: опускають електроди і включають печі на час проплавлення колодязів на невеличку напругу, а потім переключають на більшу. В міру розплавлювання шихти й

утворення «озерець» рідкого металу в піч додають три лопати вапняку – приблизно 15 кг/т металу. Після повного розплавлювання металу беруть пробу вуглецю. У випадку вмісту вуглецю нижче необхідної норми, необхідно підшихтувати чавуном. Температура металу при випуску повинна бути 1400-1450°C. Випуск металу проводять при піднятих електродах, відключеній печі і похилому положенні убік пропускнуго отвору в ківш. Нахил печі убік випуску металу варто робити не більше ніж на 45°C. Температура води, що приділяється, не повинна перевищувати 45 °С.

Основні технологічні операції ливарного виробництва включають у себе виготовлення форми із всіма її деталями, виплавлення та заливку рідкого сплаву у форму, а потім звільнення з форми охолодженого виливка та обробка її, а інколи також випробування деяких особливо важних якостей виливка до чи після термічної обробки.

У ливарному цеху при виготовленні відливок використовують лиття у пісчано-глиністі форми. Моделі, стержневі шухляди й інше оснащення виготовляють, як правило, у модельних цехах. Ливарна разова піщана форма в більшості випадків складається з двох напівформ: верхньої і нижньої, котрі одержують ущільненням формувальної суміші навколо відповідних частин (верхньої і нижньої) дерев'яної чи металеві моделі в спеціальних металевих рамках-опоках. Модель відрізняється від виливка розмірами, наявністю формувальних ухилів, що полегшують витяг моделі з форми, і знакових частин, призначених для установки стержня, що утворить внутрішню порожнину (отвір) у виливку. Стержень виготовляють із суміші, наприклад піску, окремі зерна якого скріплюються при сушінні чи хімічному отвердженні спеціальними зкріплювачами (в'язучими). У верхній напівформі за допомогою відповідних моделей виконуються воронка і система каналів, по яких з ковша надходить ливарний сплав у порожнину форми, і додаткові порожнини – прибутки. Після ущільнення суміші моделі: власне виливка, ливникової системи і прибутків, – їх витягають з напівформ. Потім у нижню напівформу встановлюють стержень і накривають верхньою

напівформою. Необхідна точність з'єднання забезпечується штирями і втулками в опоках. Перед заливанням сплаву, щоб уникнути підняття верхньої напівформи рідким розплавом, опоки скріплюють одну з одною спеціальними дужками або на верхню опоку установлюють вантаж. У разових піщаних формах виробляють ~ 80% всього обсягу випуску виливків. Однак точність і чистота їхньої поверхні, умови праці, техніко-економічні показники не завжди задовольняють вимогам сучасного виробництва. У зв'язку з цим усе більш широке застосування знаходять спеціальні способи лиття: по виплавленим (випаленим) моделям, під тиском, відцентровим способом, вакуумним усмоктуванням і т.д. Виливки різних розмірів, складності і призначення зі сплавів, що істотно відрізняються по своїх властивостях, не можна виготовляти однаковими способами. У зв'язку з цим одержали поширення різноманітні технологічні процеси, що відрізняються прийомами [4].

Сталь відноситься до самих важкоплавких сплавів з найбільшою ливарною усадкою. З сталі виготовляють наймасивніші відливки. У зв'язку з цим є ряд специфічних моментів у виготовленні сталевих лиття. Наприклад, вогнетривкість формуючих сумішей повинна бути дуже високою, тому для сталевих відливок використовують тільки вогнетривкі білі кварцеві піски та вогнетривкі глини. Відпрацьована формувальна суміш збирається в бункер. Усі ці відходи використовуються при проведенні дорожньо-будівельних робіт.

При розплавленні металевих сплавів, заливці, охолодженні та вибивці форм виділяються пил, окис вуглецю, сірчистий ангідрид, окисли азоту та інші забруднювачі, що оказують шкідливий вплив на оточуюче середовище, та на працівників ливарних відділень [3].

## **2 АНАЛІЗ ПРОФЕСІЙНОЇ ЗАХВОРЮВАНOSTІ ПРАЦЮЮЧИХ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

### **2.1 Фактори, що впливають на розвиток професійних захворювань робітників ливарного цеху**

Професійні хвороби є важливим показником стану здоров'я працюючого населення. Вони виникають у результаті впливу на організм комплексних несприятливих факторів виробничого середовища на робочому місці при виконанні основних виробничих технологічних операцій і від якості трудового життя.

Гігієнічні дослідження умов праці, які проводились на робочих місцях працівників основних професій заготівельного виробництва (ливарного цеху), що працюють в найбільш складних умовах шкідливого багатofакторного впливу виробничих факторів, з метою проведення комплексного вивчення стану виробничого середовища і трудового процесу, що дозволила оцінити особливості її впливу на стан здоров'я працівників підприємства.

В результаті досліджень проведених в умовах виробництва, можна зробити висновки, що умови і характер праці по важкості та напруженості трудового процесу можна віднести до шкідливих і небезпечних. Можливі несприятливі функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних нормативних показників, які можуть викликати професійні захворювання [6]. Реєструється перевищення по масі піднімаємого і переміщуваного вантажу, кількість нахилом корпусу більше 300, а також тривале перебування в незручній робочій позі протягом зміни певний термін часу. Тому можна прогнозувати значне зниження працездатності протягом зміни постійно, вихід основних функціональних показників життєдіяльності організму робітника за межі фізіологічної норми в кожній робочій зміні і розвитку професійної патології, як наслідок цього, неминуче збільшення частоти

випадків загальної захворюваності, поява ознак або легких форм професійних захворювань, які при тривалому робочому стажі переходять в середні і важкі з подальшою інвалідизацією.

Оцінка параметрів мікрокліматичних умов у ливарному виробництві є висока температура повітря на робочих місцях. Відносна вологість повітря на всіх робочих місцях була в межах допустимої, а швидкість руху повітря перевищувала норму [6]. Значні динамічні навантаження в умовах нестабільних мікрокліматичних умов ливарного цеху і тривалого професійного стажу неминуче приведуть до збільшення кількості захворювань опорно-рухового апарату, нервової, серцево-судинної та дихальних систем робочих з подальшою їх інвалідизації.

Також параметри шуму на основних робочих місцях відносяться до шкідливих і небезпечних, які в свою чергу призводять до постійного перенапруження функції аналізатора слуху. Високі рівні шуму продовжують зберігатися не тільки через особливості технологічного процесу, а й через експлуатацію у багатьох випадках зношеного обладнання, яке призводить до збільшення еквівалентного рівня шуму на 3-6 дБА. Така ситуація дозволяє спрогнозувати виникнення *кохлеарного невриту* [7]. Також високе залишається емоційне навантаження, пов'язане з постійним дотриманням умов і вимог техніки безпеки по виконанню технологічних операцій.

Дослідження показали, що значна кількість робочих продовжує працювати в умовах шкідливого впливу високих показників виробничої локальної вібрації. Ризик розвитку вібраційної патології залишається вкрай високим [8]. При вивченні вмісту пилу і шкідливих хімічних речовин були встановлені перевищення по пилу кремнію діоксиду вуглецю на робочих місцях у значної частини працюючих. Також виявлені високі показники по силікатному вмісту пилу на робочих місцях. Таким чином, не дивлячись на досить ефективні вентиляційні заходи робітники продовжують працювати в незадовільних умовах повітря робочої зони, які мали перевищення ГДК по основних речовинах, які присутні в технологічному процесі. Це може



призвести до розвитку легких форм професійних пилових патологій *токсикопилової етіології* з прогресуючою інвалідизацією при несвоєчасній постановці діагнозу.

Загальна багатофакторна оцінка умов роботи з урахуванням комбінованої дії виробничих факторів за ступенем шкідливості і небезпеки виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу в професіях ливарного виробництва дає можливість зробити висновок, що особливу увагу необхідно приділяти вимогам до виробничих процесів і обладнання. Це дозволить значно поліпшити умови праці робітників, що зменшить ризик виникнення професійних захворювань. В даний час основні технологічні процеси в машинобудуванні супроводжуються комбінованим впливом на організм працівників шкідливих і небезпечних факторів виробничого середовища і трудового процесу. У структурі захворюваності переважають захворювання бронхо-легеневої системи, сенсо-невральної туговухості, вібраційної хвороби, хвороби кістково-м'язової та периферичної нервової системи [9].

## **2.2 Аналіз професійної захворюваності в ливарному виробництві**

Для виявлення наслідків та встановлення закономірностей впливу умов праці на ливарників були проведені дослідження професійної захворюваності працюючих у ливарних цехах (сталеливарних, чавуноливарних та кольорового лиття).

Специфічний вплив окремих виробничих чинників на організм працюючих у ливарному виробництві знаходить свій відбиток у разі професійної захворюваності. Аналіз захворюваності проводили за даними карт обліку професійних захворювань та результатами періодичних (щорічних) медичних оглядів за період з 2010 по 2020 рр., оскільки за цей період найбільш повно виявляються захворювання, специфічні для кожного виробництва, і менше впливає випадкових факторів.

Вивчення стану професійної захворюваності в ливарних цехах показало, що найбільш поширеними серед ливарників є захворювання від впливу пилу (*силікоз і пиловий бронхіт*), вібрації (*вібраційна хвороба*), шуму (*кохлеарний неврит слухового органу*). При цьому на працюючих в ливарних цехах припадає 61,3 % захворювань на вібраційну хворобу, 37,4 % - кохлеарним невритом слухового органу, 92,8% - силікозом і 83,1 % - пиловим бронхітом від загальної кількості аналогічних професійних захворювань на машинобудівних підприємствах.

Розподіл профзахворювань по ливарним цехам показує, що найбільш усього зареєстровано профзахворювань на пиловий бронхіт, - майже 50%. На рисунку 2.1 приведено розподіл професійних захворювань по ливарним цехам в цілому, а також по сталеливарним і чавуноливарним цехам.

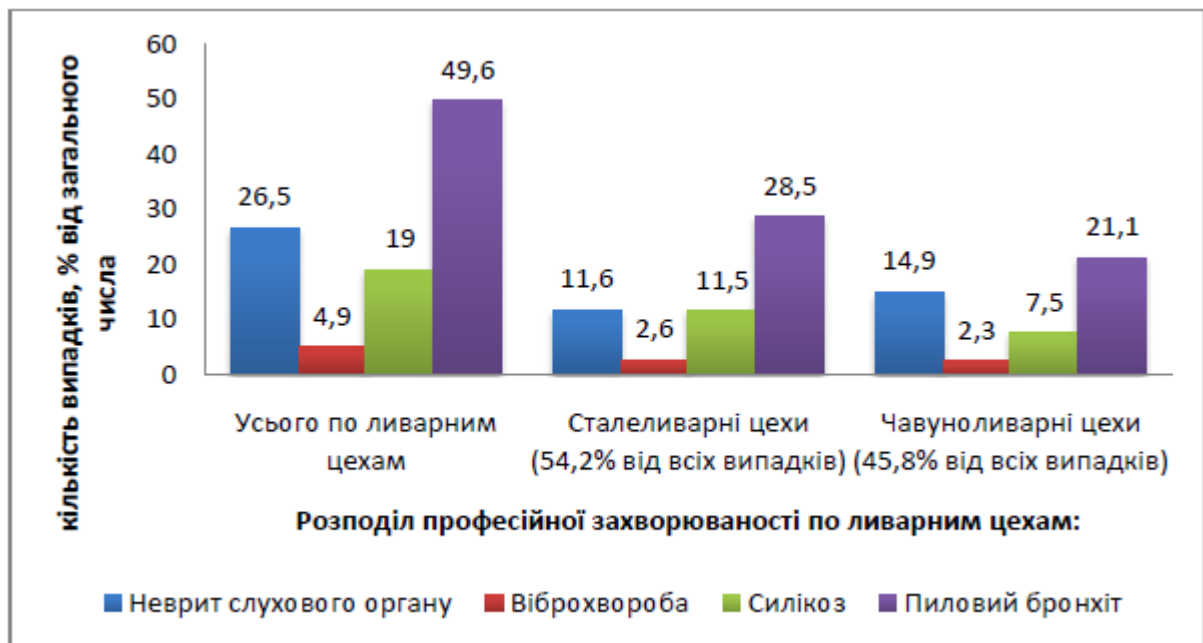


Рисунок 2.1 – Розподіл професійної захворюваності по ливарним цехам

Аналіз розподілу профзахворювань у ливарних цехах показує, що захворюваність на кохлеарний неврит слухового органу, вібраційну хворобу та пилову патологію в ливарних цехах становить серйозну проблему.

У табл. 2.1 наведено розподіл професійних захворювань за ливарними цехами в цілому (в % від загальної кількості по підприємствах), а також за сталеливарними та чавуноливарними цехами та цехами кольорового лиття (в % від загальної кількості з ливарного виробництва). Більш високий відсоток випадків захворювань на силікоз і пиловий бронхіт пояснюється значним застосуванням ручного інструменту на обрубочних і зачисних роботах, технічним станом обладнання і низькою ефективністю приточно-витяжних вентиляційних систем, особливо для локального вловлювання та видалення пилу на робочих місцях стрижневиків, формувальників, обрубувачів, чистильників виливок і ремонтників. Крім того, на даних робочих місцях відзначаються високі концентрації пилу, який містить кварц, в середньому близько 10-25 мг/м<sup>3</sup>, а вміст в пилу кремнезему, що визначає сіліконебезпечність його, становить від 56 % до 80 %.

А більш напружені теплові умови в цехах серійного й дрібносерійного виробництва сприяють вищому ступеню впливу пилу на організм людини. Це підтверджується тим, що надмірний і тривалий тепловий вплив вимагає від організму можливостей, що перевищують його компенсаторні здатності, і призводить до зриву адаптації і підвищення рівня захворюваності.

Таблиця 2.1 – Розподіл професійних захворювань у ливарних цехах

Найменування Професійного захворювання	Кількість випадків захворюваності у ливарних цехах, %			
	Від загального по підприємству	у тому числі по цехам		
		стале- ливарним	чавуно- ливарним	кольорового лиття
Кохлеарний неврит (глухість)	37,4	40,2	49,2	7,6
Вібраційна хвороба	61,3	50,3	45,9	5,8
Силікоз	92,8	56,1	41,2	2,7
Пиловий бронхіт	83,1	54,9	42,8	4,3

Порівняння розподілу захворюваності на силікоз і пиловий бронхіт у працюючих у цехах чавунного і сталевих лиття показало, що в цехах

сталевому литтю силікоз і пиловий бронхіт розвиваються частіше. Причому встановлено, що силікоз у працюючих у цеху сталевому литтю в середньому розвивається через 18 років, а у працюючих у цеху чавунного литтю – через 20 років. Відмінність у показниках для сталевих і чавуноливарних цехів пояснюється більш високою агресивністю пилу в цехах сталевому литтю, тому що під впливом високих температур кремнезем переходить у модифікацію кристобаліт та тридиміт, які мають більш виражену фіброгенність.

У цехах масового виробництва найбільше число професійних захворювань пов'язане з впливом на працюючих надмірного шуму від використовуваного ливарного обладнання, вищим рівнем механізації та автоматизації та більш тривалим впливом протягом робочої зміни.

Розподіл професійної захворюваності за професіями працюючих у ливарному виробництві показано на рис. 2.2. Як видно з рисунка, найбільша кількість випадків захворювань припадає на професії обрубувача, ремонтників, чистильників лиття (наждачників), формувальників, плавильників-залівників та стрижеників.

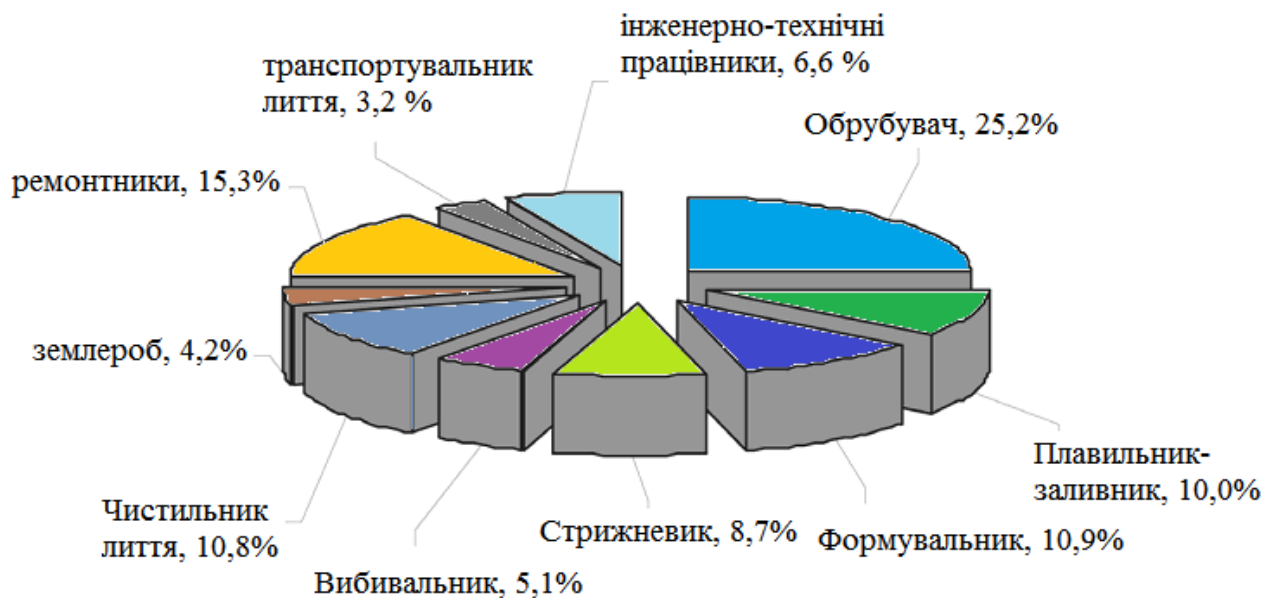


Рисунок 2.2 – Розподіл професійних захворювань за професіями працюючих у ливарному виробництві

Найбільш високий коефіцієнт захворюваності на кохлеарний неврит слухового органу у ливарних цехах припадає на професії обрубників, формувальників, плавильників-заливників та чистильників лиття (рис. 2.3). Однак група ремонтників має найвищий коефіцієнт захворюваності, так як їм доводиться безпосередньо контактувати з шумним обладнанням.

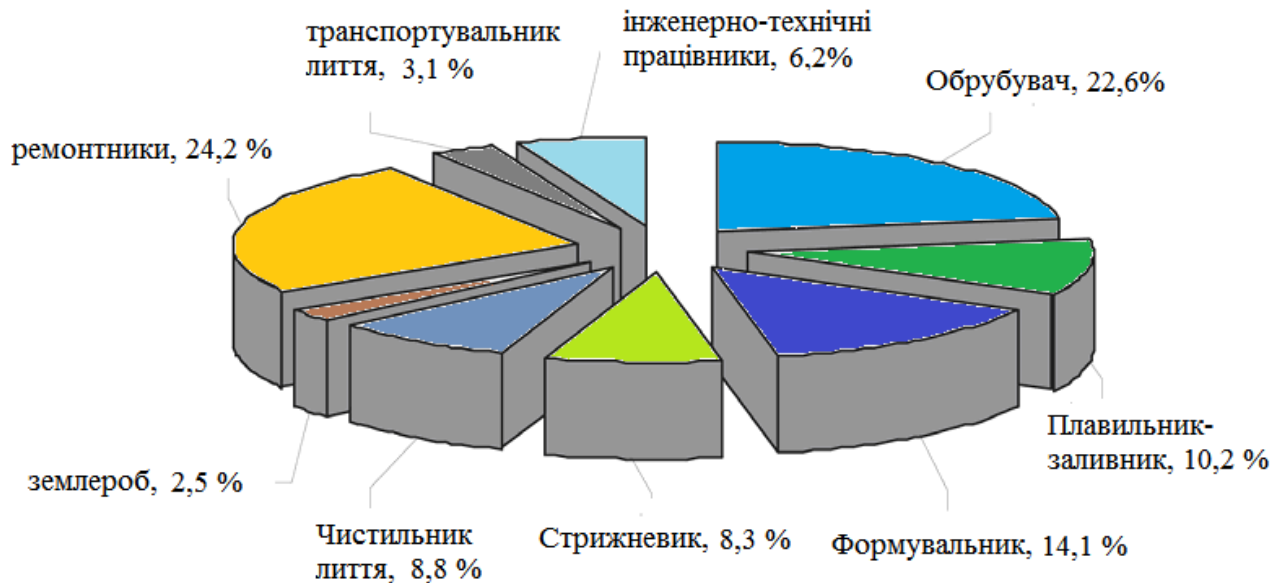


Рисунок 2.3 – Розподіл захворюваності на кохлеарний неврит слухового органу за професіями працюючих у ливарному виробництві

У ливарних цехах спостерігається значна кількість захворювань вібраційної патології (рис. 2.4). Дане положення можна пояснити тим, що в цехах працюючі з ручним вібраційним інструментом (особливо обрубувачі та чистильники лиття), крім великих фізичних навантажень, виконують роботи у вимушених напружених позах, піддаються великим тепловим навантаженням і мікроклімату, що охолоджує, який сприяє розвитку віброхвороби.

На рис. 2.5 наведено розподіл захворюваності на силікоз у ливарному виробництві. Аналіз показує, що найбільша кількість випадків захворюваності припадає на професії обрубувача, чистильника лиття (наждачника), плавильника-заливника, стриженника.

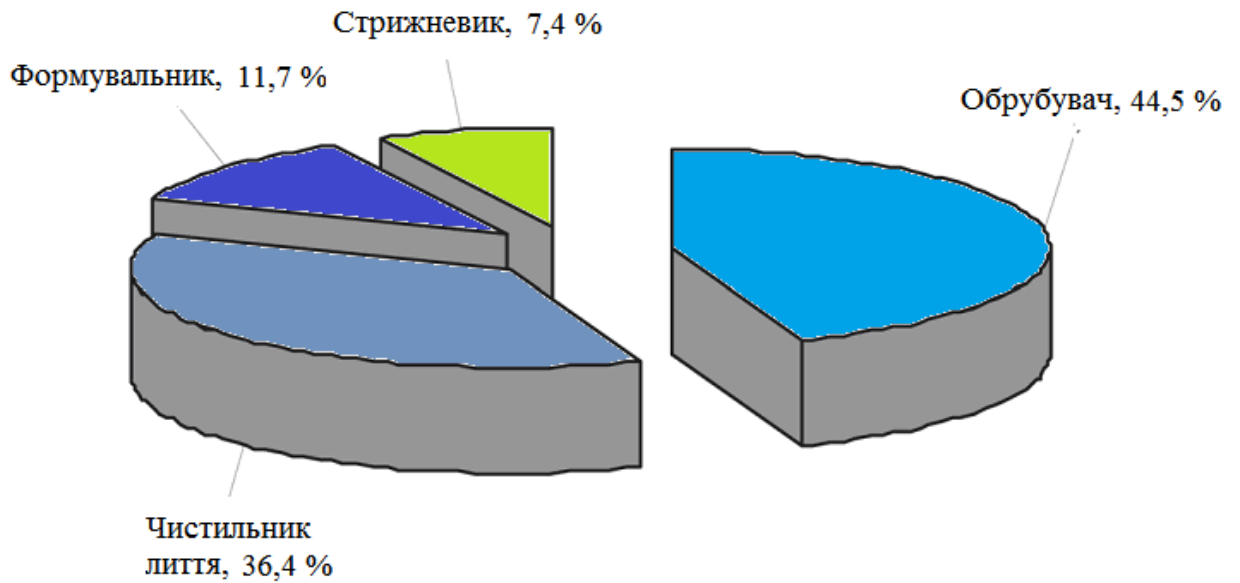


Рисунок 2.4 – Розподіл захворюваності на вібраційну хворобу за професіями працюючих у ливарному виробництві

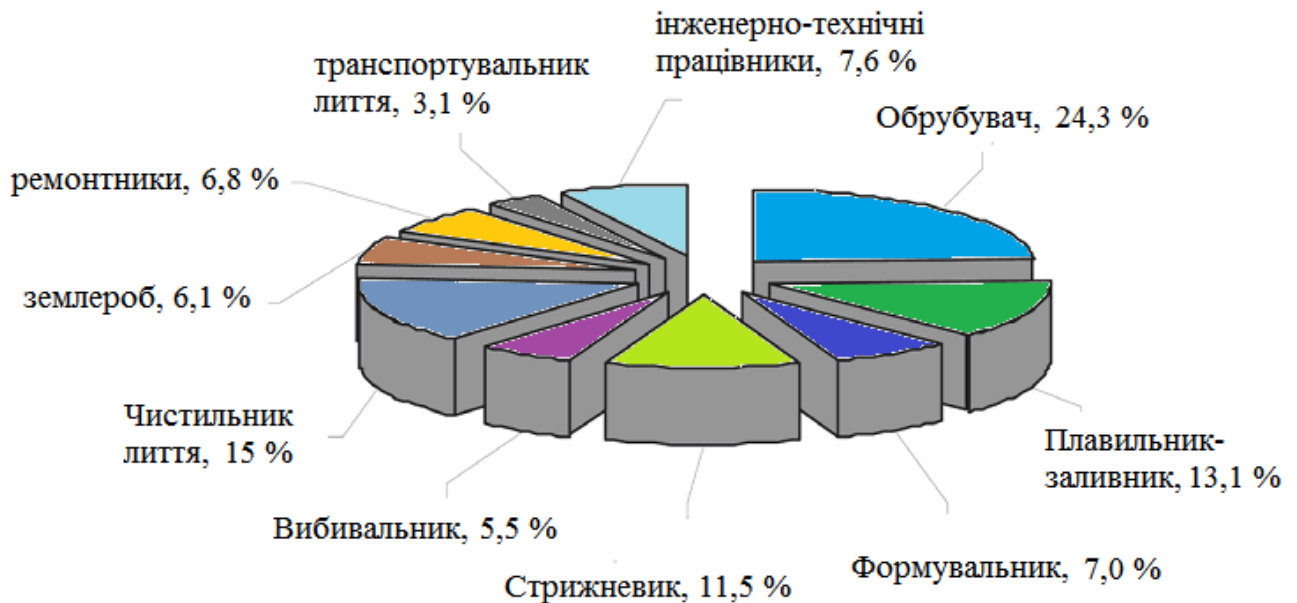


Рисунок 2.5 – Розподіл захворюваності на силікоз за професіями працюючих у ливарному виробництві

Аналогічне положення відзначається і в розподілі захворюваності на пиловий бронхіт (рис. 2.6). Тільки до цієї групи працюючих додаються формувальники та ремонтники.

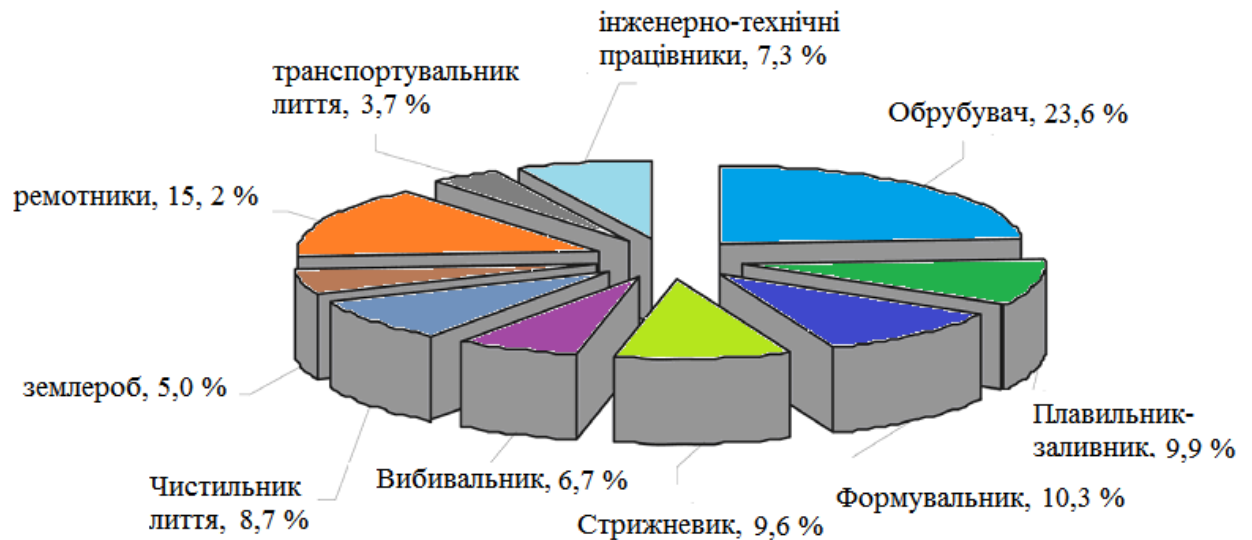


Рисунок 2.6 – Розподіл захворюваності на пиловий бронхіт за професіями працюючих у ливарному виробництві

Найбільше випадків професійних захворювань у ливарних цехах посідає 11 професійних груп (табл. 2.2). При порівняльному аналізі експериментальних даних можна відмітити, що найбільш неблагополучною є професія обрубувача, особливо у кількості зареєстрованих випадків професійних хвороб ( $KЗ = 5,74$ ). На частку віброхвороби припадає близько 12% всіх випадків захворювань обрубувачів. Інші припадають на пиловий бронхіт (43,7%), силікоз (19,7%) та неврит слухового органу (24%). Крім того, у групі обрубувачів зареєстровано найкоротші терміни розвитку вібраційної хвороби (9,8 років), невриту слухового органу (13,7 років) та силікозу (15,8 років), що підтверджує значний вплив умов праці на працюючих (табл. 2.3).

По вібраційній хворобі значні показники реєструються у групи наждачників (21% від усіх захворювань наждачників). Це пов'язано не тільки з високими рівнями вібрації, що впливають на робітників цієї групи, але і з її спектральними характеристиками (вібрації середньо- та високочастотного діапазонів), що становлять найбільшу небезпеку, оскільки це призводить до ангіоспастичних судинних розладів, що є одним з основних симптомів вібраційної хвороби.

Таблиця 2.2 – Розподіл професійних захворювань за професіями працюючих у ливарних цехах

Професія	Коефіцієнт захворюваності (кількість випадків на 1000 працюючих у ливарних цехах)																			
	загальне з ливарних цехів					в том числе по цехам														
						сталеливарним					чавуноливарним					кольорового лиття				
	всього	вібро- хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пиловий бронхит	всього	вібро- хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пиловий бронхит	всього	всього	вібро- хвороба	силікоз	пиловий бронхит	всього	вібро- хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пиловий бронхит
Обрубувач	5,74	0,72	1,38	1,13	2,51	2,90	0,32	0,42	0,63	1,53	1,90	0,21	0,63	0,32	0,74	0,95	0,19	0,33	0,18	0,25
Плавник-залівник	2,64		0,79	0,67	1,18	0,84		0,36	0,16	0,32	1,32		0,26	0,37	0,69	0,48		0,16	0,14	0,18
Формувальник	2,87	0,19	1,09	0,36	1,23	1,11		0,38	0,26	0,47	1,32	0,11	0,47	0,05	0,69	0,39	0,08	0,19	0,04	0,08
Стерженник	2,30	0,12	0,64	0,59	0,95	1,11	0,06	0,16	0,47	0,42	0,79		0,32	0,05	0,42	0,40	0,07	0,17	0,06	0,10
Вибивальник виливків	1,34		0,26	0,28	0,80	0,69		0,11	0,16	0,42	0,37		0,05	0,05	0,27	0,29		0,10	0,07	0,12
Наждачник (чистильник виливків)	2,84	0,59	0,68	0,77	0,80	1,05	0,16	0,26	0,32	0,31	0,95	0,16	0,16	0,32	0,31	0,78	0,21	0,26	0,14	0,17
Землероб	1,10		0,19	0,31	0,60	0,69		0,11	0,21	0,37	0,26		0,05	0,05	0,16	0,15		0,03	0,05	0,07
Ремонтники	4,03		1,87	0,35	1,81	1,58		0,58	0,16	0,84	1,69		0,90	0,11	0,68	0,76		0,39	0,09	0,28
Транспортувальник у ливарному виробництві	0,84		0,24	0,16	0,44	0,26		0,05		0,21	0,42		0,11	0,16	0,15	0,15		0,08		0,07
Електрогазозварювальник	0,95		0,11	0,11	0,73	0,63			0,11	0,52	0,32		0,11		0,21					
ІТП (майстер, контролер, технолог та ін.)	1,74		0,48	0,39	0,87	0,90		0,21	0,20	0,49	0,65		0,19	0,15	0,31	0,19		0,08	0,04	0,07



Таблиця 2.3 – Розподіл профзахворювань за тривалістю розвитку хвороби та віком працюючих у ливарних цехах

Професія	Середня тривалість розвитку хвороби, років				Середній вік працюючих (на момент виявлення хвороби), років			
	вібро-хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пиловий бронхіт	вібро-хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пиловий бронхіт
Обрубувач	9,8	13,7	15,8	14,7	43,2	46,0	52,3	51,4
Плавник-заливник		20,2	19,0	18,6		53,7	51,6	52,4
Формувальник	21,6	17,9	20,8	18,6	52,5	52,1	54,8	55,0
Стерженник	18,9	19,7	18,0	20,1	51,3	53,8	50,8	53,3
Вибивальник виливків		16,8	17,8	16,6		56,2	53,8	54,1
Наждачник (чистильник виливків)	12,3	15,6	18,1	15,5	47,4	53,2	52,3	50,8
Землероб		19,0	21,0	21,2		56,3	53,9	54,1
Ремонтники		22,3	21,7	22,6		56,9	50,6	51,7
Транспортувальник у ливарному виробництві		19,7	20,2	18,3		57,0	56,3	53,8
ІТП (майстер, контролер, технолог та ін.)		25,3	22,7	24,3		57,7	58,3	56,9

Слід зазначити, що у цих професійних групах вплив вібрації поєднується зі значними фізичними зусиллями і під час технологічних операцій, що значно посилює її несприятливий вплив. У групах обрубувачів і наждачників виявляються високі показники захворюваності та короткі терміни розвитку кохлеарного невриту, що є наслідком впливу на працюючих інтенсивної вібрації у поєднанні із значними фізичними зусиллями, а також шуму.

Захворюваність на силікоз і пиловий бронхіт у групах обрубників і наждачників також дуже висока через підвищений пригар, що призводить до утворення дрібних фракцій кремнезему.

У групі формувальників 38% усіх випадків професійних захворювань припадає на неврит слухового органу, 6,6% – на віброхворобу та 55,4% – на пилові захворювання. Середні терміни розвитку захворювань більш тривалі, що пояснюється низькочастотними шумами та вібрацією машин ударної дії, а також впливом вібрації протягом всієї зміни.

До структури професійних захворювань стрижневиків входять пиловий бронхіт (41,3%), силікоз (25,6%), неврит (27,8%) та віброхвороба (5,2%). У цій групі виявляються досить високі показники захворюваності на силікоз, що обумовлюється значним вмістом у пилу діоксиду кремнію (40-70%). Застосування піскодувних та піскострільних стрижневих машин створює підвищені рівні шуму на робочих місцях стрижневиків (вихлоп стисненого повітря, обдув стрижневих ящиків стисненим повітрям), що також призводить до високого рівня захворювання на неврит. Стрижневики піддаються підвищеним рівням шуму у випадках, коли стрижневі ділянки розташовуються не ізольовано від інших, а поруч із формувальними відділеннями.

У групі ремонтників випадки професійних захворювань розподіляються так: пиловий бронхіт – 44,9%, силікоз – 8,7%, кохлеарний неврит – 46,4%.

Помічено, що часто захворювання пилової етіології поєднуються з вібраційною хворобою і невритом слухового органу. Слід зазначити, що поєднання професійних захворювань у ливарних цехах виявлено приблизно 5% випадків. Причому найчастіше відзначається поєднання кохлеарного невриту з пиловим бронхітом (у 70% випадків).

Порівняння даних із розподілу профзахворювань працюючих у ливарних цехах з аналогічними даними у період із 2010 по 2020 рр. показує, що у цілому картина зберігається. Проте слід зазначити деяке збільшення абсолютних значень коефіцієнта захворюваності у плавильників-залівників, формувальників, ремонтників і землеробів, тоді як ряд професій мають менші величини коефіцієнта захворювань: вибивальник, наждачник. Особливу увагу необхідно звернути на появу у списку працівників, у яких виявлено професійні захворювання інженерно-технічних працівників (майстер, начальник ділянки, технолог, контролер) з термінами розвитку хвороб від 22 до 26 років (табл. 2.3). Також звернуто увагу на збільшення віку працюючих у ливарних цехах (відзначаються працюючі у ливарних цехах віком від 60 до 70 років і більше), що свідчить про непривабливість даного виробництва для молоді. У молодих працівників професійні захворювання виявляються у віці 40-45 років, що говорить про зниження опору організму до впливу комплексу факторів виробничого середовища.

Тому проблему збереження здоров'я ливарників необхідно вирішувати комплексно з урахуванням усіх факторів, що визначають умови праці, на основі модернізації ливарного обладнання з урахуванням виявлених конструктивних недоліків, розширення сфери використання маніпуляторів та роботів при виконанні важких та небезпечних ручних операцій, значного поліпшення умов праці, що особливо працюють на формувальних, плавильно-залівальних та обрубково-очисних ділянках, постійної уваги організаційних заходів та суворого професійного відбору працюючих для ливарного виробництва.

Професійна захворюваність також ставить і економічні проблеми, оскільки завдає серйозної економічної шкоди підприємствам. Не менш значущими є економічні втрати підприємств, спричинені «прихованою» професійною захворюваністю працюючих. Не виявлені своєчасно професійні захворювання призводять до зниження продуктивності праці, підвищення браку в роботі, сприяють зростанню кількості травм, випадків інвалідності та захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, підвищення плинності кадрів [9].

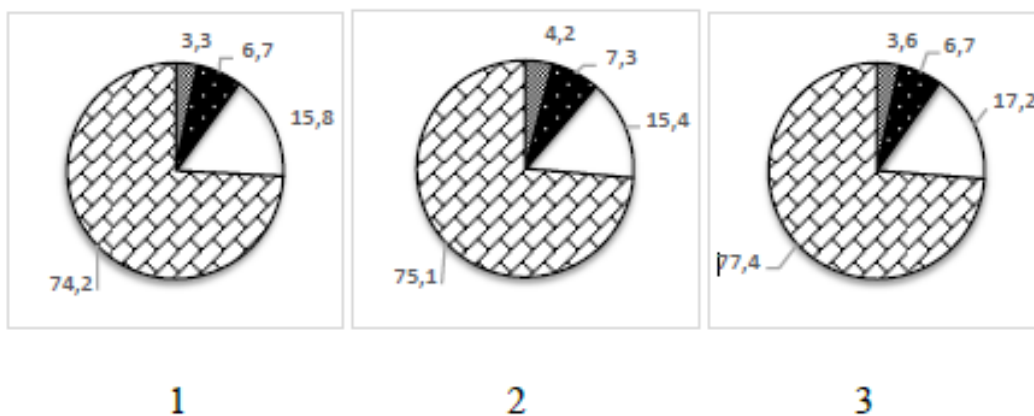
### **2.3 Вплив умов праці в ливарних цехах на показники виробничого травматизму**

Відхилення від нормального ходу виробництва, що обумовлюються наявністю шкідливих умов, небезпек, трудомістких операцій і т.п. можуть призвести до нещасних випадків, особливо в ливарних цехах. Автори [10] звернули увагу на високий рівень травматизму в цехах дрібносерійного виробництва, де висока частка ручної праці, пов'язаного з підготовкою форм, набором, транспортуванням і заливкою рідкого металу, витяганням виливків, і всі ці фізично напружені роботи виконуються в умовах високих теплових потоків і температур, підвищеної шуму і запиленості повітря. Найбільш травмонезбезпечними в ливарних цехах всіх видів виробництв є професії обрубувача, формувальника, приготувальника сумішей, заливника (табл. 2.4).

Так, аналіз травматизму показав, що близько 74% випадків відбувається з організаційних причин (рис. 2.7), з технічних - близько 16% від всіх травм, по санітарно-гігієнічним - близько 7% і психофізіологічних - близько 3% [11].

Таблиця 2.4 – Розподіл нещасних випадків за професіями в ливарних цехах

Професія	Кількість нещасних випадків за рік (% до загальної кількості)		
	Загальна	У тому числі по цехах	
		Сталеливарним	Чавуноливарним
Приготувальник сумішей	3,0	1,7	1,3
Стрижневик	2,0	1,2	0,8
Формувальник	10,7	4,5	5,7
Шихтовник	3,3	1,4	1,3
Плавильник металу та сплавів	10,5	3,8	4,3
Заливник металу	12,1	6,3	5,2
Вибивальник виливків	3,4	1,1	1,6
Обрубувач	20,9	10,2	7,9
Чистильник (наждачник)	8,2	3,2	3,8



психофізіологічні; 
  санітарно-гігієнічні; 
  технічні;

- організаційні; 
 1 – середнє по ливарним цехам; 
 2 – чавуноливарні цехи; 
 3 – сталеливарні цехи;

Рисунок 2.7 – Розподіл причин нещасних випадків у ливарних цехах

Таким чином, безпеку праці працівників ливарного виробництва можливо забезпечити шляхом комплексного рішення усіх виробничих факторів, які створюють умови праці. До них можна віднести такі, як технологічні заходи (удосконалення машин і механізмів, суворе дотримання технологічної послідовності виробничого процесу, підвищення рівня механізації і автоматизації при виконанні важких і небезпечних робіт, а також значного поліпшення умов праці працюючих на формувальних, плавильно-заливальних і обрубно-очисних ділянках), організаційні заходи (підвищити рівень технічної дисципліни, посилити роботу з навчання та пропаганди з безпеки праці, виключити формальне проведення інструктажів).

### **3 АНАЛІЗ УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ У ЛИВАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ**

Метою охорони праці є виявлення технічних, економічних організаційних і соціальних можливостей поліпшення умов безпеки праці, збереження здоров'я і працездатності людини.

Охорона праці припускає: розробку і впровадження організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів; контроль стану охорони праці й оцінку роботи посадових осіб; навчання безпечним методам праці і правил з техніки безпеки (ТБ); наради з ТБ з аналізом стану охорони праці і профілактики порушень; розслідування нещасних випадків; суспільний вплив на порушника; покарання порушників правил безпеки; матеріальне і моральне заохочення; звітність з охорони праці.

Відповідно до Конституції України та «Закону України про охорону праці» на підприємстві повинні здійснюватися відповідні заходи для охорони здоров'я і працездатності персоналу.

#### **3.2 Безпека основних процесів ливарного виробництва**

Основними процесами в ливарному виробництві є [12]:

- підготовка шихти й домішок,
- завантаження їх у плавильні печі,
- плавка металу,
- випуск металу й заливання у форми,
- підготовка формувальної й стрижневої суміші,
- виготовлення форм і стрижнів,
- вибивання, очищення, обрубкування виливків,
- термічна обробка,
- фарбування виливків.

***Вимоги безпеки при виготовленні шихтових матеріалів.*** Шихтові й

формувальні матеріали, що надходять до ливарного цеху, повинні мати токсикологічну характеристику. Персонал, що працює з токсичними матеріалами, має бути ознайомлений з наслідками їхнього шкідливого впливу, способами попередження їхнього впливу на організм людини й заходами щодо надання першої допомоги.

Оброблення металевго лома, бракованих виливків повинна здійснюватися на копрових й скрапооброблювальних дворах, у цехах або на дільницях, які розташовані не ближче 100 м від робочих приміщень. Територію копрових дворів обгороджують, на ній вивішують плакати й знаки безпеки, а також устанавлюють попереджувальну сигналізацію.

Під час підйому й скидання копрової баби при дробленні металевго лома в радіусі до 100 м від копра неприпустиме знаходження людей поза укриттям. Якщо оброблення металевго лома здійснюється вибухом, то обладнаються спеціальні площадки із броньованими ямами-котлованами.

Подача лома в підривні ями повинна бути механізована. Щоб уникнути травматизму такі трудомісткі операції, як оброблення матеріалів (лігатур, флюсів і т.п.), завантаження в тару й зважування шихтових матеріалів, також повинні бути механізовані.

Переміщення й укладання шихтових матеріалів варто проводити з особливою обережністю. Підлога шихтового двору, у якому здійснюється розвантаження й оброблення металу, повинна бути виготовленою з міцного матеріалу, рівно покладена, без ям і вибоїв, повинна виключати ковзання. При транспортуванні шихти магнітними шайбами підлогу роблять із немагнітних матеріалів.

***Вимоги безпеки, що пропонуються до процесів плавлення металу.***

У технології ливарного виробництва операції плавлення й розливання сплавів є одними з найнебезпечніших у пожежному відношенні. У зв'язку із цим точно регламентують планування плавильних дільниць і дільниць розливання сплавів [12].

Печі рекомендується розташовувати уздовж зовнішніх стін у найвищих



частинах будівлі, на відстані не менш 1 м від стіни. Проходи повинні бути вільними й забезпечувати доступ до кожної печі й до запасних виходів на випадок виникнення пожежі. Не менш чим один вихід повинен вести назовні.

Підлоги ливарних цехах повинні бути рівними, міцними й повинні легко очищатися від забруднення. У плавильних печей і в місцях розливання металу підлоги викладають рифленими чавунними плитами. Застосування бетонної підлоги не дозволяється, оскільки при влученні рідкого металу на таку підлогу можливий вибух внаслідок взаємодії металу з вологою, що перебуває в бетоні.

Неприпустиме зберігання в плавильному відділенні біля печей шихти в кількості, що перевищує змінну потребу, а також порошкових відходів і пилу, особливо з магнієвих сплавів. Висота штабелів шихти біля печей не повинна перевищувати 1 м.

Плавильні агрегати, що застосовуються у ливарних цехах, повинні бути максимально механізовані й повинні забезпечувати належну безпеку виробництва, у першу чергу, виключати можливість контакту розплавленого металу з водою й матеріалами, які здатні вступати в реакцію з рідким металом. Крім того, біля плавильних агрегатів повинен бути передбачений захист від теплового випромінювання й вентиляція повітря.

Печі необхідно складати з вогнетривких матеріалів, нейтральних стосовно металу, що розплавляється.

Конструкція плавильної печі не повинна допускати можливість потрапляння ґрунтових або інших вод у тигель або шахту печі, а також у простір навколо печі. Корпуса електричних печей повинні бути надійно заземлені; крім пускового пристрою в кожній печі повинен бути передбачений аварійний рубильник, загальний для всіх печей, що розташовується на відстані не менш 10 м від печей. Нафто-, газо- і повітроводи до печей повинні бути пофарбовані у відповідний колір і мати відрізняючі позначення. На кожній магістралі встановлюють не менш трьох кранів. Два перших крани розміщують біля форсунок, а третій кран

(аварійний) розташовують на відстані 10 м у місці вільного доступу [12].

**Полум'яні печі.** При плавці в полум'яних печах подача пального повинна бути механізована, перед розпалом газових пальників повітроводи й камера печі повинні бути провентильовані. Регулювання теплового режиму роботи печі здійснюється з пульта управління. У випадку припинення дуття під час плавлення всі фурменні заслінки повинні бути негайно відкриті. Баки з паливом повинні бути винесені із плавильного відділення або відгороджені вогнестійкими перегородками. Підігрів нафти або мазуту проводять тільки гарячою водою або паром до температури, установлені для даної марки пального. Ємності для пального повинні мати поплавкові покажчики, прилади для контролю температури в баках, а також пристрою аварійного спуска пального при аварії.

Шихтові матеріали завантажують у тиглі сухими, без примусового ущільнення. Спуск шлаків проводять у ковші або коробки, які видаляють із-під робочої площадки за допомогою спеціальних механізмів. Підсипання порогів необхідно проводити за допомогою механічних пристроїв, обладнаних дистанційним управлінням. Заправлення подини й укосів печей варто здійснювати за допомогою заправних машин, які повинні бути обладнані лобовими й бічними екранами для захисту робітників від теплового випромінювання. Роботи на плавильних агрегатах, що характеризуються підвищеною небезпекою, повинні виконуватися в присутності особи, відповідальної за проведення робіт, або за нарядами-допусками. Так, відкривання днища й вибивання кірки після кожної плавки здійснюють у присутності відповідального за безпечне проведення робіт. Очищення боровів й ремонтні роботи усередині них здійснюють за нарядами-допусками.

**Електричні печі.** Під час плавлення в електричних печах завантаження шихти, підшихтовка, введення присадок, перемішування розплавленого металу, зняття шлаків і відбирання проб проводяться при знятій з нагрівальних елементів печі напрузі. Також при відключеній напрузі

виконують установку електродів, огляд печі й інші роботи, зв'язані безпосередньо із зіткненням з електродами, а також заміну заслінок. Включення й вимикання напруги під час плавки в дугових печах здійснюють при піднятих електродах. Усі операції на індукційних печах, пов'язані з дотиком до тигля, необхідно проводити при знятій з індуктора напрузі. Робочі площадки за периметром печей повинні мати поруччя висотою не менш 1 м із глухим металевим огороженням знизу на висоту 0,2 м. Під час присадки матеріалів у піч категорично забороняється присутність людей на склепінні й на площадці печі проти завалочних вікон. Випуск металу з печі, викачування його залишків у приямок, а також викачування шлаків проводять в присутності працівника, відповідального за безпечне проведення робіт.

**Вагранки.** При плавці у вагранках необхідно механізувати завантаження шихти у вагранки й бадді. Уся траса підйому бадді на завантажувальну площадку повинна бути виконана у виді шахти із суцільними бічними стінками. Транспортування шлаків від вагранок також повинне бути механізоване. Ремонт вагранок можна проводити усередині шахти тільки при температурі, що не перевищує 40°C. При цьому необхідно застосування захисних пристосувань у виді перекриття або підвісного зонта, установлених нижче завантажувального вікна. Перед початком плавки необхідно переконатися в справності печей, плавильних і роздавальних тиглів. Жолоби й розливальні пристосування для роздачі розплавленого металу (насоси, вакуум-ковші) варто ретельно контролювати. Жолоби й пристосування для заливання перед заливанням металу треба очистити від забруднення й залишків флюсу, безпосередньо перед розливанням сплаву їх необхідно прогріти до температури не нижче 120°C, а для більшої надійності – до 200-250°C. На випадок пожежі в плавильному відділенні необхідно мати необхідний запас сухого флюсу або спеціальні засоби пожежогасіння [12].

Внутрішню поверхню шахтних печей необхідно регулярно очищати від окалини.

Незважаючи на вжиті заходи обережності, можливе виникнення аварій, причиною яких може бути прогар тигля й інші причини. У зв'язку із цим весь персонал плавильного цеху або ділянки повинен твердо знати правила поведінки в аварійній обстановці. Для запобігання й ліквідації аварії необхідно негайно: 1) виключити подачу пального, 2) припинити подачу повітря, 3) знеструмити печі.

Із цеху видаляють людей, що не беруть участі у ліквідації аварії, доводять до відома майстра й начальника цеху, а також викликають пожежну команду. Потім майстер, начальник цеху або інший досвідчений працівник повинні підійти до печі, установити причину аварії, ступінь ушкодження й ухвалити рішення щодо подальших дій [12].

***Вимоги безпеки праці при виконанні формувальних робіт.*** Безпека виконання формувальних робіт у значній мірі залежить від розміщення у виробничих приміщеннях устаткування, комунікацій, вихідних матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції й відходів. Формувальні машини й інше устаткування варто розміщати з дотриманням необхідних відстаней між машинами й стінами або колонами, проходи й проїзди повинні забезпечувати вільний підхід до устаткування. Виробниче устаткування варто розташовувати так, щоб не було зустрічних і пересічних вантажопотоків. Управління системою механізованих сумішевигодовуючих відділень повинно бути централізованим. Установки для охолодження відпрацьованих формувальних сумішей повинні мати суцільне вентиляційне укриття з патрубками для підключення до вентиляційної системи, а приводи настанов повинні бути обладнані блокуваннями, що виключають їхнє вмикання при відкритих люках і вимкненій вентиляції. Барабанні сита для просівання формувальних сумішей та інших формувальних матеріалів необхідно обладнати суцільними захисними кожухами з отворами або прорізами тільки для завантажувальних вирв і люків для обслуговування. Плоскі вібраційні сита оснащують суцільним кожухом, у якому є люки для обслуговування, і патрубками для приєднання до вентиляційної системи.

Привід сит обладнують блокувальними пристроями для запобігання відкриття люків і роботи при виключеній вентиляції. Конструкція чашкових змішувачів машин для готування формувальних і стрижневих сумішей повинна передбачати: автоматизацію управління, вбудовування дозаторів компонентів суміші, спеціальні пристрої для безпечного відбору проб суміші в процесі перемішування, пилозахисні ковпаки над робочим простором чашкових змішувачів з патрубками для приєднання до вентиляційної системи, оглядові й ремонтні люки із блокуванням, розвантажувальні люки із пристроями безпечного відкривання й закривання, різні засоби для забезпечення ремонтних робіт.

Аератори машин для розпушення формувальних сумішей повинні мати захисний кожух з патрубками для приєднання до витяжної вентиляційної системи, причому кількість повітря, що відсмоктується, приймається, виходячи зі швидкості у відкритих прорізах, не менш 0,7 м/с. У конструкції аераторів необхідно передбачити блокування, що виключає роботу на машині при відкритому люку й непрацюючій вентиляції.

Установка для готування плакованих сумішей гарячим способом, крім герметичного кожуха з патрубками для приєднання до вентиляційної системи й блокувань, що виключають установку при непрацюючій вентиляції, повинна мати пристрій для допалення газу, що відсмоктується, і блокування, що забезпечує відключення приводу. При обслуговуванні установки повинне бути передбачене припинення подачі компонентів суміші при відкритих люках.

У конструкції установок і змішувачів безперервної дії для готування *пластичних* (ПСС), *рідких самотвердіючих* (РСС) і *холодотвердіючих* (ХТС) сумішей передбачають суцільне укриття зони перемішування суміші й механізовану подачу компонентів. Також передбачають патрубки для подачі пари й гарячої води й блокування на випадок зупинки приводу лопастевого вала, і припинення подачі компонентів суміші при відкритих люках. Установки стаціонарної періодичної дії для готування РСС повинні мати

герметизацію дозаторів і змішувальних камер, контейнерів для шлаків. Матеріали, що використовуються при виготовленні формувальних і стрижневих сумішей, повинні мати паспорта-характеристики.

Агрегати сумішевигодовуючого відділення повинні мати надійний зв'язок з пультом управління сигналізацією. Зупинка машин і механізмів на ремонт і пуск їх після ремонтів здійснюються з використанням жетонмарочної системи й контролюються майстром. Для підготовки формувальних і стрижневих сумішей застосовують бігуни. Щоб уникнути травматизму, бігуни повинні мати індивідуальні приводи, а пускові пристрої повинні розташовуватися на тому місці, звідки видна внутрішня частина бігуна. Завантаження компонентів суміші в бігуни необхідно проводити з бункерів-дозаторів автоматично або механічно, без витоків і просипання. Роботи, зв'язані зі спуском людей у бункери й інші закриті й напівзакриті ємності із сипучими матеріалами, варто проводити в рамках технічного обслуговування устаткування за нарядами-допусками. Особливі вимоги надаються до роботи з легкозаймистими рідинами (ЛЗР). У місцях роботи із ЛЗР установлюють знаки безпеки й вивішують плакати. Розкривати тару із ЛЗР допускається тільки іскробезпечним інструментом і тільки в спеціальних пожежо-, вибухобезпечних приміщеннях. У випадку розливу ЛЗР і шкідливих речовин, їх необхідно негайно прибрати. Подача ЛЗР і шкідливих речовин у змішувачі повинна бути автоматизована. Не можна проводити злив і перелив ЛЗР під час грозових розрядів і поблизу іскроутворюючих механічних машин і електричних мереж. У випадку застигання рідини в зливальних пристроях, відігрівання її здійснюють без застосування відкритого вогню (як правило, гарячою водою).

Для підвищення безпеки праці формувальників необхідно механізувати всі процеси щодо виготовлення форм, складання і транспортування їх до місця заливання. Виготовлення форм варто здійснювати на машинах, тип яких визначається умовами виробництва. Машини для виготовлення ливарних форм і стрижнів повинні повною мірою забезпечувати безпечні

умови праці. У конструкції формувальних машин необхідно передбачати блокування, що не допускає розпочати роботи на даній позиції доти, поки відповідні елементи механізмів не будуть перебувати у фіксованому положенні. Машини з поворотними й перекидними столами повинні мати надійне й зручне кріплення модельних плит і стрижневих ящиків до столів. У машинах з перекидними столами повинні бути передбачені пристрої, що запобігають повернення стола у вихідне положення при різкому падінні тиску в мережі стисненого повітря. Зазор між опущеними важелями повороту стола й підлогою повинен бути не менш 150 мм або повинно бути передбачено в конструкції спеціальне огороження.

У формувальних машинах з поворотними столами й візком для прийому заформованих опок повинно бути механізовано викочування візка із-під машини; у машин з поворотною пресою траверсою повинна бути передбачена фіксація траверси в робочому положенні, а операція повороту повинна бути механізована. Формувальні вібраційні столи для ущільнення стрижнів і форм повинні мати дистанційне управління, конвеєр для транспортування опок і стрижневих ящиків, надійне кріплення й огороження вібратора. Стіл не повинен допускати зсув опок або стрижневих ящиків у горизонтальній площині при працюючому вібраторі. Формувальні пісcomedети повинні забезпечувати безпеку працюючих при руйнуванні ковша або дуги пісcomedетної головки за рахунок високої міцності кожуха головки. Пісcomedет повинен мати блокування на кришці кожуха пісcomedетної головки, що виключає включення приводу ротора головки при відкритій кришці.

Пересувні формувальні пісcomedети обладнують пристроями, що подають попереджувальний звуковий сигнал при русі, і електричним блокуванням обмеження пересування пісcomedета в кінцевих точках шляху. Пісcomedет і рейки повинні бути надійно заземлені. В універсальних пісcomedувних машинах повинна бути передбачена автоматизація операцій затискування стрижневих ящиків, надування суміші, підймання й опускання стола.

У конструкції спеціальних піскодувних машин повинна бути автоматизована подача стрижневих ящиків під піскодувні головки. Піскодувні машини повинні мати блокування, що не допускає надування суміші до повного піджимання стрижневого ящика (опоки) до надувної плити й опускання стола до повного падіння тиску в піскодувному резервуарі, а також захисні огороження на випадок вибивання суміші в зазор між стрижневим ящиком і надувною плитою. У конструкції машин для виготовлення стрижнів й оснастки, що нагрівається, повинні бути передбачені вентиляційні укриття на позиціях отвердження й добування стрижнів; повинно бути передбачено механізоване добування стрижнів з ящиків; повинні бути пристрої електричного або газового обігріву оснастки.

Робоча поверхня столів для проміжного складування й обробки стрижнів, поворотних столів для заповнення стрижневих ящиків і обробки стрижнів, а також столів для фарбування стрижнів повинна мати відсмоктувач повітря продуктивністю 4000 м<sup>3</sup>/год на 1м<sup>2</sup> робочої поверхні стола.

Поворотно-витяжні машини повинні забезпечувати сталість зусилля при притискуванні стрижневого ящика (опоки) у випадку раптового відключення електроенергії або падіння тиску в повітряній магістралі, а також не повинні допускати мимовільний поворот вузлів під дією маси стрижневих ящиків (опоки).

Робочі місця з виготовлення форм і стрижнів у ливарних цехах обладнають збиральними механізмами, які дозволяють приймати й видаляти просипання формувальної суміші. Для очищення й видалення з поверхні стрижневих ящиків, моделей, форм і стрижнів піску, пилу й т.п. застосовують пиловідсмоктуючі пристрої різної конструкції, що забезпечує мінімальний вміст пилу й газів у повітрі робочої зони. Сушіння й охолодження висушених форм і стрижнів варто проводити засобами, що виключають або знижують виділення в робочу зону теплоти, газів і пилу. Транспортування візків з опоками й стрижнями в камери сушильних печей



повинно бути за можливістю механізовано. Варто також механізувати операції очищення плит формувальних машин від залишків формувальної суміші й застосовувати пристрої для локалізації пиловидалення [12].

**Техніка безпеки при литті в багаторазові форми.** Лиття в кокіль є прогресивним засобом одержання виливків, що полягає в багаторазовому використанні металевої форми – **кокілю**.

При впровадженні лиття в металеві форми, у порівнянні з литтям в одноразові піщані форми, скорочуються процеси переробки, транспортування формувальних матеріалів, виготовлення й сушіння форм.

Це дозволяє: 1) визволити виробничі площі цеху, 2) суттєво поліпшити санітарно-гігієнічні умови праці, 3) знизити трудомісткість виготовлення виливків.

Залежно від кількості деталей, що відливаються, розмірів і конфігурації виливків застосовують ручні й механізовані кокілі.

За ступенем механізації кокілі бувають:

- ручні,
- механізовані кокільні верстати,
- однопозиційні й багатопозиційні кокільні машини,
- конвеєри.

З точки зору охорони праці доцільно застосовувати кокілі з максимальним ступенем механізації. При цьому значно скорочується трудомісткість операцій, і поліпшуються умови праці.

При проектуванні й виготовленні кокілів повинна бути передбачена така з конструкцій, яка б виключила можливість витікання розплавленого металу через щілини або зазори при його заливанні. Необхідно забезпечити щільне прилягання напівформ кокілю одна до одної. Запірні пристрої повинні забезпечувати надійне їхнє з'єднання під час заливання кокілю.

Кокілі, що заливаються на верстатах або карусельних пристосуваннях, повинні мати такі штовхачі для виїмки виливків, що виключають введення рук робітника в небезпечну зону. Рукоятки важелів і штовхачів повинні мати

таку конструкцію й розташування, які попереджали б можливість защемлення пальців робітника у процесі роботи.

Кокільні верстати карусельного типу з періодичним обертанням повинні мати фіксацію стола на кожній позиції, а верстати з нахилом повинні мати обмежники повороту. Послідовність технологічних операцій у машинах кокільного лиття повинна забезпечуватися блокуваннями, які не допускають заливання металу в незакриту форму-кокіль, а також змикання окремих частин кокілю під час операцій очищення, нанесення фарби, установки стрижнів. Для попереднього нагрівання кокілів використовують переносні електричні нагрівачі напругою до 42 В або газові пальники. Кокіль повинен бути заземлений. Роботи, не пов'язані з одержанням виливків, повинні проводитися при відключеній напрузі. При більших розмірах кокілів механізують процеси установки металевих стрижнів, відкривання й закривання половин кокілю й виїмки виливків. При використанні гідравлічних механізмів варто звертати увагу на те, щоб не було контакту розплавленого металу з маслом і водою.

Для фарбування кокілів застосовують спеціальні водні кокільні фарби, які наносяться на стінки кокілю за допомогою пульверизатора. Кокілі перед заливанням варто просушувати й підігрівати до температури, установлені в технологічній документації для конкретного сплаву. Для обдування кокілів застосовують стиснене повітря, що попередньо осушують.

Необхідно стежити за тим, щоб повітря не було вологим, особливо після тривалих перерв у роботі.

Вимоги безпеки, яких треба дотримуватися при експлуатації плавильних печей, що обслуговують кокільні верстати, аналогічні вимогам безпеки при литті в разові форми. Кокілі розташовують звичайно на площадках перед роздавальними печами. На кокільній ділянці повинні бути передбачені місця для остигання виливків, які розташовуються звичайно біля кокільного стола, машини, верстата. Через близькість кокільної ділянки до плавильних печей і великої кількості теплоти, яка виділяється виливками, що

остигають, температура навколишнього повітря значно підвищується, особливо в теплу пору року. При заливанні виробів виділяється сірчистий газ, а при остиганні виливків з піщаними (оболонковими) стрижнями можливе виділення акролеїну й інших газів. Тому однією з основних задач поліпшення умов праці й техніки безпеки є видалення надлишкової теплоти й шкідливих газів, а також організація ефективної вентиляції. Вентиляційні системи ділянки кокільного лиття повинні включати загальнообмінну вентиляцію, місцеві відсмоктувачі від плавильних і роздавальних печей, а також місцеву вентиляцію від місць остигання виливків. На кокільній ділянці не слід допускати великого скупчення виливків, що остигають, тому що це захаращує проходи й погіршує умови праці.

Зараз у промисловості широко застосовується метод лиття під тиском, що здійснюється на литтєвих машинах з гарячою камерою пресування (компресорні машини) і на машинах з холодною камерою пресування (машини поршневого типу). Продуктивність машин для лиття під тиском залежить від ступеня механізації процесів лиття й розмірів деталей, що відливаються. Машини для лиття під тиском повинні бути розташовані на ділянці на відстані не менш 8 м один від одного. Якщо ливарні машини встановлюють у кілька рядів, то між рядами влаштовують проїзди й проходи необхідної ширини. Керування ливарною машиною здійснюється за допомогою педалей для переміщення форми, пресування й виштовхування ливникового залишку. У зоні знаходження прес-форми з боку, протилежного робочому місцю оператора, необхідно встановлювати вертикальні вентиляційні панелі для витягування шкідливої пари й газів. Кількість повітря, що відсмоктується, повинна бути не менш 3600 м<sup>3</sup>/год з 1 м<sup>2</sup> панелі.

Видалення виливків із прес-форм повинно здійснюватися спеціальним знімачем.

Забороняється видаляти виливки руками. Машини для лиття під тиском повинні бути обладнані блокуваннями, що виключає можливість створення тиску до закриття прес-форми й щільного прилягання мундштука з металом

до літника, а також розкриття прес-форми й відвід мундштука з металом до зняття тиску. Рукоятки керування машинами повинні мати огороження, що запобігає випадковому їхньому включенню. Високий тиск рідини або повітря, що розвивається в циліндрах преса й баллонах акумулятора, вимагає точного дотримання правил експлуатації посудин, що працюють під тиском. Циліндри пресів, балони акумуляторів й інші частини машин, що працюють під тиском, повинні проходити щорічну періодичну перевірку.

Метал для ливарних машин плавлять у стаціонарних плавильних печах і подають у роздавальні печі за допомогою ковшів або виймальних тиглів по монорейці. Вентиляція на дільниці лиття під тиском повинна відповідати положенням і нормам, що застосовуються для кокільного лиття. Варто мати на увазі, що виділення шкідливих газів при литті під тиском менше, ніж при багатьох інших видах лиття, тому що відсутні форми й стрижні, що містять токсичні речовини у виді технологічних домішок.

Лиття під низьким тиском (переважно тонкостінних деталей) здійснюють на установках, які оснащені блокуваннями, що не допускає опускання траверси при монтажі частин кокілю й інших роботах з обслуговування установки, подачу робочого тиску при розкритому кокілі, розкриття кокілю, видалення металевих стрижнів і виливків з розкритого кокілю при наявності робочого тиску над дзеркалом розплаву. Апаратура установок для лиття під низьким тиском повинна бути у справному стані й повинна забезпечувати технологічну витримку виливків у кокілі. Справними повинні бути також клапан аварійного ручного скидання тиску й захисні кожухи, що закривають зону, з якої можливо випадкове розбризування розплавленого металу. Під час роботи на установках для лиття під низьким тиском варто стежити за тим, щоб металопрвід при зануренні в розплавлений метал не мав забруднень і вологи, а також був підігрітий до необхідної температури.

Суцільні циліндричні й пустотілі виливки типу втулок можна виготовляти на установках для лиття вакуумним всмоктуванням з високим

ступенем автоматизації. Такі установки повинні мати блокувальні пристрої, що не допускає обриву й падіння металевого кристалізатора в рідкий сплав, який перебуває в роздавальній печі. Зона можливого розбризкування металу повинна бути закрита кожухами або щитами. При пересуванні носка кристалізатора до прийомного короба не можна з'єднувати робочу порожнину з атмосферою до повної зупинки кристалізатора над прийомним коробом. Особливу увагу варто звертати на установку вакуумного всмоктування на початку робочого дня, коли необхідно обов'язково перевірити стан і чистоту металевого кристалізатора й його підігрів. У процесі лиття варто уважно стежити за роботою вакуумного приводу й ресивера, а також за справністю систем аварійного скидання тиску.

При роботі на установках вакуумно-компресійного лиття необхідно стежити за герметичністю верхньої й нижньої камер, від якої залежить безпека роботи оператора. Нещільне закриття камер в установці усувається за допомогою блокувальних пристроїв.

Розплавлений у тиглі метал варто подавати в нижню камеру тільки після прогріву металопроводу, без поштовхів і розгойдувань. Виливок можна витягати тільки після скидання тиску в камерах і перевірки ступеня вирівнювання тиску. Установки вакуумно-компресійного лиття повинні мати апаратуру, що забезпечує технологічну витримку всіх етапів технологічного процесу, витяжну вентиляцію, пристрої, що не допускають підвищення тиску в камерах [12].

***Техніка безпеки при безперервному литті.*** Безперервне лиття використовують для одержання злитків і виливків у виді різноманітних профілів і труб.

Безперервне лиття злитків можна вести на установках горизонтального й вертикального лиття. Найбільш придатними з погляду техніки безпеки є ланцюгові машини, які прості за конструкцією й надійні в експлуатації. Для лиття злитків застосовують також машини інших конструкцій: валкові, гвинтові, гідравлічні й тросові.

Перед початком роздачі металу у ринві, ринва й льотка печі повинні бути ретельно очищені від забруднень, крім того, ливарна ринва повинна бути прогріта.

При роздачі металу за допомогою насоса необхідно переконатися в чистоті труб і внутрішньої порожнини насоса. Вал насоса повинен вільно обертатися (це перевіряється підвертанням напівмуфти рукою). Після перевірки справності насоса його необхідно ретельно просушити, прогріти до необхідної температури й витримати необхідний час. Добре прогрітий насос варто повільно опускати в розплавлений метал, а, опустивши його, закріпити в потрібному положенні.

До початку лиття розподільну коробку розігрівують до високих регламентованих температур. Перед пуском відцентрового насоса прогрівують кристалізатор і переливну трубку до 700...750°C. Добре очищений сухий піддон встановлюють у кристалізатор так, щоб він був вище нижнього краю кристалізатора на 50-100 мм. Прогрів піддона варто робити безпосередньо перед виливанням і нагрівати його до 150°C. Наявні зазори щільно зашпаровують сухим азбестовим шнуром для запобігання влучення вологи на внутрішню частину піддона. Якщо метал подають не на піддон, а на відлитий злиток, то зазор між злитком і кристалізатором також необхідно щільно закрити сухим азбестовим шнуром. Злиток повинен бути сухим.

Перед відкриттям льотки або пуском насоса повинні бути перевірені системи, що подають сірчистий газ у кільця кристалізатора. Перед пуском металу варто перевірити вхолосту справність ливарної машини, її механізмів і пускових пристроїв. На початку лиття подачу металу в кристалізатор здійснюють повільно, щоб прогріти всю систему підведення металу, щоб уникнути викиду. Потім метал подають із установленою швидкістю. На кристалізатор перед початком лиття насувають зонти витяжної вентиляції.

По закінченні заливання металу льотку печі необхідно закрити спеціальною пробкою, а насос виключити.

Злив шлаків можна здійснювати тільки в ізложниці або короб, які

повинні бути ретельно просушені, очищені від забруднень і залишків флюсу й підігріті. Аварійний приймач для металу повинен бути сухим, вільним від вологи й підігрітим. Усі операції одержання заготівель при безперервному литті повинні бути механізовані.

Форми установок для безперервного лиття у процесі роботи можна охолоджувати як повітрям, так і водою, але при цьому не слід допускати контакту рідкого металу з вологою. При ручному змазуванні форм фарбами устаткування необхідно відключати [12].

### **3.2 Основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори ливарного цеху**

У ливарному виробництві основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: пил, аерозолі, пари і газы, надлишкове тепло, підвищені рівні шуму і вібрації, електромагнітні випромінювання, машини і механізми, що рухаються, рухливі частини виробничого устаткування та інше.

У пилу формувальних і стрижневих сумішей міститься двоокис кремнію. Робота електричних печей також супроводжується виділеннями шкідливих газоподібних продуктів. В атмосферу цеху також виділяються продукти термодеструкції мастил, що містять окис вуглецю, аерозолі олій, формальдегіди. При вибиванні й очищенні виливків виділяється пил, що містить до 90% двоокису кремнію. Плавильні агрегати, сушильні печі, залиті форми в процесі остигання є активними джерелами виділення окису вуглецю.

**Пил** ливарних цехів дрібнодисперсний. До 90% порошин мають розміри менш 2 мкм. При очищенні виливків виділяється пил, що містить більше 90% двоокису кремнію, а при вибиванні виливків – близько 99%. Так, при очищенні виливків у барабанах вміст двоокису кремнію у виділеннях пилу доходить до 94,3%, а при вибиванні виливків – до 99,2%.

**Двоокис кремнію** входить також до складу пилу формувальних і стрижневих сумішей. При плавці легованих сталей і кольорових металів у повітря робочої зони можуть виділятися аерозолі конденсації окислів марганцю, цинку, ванадію, нікелю й багатьох інших металів та їх сполук.

До газів і парів, якими забруднюється повітря робочої зони ливарних цехів, відносять акролеїн, ацетон, ацетилен, бензол, окис азоту, окис вуглецю, двоокис сірки, уротропін, вуглекислий газ, фенол, формальдегід, хлор, етиловий спирт та ін.

**Окис вуглецю** є основним шкідливим виробничим чинником у чавуно-і сталеливарних цехах. Джерела виділення окису вуглецю – вагранки й інші плавильні агрегати, а також залиті форми у процесі остигання, сушильні печі, агрегати поверхневого підсушування форм й ін. Наприклад, концентрація окису вуглецю в колошникових газах вагранок досягає 15%. Кількість окису вуглецю, що виділяється при заливанні чавуну й стали, залежить від часу перебування вилівка в цеху й маси вилівоків (при заливанні чавуну у форми для одержання вилівоків масою 10-200 кг виділяється 40-500 г СО на 1 т залитого металу).

**Двоокис вуглецю.** Вуглекислий газ, що застосовується для хімічного сушіння (твердіння) піщано-глинистих форм, не токсичний, однак при великій кількості його в повітрі робочої зони вміст кисню зменшується, що може викликати погане самовідчуття й навіть явище удушення (асфіксію).

На ділянках плавильних агрегатів, заливання й охолодження форм, вибиванні й очищенні вилівоків відбувається інтенсивне **виділення тепла**, що порушує температурні режими на робочих місцях заливальників, шлаковиків, працівників електropечей, вибивальників. Також інтенсивному тепловому опроміненню на робочих місцях піддаються нагрівальники, штампувальники, пресувальники.

**Надлишкове виділення тепла** здійснюється основним технологічним устаткуванням – плавильними агрегатами й становить від 14 до 62% від загальної витрати тепла на розплавлення металу. При розплавленні металу



виділення тепла становить близько 3000 МДж на тонну металу. Інтенсивність теплового потоку на ряді робочих місць досягає високих значень. Відомо, що інтенсивність теплового потоку менш  $0,7 \text{ кВт/м}^2$  не викликає неприємного відчуття, якщо діє протягом декількох хвилин, а понад  $3,5 \text{ кВт/м}^2$  уже через 2 С викликає печію. Крім того, наслідки впливу теплового потоку на організм людини залежать від спектральної характеристики випромінювання. Найбільш проникну до організму людини здатність мають інфрачервоні промені з довжиною хвилі до 1,5 мкм (вони не поглинаються шкіряним покривом), а на шкіру найбільше різко діють промені з довжиною хвилі понад 1,5 до 3 мкм. Кількість теплоти, що виділяється на різних ділянках ливарних цехів, подано в таблиці 3.1. Оптимальні й припустимі норми параметрів мікроклімату у виробничих приміщеннях подані в ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ.

Таблиця 3.1 – Кількість теплоти, що випромінюється на різних ділянках конвеєрних ливарних цехів, МДж на 1 т залитого металу

Джерело виділення теплоти	При подачі з вибивки на очищення гарячих виливків		При остиганні на дільниці вибивки виливків	
	дрібних	середніх	дрібних	середніх
Дільниця заливання	84	126	84	126
Охолоджувальний кожух	63	63	63	63
Дільниця вибивки	63	84	126	168
Дільниця очищення виливків	105	147	42	63
Горіла суміш	105	147	105	147

**Вібрація.** Джерелами загальної вібрації у ливарних цехах є ударні дії вибивних решіток, пневматичні формувальні, відцентрові й інші машини, що призводять до струсу підлоги й інших конструктивних елементів будівлі, а джерелами локальної вібрації – пневматичні рубильні молотки, трамбівки й

т. п. Параметри загальної й локальної вібрації регламентуються ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ.

Джерелами **шуму** та загальної вібрації у ливарному цеху є дугові сталеплавильні печі, розливочний кран, ківшевий кран, вибивні ґрати, формувальні машини. Основними джерелами локальної вібрації є пневматичні рубильні молотки, трамбування й інший ручний механізований інструмент.

Найбільші рівні шуму характерні для діляниць формування, вибивки виливків, зачищення, обрубки й деяких інших. Нормування рівнів шуму здійснюється відповідно до ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ.

**Електромагнітні поля** генеруються електротермічними установками плавлення, нагрівання металу, сушіння форм і стрижнів.

**Ультразвук.** Ультразвук у ливарних цехах застосовується для обробки рідких розплавів, очищення виливків, а також в установках і системах очищення газів. Для цього використовують генератори з діапазоном частот 18-22 кГц. Рівень ультразвуку необхідно контролювати, ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ встановлює припустимі рівні ультразвукового тиску, які повинні враховуватися при проектуванні ультразвукового устаткування.

**Іонізуючі випромінювання.** Джерела іонізуючих випромінювань у ливарному виробництві застосовують для плавлення, виявлення дефектів у виливків, контролю й автоматизації технологічних процесів та ін. Основними документами, що регламентують радіаційну безпеку, є «Норми радіаційної безпеки», «Основні санітарні правила роботи з радіоактивними речовинами й іншими джерелами іонізуючих випромінювань».

Електропечі, машини і механізми ливарних виробництв з електроприводом є джерелами небезпеки **поразки електричним струмом**. При індукційному нагріванні, крім того, виникає сильне магнітне поле, що вимагає застосування захисних екранів.

Застосовуване електроустаткування в основному працює при напрузі до 1000 В, при використанні електротермічних установок – вище 1000 В.

Основні вимоги електробезпеки подані в ГОСТ 12.1.019-79 і ГОСТ 12.1.030-81. Ливарні цехи оснащені транспортними й вантажопідійомними механізмами; машинами для готування формувальних і стрижневих сумішей і сполук, форм і стрижнів; пристроями для вибивки виливків; різноманітними механізмами для фінішних операцій та ін. Виконання кожної з операцій на зазначеному устаткуванні пов'язане з небезпекою травмування обслуговуючого персоналу через наявність небезпечних зон у машинах і механізмах.

Скрутність, недостатня освітленість, шум і інші несприятливі фактори в ливарних виробництвах підсилюють небезпеку травмування **машинами та частинами виробничого устаткування, що рухаються.**

До психофізіологічних шкідливих виробничих факторів відносяться фізичні перевантаження при роботах з великогабаритними важкими деталями, монотонність праці, перенапруга зору та ін.

Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони (температура, вологість, швидкість руху повітря, зміст шкідливих речовин) визначаються ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» та ДСН 3.3.6.042-99 «Санитарные нормы микроклимата производственных помещений» [13, 14]. Згідно з цими нормативними документами оптимальні і припустимі величини температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих приміщень з урахуванням надлишків явного тепла, важкості виконуваної роботи і сезонів року.

У цеху, що розглядається, надлишки явного тепла складають 300-500 Дж/(м<sup>3</sup>·с). Тому самопочуття робітників значною мірою залежить від метеоумов виробничого приміщення, які обумовлюються температурою повітря, його відносною вологістю та швидкістю руху.

Важливість урахування метеоумов пояснюється балансом тепла між організмом людини та оточуючим середовищем. При високих температурах (30<sup>0</sup>С та вище), особливо при виконанні важкої фізичної роботи,

потовиділення може посилюватися у десятки разів, а це негативно відіб'ється на самопочутті та здоров'ї людини в цілому. Швидкість випаровування поту залежить від вологості та швидкості руху повітря, а також від матеріалу, виду та крою одягу.

Хвороби, що можуть бути викликані надлишковим теплом:

а) гіпертермія (перегрів): у легкій формі – теплове виснаження. Температура тіла підвищується на  $0,3-1^{\circ}\text{C}$ , шкіри – на  $0,5-1,5^{\circ}\text{C}$ ; у важкій формі – тепловий удар. Температура тіла підвищується до  $39-41^{\circ}\text{C}$ ;

б) судорожна хвороба (теплові судороги);

в) катаракта (помутніння роговиці або кришталика);

г) підвищується загальна захворюваність у цехах (хвороби серця, шлунку, простудні та гнійничкові захворювання).

Майже 50% професійних захворювань зв'язано з впливом несприятливих умов мікроклімату. Продуктивність праці при цьому знижується на 20-40%. З таблиці 3.2 видно, що фактичні параметри мікроклімату у даному цеху перевищують допустимі та потребують проведення заходів з зменшення їх негативного впливу (захист від можливого перегрівання).

Таблиця 3.2 – Фактичні та нормативні параметри мікроклімату

Значення	Сезон року	Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Нормативна	Фактична	Нормативна	Фактична	Нормативна	Фактична
оптимальні	холодний та перехідний	16-18	20-22	60-40	60-40	0,3	0,3
	теплий	18-20	20-28	60-40	60-40	0,5	0,5
допустимі	холодний та перехідний	13-19		75		0,5	
	теплий	не більш $26^{\circ}\text{C}$		при $26^{\circ}\text{C}$ не більш 65 при $25^{\circ}\text{C}$ не більш 70 при $24^{\circ}\text{C}$ не більш 75		0,5-1,0	

Важкість робіт у цеху відноситься до категорії важка III – енерговитрати більше 250 кКал/год. Фактичні та нормативні параметри мікроклімату наведено у таблиці 3.2 [14].

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони визначається згідно з ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны». Кількість шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинна перевищувати встановлених гранично допустимих концентрацій робочої зони (ГДКр.з.) [13].

Головна причина забруднення повітря у ливарному цеху – недосконалість технологічних процесів і негерметичність виробничого устаткування. Підвищеними шкідливими виділеннями відрізняються наступні ділянки ливарних цехів: підготовки шихтових матеріалів (запиленість повітря досягає 5-15 г/м<sup>3</sup>), термічної обробки, ґрунтовки і фарбування виливків.

Вплив основних забруднювачів на організм людини:

- вплив пилу різних фракцій: 50 мкм – в середину організму не проникає, діє на очі; 50-10 мкм – затримується верхніми дихальними шляхами (гортань, глотка); 10-5 мкм – затримується бронхами; 5-0,1 мкм – осідає у легенях (альвеолах); 0,1 мкм – проникає у легені, далі видаляється з повітрям, що видихається. Пил, що включає сполучення металів, може викликати захворювання дихальної системи (пневмоконіози, фібрози, силікози, сидерози), оказувати загально токсичну дію, викликати астеновегетативний синдром з судинною дистонією, порушення функції печінки, зниження шлункової секреції, моноцитоз та інше;

- окис карбону, що потрапила до організму людини, вступає в реакцію з гемоглобіном крові, заміщує у нім кисень та утворює карбоксигемоглобін, що шкідливо діє на червоні кров'яні шарики, на центральну нервову систему та приводить до серцево-судинних захворювань. Навіть незначна кількість окису карбону у повітрі при тривалому впливі на людину може викликати головний біль, зниженню працездатності; більш високі концентрації –

атеросклероз, ураження нервової системи, виникнення інфаркту міокарду та розвитку легеневих захворювань;

- дія їдких речовин викликає захворювання шкіри (дерматити, екзема), захворювання очей (кон'юнктивіти) та інше.

ГДК та класи небезпеки деяких з вищеназваних забруднювачів згідно з ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» та ГОСТ 12.1.007-76 «Вредные вещества. Классификация и общин требования безопасности» [15] наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – ГДК та класи небезпеки деяких забруднювачів

Назва забруднювача	ГДК р.з., мг/м <sup>3</sup>	Фактична концентрація у цеху, мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки
Пил металевий	6	9	4
Окис вуглецю	20	23	4
Двоокис азоту	5	6	2

Вищеназвані речовини відносяться до IV та II класу загрози (помірно та малонебезпечні), але їх фактичні концентрації перевищують ГДК, тому необхідно ретельно контролювати їх у повітрі робочої зони та запропонувати заходи щодо зниження концентрацій.

У виробничих приміщеннях з надлишком явного тепла використовують природну вентиляцію (аерацію). Аераційні ліхтарі та шахти розташовують безпосередньо над основними джерелами тепла на одній осі. У разі неможливості або неефективності аерації встановлюють механічну загально-обмінну вентиляцію. При тепловому опроміненні від 140 до 350 Вт/м<sup>2</sup> необхідно збільшувати на постійних робочих місцях швидкість руху повітря на 0,2 м/с більше за нормовані величини. При тепловому опроміненні, що перевищує 350 Вт/м<sup>2</sup> доцільно застосовувати повітряне душення робочих місць.

Для підтримання санітарно-гігієнічних вимог з нормування забруднень у повітрі робочої зони у цеху здійснюється аерація, також встановлена місцева витяжна вентиляція (місцеві відсмоктувачі відкритого типу: витяжні зонти, панелі рівномірного всмоктування).

Припустимі рівні шуму та вібрації на робочих місцях, вимоги до шумових та вібраційних характеристик устаткування і вимоги по захисту від їх негативного впливу на людину визначаються ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности» [16], СН 3228-85 «Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах» [17] та ГОСТ 12.1.012-90 «Вибрационная безопасность. Общие требования» [18]. Вплив шуму на організм людини відрізняється різноманітністю прояву несприятливого впливу на центральну нервову, серцево-судинну і травну системи. Шум, як загальнобіологічний подразник, швидко стомлює працюючих, знижує працездатність, продуктивність праці, гальмує реакції на небезпечні ситуації. При систематичному впливі викликає необоротні органічні поразки слухового нерва – глухуватість.

Загальна вібрація викликає деформацію органів і тканин людини, супроводжується зміною функціонального стану організму, приводить до патологічних змін нервово-м'язового, опорно-рухового апарата, судинним розладам - вібраційної хвороби. Місцева вібрація викликає спазми судин, що приводить до погіршення надходження крові у кінцівки та до їх оніміння й омертвіння. Вібраційна хвороба практично невиліковна.

У цеху, що розглядається, простежуються перевищення допустимих норм шуму та вібрації. Тому необхідно здійснювати заходи з захисту працівників від цих шкідливих факторів.

Світлова обстановка у виробничому приміщенні і на робочому місці характеризується наступними параметрами: світловим потоком, освітленістю, силою світла і яскравістю джерела світла. Головним є вплив освітлення на органи зору. При недостатній або змінній освітленості органам

зору потрібно постійно пристосовуватися, що можливо завдяки властивостям очей – акомодації та адаптації.

Згідно з ДБН В.2.5-28-2006 [19] розряд зорової роботи у цеху може складати IV, VII, VIII. Характеристика зорової роботи: загальне спостереження за ходом виробничого процесу, робота з виробами в гарячих цехах та зорова робота середньої точності.

Значення фактичної та нормованої освітленості у ливарному цеху приведено в таблиці 3.4. Таким чином, значення фактичної освітленості у ливарному цеху відповідають нормативним вимогам.

Таблиця 3.4 – Значення фактичної та нормативної освітленості у ливарному цеху

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Нормативна освітленість, лк	Фактична освітленість, лк
Загальне спостереження за ходом виробничого процесу, періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні	більше 5	VIII	б	100	100
Робота з виробами у гарячих цехах	більше 5	VII	-	200	200
Середньої точності	більше 0,5 до 1,0	IV	б,в,г	200	200

Згідно з Правилами устрою електроустановок [20], ливарні цеха у відношенні безпеки поразки людей електричним струмом можливо віднести до особливо небезпечних, тому що існує одночасно декілька умов підвищеної безпеки для персоналу. Результат поразки електричним



струмом залежить від сили і тривалості впливу, роду, частоти, і шляху проходження струму в тілі людини, опору тіла; індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища. Для забезпечення безпеки робітників у цеху існує система заземлення та ізоляції [21].

Згідно з проведеним аналізом шкідливих та небезпечних виробничих факторів виявлено шкідливі виробничі фактори у ливарному цеху, такі як надлишки явного тепла, забруднення повітря робочої зони, шум та вібрації, небезпека поразки електричним струмом. Тому далі пропонуються ряд заходів зі зменшення або усунення їх впливу на робітників.

### **3.3 Заходи щодо зниження шкідливих та небезпечних виробничих факторів у ливарному цеху**

Згідно з проведеним аналізом шкідливих та небезпечних виробничих факторів встановлено, що метеорологічні умови в цеху, санітарно-гігієнічні характеристики повітря робочої зони, фактичні рівні вібрації та шуму, електробезпека не відповідають встановленим нормам.

Нормалізація несприятливих мікрокліматичних умов здійснюється за допомогою комплексу заходів та способів, які включають: будівельно-планувальні, організаційно-технологічні та інші заходи колективного захисту. Для профілактики перегрівань та переохолоджень робітників використовуються засоби індивідуального захисту, медико-біологічні тощо [22].

Методи регулювання параметрів повітряного середовища є невід'ємною частиною загальнодержавного підходу до керування навколишнім середовищем відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14001:197 (Системи управління навколишнім середовищем. Київ, Держстандарт України).

Успіх функціонування системи керування параметрами повітряного середовища, що діє на людину, залежить від ефективності всіх її ієрархічних

і функціональних рівнів [22]. Однак, для сучасного підприємства найбільш розповсюдженим інженерним методом впливу на атмосферу є організація повітрообміну (вентиляція) у приміщеннях, а також локалізація джерел викидів з наступним видаленням забрудненого повітря і його очищенням (аспірація).

Заходи щодо боротьби з пилом різноманітні і, як правило, повинні вживатись у комплексі. Їх можна поділити за характерними ознаками та спрямованістю:

- скорочення утворення пилу;
- зменшення запиленості та загазованості приміщень;
- ліквідація пилоутворення та загазованості від устаткування та обмеження поширення шкідливих викидів у приміщенні.

До заходів, завдяки яким скорочується утворення шкідливих викидів, належать: раціоналізація технологічних процесів, мокрі способи обдирання та шліфування виливок, зволоження переробних матеріалів і підтримання чистоти приміщень та устаткування [23]. Знижує пилоутворення і використання прогресивних технологічних процесів та устаткування (формування методом пресування).

Заходами, які ліквідують викиди та обмежують поширення пилу у приміщенні, є герметизація устаткування, влаштування місцевої вентиляції [22].

Для зниження шуму механічного походження в вузлах, в яких здійснюються ударні процеси необхідно зменшити сили збурення, збільшити час контакту елементів, що взаємодіють між собою, збільшити внутрішні втрати в системах що коливаються, зменшити площу випромінювання звуку [23].

Заходи захисту від шуму:

- організаційні: не потрібно використовувати відразу все обладнання, яке може викликати підвищення рівня звуку, при роботі шумного обладнання необхідно робити перерви;

- технічні: не потрібно використовувати відразу все обладнання, яке може викликати підвищення рівня звуку, при роботі шумного обладнання необхідно робити перерви;

- індивідуальні: не потрібно використовувати відразу все обладнання, яке може викликати підвищення рівня звуку, при роботі шумного обладнання необхідно робити перерви.

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні встановлюємо оптимальну та допустиму температуру, відносну вологість, швидкість руху повітря та інтенсивність теплового випромінювання.

Відносна вологість коливається в межах 68-71% і не перевищує допустимої норми 75%.

Температура питної води 18-20 °С. Відповідність указаних значень параметрів мікроклімату досягається утворенням у цеху загальної системи вентиляції, яка має забезпечити повітрообмін не менше 60 м<sup>3</sup> /(людину·год). На дільницях плавлення та заливання система вентиляції має забезпечувати допустиме значення температури [24].

При опаленні цеху за допомогою припливної вентиляції температура повітря, що подається, має бути не вищою за 70 °С, при цьому припливна вентиляція встановлюється на висоті більше 3,5 м від рівня підлоги. Якщо подача повітря здійснюється на висоті 3,5 м від підлоги, температура його не повинна перевищувати 45 °С, а робоче місце розташовується не ближче ніж за 2 м. У формувальних відділеннях вентиляція має забезпечувати мінімальний триразовий повітрообмін [24].

Для забезпечення нормованих значень освітленості в приміщенні потрібно проводити чищення скла віконних рам і світильників не рідше двох разів у рік і проводити своєчасну заміну перегорілих ламп. Недостатність освітлення призводить до напруження зору, послаблює увагу, призводить до настання передчасної стомленості. Надмірно яскраве освітлення викликає осліплення, роздратування і різь в очах. Неправильний напрямок світла на

робочому місці може створювати різкі тіні, відблиски, тому настільки важливий правильний розрахунок освітленості.

В умовах, коли тепловіддача здійснюється за рахунок випарювання, дуже важливим є питтєвий режим. Для профілактики порушень водно-сольового балансу тих, хто працює в умовах нагріваючого мікроклімату, забезпечують компенсацію рідини, солей (натрій, калій, кальцій та ін.), мікроелементів (магній, мідь, цинк, йод та ін.), розчинених в рідині вітамінів, які виділяються з організму з потом. Тобто робітникам встановлюють норму води 4-5 літрів на людину в зміну з додаванням 0,5% повареної солі. Відстань від виробничих місць до питних установок повинно бути не більш, ніж 75 м.

Для захисту персоналу можуть від електромагнітного потоку можуть використовуватися наступні способи і засоби: зменшення напруженості і щільності енергії електромагнітного потоку за допомогою узгодження навантажень і застосування поглиначів потужності; екранування робочих місць; віддалення робочого місця від джерела електромагнітного поля; раціональне розміщення устаткування в робочому приміщенні; встановлення раціональних режимів роботи устаткування й обслуговуючого персоналу; застосування попереджуючої сигналізації; застосування засобів індивідуального захисту.

При роботах з об'єктами (машинами, устаткуванням, ручним пневматичним інструментом і ін.), що генерують вібрацію, повинна застосовуватися система профілактичних мір і заходів, спрямованих на попередження несприятливого впливу вібрації на організм людини, основними з яких є санітарно-гігієнічне нормування гранично припустимих рівнів вібрації; використання механізованого інструмента й устаткування, що відповідає вимогам санітарних норм; впровадження прогресивних технологій, що виключають вплив виробничої вібрації на працюючих, при цьому санітарно-гігієнічне нормування гранично допустимих рівнів вібрації повинне в умовах виробництва передбачати насамперед встановлення

припустимого сумарного часу роботи з машинами, що викликають вібрацію, і розподіл періодів контакту з ними протягом робочої зміни чи при виконанні робіт, не зв'язаних із впливом вібрації (сполучення професій), а також тривалість і розподіл регламентованих перерв протягом робочої зміни.

Для захисту робочих місць від впливу надлишків тепла та додержання санітарно-гігієнічних вимог до повітря робочої зони запропоновано використовувати зонти з механічною тягою. Зонти встановлюють над піччю під перекриттям. Розрахуємо розміри зонту та продуктивність витяжної вентиляції [25].

Враховуючи, що піч загрузається через звід, розрахунок ведеться на два режими: плавлення сталі та завалки шихти.

Відстань від полюса до устя витяжного пристрою ( $Z$ ) розраховується за формулою:

$$Z = H + 2d, \text{ м}$$

де  $H$  - відстань від верху печі до устя зонту, м;

$d$  - діаметр печі, м.

Кількість тепла, що виділяється піччю ( $Q$ ) знаходимо за формулою:

$$Q = M \cdot k_2 \cdot 86 / 3600 \cdot k_1, \text{ ккал/с}$$

де  $M$  - потужність, що споживається піччю, кВт;

$k_1$  та  $k_2$  – коефіцієнти тепловіддачі.

Розрахуємо діаметр факелу у устя витяжного пристрою:

$$D_z = 0,45 \cdot Z^{0,88}, \text{ м}$$

де  $Z$  - відстань від полюса до устя витяжного пристрою, м.

Швидкість на відстані  $Z$  знайдемо за формулою:

$$V_z = 0,82 \cdot Q^{0,33} / Z^{0,29}, \text{ м/с}$$

де  $Q$  - кількість тепла, що виділяється піччю, ккал/с.

Витрати повітря у зонті:

$$L_z = 0,13 \cdot Z^{1,5} \cdot Q^{0,33}, \text{ м}^3/\text{с}$$

Вихідні дані: діаметр печі  $d=6\text{ м}$ ; відстань від верху печі до устя зонту  $H=10\text{ м}$ ; площа випромінюючої поверхні  $F=112,7\text{ м}^2$ ; температура оточуючого середовища  $t_{o,c}=40\text{ }^\circ\text{C}$ ; потужність, що споживається піччю  $M=25000\text{ кВт}$ ; за рахунок термохімічної реакції виділяється у процесі плавлення ще 14% від потужності ( $k_1=1-0,14=0,86$ ), що споживається; тепловіддача в оточуюче середовище складає 9%; втрати тепла з газами при наявності системи відводу газів через звід печі – біля 3%, сумарні втрати дорівнюють 12% ( $k_2=0,12$ ).

$$Z = 10 + 2 \cdot 6 = 22\text{ м.}$$

$$Q = 25000 \cdot 0,12 \cdot 86 / 3600 \cdot 0,86 = 83\text{ ккал/с.}$$

$$D_z = 0,45 \cdot 22^{0,88} = 6,83\text{ м.}$$

$$V_z = 0,82 \cdot 83^{0,33} / 22^{0,29} = 1,44\text{ м/с.}$$

$$L_z = 0,13 \cdot 22^{1,5} \cdot 83^{0,33} = 57,68\text{ м}^3/\text{с} = 207659\text{ м}^3/\text{год.}$$

В період завалки шихти звід відведено у бік. Температура внутрішньої поверхні печі  $t_{\text{п}}=1400\text{ }^\circ\text{C}$ . Тепловідлення променевим випромінюванням та конвекцією:

а) променевипромінювання з внутрішніх поверхонь (под печі) знаходимо по номограмі інтенсивності теплового випромінювання з відкритого отвору печі [25]. При температурі  $1400\text{ }^\circ\text{C}$   $Q_{\text{в.}}=35\text{ МКал}/(\text{м}^2 \cdot \text{год.})$ . Тоді променевипромінювання від печі в цілому дорівнює  $Q_{\text{пр.}}=1575\text{ МКал/год.}$

б) Коефіцієнт тепловіддачі конвекцією дорівнює

$$\alpha = 2,8 \cdot \sqrt{t_{\text{п}} - t_{\text{о.с.}}}, \text{ кКал/м}^2 \cdot \text{год.} \cdot ^\circ\text{C}$$

де  $t_{\text{п}}$  – температура внутрішньої поверхні печі,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_{\text{о.с.}}$  – температура оточуючого середовища,  $^\circ\text{C}$ .

$$\alpha = 2,8 \cdot \sqrt{1400 - 40} = 17 \text{ кКал/м}^2 \cdot \text{год.} \cdot ^\circ\text{C}$$

Тепловиділення конвекцією ( $Q_{\text{к}}$ ) знайдемо за формулою:

$$Q_{\text{к}} = F \cdot \alpha \cdot \Delta t, \text{ кКал/год.}$$

де  $F$  - площа випромінюючої поверхні,  $\text{м}^2$ ;

$\alpha$  - коефіцієнт тепловіддачі конвекцією;

$\Delta t$  – різниця температур нагрітої поверхні та оточуючого середовища,  $^\circ\text{C}$ .

$$Q_{\text{к}} = 112,7 \cdot 17 \cdot (1400 - 40) = 2605624 \text{ кКал/год.} = 2605,6 \text{ МКал/год.}$$

Загальні тепловиділення ( $\Sigma Q$ ) розраховуємо за формулою:

$$\Sigma Q = Q_{\text{пр.}} + Q_{\text{к}}, \text{ кКал/с}$$

$$\Sigma Q = 1575 + 2605,6 = 4180,6 \text{ Мкал/год.} = 1161 \text{ кКал/с}$$

Витрати повітря у період завалки шихти:

$$L_z = 0,13 \cdot 22^{1,5} \cdot 1161^{0,33} = 138 \text{ м}^3/\text{с} = 496800 \text{ м}^3/\text{год.}$$

З розрахунку слідує, що для організації ефективної вентиляції необхідно забезпечити витрати повітря витяжного зонту не менш, ніж 496800  $\text{м}^3$ /годину.

У зв'язку з перевищенням нормативних вимог до шуму у приміщеннях ливарних цехів, необхідно використовувати засоби звукоізоляції. Наведемо

розрахунок звукоізолюючої здатності одношарових загороджень й критичної частоти звуку, нижче якої використовувати загородження неефективно.

Звукоізолюючу здатність загородження ( $R$ ) товщиною 10-100 мм розраховуємо за формулою:

$$R=30 \cdot \lg \gamma - 10 \cdot \lg E + 2 \cdot \lg \eta - 9,6, \text{ дБ}$$

де  $\gamma$  – щільність матеріалу загородження,  $\text{кг/м}^3$ ;

$E$  – модуль пружності матеріалу,  $\text{кг/см}^2$ ;

$\eta$  – коефіцієнт втрат енергії звуку.

Критичну частоту звуку ( $f_{\text{кр}}$ ), нижче якої використання загородження є неефективним, знаходимо за формулою:

$$f_{\text{кр}}=c^2 \cdot \sqrt{\gamma/E}/(1,8 \cdot h), \text{ Гц}$$

де  $c$  – швидкість звуку у повітрі,  $\text{м/с}$ ;

$h$  – товщина загородження,  $\text{м}$ .

Вихідні данні: матеріал загородження – залізобетон; модуль пружності матеріалу  $E=2,0 \cdot 10^5 \text{ кг/см}^2=2,0 \cdot 10^9 \text{ кг/м}^2$ ; щільність матеріалу загородження  $\gamma=2500 \text{ кг/м}^3$ ; коефіцієнт втрат енергії звуку  $\eta=0,005$ ; товщина загородження  $h=0,15 \text{ м}$ .

Звукоізолююча здатність загородження ( $R$ ) дорівнює

$$R=30 \cdot \lg 2500 - 10 \cdot \lg 2,0 \cdot 10^5 + 2 \cdot \lg 0,005 - 9,6= 36,2 \text{ дБ.}$$

Критична частота звуку, нижче якої використання загородження є неефективним, розраховуємо:

$$f_{\text{кр}}=343^2 \cdot \sqrt{2500/2,0 \cdot 10^9}/(1,8 \cdot 0,15)=488 \text{ Гц.}$$



Запропонований захід дозволить понизити негативний вплив шуму на працівників цеха.

Також було розраховано вентиляційну систему місцевих витяжних відсмоктувачів для ділянки ливарного цеху, на якій розташовано наступні види устаткування: вибивна решітка площею  $1,3 \text{ м}^2$ , дві електродугові печі, крім того, повітря, що видаляється, піддається сухому очищенню в пиловловлюючому пристрої – циклоні ЦН-15.

Вибираємо конструкцію місцевого відсмоктувача для джерел пилевиділення:

а) Вибивна решітка. Приймаємо конструкцію місцевого відсмоктувача у виді суцільного кожуха з бічними дверима для завантаження.

б) Електродугові печі. Приймаємо конструкцію місцевого відсмоктувача у вигляді зонта.

Визначаємо кількість повітря, що видаляється від кожного місцевого відсмоктувача з урахуванням конструкції відсмоктувача:

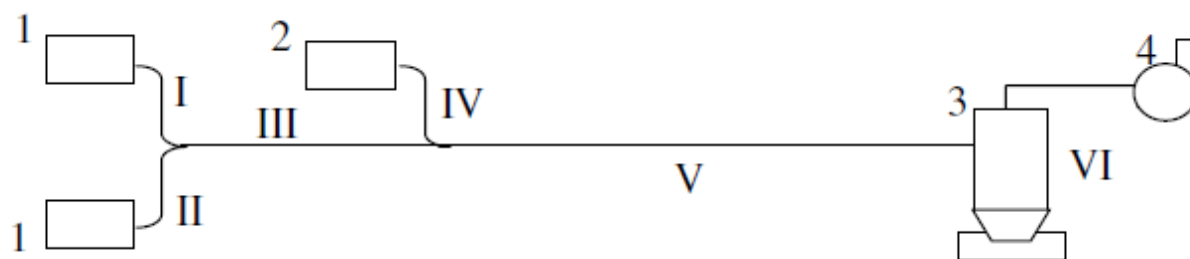
а) Вибивна решітка. З урахуванням площі вибивної решітки кількість повітря, що видаляється, складе,  $L, \text{ м}^3/\text{год}$ :

$$L = 1,3 \cdot 15000 = 19500 \text{ м}^3/\text{год}.$$

б) Електродугові печі. Кількість повітря, що видаляється, від кожної печі складе  $20000 \text{ м}^3/\text{год}$ , для двох печей об'єм видаленого повітря складе,  $L, \text{ м}^3/\text{год}$ :

$$L = 20000 \cdot 2 = 40000 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Визначаємо структуру вентиляційної мережі й кількість повітря, що проходить кожною ділянкою вентиляційної мережі. Схема вентиляційної мережі зображена на рисунку 3.1.



1 – витяжний зонт; 2 – укриття вибивної решітки; 3 – циклон ЦН-15; 4 – відцентровий вентилятор; I, II, III, IV, V, VI – ділянки вентиляційної мережі

Рисунок 3.1 – Схема вентиляційної мережі

Кількість повітря на ділянці, де відбувається об'єднання вентиляційних потоків, визначається простим підсумовуванням. Так на ділянках I і II проходить по 20000 м<sup>3</sup>/год, на ділянці III протікає 40000 м<sup>3</sup>/год, на ділянці V до цієї кількості додається повітря від укриття вибивної решітки, таким чином, на ділянці V об'єм повітря, що проходить, становить, L<sub>V</sub>, м<sup>3</sup>/год:

$$L_V = 40000 + 19500 = 59500 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Кількість повітря по ділянках мережі, м<sup>3</sup>/год, і довжина ділянок, м, наведені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Кількість повітря, L, м<sup>3</sup>/год і довжина ділянок, l, м

Номер ділянки	I	II	III	IV	V	VI
Параметр						
L, м <sup>3</sup> /год	20000	20000	40000	19500	59500	59500
l, м	8	8	9	5	50	-

Визначаємо діаметр повітроводів, d, м, на всіх ділянках вентиляційної мережі.

$$d_I = d_{II} = \sqrt{\frac{4 \cdot 20000}{3,14 \cdot 13 \cdot 3600}} = 0,74$$

$$d_{III} = \sqrt{\frac{4 \cdot 40000}{3,14 \cdot 13,5 \cdot 3600}} = 1,02$$

$$d_{IV} = \sqrt{\frac{4 \cdot 19500}{3,14 \cdot 13 \cdot 3600}} = 0,73$$

$$d_V = \sqrt{\frac{4 \cdot 59500}{3,14 \cdot 14 \cdot 3600}} = 1,23$$

Приймаємо стандартні діаметри повітроводів, виходячи з номограми [12, рис. П. 1 додат. П]:  $d = d_{II} = 710$  мм,  $d_{III} = 1000$  мм,  $d_{IV} = 710$  мм,  $d = 1120$  мм.

Визначаємо швидкість руху повітря,  $v$ , м/с, по ділянках вентиляційної мережі з урахуванням стандартизованих діаметрів повітроводів.

$$v_{I,II}^{\phi} = \frac{20000}{900 \cdot 0,71^2 \cdot 3,14} = 14,0$$

$$v_{III}^{\phi} = \frac{40000}{900 \cdot 1,0^2 \cdot 3,14} = 14,1$$

$$v_{IV}^{\phi} = \frac{19500}{900 \cdot 0,71^2 \cdot 3,14} = 13,7$$

$$v_V^{\phi} = \frac{59500}{900 \cdot 1,12^2 \cdot 3,14} = 16,8$$

Визначаємо втрати тиску у вентиляційній мережі. Розрахунок здійснюємо послідовно для всіх ділянок вентиляційної мережі, починаючи з найбільш віддаленого.

### Ділянки I, II

Питомі лінійні втрати тиску,  $R$ , Па/м, знаходимо за номограмою [12, рис. П. 1 додат. П]. Для  $L_{I,II} = 20000 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $v_{II} = 14 \text{ м/с}$ ,  $R_{I,II} = 2,4 \text{ Па}$ , тоді при довжині ділянки  $l_{I,II} = 8 \text{ м}$  втрати тиску складатимуть,  $H_{тр}$ , Па:

$$H_{тр} = R l = 2,4 \cdot 8 = 19,2 \text{ Па.}$$

Місцеві опори на ділянці:

а) витяжний зонт. Коефіцієнт місцевого опору приймаємо рівним  $\xi=0,5$  [12, табл. Р. 1 додат. Р];

б) відвід від зонта з кутом повороту  $\alpha = 90^\circ$  і відношенням  $R/b = 2$ . Для такого відводу (табл. Р. 2 додат. Р)  $a = 1,0$ ;  $k = 0,2$ ; коефіцієнт місцевого опору складе:

$$\xi = 0,73 \cdot a \cdot k = 0,73 \cdot 1,0 \cdot 0,2 = 0,15;$$

в) відвід до трійника з  $R/b = 2$  і кутом повороту  $\alpha = 45^\circ$ . З таблиці Р. 2 додатку Р знаходимо:  $a = 0,61$ ;  $k = 0,2$ ; коефіцієнт опору складе:

$$\xi = 0,73 \cdot 0,61 \cdot 0,2 = 0,09;$$

г) відгалуження симетричного трійника. При  $\beta = 45^\circ$  і  $L_{в}/L_{заг} = 0,5$ , знаходимо  $\xi = 0,55$ .

Сумарний коефіцієнт місцевого опору для ділянок I,II складе:

$$\sum \xi_{I,II} = 0,5 + 0,15 + 0,09 + 0,55 = 1,29$$

Сумарна величина місцевих втрат,  $Z_{I,II}$ , Па, складе:

$$Z_{I,II} = \sum \xi_{I,II} \cdot \rho \frac{v^{\phi^2}}{2} = \frac{1,29 \cdot 1,2 \cdot 14^2}{2} = 151,7$$

Повна втрата тиску,  $\sum H_{I,II}$ , Па, на ділянках I,II складе:

$$\sum H_{I,II} = H_{тр} + Z = 19,2 + 151,7 = 170,9.$$

Ця величина втрат тиску визначає величину необхідного розрідження у вихідному перетині трійника й одночасно величину перепаду тисків для переміщення повітря через паралельно приєднану до ділянки I ділянку II.

**Ділянка III.** Питомі лінійні втрати тиску, Па/м, знаходимо за номограмою [12, рис. П. 1 додат. П]. Для ділянки III  $L_{III} = 40000 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $v_{III}=14,1\text{м/с}$ ,  $R_{III} = 1,7 \text{ Па/м}$ , тоді при довжині ділянки 9 м втрати тиску складатимуть,  $H_{тр}$ , Па:

$$H_{тр} = R_{III} l_{III} = 1,7 \cdot 9 = 15,3.$$

Єдиним місцевим опором на ділянці III є опір проходу у прямому відгалуженні трійника, що приєднує відгалуження IV:

$$d_{II} : d_B = d_{III} : d_{IV} = 1000 : 710 = 1,41,$$

$$v_B^{\phi} : v_{II}^{\phi} = v_{IV}^{\phi} : v_{III}^{\phi} = 13,7 : 14,1 = 0,97,$$

при куті приєднання  $\alpha = 45^\circ$  [12, табл. P. 2 додат. P] знаходимо  $\xi_{II} \approx 0,32$ .

Сумарна величина місцевих втрат,  $Z_{III}$ , Па, складе:

$$Z_{III} = \sum \xi_{III} \cdot \rho \frac{v^{\phi^2}}{2} = \frac{0,32 \cdot 1,2 \cdot 14,1^2}{2} = 38,2$$

Повна втрата тисків,  $\sum H_{III}$ , Па, на ділянці III буде мати значення:

$$\sum H_{III} = H_{тр} + Z_{III} = 15,3 + 38,2 = 53,5 \text{ Па.}$$

**Ділянка IV.** Питомі лінійні втрати тиску. Для ділянки IV  $L_{IV}=19500$  м<sup>3</sup>/год,  $v_{IV} = 13,7$  м/с,  $R = 2,6$  Па/м. Тоді при довжині ділянки 5 м лінійні втрати тиску складуть,  $H_{тр}$ , Па:

$$H_{тр} = R_{IV}l_{IV} = 2,6 \cdot 5 = 13,0 \text{ Па.}$$

Місцеві опори на ділянці:

а) укриття вибивної решітки. Приймаємо коефіцієнт місцевого опору рівним  $\xi = 1,2$ ;

б) відвід з кутом повороту  $\alpha = 90^\circ$  і відношенням  $R/b = 2,0$  та відвід з таким же значенням  $R/b$  з кутом  $\alpha = 45^\circ$ . Значення місцевих опорів для таких відводів були визначені вище при розрахунку опорів на ділянці I. Коефіцієнти місцевих опорів цих відводів дорівнюють відповідно 0,15 і 0,09;

в) відгалуження несиметричного трійника. Для трійника зі співвідношеннями:

$$d_{II} : d_B = d_{III} : d_{IV} = 1000 : 710 = 1,41, v_{\Phi_B} : v_{\Phi_{II}} = v_{\Phi_{IV}} : v_{\Phi_{III}} = 13,7 : 14,1 = 0,97.$$

При куті приєднання  $\alpha = 45^\circ$  [12, табл. Р. 2 додат. Р] знаходимо  $\xi_B \approx 0,02$ .

Сумарний коефіцієнт місцевих втрат на ділянці IV складе:

$$\sum \xi_{IV} = 1,2 + 0,15 + 0,09 + 0,02 = 1,46$$

Сумарна величина місцевих втрат,  $Z_{IV}$ , Па, складе:

$$Z_{IV} = \sum \xi_{IV} \cdot \rho \frac{v_{\Phi}^2}{2} = \frac{1,46 \cdot 1,2 \cdot 13,7^2}{2} = 164,4$$

Повна втрата тисків,  $\sum H_{IV}$ , Па, на ділянці IV буде мати значення:

$$\sum H_{IV} = H_{тр} + Z_{IV} = 13 + 164,4 = 177,4 \text{ Па.}$$

**Ділянка V.** Питомі лінійні втрати тиску. Для ділянки V  $L_V=59500 \text{ м}^3/\text{год}$ ,  $v = 16,8 \text{ м/с}$ ,  $R = 2,1 \text{ Па/м}$ . Тоді при довжині ділянки 50 м лінійні втрати тиску складуть,  $H_{тр}$ , Па:

$$H_{тр} = R \cdot l_V = 2,1 \cdot 50 = 105 \text{ Па.}$$

Місцеві опори на ділянці. Єдиним місцевим опором на ділянці V є опір входу в циклон, коефіцієнт якого становить  $\xi_{ц} = 0,2$ .

Сумарна величина місцевих втрат,  $Z_V$ , Па, складе:

$$Z_V = \sum \xi_V \cdot \rho \frac{v^2}{2} = \frac{0,2 \cdot 1,2 \cdot 16,8^2}{2} = 33,9$$

Повна втрата тисків,  $\sum H_V$ , Па, на ділянці V буде мати значення

$$\sum H_V = H_{тр} + Z_V = 105 + 33,9 = 138,9 \text{ Па.}$$

#### **Ділянка VI.**

Місцевий опір. Опір циклона приймаємо рівним  $\xi_{ц} = 4$ ;

Сумарна величина місцевих втрат,  $Z_{VI}$ , Па, складе:

$$Z_{VI} = \sum \xi_{VI} \cdot \rho \frac{v^2}{2} = \frac{4 \cdot 1,2 \cdot 16,8^2}{2} = 677,4$$

Повна втрата тисків на ділянці VI також буде мати значення 677,4 Па.

Усі дані розрахунків для кожної ділянки вентиляційної мережі зведені

до таблиці 3.6.

Для вибору типу вентилятора необхідно визначити сумарні втрати тиску  $\sum H$ , Па, у вентиляційній мережі. При цьому втрати тиску в паралельних ділянках не враховуються. Для розглянутої вентиляційної мережі необхідно підсумувати втрати тиску на ділянках I, III, V, VI. Ділянки II, IV є паралельними, тому втрати тиску на цих ділянках не враховуються. Тоді

$$\sum H = 170,9 + 53,5 + 138,9 + 677,4 = 1040,7 \text{ Па.}$$

Необхідна витрата повітря складе 59500 м<sup>3</sup>/год. Виходячи із цих параметрів вентиляційної мережі, вибираємо вентилятор типу Ц 4-70 № 16 [12].

Визначаємо потужність електродвигуна (ККД вентилятора приймаємо  $\eta_v = 0,7$ ):

$$N = \frac{\sum L \cdot \sum H \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot \eta_v} = \frac{59500 \cdot 1040,7 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 0,7} = 24,57 \text{ кВт}$$

Для забезпечення необхідної продуктивності вентиляційної мережі вибираємо вентилятор Ц 4-70 № 16 з електродвигуном А 02-72-4 потужністю 30 кВт, кількістю обертів за хвилину 1460.

### 3.4 Засоби індивідуального захисту

Для зниження негативного впливу шкідливих виробничих факторів на робітників ливарного цеху, окрім засобів колективного захисту можливо використовувати засоби індивідуального захисту.

Засоби індивідуального захисту обираються згідно з «Типовими отраслевими нормами безплатної видачі робочим и служащим спеціальної одягу, спеціальної обуви и других средств индивидуальной защиты» [26].



Таблиця 3.6 - Результати розрахунків параметрів вентиляційної мережі

Номер ділянки	Витрата повітря, м <sup>3</sup> /ГОД	Діаметр труби, мм	Фактична швидкість $v^{\phi}$ , м/с	Довжина ділянки, м	R, Па	Rl, Па	$\sum \xi$	Z, Па	Rl + Z, Па
I	20000	710	14,0	8	2,4	19,2	1,29	151,7	170,9
II	20000	710	14,0	8	2,4	19,2	1,29	151,7	170,9
III	40000	1000	14,1	9	1,7	15,3	0,32	38,2	53,5
IV	19500	710	13,7	5	2,6	13,0	1,46	164,4	177,4
V	59500	1120	16,8	50	2,1	105	0,2	33,9	138,9
VI	59500	-	16,8	-	-	-	4	677,4	677,4

Річна потреба у засобах індивідуального захисту для робочих основних професій ливарного виробництва приведена у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Норми видачі ЗІЗ основних професій робітників ливарного виробництва

Професія	Найменування спецодягу та інших ЗІЗ	Строки носки по місяцях	Загальна кількість на рік
1	2	3	4
Завалювальник шихти у печі	Костюм брезентовий	12	1
	Чоботи шкіряні з металевим носком	12	1
	Рукавиці брезентові	2	6
	Окуляри захисні	До зносу	-
Чистильник металу, відливок та деталей	При роботі у дробеструменевих та дробеметних камерах		
	Комбінезон бавовняний	12	1
	Рукавиці комбіновані	1	12
	Респіратор	До зносу	-
	Окуляри захисні	До зносу	-
	При роботі з кислотами додатково		
	Чоботи гумові	12	1
	Фартух прогумований	12	1
Рукавички гумові	2	6	
Вибивальник лиття	На ручному вибиванні опок та стрижнів		
	Куртка бавовняна	12	1
	Брюки брезентові	12	1
	Черевики шкіряні з металевим носком	12	1
	Рукавиці брезентові	1	12
	Окуляри захисні	До зносу	-
	На механізованих решітках		
	Комбінезон бавовняний з пилонепроникненої тканини	12	1
	Черевики шкіряні з гладеньким верхом та металевим носком	12	1
Заливальник метала	Костюм сукняний	12	1
	Валянки або чоботи шкіряні з гладеньким верхом	12	1
	Рукавиці брезентові	1	12
	Окуляри захисні	До зносу	-

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4
Контролер матеріалів та робіт в ливарному виробництві, що зайнятий на гарячих ділянках робіт	Халат бавовняний	12	1
	Рукавиці комбіновані	3	4
Обрубник	Костюм брезентовий або бавовняний	12 9	1 -
	Чоботи шкіряні з металевим носком	12	1
	Окуляри захисні	До зносу	-
	Протишумові навушники	До зносу	-
	Рукавиці комбіновані	1	12
Плавильник металу та сплавів	Костюм суконний або бавовняний з вогнезахисним просоченням	12	1
	Валянки	12	1
	Рукавиці брезентові	1	12
	Шляпа войлочна	12	1
	Окуляри захисні	До зносу	-
Пультівщик електроплавильної печі	Костюм вискозно-лавсановий	12	1
	Рукавички діелектричні	Чергові	-
	Калоші діелектричні	чергові	-
	Окуляри захисні	До зносу	-
Робітник, що зайнятий термічною обробкою металів токами високої частоти	Фартух бавовняний з вогнезахисним просоченням	9	-
	Рукавиці комбіновані	1	12
	Окуляри захисні	До зносу	-

Аналіз засобів індивідуального захисту та спецодягу показали їх відповідність існуючим нормативам.

### 3.5 Елетробезпека

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки. Електричні травми можуть причиняти наступні фактори [23]:

– невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам

безпеки;

- невиконання технічних заходів безпеки;
- організаційно-соціальні причини.

Основними джерелами ураження електричним струмом в цеху є індукційні тигельні печі, електроприлади для зачищення виливків, електрифіковане підйомно-транспортне устаткування та інші установки з електроприводами.

Вважають небезпечним струм у 25 мА, при якому важко самотійно відірватися від провідника, а струм величиною у 100 мА може призвести до смерті. Найнебезпечніша частота – 50-60 Гц.

Класифікація методів безпечної експлуатації електроустановок:

1) застосування захисних мір – це схемні або конструктивні рішення які знижують небезпеку поразки людини електричним струмом;

2) використанням електрозахисних засобів – це вироби, що переносять або перевозять, які служать для захисту персоналу від поразки електричним струмом під час виконання робіт, до них відносяться: інструменти, спецодяг і захисні засоби.

3) дотримання захисних заходів – сукупність вимог до працюючих і порядку виконання робіт. До захисних заходів при нормальному режимі роботи електричних установок відносяться:

- ізоляція струмопровідних частин;
- недоступність струмопровідних частин;
- орієнтування в електроустановках;
- ізоляційні площадки;
- захисне замикання (шунтування фази).

Недоступність струмопровідних частин забезпечується наступними методами:

- огорожами (суцільні з напругою до 1кВ, сітчасті - до і вище 1кВ);
- розташуванням струмопровідних частин на недосяжній висоті;
- розташуванням струмопровідних частин в недосяжному місці;

– спеціальними заходами.

Кожний рік планується проводити перевірку опорів і захисту електрообладнання, обов'язкова перевірка ізоляції дротів.

### **3.6 Пожежна профілактика**

Небезпека виникнення пожеж та вибухів у виробничих приміщеннях, будівлях та спорудах обумовлена характером технологічного процесу, котрий визначає ймовірність виникнення та розміри пожежі.

Виробничий процес у цеху по вибуховій, вибухонебезпечній та пожежній небезпеці згідно СНиП 2.01.02–85 «Противопожарные нормы» відноситься до категорії «Г» [27], тому що у технологічному процесі задіяні незгоряємі речовини та матеріали у гарячому, розпеченому і розплавленому стані, процес обробки котрих супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я. Приміщення цеху побудовано з неспалюваних матеріалів і згідно СНиП 2.09.02–85 «Производственные здания» [28] має I ступінь вогнетривкості. Для попередження розповсюдження пожежі конструкції будівлі обладнані протипожежними перепонами – поперечними та прокольними.

Пожежі в цеху можуть виникнути в результаті: впливу тепла від нагрітих предметів, загоряння електроустаткування при перевантаженнях, перегрівих і коротких замиканнях, загоряння горюче мастильних матеріалів при влученні в них іскор.

Основними напрямками забезпечення пожежної безпеки є усунення умов виникнення пожежі та мінімізація її наслідків. Об'єкти повинні мати системи пожежної безпеки, спрямовані на запобігання пожежі, дії на людей та матеріальні цінності небезпечних факторів пожежі, в тому числі їх вторинних проявів (згідно з ГОСТ 12.1.004 – 91, належать: полум'я та іскри, підвищена температура, дим, знижена концентрація кисню) [23].

Для забезпечення протипожежної безпеки забезпечуємо стенди з засобами пожежогасіння (пісок, вогнегасники, лопати, лом, відро тощо) на всіх ділянках.

Для забезпечення протипожежної безпеки передбачені наступні заходи:

- навколо цеху розміщений зовнішній водопровід, який має гідранти, розташовані через 100 м;

- передбачені проїзні дороги;

- біля можливих місць виникнення пожежі розміщений такий інвентар: вогнегасники, як первинні засоби для боротьби з вогнем, а також: відра, ящики з піском, діжки з водою, лопати, пожежні лопи, багри, сокири, азбестове полотно;

- всі ємності з паливом та вибухонебезпечними речовинами ізольовані і розташовані на необхідній відстані від можливих джерел появи полум'я; випадок виникнення пожежі передбачена сигналізація та прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною.

Основними засобами пожежогасіння в ливарних цехах є: у модельному та шихтовому відділеннях - вода, хімічна піна, водяний пар; у формувальному та стрижневому відділеннях – вода, хімічна піна; на ділянці точного лиття - водяний пар; на ділянці сушіння форм і стрижнів - вуглекислий газ; на плавильних ділянках - порошкові сухі вогнегасники, сухий пісок, флюси; для гасіння невеликих вогнищ, що викликані загорянням легкозаймистих і палих рідин - повстяні покривала.

Оскільки усі автоматичні засоби сигналізації побудовано за принципом спрацьовування на конкретний фактор (такі як: підвищення температури, запилюженість та інші), а ці фактори є робочою атмосферою цеху, то їх встановлювання у цеху неможливо. Також, оскільки волога є однією з найбільших небезпек для електричних печей, розміщення внутрішнього пожежного водопроводу недоцільне, щоб уникнути аварій.

Пожежні щити встановлюються на території цеху з розрахунку один щит на 5000 м<sup>2</sup>. В комплект щиту входять: вогнегасників – 3, ящиків з піском

– 1, покривало з негорючого матеріалу -1, ломи – 2, багри – 2, топори – 2.  
 Норми первинних засобів пожежегасіння наведено у таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Норми необхідних первинних засобів пожежегасіння

Категорія приміщення	Гранична захищувана площа, м <sup>2</sup>	Клас пожежі	Пінні та водяні вогнегасники місткістю 10 л	Порошкові вогнегасники з величиною заряду, кг			Хладонові вогнегасники місткістю 2(3) л	Вуглекислотні вогнегасники місткістю, л	
				2	5	10		2 (3)	5 (8)
Г	800	В	2+	-	2++	1+	-	-	-
		С	-	4+	2++	1+	-	-	-
	1800	А	2++	4+	2++	1+	-	-	-
		Д	-	-	2+	1++	-	-	-
		Е	-	2+	2++	1+	2+	4+	2++

Знаком «++» позначені вогнегасники, рекомендовані до оснащення об'єктів, знаком «+» - вогнегасники, застосування яких дозволяється в разі відсутності рекомендованих вогнегасників та за наявності відповідного обґрунтування; знаком «-» - вогнегасники, котрі не допускаються для оснащення об'єктів [28].

Порівняння нормативних вимог та фактичної кількості первинних засобів пожежегасіння показало їх відповідність існуючим нормативам.

Згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 ступінь вогнетривкості цеху – 3 години. В цеху є зовнішній трубопровід, який має гідранти. Також передбачені проходи, проїзди. Кількість вогнегасників визначається із розрахунку 1 вогнегасник на 100 м<sup>2</sup> площі цеху.

Побутові приміщення устатковані внутрішнім пожежним трубопроводом (на кожному поверсі по 2 пожежних гідранти).

Гарячі поверхні трубопроводів, опалювального устаткування ізольовані матеріалами, які не горять.

Для запобігання пожежі необхідно дотримуватися правил пожежної безпеки та правил експлуатації електроустаткування.

При плавленні сталей мають виконуватися наступні вимоги:

- не допускати в цих приміщеннях використання електро-нагрівальних приладів та запалювання вогню.
- приміщення повинне мати попереджувальні знаки про пожежну небезпеку.
- протипожежні рукави та гідранти повинні бути укомплектовані та знаходитись в робочому справному стані.
- протипожежні щити повинні бути укомплектовані необхідним інвентарем, а також спеціальним ящиком для зберігання піску.
- в приятках дугових сталеплавильних печей не допускається наявність води та інших речовин.
- при пожежі негайно викликати пожежну команду за телефоном 101 та приступити до гасіння пожежі своїми засобами пожежогасіння.



## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проаналізовано умови праці та розроблено заходи з їх покращання. Зроблено розрахунки витяжного зонту та продуктивність витяжної вентиляції, а також звукоізолюючих одношарових загороджень.

1. Ливарне виробництво – один з найдешевших засобів виготовлення металічних виробів, воно успішно конкурує з методами кування та штампування. Ливарні цехи входять, як до складу металургійних і машинобудівних підприємств, так і до складу окремих ливарно-металургійних виробництв. Основні технологічні операції ливарного виробництва включають у себе підготовка шихти й домішок, завантаження їх у плавильні печі, плавка металу, випуск металу й заливання у форми, підготовка формувальної й стрижневої суміші, виготовлення форм і стрижнів, вибивання, очищення, обрубкування виливків, термічна обробка, фарбування виливків.

2. Гігієнічні дослідження умов праці, які проводились на робочих місцях працівників основних професій ливарного цеху, що працюють в найбільш складних умовах шкідливого багатofакторного впливу виробничих факторів, з метою проведення комплексного вивчення стану виробничого середовища і трудового процесу, що дозволила оцінити особливості її впливу на стан здоров'я працівників підприємства. Умови і характер праці по важкості та напруженості трудового процесу можна віднести до шкідливих і небезпечних. Можливі несприятливі функціональні зміни, що виходять за межі фізіологічних нормативних показників, які можуть викликати професійні захворювання.

3. Для виявлення наслідків та встановлення закономірностей впливу умов праці на ливарників були проведені дослідження професійної захворюваності працюючих у ливарних цехах (сталеливарних, чавуноливарних та кольорового лиття). Вивчення стану професійної

захворюваності в ливарних цехах показало, що найбільш поширеними серед ливарників є захворювання від впливу пилу (*силікоз і пиловий бронхіт*), вібрації (*вібраційна хвороба*), шуму (*кохлеарний неврит слухового органу*). При цьому на працюючих в ливарних цехах припадає 61,3 % захворювань на вібраційну хворобу, 37,4 % - кохлеарним невритом слухового органу, 92,8% - силікозом і 83,1 % - пиловим бронхітом від загальної кількості аналогічних професійних захворювань на машинобудівних підприємствах.

4. Найбільша кількість випадків захворювань припадає на професії обрубувача, ремонтників, чистильників лиття (наждачників), формувальників, плавильників-залівників та стриженників. Найбільш високий коефіцієнт захворюваності на кохлеарний неврит слухового органу у ливарних цехах припадає на професії обрубників, формувальників, плавильників-залівників та чистильників лиття.

5. Найбільша кількість випадків захворюваності на силікоз припадає на професії обрубувача, чистильника лиття (наждачника), плавильника-залівника, стриженника. Аналогічне положення відзначається і в розподілі захворюваності на пиловий бронхіт. Тільки до цієї групи працюючих додаються формувальники та ремонтники.

6. Найбільше випадків професійних захворювань у ливарних цехах посідає 11 професійних груп. При порівняльному аналізі експериментальних даних можна відмітити, що найбільш неблагополучною є професія обрубувача, особливо у кількості зареєстрованих випадків професійних хвороб ( $K_3 = 5,74$ ). На частку віброхвороби припадає близько 12% всіх випадків захворювань обрубувачів. Інші припадають на пиловий бронхіт (43,7%), силікоз (19,7%) та неврит слухового органу (24%). Крім того, у групі обрубувачів зареєстровано найкоротші терміни розвитку вібраційної хвороби (9,8 років), невриту слухового органу (13,7 років) та силікозу (15,8 років), що підтверджує значний вплив умов праці на працюючих.

7. По вібраційній хворобі значні показники реєструються у групі наждачників (21% від усіх захворювань наждачників). Це пов'язано не тільки

з високими рівнями вібрації, що впливають на робітників цієї групи, але і з її спектральними характеристиками (вібрації середньо- та високочастотного діапазонів), що становлять найбільшу небезпеку, оскільки це призводить до ангіоспастичних судинних розладів, що є одним з основних симптомів вібраційної хвороби.

8. У групі формувальників 38% усіх випадків професійних захворювань припадає на неврит слухового органу, 6,6% – на віброхворобу та 55,4% – на пилові захворювання. Середні терміни розвитку захворювань більш тривалі, що пояснюється низькочастотними шумами та вібрацією машин ударної дії, а також впливом вібрації протягом всієї зміни.

9. До структури професійних захворювань стрижневиків входять пиловий бронхіт (41,3%), силікоз (25,6%), неврит (27,8%) та віброхвороба (5,2%). У цій групі виявляються досить високі показники захворюваності на силікоз, що обумовлюється значним вмістом у пилу діоксиду кремнію (40-70%).

10. У групі ремонтників випадки професійних захворювань розподіляються так: пиловий бронхіт – 44,9%, силікоз – 8,7%, кохлеарний неврит – 46,4%.

11. Особливу увагу необхідно звернути на появу у списку працівників, у яких виявлено професійні захворювання інженерно-технічних працівників (майстер, начальник ділянки, технолог, контролер) з термінами розвитку хвороб від 22 до 26 років. Збільшення віку працюючих у ливарних цехах (відзначаються працюючі у ливарних цехах віком від 60 до 70 років і більше) свідчить про непривабливість даного виробництва для молоді. У молодих працівників професійні захворювання виявляються у віці 40-45 років, що говорить про зниження опору організму до впливу комплексу факторів виробничого середовища.

12. Аналіз травматизму показав, що близько 74% випадків відбувається з організаційних причин, з технічних – близько 16% від всіх травм, по санітарно-гігієнічним – близько 7% і психофізіологічних – близько 3%.

13. У ливарному виробництві основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: пил, аерозолі, пари і газы, надлишкове тепло, підвищені рівні шуму і вібрації, електромагнітні випромінювання, машини і механізми, що рухаються, рухливі частини виробничого устаткування та інше.

14. У пилу формувальних і стрижневих сумішей міститься двоокис кремнію. Робота електричних печей також супроводжується виділеннями шкідливих газоподібних продуктів. В атмосферу цеху також виділяються продукти термодеструкції мастил, що містять окис вуглецю, аерозолі олій, формальдегіди. При вибиванні й очищенні виливків виділяється пил, що містить до 90% двоокису кремнію. Плавильні агрегати, сушильні печі, залиті форми в процесі остигання є активними джерелами виділення окису вуглецю.

15. Надлишкове виділення тепла здійснюється основним технологічним устаткуванням – плавильними агрегатами й становить від 14 до 62% від загальної витрати тепла на розплавлення металу. При розплавленні металу виділення тепла становить близько 3000 МДж на тону металу. Інтенсивність теплового потоку на ряді робочих місць досягає високих значень.

16. Майже 50% професійних захворювань зв'язано з впливом несприятливих умов мікроклімату. Продуктивність праці при цьому знижується на 20-40%. Фактичні параметри мікроклімату у даному цеху перевищують допустимі та потребують проведення заходів з зменшення їх негативного впливу (захист від можливого перегрівання). Важкість робіт у цеху відноситься до категорії важка III – енерговитрати більше 250 кКал/год.

17. Було розраховано вентиляційну систему місцевих витяжних відсмоктувачів для ділянки ливарного цеху, на якій розташовано наступні види устаткування: вибивна решітка площею 1,3 м<sup>2</sup>, дві електродугові печі, крім того, повітря, що видаляється, піддається сухому очищенню в пиловловлюючому пристрої – циклоні ЦН-15. Вибираємо конструкцію місцевого відсмоктувача для джерел пилевиділення:

а) Вибивна решітка. Приймаємо конструкцію місцевого відсмоктувача у виді суцільного кожуха з бічними дверима для завантаження.

б) Електродугові печі. Приймаємо конструкцію місцевого відсмоктувача у вигляді зонта.

Необхідна витрата повітря склала 59500 м<sup>3</sup>/год. Виходячи із цих параметрів вентиляційної мережі, вибрали вентилятор типу Ц 4-70 № 16 з електродвигуном А 02-72-4 потужністю 30 кВт, кількістю обертів за хвилину 1460. Потужність електродвигуна 24,57 кВт.

18. Опрацьовано проектні рішення щодо електробезпеки та пожежної безпеки ливарного цеху, які містить комплекс заходів щодо забезпечення захисту працівників від впливу електричного струму та попередження виникнення пожежі і міри боротьби з виникаючими пожежами.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. OHSAS 18001:2007 «Система менеджменту гігієни і безпеки праці»
2. Бидуля П.Н. Литейное производство. М.: Из-во лит. по черной и цветной мет-гии, 1953. 427с.
3. Дорошенко С.П. Комовник Т.Ч., Макаревич А.П. Литейное производство: Введение в специальность. – К.: Вища школа, 1987. 182 с.
4. Литейное производство: Учебник для вузов. Под редакцией Михайлова А.М.- М.: Машиностроение, 1987. 255 с.
5. Воздвиженский В.М., Грачев В.А., Спасский В.В. Литейные сплавы и технология их плавки в машиностроении. М.: Машиностроение, 1984. 431 с.
6. Гігієна праці: Підручник / А. М. Шевченко, С. В. Алексєєв, Г. О. Гончарук та ін.; За ред. професора А. М. Шевченка. К.: Вища шк., 1993. 583 с.
7. Лазаренков А. М. Влияние параметров микроклимата на работающих в литейных цехах / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева // Литье и металлургия. 2012. № 3(67). С. 82-84.
8. Лазаренков А.М. Анализ профессиональной заболеваемости работающих в литейном производстве / А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // Литье и металлургия. 2011. № 2(60). С. 186-191.
9. Винник А.В. Дослідження умов праці працівників ливарного виробництва / А.В. Винник, Л.А. Васьковець // Збірка наукових статей та матеріалів VIII міжнародної науково-методичної конференції НТУ «ХП» та 106 міжнародної конференції ЄАБ «Безпека людини у сучасних умовах» . Україна, Харків, 2016. С. 390 – 400.
10. Лазаренков А. М. Анализ производственного травматизма в литейном производстве // А. М. Лазаренков, С. А. Хорева, В. В. Мельниченко // Литье и металлургия. 2011. № 2 (60). С. 181–185.
11. Лазаренков А.М. О влиянии условий труда в литейных цехах на

показатели производственного травматизма // Литейное производство, Изд-во: ООО «Литейное производство», №12, 2019. С-31-34.

12. Глиняна Н.М. Охорона праці у ливарному виробництві: курс лекцій для студентів вищих навчальних закладів напряму 0904 «Металургія» / Н.М.Глиняна. Краматорськ : ДДМА, 2009. 184 с.

13. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. М.: Издательство стандартов, 1988. 75 с.

14. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. К.: Мінздрав, 1999. 10 с.

15. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. М.: Издательство стандартов, 1976. 25 с.

16. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. М.: Издательство стандартов, 1991. 10с.

17. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочих местах. СН 3228-85. М.: Минздрав СССР, 1986. 15 с.

18. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. – М.: Издательство стандартов, 1991. 21 с.

19. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення. К.: Мінбуд України, 2006. 76 с.

20. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1985. 640 с.

21. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. К.: Основа, 1998. 380 с.

22. Ткачук К.Н. Виробнича санітарія / К.Н. Ткачук, В.Л. Филипчук, С.Ф. Каштанов та ін. – Рівне: НУВГП, 2012. 443 с.

23. Ткачук К.Н., Халімовський М.О., Зацарний В.В. Основи охорони праці. К.: Основа, 2006. 448 с.

24. Жидецький В. Ц., Джигирей В. С., Сторожук В. М. та ін. Практикум із охорони праці. Навчальний посібник / За ред. канд. тех. наук, доцента В. Ц. Жидецького. Львів, Афіша, 2000 352с.

25. Методические указания по расчетному обоснованию мероприятий по охране труда в дипломных проектах и работах для студентов всех специальностей. Днепропетровск: НМетАУ, 2004. 79 с.

26. Типовые отраслевые нормы бесплатной выдачи рабочим и служащим специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты. М.: Профиздат, 1988. 15 с.

27. СНиП 2.01.02–85. Противопожарные нормы. М.: Стройиздат, 1986. 26с.

28. Правила пожежної безпеки в Україні. К.: Основа, 2002. 352 с.



Міністерство освіти і науки України  
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні  
Запорізького національного університету  
Кафедра прикладної екології та охорони праці

**Кваліфікаційна робота на тему:**

**«Аналіз умов праці та професійної захворюваності  
працюючих у ливарному виробництві»**

Виконала:

ст. гр. ЦБ-17-1бз

Новікова Т.В.

Науковий керівник:

к.т.н., доцент

Рижков В.Г.

м. Запоріжжя  
2022 р.

# Мета та завдання кваліфікаційної роботи

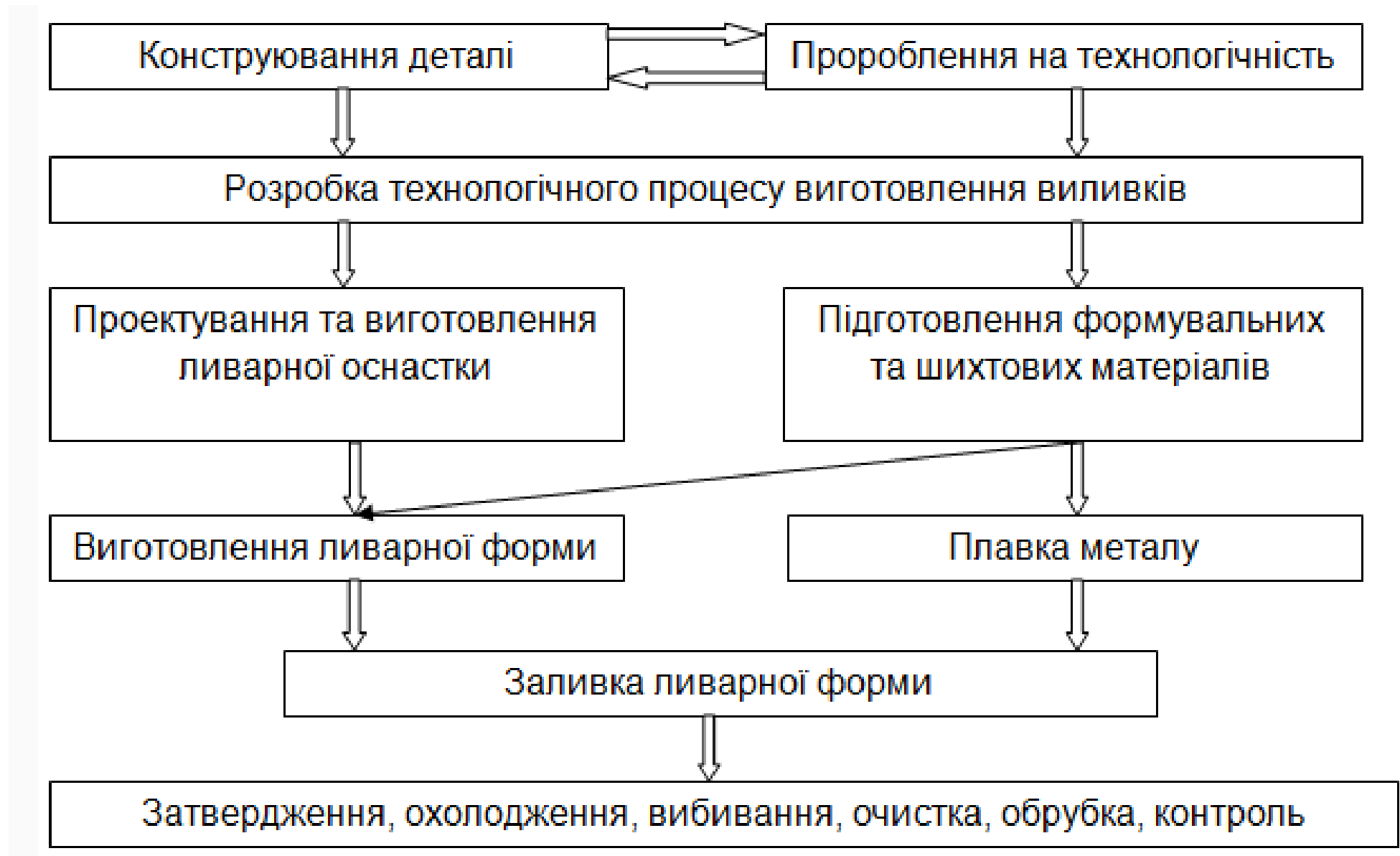
**Метою кваліфікаційної роботи** є аналіз умов праці та професійної захворюваності працюючих у ливарному виробництві, розробка заходів і засобів, спрямованих на мінімізацію несприятливого впливу шкідливих та небезпечних чинників на працюючих .

Для досягнення поставленої мети необхідно було розв'язати такі **завдання**:

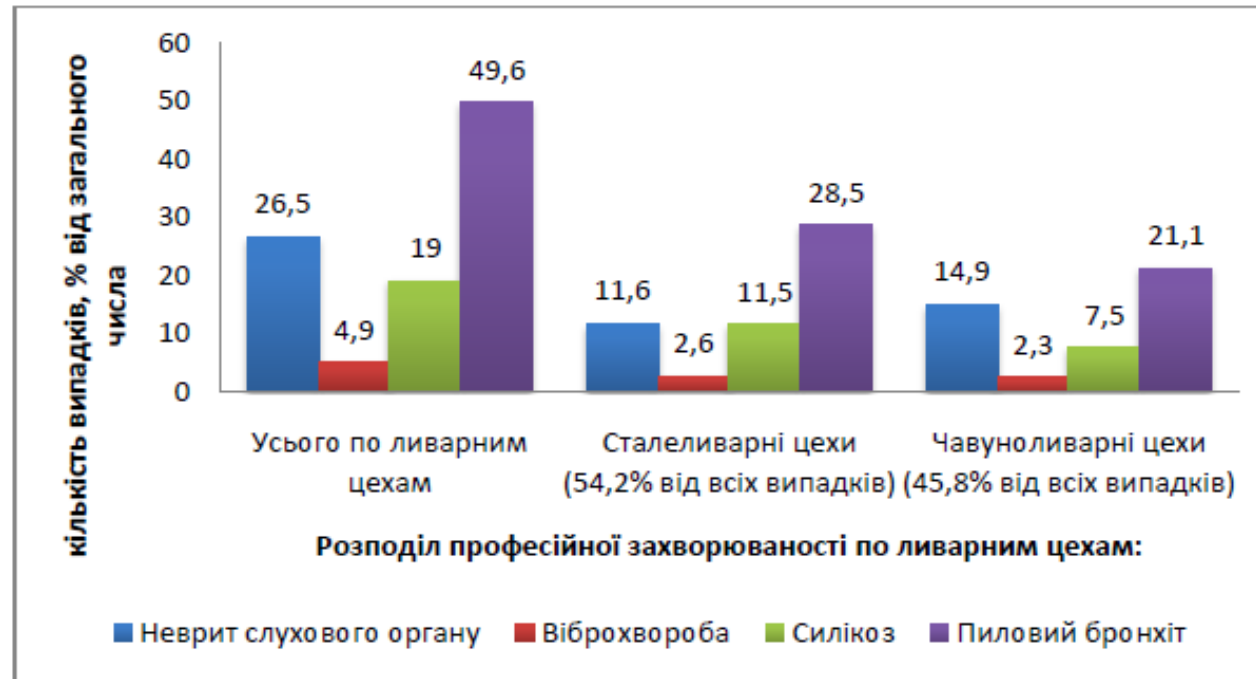
- проаналізувати професійну захворюваність працюючих у ливарному виробництві;
- проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі чинники, що впливають на працівників у ливарному виробництві;
- запропонувати заходи та засоби з поліпшення умов праці працівників у ливарному виробництві.

**Методи дослідження:** статистичний аналіз, методи узагальнення, вибірки, системно-структурного аналізу.

# Загальна технологічна схема виготовлення виливків

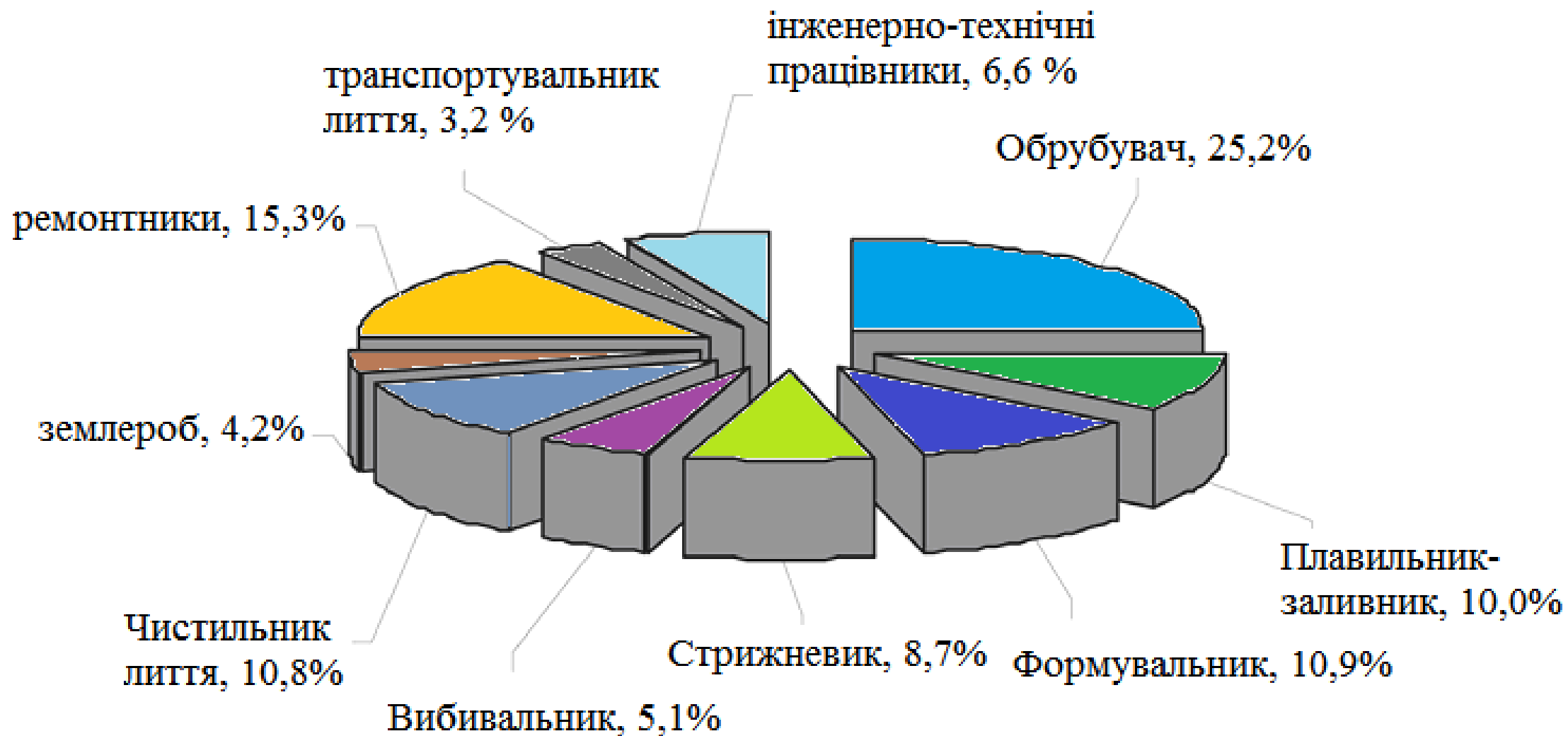


# Розподіл професійних захворювань у ливарних цехах

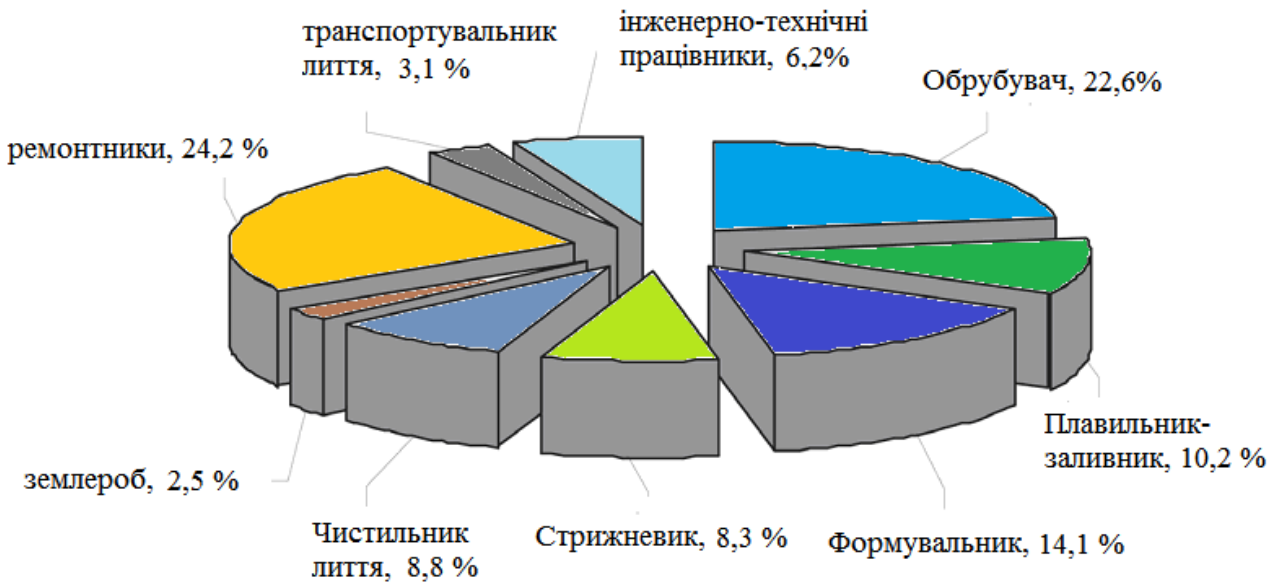


Найменування професійного захворювання	Кількість випадків захворюваності у ливарних цехах, %			
	Від загального по підприємству	у тому числі по цехам		
		сталеливарним	чавуноливарним	кольорового лиття
Кохлеарний неврит (глухість)	37,4	40,2	49,2	7,6
Вібраційна хвороба	61,3	50,3	45,9	5,8
Силікоз	92,8	56,1	41,2	2,7
Пиловий бронхіт	83,1	54,9	42,8	4,3

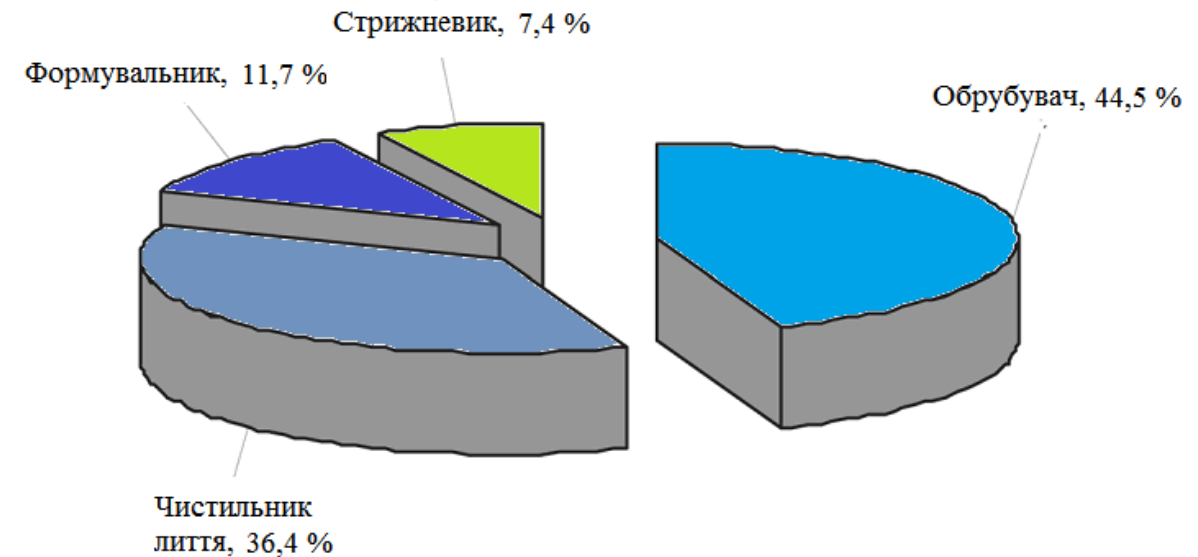
# Розподіл професійних захворювань за професіями працюючих у ливарному виробництві



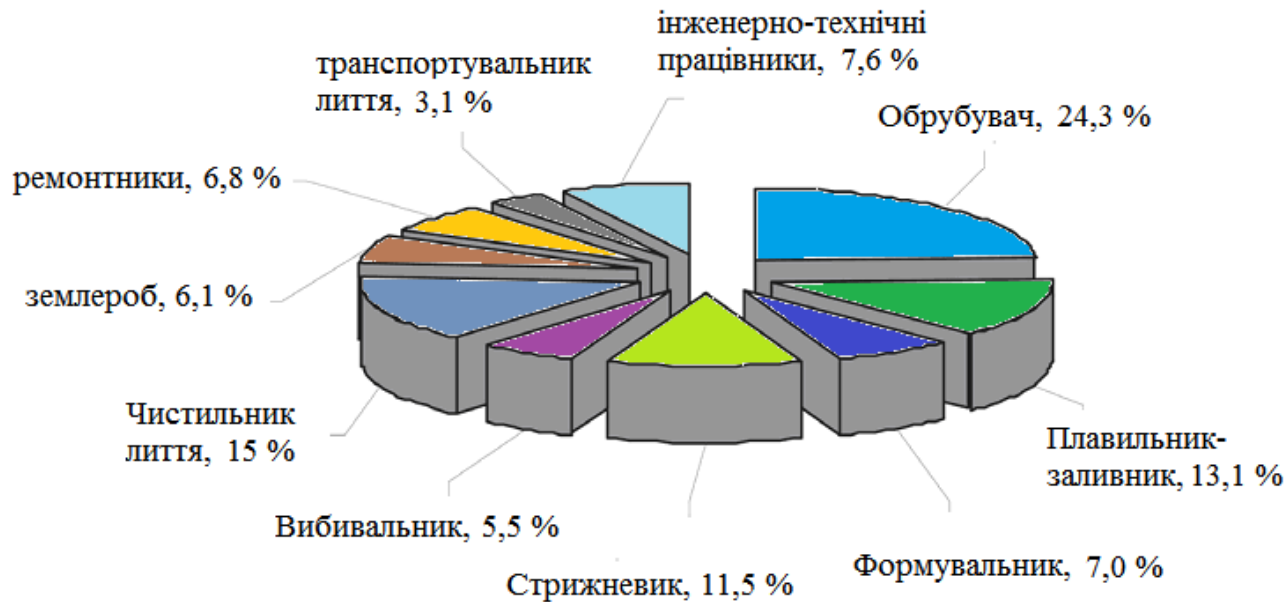
## Розподіл захворюваності на кохлеарний неврит слухового органу за професіями працюючих у ливарному виробництві



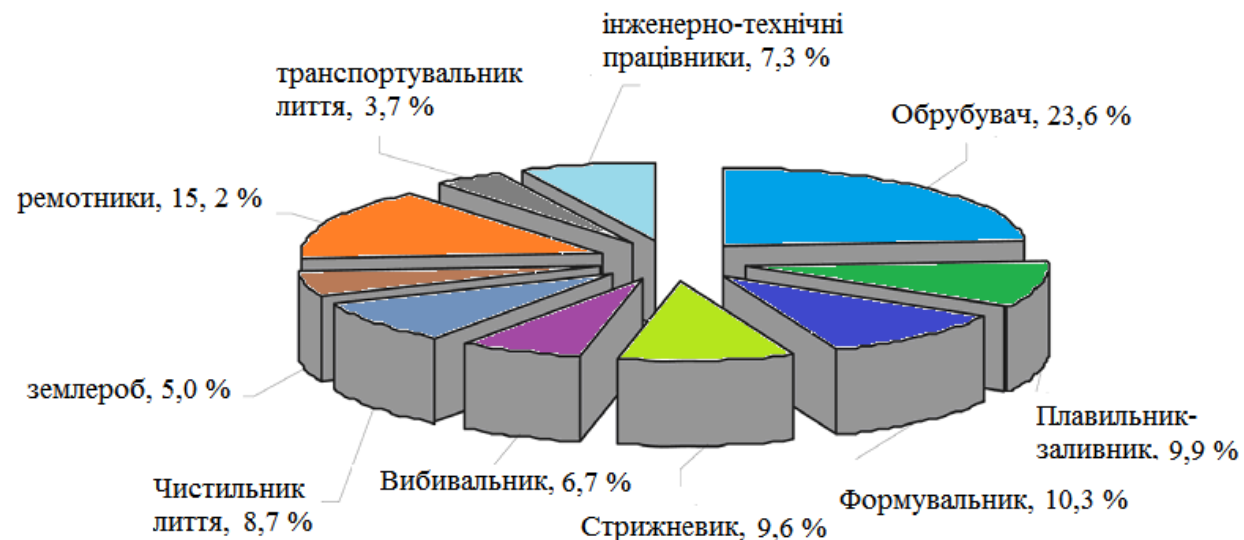
## Розподіл захворюваності на вібраційну хворобу за професіями працюючих у ливарному виробництві



# Розподіл захворюваності на силікоз за професіями працюючих у ливарному виробництві



# Розподіл захворюваності на пиловий бронхіт за професіями працюючих у ливарному виробництві



# Розподіл професійних захворювань за професіями працюючих у ливарних цехах

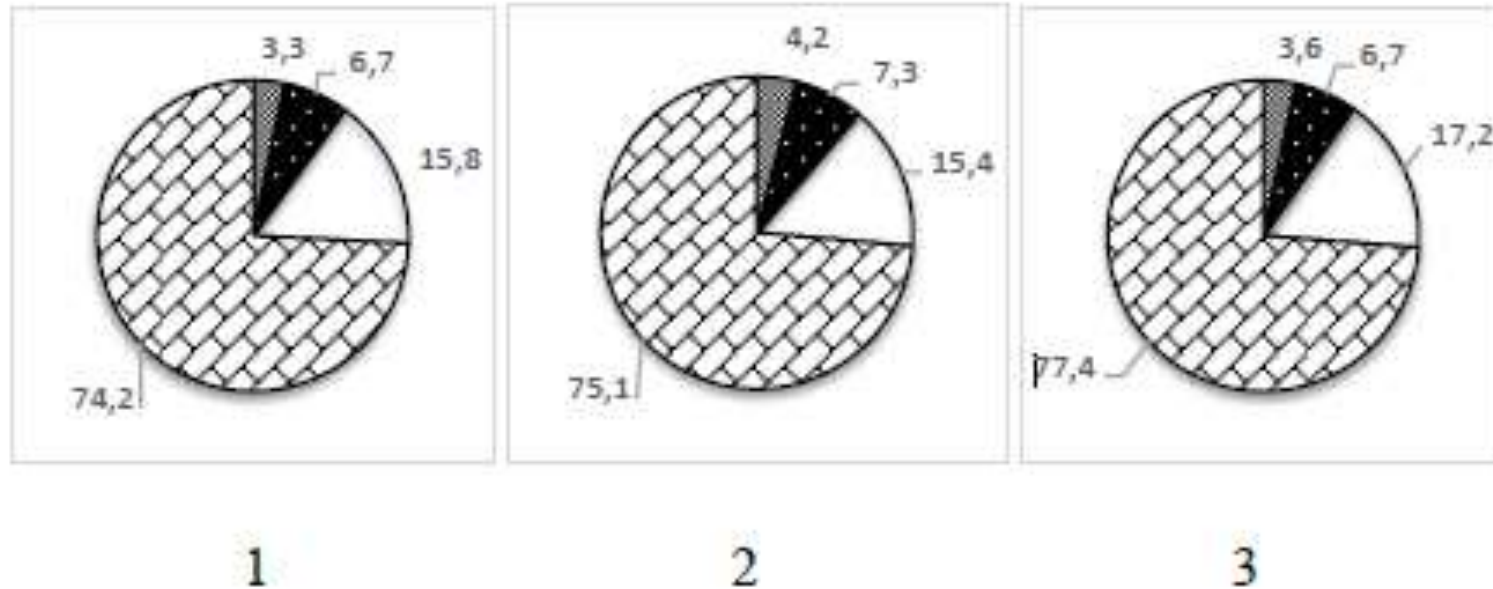
Професія	Коефіцієнт захворюваності (кількість випадків на 1000 працюючих у ливарних цехах)																			
	загальне з ливарних цехів					в том числі по цехах														
						сталеливарним					чавуноливарним					кольорового лиття				
	всього	вібро- хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пилловий бронхит	всього	вібро- хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пилловий бронхит	всього	всього	вібро- хвороба	силікоз	пилловий бронхит	всього	вібро- хвороба	кохлеарний неврит	силікоз	пилловий бронхит
Обрубувач	5,74	0,72	1,38	1,13	2,51	2,90	0,32	0,42	0,63	1,53	1,90	0,21	0,63	0,32	0,74	0,95	0,19	0,33	0,18	0,25
Плавник-залівник	2,64		0,79	0,67	1,18	0,84		0,36	0,16	0,32	1,32		0,26	0,37	0,69	0,48		0,16	0,14	0,18
Формувальник	2,87	0,19	1,09	0,36	1,23	1,11		0,38	0,26	0,47	1,32	0,11	0,47	0,05	0,69	0,39	0,08	0,19	0,04	0,08
Стерженник	2,30	0,12	0,64	0,59	0,95	1,11	0,06	0,16	0,47	0,42	0,79		0,32	0,05	0,42	0,40	0,07	0,17	0,06	0,10
Вибивальник виливків	1,34		0,26	0,28	0,80	0,69		0,11	0,16	0,42	0,37		0,05	0,05	0,27	0,29		0,10	0,07	0,12
Наждачник (чистильник виливків)	2,84	0,59	0,68	0,77	0,80	1,05	0,16	0,26	0,32	0,31	0,95	0,16	0,16	0,32	0,31	0,78	0,21	0,26	0,14	0,17
Землероб	1,10		0,19	0,31	0,60	0,69		0,11	0,21	0,37	0,26		0,05	0,05	0,16	0,15		0,03	0,05	0,07
Ремонтники	4,03		1,87	0,35	1,81	1,58		0,58	0,16	0,84	1,69		0,90	0,11	0,68	0,76		0,39	0,09	0,28
Транспортувальник у ливарному виробництві	0,84		0,24	0,16	0,44	0,26		0,05		0,21	0,42		0,11	0,16	0,15	0,15		0,08		0,07
Електрогазозварювальник	0,95		0,11	0,11	0,73	0,63			0,11	0,52	0,32		0,11		0,21					
ІТІ (майстер, контролер, технолог та ін.)	1,74		0,48	0,39	0,87	0,90		0,21	0,20	0,49	0,65		0,19	0,15	0,31	0,19		0,08	0,04	0,07



# Розподіл профзахворювань за тривалістю розвитку хвороби та віком працюючих у ливарних цехах

Професія	Середня тривалість розвитку хвороби, років				Середній вік працюючих (на момент виявлення хвороби), років			
	вібро-хвороба	кохлеарний неврит	силикоз	пиловий бронхіт	вібро-хвороба	кохлеарний неврит	силикоз	пиловий бронхіт
Обрубувач	9,8	13,7	15,8	14,7	43,2	46,0	52,3	51,4
Плавник-залівник		20,2	19,0	18,6		53,7	51,6	52,4
Формувальник	21,6	17,9	20,8	18,6	52,5	52,1	54,8	55,0
Стерженник	18,9	19,7	18,0	20,1	51,3	53,8	50,8	53,3
Вибивальник виливків		16,8	17,8	16,6		56,2	53,8	54,1
Наждачник (чистильник виливків)	12,3	15,6	18,1	15,5	47,4	53,2	52,3	50,8
Землероб		19,0	21,0	21,2		56,3	53,9	54,1
Ремонтники		22,3	21,7	22,6		56,9	50,6	51,7
Транспортувальник у ливарному виробництві		19,7	20,2	18,3		57,0	56,3	53,8
ГПП (майстер, контролер, технолог та ін.)		25,3	22,7	24,3		57,7	58,3	56,9

# Розподіл причин нещасних випадків у ливарних цехах



■ - психофізіологічні; ■ - санітарно-гігієнічні; □ - технічні;

▣ - організаційні; 1 – середнє по ливарним цехам; 2 – чавуноливарні цехи; 3 – сталеливарні цехи;

# Гранично-допустима концентрація шкідливих речовин, які утворюються при проведенні робіт у ливарному цеху

Технологічний процес	Шкідлива речовина	ГДК, мг/м <sup>3</sup>	Агрегатний стан	Клас небезпекки
Плавка сталі	чавун	6	Аерозоль	IV
	оксид вуглецю, CO	20		IV
	Азот (II) оксид	5	п	III
	Азота діоксид	2	п	III
	Сірка діоксид	0,1	а	I
Переробка шихтових і формовочних матеріалів	Діоксид кремнію кристалічний при вмісті у пилу, від 2 % до 10 %	4%	а	III
	Діоксид кремнію кристалічний при вмісті у пилу, від 10 % до 70 %	2%	а	III
	Діоксид кремнію кристалічний при вмісті у пилу, більше 70 %	1%	а	III
	Діоксид кремнію аморфний і склоподібний у вигляді аерозоля дезінтеграції	1%	а	III
Змішування формовочних матеріалів	Уайт-спірит	300	п	IV
	Фенол	0,3	п	II
	Фенолформальдегідна смола:			
	На основі фенолу	0,1	п	II
	На основі формальдегіду	0,05	п	II

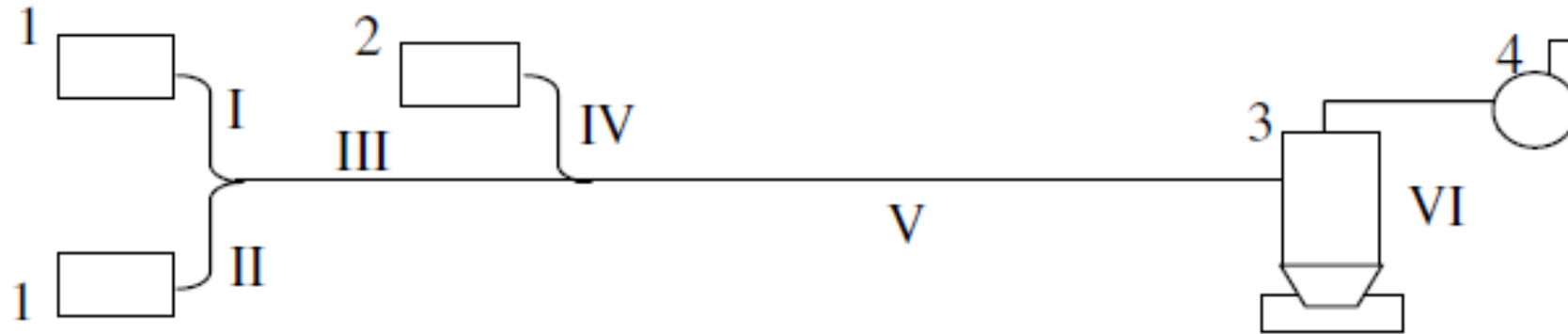
# Кількість теплоти, що випромінюється на різних ділянках ливарних цехів, МДж на 1 т заливного металу

Джерело виділення теплоти	При подачі з вибивки на очищення гарячих виливків		При остиганні на ділянці вибивки виливків	
	дрібних	середніх	дрібних	середніх
Дільниця заливання	84	126	84	126
Охолоджувальний кожух	63	63	63	63
Дільниця вибивки	63	84	126	168
Дільниця очищення виливків	105	147	42	63
Горіла суміш	105	147	105	147

# Фактичні та нормативні параметри мікроклімату

Значення	Сезон року	Температура повітря, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Нормативна	Фактична	Нормативна	Фактична	Нормативна	Фактична
оптимальні	холодний та перехідний	16-18	20-22	60-40	60-40	0,3	0,3
	теплий	18-20	20-28	60-40	60-40	0,5	0,5
допустимі	холодний та перехідний	13-19		75		0,5	
	теплий	не більш 26°С		при 26°С не більш 65 при 25°С не більш 70 при 24°С не більш 75		0,5-1,0	

# Схема вентиляційної мережі



1 – витяжний зонт; 2 – укриття вибивної решітки; 3 – циклон ЦН-15; 4 – відцентровий вентилятор; I, II, III, IV, V, VI – ділянки вентиляційної мережі

## Кількість повітря, L, м<sup>3</sup>/год і довжина ділянок, l, м

Номер ділянки	I	II	III	IV	V	VI
Параметр						
L, м <sup>3</sup> /год	20000	20000	40000	19500	59500	59500
l, м	8	8	9	5	50	-

# Результати розрахунків параметрів вентиляційної мережі

Номер ділянки	Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год	Діаметр труби, мм	Фактична швидкість $v^{\phi}$ , м/с	Довжина ділянки, м	R, Па	Rl, Па	$\sum \xi$	Z, Па	Rl + Z, Па
I	20000	710	14,0	8	2,4	19,2	1,29	151,7	170,9
II	20000	710	14,0	8	2,4	19,2	1,29	151,7	170,9
III	40000	1000	14,1	9	1,7	15,3	0,32	38,2	53,5
IV	19500	710	13,7	5	2,6	13,0	1,46	164,4	177,4
V	59500	1120	16,8	50	2,1	105	0,2	33,9	138,9
VI	59500	-	16,8	-	-	-	4	677,4	677,4

# Висновки

1. Для виявлення наслідків та встановлення закономірностей впливу умов праці на ливарників були проведені дослідження професійної захворюваності працюючих у ливарних цехах (сталеливарних, чавуноливарних та кольорового лиття). Вивчення стану професійної захворюваності в ливарних цехах показало, що найбільш поширеними серед ливарників є захворювання від впливу пилу (*силікоз і пиловий бронхіт*), вібрації (*вібраційна хвороба*), шуму (*кохлеарний неврит слухового органу*). При цьому на працюючих в ливарних цехах припадає 61,3 % захворювань на вібраційну хворобу, 37,4 % - кохлеарним невритом слухового органу, 92,8% - силікозом і 83,1 % - пиловим бронхітом від загальної кількості аналогічних професійних захворювань на машинобудівних підприємствах.
2. Найбільша кількість випадків захворювань припадає на професії обрубувача, ремонтників, чистильників лиття (наждачників), формувальників, плавильників-заливників та стриженників. Найбільш високий коефіцієнт захворюваності на кохлеарний неврит слухового органу у ливарних цехах припадає на професії обрубників, формувальників, плавильників-заливників та чистильників лиття.
3. Найбільша кількість випадків захворюваності на силікоз припадає на професії обрубувача, чистильника лиття (наждачника), плавильника-заливника, стриженника. Аналогічне положення відзначається і в розподілі захворюваності на пиловий бронхіт. Тільки до цієї групи працюючих додаються формувальники та ремонтники.
4. Найбільше випадків професійних захворювань у ливарних цехах посідає 11 професійних груп. При порівняльному аналізі експериментальних даних можна відмітити, що найбільш неблагополучною є професія обрубувача, особливо у кількості зареєстрованих випадків професійних хвороб ( $KЗ = 5,74$ ). На частку віброхвороби припадає близько 12% всіх випадків захворювань обрубувачів. Інші припадають на пиловий бронхіт (43,7%), силікоз (19,7%) та неврит слухового органу (24%). Крім того, у групі обрубувачів зареєстровано найкоротші терміни розвитку вібраційної хвороби (9,8 років), невриту слухового органу (13,7 років) та силікозу (15,8 років), що підтверджує значний вплив умов праці на працюючих.
5. По вібраційній хворобі значні показники реєструються у групи наждачників (21% від усіх захворювань наждачників). Це пов'язано не тільки з високими рівнями вібрації, що впливають на робітників цієї групи, але і з її спектральними характеристиками (вібрації середньо- та високочастотного діапазонів), що становлять найбільшу небезпеку, оскільки це призводить до ангіоспастичних судинних розладів, що є одним з основних симптомів вібраційної хвороби.



# Висновки

6. У групі формувальників 38% усіх випадків професійних захворювань припадає на неврит слухового органу, 6,6% – на віброхворобу та 55,4% – на пилові захворювання. Середні терміни розвитку захворювань більш тривалі, що пояснюється низькочастотними шумами та вібрацією машин ударної дії, а також впливом вібрації протягом всієї зміни.

7. До структури професійних захворювань стрижневиків входять пиловий бронхіт (41,3%), силікоз (25,6%), неврит (27,8%) та віброхвороба (5,2%). У цій групі виявляються досить високі показники захворюваності на силікоз, що обумовлюється значним вмістом у пилу діоксиду кремнію (40-70%).

8. У групі ремонтників випадки професійних захворювань розподіляються так: пиловий бронхіт – 44,9%, силікоз – 8,7%, кохлеарний неврит – 46,4%.

9. Аналіз травматизму показав, що близько 74% випадків відбувається з організаційних причин, з технічних – близько 16% від всіх травм, по санітарно-гігієнічним – близько 7% і психофізіологічних – близько 3%.

10. У ливарному виробництві основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: пил, аерозолі, пари і гази, надлишкове тепло, підвищені рівні шуму і вібрації, електромагнітні випромінювання, машини і механізми, що рухаються, рухливі частини виробничого устаткування та інше.

11. Було розраховано вентиляційну систему місцевих витяжних відсмоктувачів для ділянки ливарного цеху, на якій розташовано наступні види устаткування: вибивна решітка площею 1,3 м<sup>2</sup>, дві електродугові печі, крім того, повітря, що видаляється, піддається сухому очищенню в пиловловлюючому пристрої – циклоні ЦН-15. Необхідна витрата повітря склала 59500 м<sup>3</sup>/год. Виходячи із цих параметрів вентиляційної мережі, вибрали вентилятор типу Ц 4-70 № 16 з електродвигуном А 02-72-4 потужністю 30 кВт, кількістю обертів за хвилину 1460. Потужність електродвигуна 24,57 кВт.