

«Литво»
(шифр)

«ОЦІНКА УМОВ ПРАЦІ ЛИВАРНИКІВ»

Галузь:
Цивільна безпека (Охорона праці)

2018/2019

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Загальні відомості про виробничий об'єкт.....	5
1.1 Структура.....	5
1.2 Особливості технологічного процесу.....	6
2 Дослідження умов праці працівників ливарної лабораторії.....	8
2.1 Методика досліджень	8
2.2 Фактори виробничого середовища.....	10
2.3 Фактори трудового процесу.....	17
3 Аналіз і узагальнення результатів досліджень	22
3.1 Гігієнічна оцінка умов праці	22
3.2 Професійний ризик.....	24
3.3 Заходи профілактики професійних захворювань.....	26
Висновки	28
Список джерел інформації.....	30
Додаток А Вплив підвищеної температури та випромінювання.....	33
Додаток Б Запиленість ливарної лабораторії.....	36
Додаток В Обробка відливок ручним інструментом.....	38
Додаток Г Вплив шкідливих речовин.....	39
Додаток Д Розрахунок системи місцевої витяжної вентиляції ливарної лабораторії.....	40

ВСТУП

Одним із найбільш важливих виробництв у галузі машинобудування є ливарне виробництво. Незважаючи на те, що офіційна статистика стану виробничого травматизму та захворюваності в Україні за останні роки свідчить про стійку тенденцію до їх зниження, увага до оцінювання умов праці на підприємствах галузі залишається актуальною. Це пов'язано із тим, що питома вага професійних захворювань на цих підприємствах перевищує 77 %.

До головних завдань охорони праці у галузі ливарного виробництва належить забезпечення здоров'я людей і підтримання високого рівня працездатності. Важливим його аспектом є впровадження профілактичних заходів, розроблення яких можливе лише на підставі всебічного дослідження умов праці у ливарному виробництві. Тому дослідження спрямовані на рішення цих питань набувають особливої актуальності.

На сьогодні у світі загально визнаним інструментом для вирішення цих проблем є оцінка професійного ризику. Перехід на концепцію допустимого ризику професійної діяльності у європейських країнах відбувся ще у минулому сторіччі. У той же час на теренах нашої країни головним документом, що регламентує комплексну оцінку умов праці, залишається «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Вона ґрунтується на концепції «нульового ризику», тобто орієнтована на гранично допустимі концентрації або рівні шкідливих факторів. Незважаючи на те, що в країні створені усі передумови для комплексної оцінки умов праці за методологією оцінки ризику, цьому питанню не приділяється належної уваги, у тому числі і в охороні праці ливарників, що визначає наукову новизну роботи.

У сучасних соціально-економічних умовах спостерігається бурхливий розвиток невеликих виробництв. Вони характеризуються малими обсягами виробництва продукції, обмеженою кількістю працівників, невеликими фінансовими статками. Найчастіше через скрутні фінансові можливості вони не спроможні залучати висококваліфікованих фахівців з охорони праці для

здійснення регулярних масштабних досліджень. Втім, вони мають мати сучасний інструмент для проведення моніторингу умов праці на виробництві та розроблення термінових профілактичних заходів. Тому, наші дослідження були спрямовані на оцінювання умов праці ливарної лабораторії навчального закладу, як моделі дрібносерійного ливарного виробництва з метою розробки профілактичних заходів. У доступній літературі відомостей про результати таких досліджень ми не знайшли. Це визначає наукове і практичне значення роботи.

За результатами досліджень було опубліковано 3 наукові роботи (їх перелік наводиться у висновках). У роботі вперше проведений порівняльний аналіз різних методик оцінювання умов праці та виконано оцінювання умов праці дрібносерійного ливарного виробництва. Отримані результати розширюють уяву про комплексне оцінювання умов праці ливарників, створюють методологічні засади щодо впровадження у систему моніторингу умов праці комплексної оцінки за професійним ризиком. Це може сприяти практичному використанню такої оцінки для скринінгового контролю умов праці та своєчасного впровадження заходів щодо зменшення впливу шкідливих виробничих факторів на працівників. Означене сприяє практичному застосуванню результатів досліджень.

Результати роботи впроваджені в учбовий процес шляхом використання отриманих даних у методичних вказівках щодо виконання розрахункових завдань з практикуму за дисципліною «Виробнича санітарія», а саме: Методичні вказівки до практичної роботи «Оцінка роботи за ступенем важкості та напруженості трудового процесу» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» спеціалізації 263-1 «Охорона праці» денної та заочної форм навчання.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ВИРОБНИЧИЙ ОБ'ЄКТ

1.1 Структура

Ливарна лабораторія входить до складу навчально-виробничого центру навчального закладу, що спеціалізується на виконанні різних робіт з виготовлення дослідних, пілотних установок за замовленнями кафедр, а також інших виробів за замовленнями сторонніх організацій. Вона має такі відділення: 1 – сумішеприготувальне, яке складається з двох ділянок (а – приготування формувальної піщано-глинистої суміші, б – приготування швидкотвердіючих сумішей); 2 – формувальне; 3 – плавильне, яке має ділянку сушки та розігріву ківшу; 4 – заливальне, 5 – обрубне, 6 – для шихти та металолому.

На ділянці підготовки піщано-глинистої суміші, де встановлено обладнання для приготування суміші (бігуни), відбувається: складування сипучих формувальних матеріалів; підготовка шихтових і формувальних матеріалів; змішування, дозування формувальних матеріалів (приготування формувальної суміші).

На ділянці приготування швидкотвердіючих сумішей, де встановлений змішувач, відбувається: складування сипучих формувальних матеріалів; приготування рідинноскляних сумішей за CO₂ процесом; виготовлення форм з цих сумішей.

Формувальне відділення призначено для виготовлення форм з вологих піщано-глинистих сумішей. У плавильному відділенні відбувається: плавка чавуну в індукційній печі; розігрівання ківшу на спеціальному стенді; заливання ківшу розплавленим металом; капітальний та поточний ремонт футеровки плавильної печі та ківшу.

На заливальному відділенні виконуються роботи із: заливки форм розплавленим металом на плацу; вибивання виливок з опок.

У обрубному відділенні проводиться: очищення лиття у галтувальному барабані; обрубка дефектів лиття; зачищення відливок абразивними

інструментами (шліфувальні та, обдирально-зачисні станки, ручні електромашини) та ін.

На відділенні шихти та металолому складуються та готуються вихідні матеріали для плавлення.

1.2 Особливості технологічного процесу

Ливарне виробництво за напруженістю і різноманітністю операцій відноситься до найскладніших. Саме ці обставини фахівці з гігієни праці вважають суттєвими причинами високого рівня захворюваності ливарників.

Технологічний процес виробництва відливок по виплавлюваним моделям складається з наступних основних етапів: приготування модельного складу; виготовлення моделей деталей; виготовлення моделей системи лиття; збір модельного блоку; підготовка формувальних матеріалів; отримання оболонки форми; видалення модельного складу з оболонки; формування оболонки; розжарювання форм; підготовка шихти для правлення металу; плавлення металу; заливка форм; вибивка металевих блоків із опок; очищення металевих блоків від залишків наповнювача та оболонки; видокремлення відливок від ливневої системи; остаточне очищення відливок від залишків оболонки; термообробка відливок; контроль якості відливок [1].

Під час приготування модельного складу відбувається підготовка плавкого, приймаючого пастоподібний стан модельного складу, що зводиться здебільшого до двох операцій: розплавленню вагових порцій компонентів та замісу розплаву з повітрям за певною температурою. Сплави розплавляють безпосередньо в електропечі [1].

Першим етапом є заготовлення формувальної суміші, котру готують у відділі приготування суміші. Цей технологічний процес складається з ряду послідовно виконуваних операцій: дозування вихідних матеріалів, подача їх у бігуни та змішування, вилежування приготованої суміші та її розпушення.

Основним матеріалом для ливарних форм служать формувальні суміші, що містять пісок і глину. Вміст глини становить від 2 % до 50 %.

Процес на основі піщано-рідкоскляних пластичних самотверднучих

сумішей пов'язаний з дією твердого хімічного реагенту – двокальцієвого силікату, котрий вводиться у суміш при її виготовленні. Вихідними матеріалами для сумішей є: пісок, глина, рідке скло, їдкий натр, кам'яне вугілля, збагачений хризотилловий азбест та шлам ферохромового виробництва.

У плавильних відділеннях здійснюють операції, пов'язані з підготуванням печей до роботи, плавлення у них шихти, випуску розплавлених ливарних сплавів з печей та їх металургійною обробкою [2].

Процес плавлення в індукційних печах починається у нижній частині тиглю. Плавлення металу проводять зазвичай за більш високої температури, чим температура його перед розливом у форми.

Однією з важливіших технологічних операцій є заливка металу в форму [1]. На ділянці заливки форм виконують футеровку та сушку розливних ківшів, заливку з них ливарних форм розплавленим металом.

Очищення металевих блоків складається з наступних операцій: вибивання залитих блоків з опок, відокремлення наповнювача, термохімічного очищення.

Відокремлення відливок від стояку здійснюють багатьма способами: вібрацією, відрізкою абразивним диском, фрезами, на токарних верстатах, ножівкою, відбиванням за допомогою молотка.

У литві можуть виникати незначні дефекти у вигляді приливів. Припливи зачищають напилками, дрібними бормашинами або на наждачному верстаку. Пробій металу через оболонку в отворах відливок зазвичай висвердлюється на свердлильному верстаті, а при наскрізних отворах та невеликих заливах видаляються пробійниками.

Отже, ливарне виробництво характеризується великою різноманітністю операцій. Вони, з одного боку, є джерелом небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, з другого, потребують значного фізичного та психічного напруження.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРАЦІ ПРАЦІВНИКІВ ЛИВАРНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

2.1 Методика досліджень

Дослідження виконуватися у приміщенні ливарної лабораторії, яка розташована на території вищого навчального закладу як під час підготовчих робіт із плавлення металу, так і під час плавлення, розливання металу у форми та обробки литва.

Умови праці на робочих місцях працівників ливарної лабораторії оцінювали за показниками мікроклімату, шуму, вібрації, запиленості, загазованості, показниками важкості та напруженості праці. Оцінку умов праці проводили за ДСанПіН. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу (Затв. наказом міністерства охорони здоров'я України 08 квітня 2014 року № 248) далі «Гігієнічна класифікація...».

У роботі застосовувалися наступні методи: обстеження, фотозйомка, теоретичні дослідження, порівняльний аналіз, вимірювання показників виробничого середовища, статистичні, розрахункові.

Вимірювання показників умов виробничого середовища проводили за [3].

Вимірювання температури повітря на робочих місцях здійснювали термометром ртутним скляним лабораторним, групи 4, тип Б (ТЛ-4) і з похибкою вимірювань 0,1 °С, інтенсивності теплового випромінювання проводили актинометром Санкт-Петербурзького інституту гігієни праці (ЛІОТ-Н), що працює у діапазоні 0–20 кал/см². Рівні звуку вимірювали шумоміром виробництва Німеччини (RFT 00024). Фотографії приладів, що використовували для досліджень, наведені на рис. 2.1. Решту показників виробничого середовища та трудового процесу досліджували на підставі вивчення протоколів експериментальних досліджень, проведених Науковим медично-технічним центром «Медицина праці».



1



2

1– актинометр ЛИОТ-Н; 2– шумомір RFT 00024

Рисунок 2.1 – Прилади для вимірювання інфрачервоного випромінювання та шуму

Рівні безпеки робочих місць та професійний ризик розраховували за [4] за формулою

$$R_{PC} = 1 - \prod_{i=1}^n S_{PC_i}$$

$$S_{PC} = \frac{(x_{\max} + 1) - x_i}{x_{\max}},$$

де: R_{PC} – рівень професійного ризику;

S_{PC} – рівень безпеки по i -му виробничому фактору;

$x_{\max}$ – максимальна бальна оцінка, яка згідно» Кількісна оцінка важкості праці. Методичні рекомендації» $x_{\max} = 6$;

x_i – бальна оцінка по i -му фактору середовища, що визначається за класом умов праці за «Гігієнічною класифікацією...»;

n – число факторів, що враховуються.

Результати досліджень обробляли статистично на персональному комп'ютері, використовуючи програми для статистичних та інших розрахунків.

2.2 Фактори виробничого середовища

2.1.1 Загальна характеристика

При здійсненні технологічного процесу в ливарних виробництвах на всіх стадіях обробки матеріалів на працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Так, при готуванні формувальної землі і стрижневих сумішей, формуванні опок, вибивці литва з форм та його очищенні, ремонті вогнетривкої кладки плавильних печей працівники зазнають інтенсивної дії пилу. Вміст вільного діоксиду кремнію в пилу досягає 20 % – 30 % і більше. Найвищі концентрації пилу (до десятків міліграмів на 1 м^3) можуть спостерігатися при готуванні суміші, вибивці та очищенні литва [5] – [6]. Окис вуглецю є основним шкідливим виробничим чинником у чавуноливарних цехах. Джерела виділення – індукційна піч, залиті форми в процесі їх охолодження, сушильні печі, агрегати поверхневої підсушки форм та інші. При одержанні ливарних форм за допомогою CO_2 -процесу у повітрі робочої зони може збільшитися концентрація CO_2 у 8 – 5 разів [5].

До головних несприятливих умов праці у ливарному виробництві належить підвищена температура повітря та інтенсивне інфрачервоне випромінювання. Вони супроводжують плавлення та заливання металу у форми, відпал у нагрівальних печах, сушіння форм і стержнів, вибивання відливок. На робочих місцях вагранників під час випуску металу може досягати $3,3 \text{ кВт/м}^2$ [5] – [6]. У той же час на обрубувальних дільницях взимку може бути охолоджувальний мікроклімат з низькою температурою повітря і інфрачервоним випромінюванням [10].

Інтенсивний виробничий шум впливає на працівників в обрубувально-очищувальних, вибивних відділеннях, при роботі формувальних машин. Рівні шуму можуть досягати при обрубці лиття 115 дБ, вибиванні решіток – 110 дБ, роботі формувальних машин – 95 дБ [5] – [6]. Суттєвий вплив на працюючих у

ливарних цехах чинить вібрація. Впливу локальної вібрації зазнають формувальники, обрубники литва та наждачники.

Отже, провідними шкідливими та небезпечними факторами виробничого середовища на ливарних підприємствах є наступні: підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена або знижена температура повітря робочої зони; підвищений рівень шуму на робочих місцях; підвищений рівень вібрації; підвищений рівень інфрачервоної радіації.

У поєднанні з напруженістю трудового процесу ці фактори виробничого середовища суттєво впливають на стан здоров'я працюючих. Вплив несприятливих факторів на працюючих у ливарному виробництві виявляється у розвитку специфічних та неспецифічних захворювань. Від загальної кількості професійних захворювань у машинобудуванні працівники ливарних цехів страждають на силікоз у 93 %, пиловий бронхіт – 83 %, вібраційну хворобу – 61 %, кохлеарний неврит – 37 %. Найбільший процент захворювань силікозом і пиловим бронхітом на робочих місцях стерженщиків, формувальників, обрубників, чистильників лиття [6] – [9]. З усіх професій у ливарних цехах найбільш небезпечною є професія обрубника. На пиловий бронхіт у них припадає 44 %, силікоз – 20 %, неврит слухового органу – 24 %, віброхворобу – 12 % усіх захворювань людей цієї професії. У формувальників найбільша кількість захворювань припадає на неврит слухового нерву - 38 % і пилові захворювання (55 %). Характерними захворюваннями стрижеників є пиловий бронхіт (41 %), силікоз (26 %), неврит (28 %), віброхвороба (5 %) [7] – [9].

Отже, фактори виробничого середовища чинять суттєвий тиск на стан здоров'я працюючих у ливарному виробництві, призводять до виникнення професійних захворювань.

2.1.2 Фізичні фактори

Вивчення даних щодо мікроклімату ливарних виробництв показало, що більше як 30 % теплоти, яка виділяється під час технологічного процесу, надходить у повітря виробничих приміщень.

Під час наших досліджень температурних умов виробничого середовища у холодний період року для ливарної лабораторії ми отримали наступні результати для різних робочих місць (табл. 2.1).

Для робочих місць плавильника та заливальника температура повітря перевищувала нормативні значення для непостійних робочих місць робіт середньої важкості категорії Пб на 4,0 - 8,0 (робоче місце плавильника) і 0,5 - 1,0 (робоче місце заливальника). За «Гігієнічною класифікацією...» їх можна оцінити за ступенем шкідливості III класом, ступінь 1 для робочого місця заливальника і III класом, ступінь 4 – для робочого місця плавильника. Вплив підвищеної температури на плавильника та заливальників демонструють фотографії, що наведені у додатку А.

Потрібно відмітити, що у холодний період року на робочих місцях обрубної ділянки ливарної лабораторії та на робочому місці кранівника температура повітря була нижче нормативних значень. Їх можна оцінити згідно за ступенем шкідливості 3 класом, ступінь 1 для робочого місця кранівника і 3 класом, ступінь 2 для робочого місця обрубувача.

Таблиця 2.1 – Результати дослідження температури повітря у робочій зоні ливарної лабораторії

Посада	Нормативне значення, °C	Фактичне значення, °C	Оцінка шкідливості		Тривалість дії фактору за зміну, % за зміну
			ступінь	рівень перевищення, °C	
Плавильник	17-23	24,0-31,0	3.4	4,0-8,0	46,7
Заливальник	15-27	24,2-28,0	3.1	0,5-1,0	30,0
Обрубувач	15-27	12,0-12,5	3.2	2,5-3,0	92,7
Кранівник	13-23	12,0-12,5	3.1	0,5-1,0	92,3

Таким чином, найбільш шкідливі умови виробничого середовища у ливарній лабораторії через перевищення температури повітря відмічаються для плавильника і заливальника. У холодний період року робочі місця кранівника

та обрубника не відповідають вимогам гігієни праці через температуру меншою за нормативні значення (ДСН 3.3.6.042-99 [12]).

Мікрокліматичні умови у гарячих цехах визначаються також і інтенсивністю інфрачервоного випромінювання (ІЧ-випромінювання) [13].

Під час проведених нами досліджень умов виробничого середовища за інтенсивністю ІЧ-випромінювання у ливарній лабораторії ми отримали наступні результати для різних робочих місць (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Результати дослідження умов виробничого середовища за інтенсивністю ІЧ-випромінювання у ливарній лабораторії

Посада	Норматив- не значення, Вт/м ²	Фактичне значення, Вт/м ²	Оцінка шкідливості		Тривалість дії фактору за зміну, % за зміну
			ступінь	рівень перевищення ГДР, Вт/м ²	
Плавильник	140	1520 - 2540	3.3	1380 - 2400	46,1
Заливальник	140	520 - 690	3.1	380 - 550	30,0
Обрубувач	100	< 100	-	-	-
Кранівник	100	< 100	-	-	-

Таким чином, найбільш шкідливі умови виробничого середовища у ливарній лабораторії через перевищення рівнів інтенсивності ІЧ-випромінювання відмічаються для плавильника і заливальника. Вони відповідно відносяться до 3 класу ступеня 3 і 1.

У приміщеннях ливарних виробництв до повітря робочої зони потрапляє значна кількість шкідливих домішок у вигляді пилу, газів, надлишкової вологи тощо, що чинить негативну дію на здоров'я працюючих. Вважається, що більше 80 % відливок отримується у піщаних формах разового використання. Застосування цих форм призводить до значної запиленості повітря у процесі підготовки формувальної суміші та під час вибивання, обрубки відливок та зачищення лиття. Іншою причиною утворення пилу є висипання формувальної

суміші [15]. Дослідження стану повітряного середовища у найбільшій частині ливарних виробництв, що викладені у [16] показали, що на плавильних ділянках концентрація пилу у 20 – 30 рази перевищує гранично допустимі концентрації, на формувальних ділянках – у 100 разів.

Проведений нами порівняльний аналіз умов виробничого середовища за вмістом пилу показав, що найбільш несприятливий вплив цього виробничого фактору спостерігається на робочих місцях обрубувача та формувальника. На робочому місці обрубувача переважав пил фіброгенної дії з вмістом діоксиду кремнію кристалічного від 10 до 70 %. На робочому місці формувальника переважав вуглеподібний пил фіброгенної дії з вмістом вільного діоксиду кремнію від 5 до 10 %. Ці місця можна оцінити згідно з «Гігієнічною класифікацією...» за ступенем шкідливості III класом ступінь 1 (табл. 2.3). Вплив пилу на працівників ливарної лабораторії демонструють фотографії, що наведені у додатку Б.

Таким чином, найбільш шкідливі умови виробничого середовища у ливарній лабораторії через перевищення рівнів вмісту пилу у повітрі відмічаються на робочих місцях обрубувача та формувальника.

Таблиця 2.3 – Оцінка умов виробничого середовища за запиленістю повітря ливарної лабораторії

Посада	Нормативне значення, мг/м ³	Фактичне значення, мг/м ³	Оцінка шкідливості		Тривалість дії фактору за зміну, % за зміну
			ступінь	рівень перевищення ГДК, мг/м ³	
Плавильник	4,0	5,8 - 6,0	3.1	1,45 - 1,50	80,8
Формувальник	4,0	7,0 - 7,4	3.1	1,75 - 1,85	18,7
Обрубувач	2,0	3,8 - 4,0	3.1	1,90 - 2,00	44,8
Кранівник	2,0	2,4 - 2,8	3.1	1,20 - 1,40	80,8

Головними джерелами шуму у ливарних цехах є формовка, пневматичні інструменти та станки, що застосовуються для очищення литва, галтувальні барабани, вибивальні решітки. Рівень інтенсивності шуму може досягати

100 – 110 дБА. Найбільші рівні шуму характерні для ділянок формування, вибивки виливків, зачищення та обрубки [6].

Під час власних досліджень рівнів шуму на робочих місцях робітників різних професій у ливарній лабораторії ми отримали аналогічні результати (табл. 2.4). Найбільш шкідливі умови виробничого середовища за рівнями шуму спостерігалися на робочому місці обрубника. Середні значення рівнів звуку протягом зміни складали $91,5 \pm 10,9$ дБА. При цьому максимальні рівні звуку досягали 112 дБА, мінімальні – 82 дБА. Вплив шуму на обрубника демонструє фотографія додатку В. Умови виробничого середовища за рівнями шуму можуть в цілому можуть бути віднесені за ступенем шкідливості до 3 класу, ступінь 2. На решті робочих місць рівні шуму знаходилися у межах ГДР (80 дБА – ДСН 3.3.6.037-99 [17]).

Таблиця 2.4 – Результати дослідження виробничого шуму у ливарній лабораторії

Посада	Нормативне значення, дБА	Фактичне значення, дБА	Оцінка шкідливості	
			ступінь	рівень перевищення, дБА
Плавильник	80	75	допуст.	-
Формувальник	80	79	допуст.	-
Обрубувач	80	92	3.2	на 12
Кранівник	80	79	допуст.	-

Таким чином, найбільш небезпечними умовами праці за рівнями шуму є робочі місця, що розташовані у обрубному відділенні.

Джерелами загальної вібрацій 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 молотки, трамбівки й т. п. [18].

Проведений нами порівняльний аналіз умов виробничого середовища за рівнями вібрації на робочих місцях у ливарній лабораторії на підставі вивчення протоколів експериментальних досліджень показав, що найбільш несприятливі рівні локальної вібрації впливають на формувальника.

Результати цих спостережень представлені у табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Оцінка умов виробничого середовища за рівнями вібрації

Посада	Нормативне значення еквівалентного корегованого рівня віброприскорення по осях 0Z, 0X, 0Y, дБ	Фактичне значення еквівалентного корегованого рівня віброприскорення по осях 0Z, 0X, 0Y, дБ	Оцінка шкідливості		Тривалість дії фактору за зміну, % за зміну
			ступінь	рівень перевищення, дБ	
Плавильник	76/76/76	-	-	-	-
Формувальник	76/76/76	80/73/76	3.2	4	18,7
Обрубувач	76/76/76	76/75/73	допуст.	-	-
Кранівник	76/76/76	-	-	-	-

Умови праці формувальника можна оцінити згідно з «Гігієнічною класифікацією...» за ступенем шкідливості 3 класом, ступінь 2. Фактичні кореговані еквівалентні рівні локальної вібрації на цьому робочому місці дорівнюють: по осі 0Z 80 дБ; по осі 0X 73 дБ; по осі 0Y 76 дБ. Оскільки, на цьому робочому місці локальна вібрація за віброприскоренням перевищує допустимий еквівалентний корегований рівень по осі 0Z на 4 дБ; еквівалентний корегований рівень локальної вібрації по осям 0X, 0Y відповідають діючим гігієнічним нормативам. На решті робочих місць рівні локальної вібрації знаходилися у межах ГДР (локальна вібрація, віброприскорення 0Z, 0X, 0Y = 76 дБ – згідно ДСН 3.3.6.039-99 [20]).

Таким чином, за рівнями вібрації найбільш шкідливим робочим місцем у ливарній лабораторії є робоче місце формувальника.

2.1.3 Хімічні фактори

Повітря приміщень ливарних виробництв забруднене різноманітними токсичними речовинами. Вони виділяються під час плавлення та заливання металу, виготовленні стержнів, сушці ківшів та інших процесах. Основним хімічним шкідливим виробничим чинником у чавуноливарних цехах є окис вуглецю. Джерела виділення окису вуглецю – плавильні агрегати, а також залиті форми у процесі остигання, сушильні печі, агрегати підсушування форм.

Проведений нами порівняльний аналіз умов виробничого середовища за вмістом окису вуглецю у повітрі ливарної лабораторії на підставі вивчення протоколів експериментальних досліджень показав, що найбільш несприятливий вплив цього виробничого фактору спостерігається на робочих місцях кранівника та плавильника. Ці місця можна оцінити згідно з «Гігієнічною класифікацією...» за ступенем шкідливості 3 класом ступінь 1 (табл. 2.6). Вплив хімічних речовин на плавильника ливарної лабораторії демонструє фотографія додатку Г.

Таблиця 2.6 – Оцінка виробничого середовища за вмістом окису вуглецю у повітрі робочої зони ливарної лабораторії

Посада	Нормативне значення, мг/м ³	Фактичне значення, мг/м ³	Оцінка шкідливості		Тривалість дії фактору за зміну, % за зміну
			ступінь	рівень перевищення ГДК, мг/м ³	
Плавильник	20	21,1 - 21,08	3.1	1,05 - 1,09	80,8
Заливальник	20	13,2 - 13,5	допуст.	-	62,1
Обрубувач	20	15,6 - 16,0	допуст.	-	26,7
Кранівник	20	22,6 - 23,0	3.1	1,13 - 1,15	80,8

Таким чином, умови виробничого середовища за вмістом у повітрі ливарної лабораторії оксиду вуглецю можуть бути оцінені для плавильника і кранівника як ті, що відповідають 3 класу шкідливості, ступеню 1.

2.3 Фактори трудового процесу

Основними характеристиками трудового процесу як психофізіологічного виробничого фактора є важкість і напруженість праці.

Поряд з несприятливими факторами виробничого середовища ливарне виробництво відрізняється високою важкістю робіт. Роботи важкої та дуже важкої категорій складають до 40 % [7], [8]. Характер роботи у ливарному виробництві характеризується як напружений. Працівники відчують значне статичне та динамічне напруження. Фізичне напруження поглиблюється великою кількістю одноманітних рухів та значною їх частотою.

Аналіз умов трудового процесу різних професій працюючих у ливарній лабораторії проводили на підставі вивчення протоколів експериментальних досліджень, проведених Науковим медично-технічним центром «Медицина праці». За результатами досліджень з'ясувалося, що усі показники важкості трудового процесу, крім робіт, що виконуються у незручній позі, у всіх працівників знаходяться у нормі, умови праці допустимі. У табл. 2.7 надані результати вивчення важкості трудового процесу за робочою позою.

У табл. 2.8 викладені дані щодо аналізу напруженості трудового процесу. На підставі їх аналізу можна зробити висновок, що найбільш напружена робота у обрубувача і кранівника.

Таким чином, за важкістю та напруженістю трудового процесу робочі місця у ливарній лабораторії оцінюються класом 2 та класом 3.1 і 3.2. Найбільш несприятливі умови трудового процесу для обрубувача та плавильника. За показниками «важкість праці» їх за «Гігієнічною класифікацією...» можна віднести до класу 3.1 за нахилом тулуба та 3.2 за перебуванням у вимушеній позі. Отже, його робота відноситься до важкої праці. Клас умов праці – шкідливий. За показниками «напруженість праці» роботу обрубувача можна віднести до 2 класу – допустимі – напруженість праці середнього ступеня.

Таблиця 2.7 – Оцінка важкості трудового процесу за робочою позою

Посада	Нормативне значення, % за зміну	Фактичне значення, % за зміну	Оцінка шкідливості	
			Ступінь	рівень перевищення, % за зміну
Плавильник	2) 25	2) 27,5	3.1	> 25
	3) 100	3) 162	3.1	62
	4) 10	4) 0,5	-	-
Формувальник	2) 25	2) 23,7	-	-
	3) 100	3) 96	-	-
	4) 10	4) 2	-	-
Обрубувач	1) 10	1) 2	-	-
	2) 25	2) 51,8	2) 3.2	> 50
	3) 100	3) 123	3) 3.1	23
	4) 10	4) 2,0	-	-
Кранівник	2) 25	2) 24	-	-
	3) 100	3) 72	-	-
	4) 10	4) 2,0	-	-
Примітки: 1 Перебування у нахилому положенні до 30 ° , або за 30 , % зміни; 2 Перебування у вимушеній позі на колінах, напочіпки і т. ін., % за зміну; 3 Нахили тулуба; 4) переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом.				

Таблиця 2.8 – Оцінка напруженості трудового процесу

Посада	Нормативне значення, % за зміну	Фактичне значення, % за зміну	Оцінка шкідливості	
			ступінь	рівень перевищення, % за зміну
1	2	3	4	5
Плавильник	1) 75	1) 44,2	-	-
	2) 90 - 70	2) 72	-	-
	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	-	-
	4) 3 – 2 змінна з нічною зміною	4) однозмінна	-	-

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5
Формувальник	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	-	-
Заливальник	4) 3 – 2 змінна з нічною зміною	4) однозмінна	-	-
	1) 75	1) 44,2	-	-
	2) а - точна	2) а - груба	-	-
	б -90 - 70	б - 74	-	-
	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	-	-
	4) 3 – 2 змінна з нічною зміною	4) однозмінна	-	-
	5) а -10 – 4	5) а – 8 – 6	—	-
	б – 100 – 20	б – 26 – 24	-	-
Обрубувач	1) 75	1) 46,3	-	-
	2) а -точна	2) а – малоточна	2)а - -	-
	б – 90 - 70	б -76	б - -	-
	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування	-	-
	4) 3 - 2 змінна з нічною зміною	4) однозмінна	-	-
	5) а -10 - 4	5) а – 6 - 5	-	-
	б – 100 - 20	б - 24 - 23	-	-

Кінець таблиці 2.8

1	2	3	4	5
Кранівник	1) 75 2) а - точна б – 90 - 70 3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування 4) 3 – 2 змінна з нічною змінною	1) 76 2) а - молоточна б -72 3) Робота за встановленим графіком з можливістю коректування 4) однозмінна	3.1 - - -	>75 - - -
Примітки: 1 Тривалість зосередження (% до тривалості зміни); 2 Напруженість аналізаторних функцій (а - зору (категорія робіт за ДБН В.2.5-28-2006, б - слуху (сприйняття мови або диференційованих сигналів); 3 Емоційна та інтелектуальна напруженість; 4) змінність; 5) одноманітність (а – кількість елементів у багаторазово повторюваних операціях , б) – тривалість виконання повторних операцій, с).				

Таким чином, на підставі дослідження умов праці працівників ливарної лабораторії за важкістю та напруженістю трудового процесу можна зробити наступний висновок. Найбільш шкідлива робота характерна перед усім для обрубувача та плавильника. Вона має ознаки шкідливої за двома показниками. Це вимагає застосування профілактичних заходів щодо оздоровлення умов праці.

3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Гігієнічна оцінка умов праці

На сьогодні комплексна оцінка умов праці на робочих місцях здійснюється за результатами атестації згідно нормативного документу «Гігієнічна класифікація праці...» [11].

Результати вивчення зв'язку між факторами умов праці та важкістю протікання та наслідків для здоров'я робітників ливарного виробництва дозволило ранжувати фактори виробничого середовища і трудового процесу за значущістю та визначити їх вклад у формування несприятливих умов праці основних професійних груп робітників. Визначено, що серед факторів виробничого середовища найбільше значення мають умови мікроклімату, шум та вібрація. Оцінка умов праці працівників ливарної лабораторії включала умови праці, що визначаються комплексом факторів виробничого середовища та трудового процесу. Дані щодо комплексної оцінки за значущими показниками представлені згідно «Гігієнічної класифікації...» у табл. 3.1. Узагальнена класифікація умов праці на робочих місцях наведена у табл. 3.2.

Враховуючи дані гігієнічної класифікації умов праці робочі місця у ливарній лабораторії щодо професій можуть бути оцінені наступним чином. Робоче місце плавильника має у наявності три фактори класу 3.1 та один фактор класу 3.4 з неповним часом впливання (менше 80 % робочої зміни). Умови і характер праці плавильника відноситься до 3 класу 1 ступеня шкідливості.

Робоче місце формувальника має чотири фактори класу 3.1 і один фактор класу 3.2. з неповним часом впливання (менше 80 % робочої зміни). Умови і характер праці формувальника відноситься до 3 класу 1 ступеня шкідливості. На підставі комплексної оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу, передбаченої «Гігієнічною класифікацією...», робоче місце формувальника слід вважати з шкідливими умовами праці.

Таблиця 3.1 – Гігієнічна оцінка факторів умов праці

Фактор	Клас умов праці на робочому місці (№) працівника, посада			
	1 плавильник	2 формувальник (залівальник)	3 обрубувач	4 кранівник
1. Температура повітря	3.1	3.1	2	2
2. Інфрачервоне випромінювання	3.4	3.1	2	2
3. Шум	2	2	3.2	2
3. Вібрація	1	3.2	2	1
4. Запиленість	3.1	3.1	3.1	3.1
5. Шкідливі речовини	3.1	2	2	3.1
6. Робоча поза	2	2	3.2	2
7. Напруженість праці	2	2	2	3.1
Комплексна оцінка	3.1	3.1	3.1	3.1

Таблиця 3.2 – Класифікація умов праці на робочих місцях у ливарній лабораторії

Номер робочого місця	Посада	Кількість класів			Загальна оцінка умов праці
		3.1	3.2	3.4	
1	Плавильник	3	-	1	3.1 – шкідливі умови праці
2	Формувальник	3	1	-	3.1 – шкідливі умови праці
3	Обрубувач	1	2	-	3.1 – шкідливі умови праці
4	Кранівник	3	-	-	3.1 – шкідливі умови праці

Робоче місце обрубувача має один фактор класу 3.1 і два фактори класу 3.2. з неповним часом впливання (менше 80 % робочої зміни). Умови і характер праці обрубувача відноситься до 3 класу 1 ступеня шкідливості. На підставі комплексної оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу, передбаченої «Гігієнічною класифікацією...», робоче місце обрубувача слід вважати з шкідливими умовами праці.

Робоче місце кранівника має три фактори класу 3.1 Умови і характер праці кранівника відноситься до 3 класу 1 ступеня шкідливості. На підставі комплексної оцінки факторів виробничого середовища та трудового процесу, передбаченої «Гігієнічною класифікацією...», робоче місце кранівника слід вважати з шкідливими умовами праці.

Таким чином, згідно «Гігієнічної класифікації...» усі робочі місця у ливарній лабораторії можуть бути оцінені як ті, що належать до класу 3.1, тобто вони не відповідають вимогам «Гігієнічної класифікації...» і це робочі місця з шкідливими умовами праці на яких необхідно здійснювати заходи щодо їх поліпшення.

Отже, «Гігієнічна класифікація...» не дає можливості комплексно оцінювати умови праці на окремих робочих місцях і не дозволяє здійснювати комплексну оцінку в цілому по виробництву та впроваджувати колективні методи захисту. Цей висновок збігається з результатами досліджень [20]. На сьогодні у світі загально визнаним інструментом для вирішення цих проблем є оцінка професійного ризику.

3.2 Професійний ризик

На підставі досліджень умов праці у ливарному виробництві було встановлено, що на усіх робочих місцях для працівників існує ризик професійного захворювання. Оскільки, на сьогодні методологія оцінки ризику є одним із найбільш ефективних сучасних підходів до встановлення зв'язку між станом навколишнього середовища та здоров'ям людини був розрахований професійний ризик.

Результати визначення рівнів безпеки та професійного ризику умов праці ливарної лабораторії представлені у табл. 3.3.

Оцінюючи рівні індивідуального професійного ризику за шкалою [21] з'ясувалося, що він оцінюється для усіх робочих місць як «дуже високий».

Для порівняння робочих місць за умовами праці у ливарному виробництві за ступенем шкідливості був розрахований універсальний показник небезпеки (УПН – IR) за [22]

Таблиця 3.3 – Рівні безпеки умов праці за факторами виробничого середовища та трудового процесу і рівень індивідуального професійного ризику у ливарній лабораторії

Фактор	Клас умов праці на робочому місці працівника, посада			
	1	2	3	4
	плавильник	формувальник (заливальник)	обрубувач	кранівник
1. Температура повітря	0,67	0,67	0,83	0,83
2. Інфрачервоне випромінювання	0,17	0,67	0,83	0,83
3. Шум	0,83	0,83	0,83	0,83
3. Вібрація	–	0,5	0,5	–
4. Запиленість	0,67	0,67	0,67	0,67
5. Шкідливі речовини	0,67	0,5	0,5	0,67
6. Робоча поза	0,5	0,5	0,83	0,5
7. Напруженість праці	0,5	0,5	0,5	0,67
Рівень безпеки робочого місця	0,011	0,016	0,040	0,086
Рівень індивідуального професійного ризику (R)	0,989	0,984	0,960	0,914

Результати визначення УПН робочих місць представлені у табл. 3.4.

Оцінка робочих місць за універсальним показником небезпеки показало, що найбільш небезпечними робочими місцями є робочі місця формувальника та обрубника. На них величина IR сягає 10. Менш шкідливим є робоче місце кранівника.

За сукупністю факторів умов праці за показником IR найбільш небезпечними у ливарному виробництві є робочі місця формувальника та обрубника. Наближається до них за небезпекою робоче місце плавильника.

Таблиця 3.4 – Універсальний показник безпеки робочих місць

Фактори	Величина IR для робочих місць			
	1 Плавильника	2 Формувальника	3 Обрубника	4 Кранівника
Виробничого середовища	4,5	5,0	2,0	1,5
Трудового процесу	1,5	1,5	4,5	3,0
Робота на висоті	-	-	-	1,5
Опіки	2,0	2,0	2,0	-
Рухомі частини обладнання	1,5	1,5	1,5	-
Загальна оцінка	9,5	10	10	6

Отже, на підставі узагальнення результатів досліджень умов праці робітників ливарної лабораторії можна сказати, що найбільшу перспективу для моніторингу умов праці на робочих місцях має методика оцінювання за професійним ризиком.

3.3 Заходи профілактики професійних захворювань

Високі рівні ризику умов праці працівників ливарної лабораторії вимагають застосування заходів щодо його зменшення. Так, поліпшення мікроклімату в робочій зоні можна досягти шляхом підвищення ефективності роботи вентиляційної системи. Розрахунок необхідних параметрів вентиляційної системи ливарної лабораторії наданий у додатку Д.

Місця інтенсивного виділення теплоти випромінюванням та конвекцією при можливості необхідно обладнати аспірувальними покриттями та покращити роботу місцевої витяжної вентиляції [23].

Важливе місце у комплексі заходів профілактики перегрівання мають займати засоби індивідуального захисту – спецодяг, спецвзуття, засоби для захисту голови, очей, обличчя та рук. Увага має приділятися засобам захисту

очей: захисним окулярам. Окуляри зі світлофільтрами. Використовуються при плавці металів для умов короткочасної роботи. Тип К – козиркові захисні. Окуляри зі світлофільтрами: синє скло, типи НКП, Д-1 – для робіт у нагрівальних печах [23]. З метою профілактики охолодження основним заходом має бути відновлення роботи системи опалення та обладнання місцевого опалення на фіксованих робочих місцях (наприклад, локальне променисто-контактне обігрівання інфрачервоним випромінюванням).

Одним з головних заходів покращення умов праці у ливарному виробництві є знепилювання повітря. Зменшення запиленості повітря досягається, наприклад, застосуванням: електрогідравлічного вибивання стержнів, гідравлічною, електрогідравлічним та електрохімічним очищенням відливок, використанням електродугового різання замість обробки відливок пневматичним інструментом тощо. Зменшенню силікозонебезпеки пилу сприяє використання формувальних матеріалів з низьким вмістом SiO_2 – це . оливинові піски, але їх ціна у три рази більша за кварцеві. До інших заходів потрібно віднести вдосконалення системи прибирання розсипаної формової суміші та пилу, що осів при подаванні на регенерацію для вторинного використання. З індивідуальних засобів захисту від пилу необхідно використовувати респіратори «ПУЛЬС-К» та «ПУЛЬС-М», «РОСТОК», «РОСТОК-1» [23].

У якості індивідуальних засобів захисту мають бути використані засоби захисту органів слуху (протишуми) – навушники малогабаритні, для захисту від шуму з рівнем до 110 дБ, 115 дБ, 120 дБ. Це навушники типу ПШБ-Б та ВЦННІОТ-2М [23]. Головними заходами щодо попередження вібраційної хвороби є запобігання використанню обладнання, що утворює вібрацію вище за гранично допустимі рівні, а також дотримання раціонального режиму праці та відпочинку. Для зниження впливу локальної вібрації, що діє під час роботи з перфораторами та відбійними молотками можуть бути використані спеціальні пристрої до органів керування - ДСТУ 7239:2011 [24].

ВИСНОВКИ

1 Вивчені технологічні процеси ливарного виробництва. Встановлено, що приготування формувальних сумішей, плавлення та заливання металу, обрубка відливок є головними джерелами шкідливих умов праці.

2. Досліджено виробничі фактори умов праці у ливарній лабораторії, встановлено провідні фактори, що є причиною професійних захворювань: мікрокліматичні, віброакустичні, інфрачервоне випромінювання, запиленість, шкідливі речовини.

3. Виконане оцінювання умов праці у ливарній лабораторії. За комплексною оцінкою на усіх робочих місцях умови праці шкідливі, класу 3.1.

4. Розраховані рівні безпеки робочих місць працівників ливарної лабораторії за факторами виробничого середовища та трудового процесу. Показано, що вони знаходяться у межах 0,011 – 0,086. За рівнем безпеки найгіршим є робоче місце плавильника.

6 Розраховані рівні індивідуального професійного ризику. Його рівні знаходилися у межах 0,989 – 0,914. Він оцінюється для усіх робочих місць як «дуже високий» (нестерпний), існує імовірність виникнення шкідливих ефектів.

7. За універсальним показником небезпеки найбільш небезпечні робочі місця формувальника та обрубника.

8. Обґрунтовано заходи з оздоровлення умов праці у ливарній лабораторії відповідно до діючих факторів виробничого середовища і трудового процесу.

9. Виконано розрахунки щодо вдосконалення існуючої вентиляційної системи ливарної лабораторії.

10. Результати роботи оприлюднені у 3-х публікаціях:

1. Дослідження умов праці працівників ливарного виробництва
// Збірник наукових статей та матеріалів VIII-ї міжнародної науково-методичної конференції та 115-ї міжнародної конференції EAS «Безпека людини у сучасних умовах» 8 – 9 грудня 2016 року – Харків, ГО «СФБЖДЛ», 2016. - С. 390 – 400.

2. Мікрокліматичні умови у цехах дрібносерійного ливарного виробництва // Збірник наукових статей та матеріалів IX-ї міжнародної науково-методичної конференції та 121-ї міжнародної конференції EAS «Безпека людини у сучасних умовах» 7 – 8 грудня 2017 року, НТУ «ХПІ». – Харків, 2017. – С. 21 – 25.

3. Нормування умов праці ливарників за професійним ризиком / Збірник наукових статей та матеріалів X-ї міжнародної науково-методичної конференції та Міжнародної конференції EAS «Безпека людини у сучасних умовах» 6 – 7 грудня 2018 року, НТУ «ХПІ», – Харків, 2018. – С. 41–43.

11. Результати роботи впроваджені в учбовий процес шляхом використання отриманих даних у методичних вказівках щодо виконання розрахункових завдань з практикуму за дисципліною «Виробнича санітарія», а саме: Методичні вказівки до практичної роботи «Оцінка роботи за ступенем важкості та напруженості трудового процесу» для студентів спеціальності 263 «Цивільна безпека» спеціалізації 263-1 «Охорона праці» денної та заочної форм навчання.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1 Брускин Д. М. Изготовление выплавляемых моделей для точного литья. Учеб. пособие для индивидуальной и бригадной подготовки рабочих на производстве. – М.: «Высшая школа», 1965. – 232 с.

2 Справочник по чугунному литью /Под ред. д-ра техн. наук Н. Г. Гиршовича. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1978. – 758 с.

3. Лабораторний практикум з курсу "Основи охорони праці" : навч. посібник / В. В. Березуцький [та ін.] ; ред. В. В. Березуцький ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Факт, 2005. – 348 с.

4. Минько, В. М. Математическое моделирование в управлении охраной труда [Текст] / В. М. Минько. – Калининград: ФГУИПП «Янтарный сказ», 2002. – 184 с.

5 Плакхин А. С. Основы гигиены труда и промышленной санитарии в машиностроении: Учеб. Пособие для сред. проф.-техн. училищ. – 2-е изд., перераб. и доп. / А. С. Плакхин, С. С. Шефер. – М.: Высш. Школа, 1981. – 178 с.

6 Глиняная Н. М. Охрана труда в литейном производстве: Курс лекций для студентов специальностей ЛП, ОЛП дневной и заочной форм обучения / Н. М. Глиняная, А. Н. Фесенко; Донбасская государственная машиностроительная академия. – Краматорськ, 2004. - 168 с.

7 Соловьёва Л. П. Закономерности формирования профессиональной заболеваемости работающих на предприятиях машиностроения / Л. П. Соловьёва, Д. А. Романов, С. Б. Павлов та ін. // Довкілля та здоров'я, 2007. – № 1. – С. 48 – 51.

8 Кривоносов М.В., Перцев Д.П. Вплив умов праці на функціональний стан організму ливарників, що зайняті литтям у металеві форми / М.В. Кривоносов, Д.П. Перцев //Експериментальна і клінічна медицина, 2005. – № 3. – С. 17 – 20.

9 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.

10 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.

11 ДСанПіН. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу// Затв. наказом міністерства охорони здоров'я України 08 квітня 2014 року № 248.

12 ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень // Затв. Постановою Головного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 року, № 42.

13 Перцев Д.П. Гігієнічне обґрунтування профілактичних та оздоровчих заходів при литті металів у постійні металеві форми : автореф. дисер. ... канд. медич. наук : 14.02.01 – гігієна / Перцев Д.П . – Київ, 2006. – 20 с.

14 Лазаренков А.М. Влияние шума на профессиональную заболеваемость работающих в литейных цехах /А.М. Лазаренков, С.А.Хорева // Литье и металлургия, 2016. – № 3(84). – С.131 – 132.

15 Соболев А.А. К вопросу о вакуумной уборке пыли / А.А.Соболев, А.В. Васильев // Мат. 1 Междун. научн.-технич. конф. «Экология и безоп. жизнед. Пром.-транспортн. Комплек. ЕЛРІТ 2003». – Тольятти, 2003. – С. 89 – 91.

16 Киселева Л. М. Механизм пылеобразования и совершенствования средств и методов борьбы с пылью в литейном производстве : автореф. дисер. ... канд. техн. наук : 05.26.01 – техника безопасности и противопожарная техника / Киселева Л. М. – М., 1983. – 20 с.

17 ДСН 3.3.6-037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку /Затв. постановою Головного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 року № 37.

18 Лазаренков А.М. Влияние локальной вибрации на работающих в литейных цехах / А.М. Лазаренков, С.А. Хорева // Литье и металлургия, 2016. - №3(84). – С.128 - 132.

19 ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації / Затв. постановою Головного санітарного лікаря України від 1 грудня 1999 року № 39.

20 Чернюк В.И. Критерии профессиональных рисков как основа для усовершенствования гигиенической классификации труда / В.И. Чернюк, П.Н. Витте, Н.И. Меняйло и др. // Довкілля та здоров'я, 2000. – № 2. – С. 44 – 46.

21 Симонова Н, Оценка индивидуального профессионального риска / www.kiout.ru/info/publish/22928, 05.11.18

22 Березуцький В.В. Практичні роботи з курсу «Теорія ризиків: Навчальний посібник / В.В. Березуцький, В.В. Макаренко. – Харків: НТУ «ХП», 2016. – 60 с.

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

24 ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту працюючих. Загальні вимоги та класифікація. – Чинний від 01.08.2011.

24 Тимофеева С.С. Производственный травматизм и профессиональные риски на предприятиях Иркутской области / Тимофеева С.С., Коноплев С.И. // Вестник ИрГТУ, 2011. – № 6 (53). – С. 31 – 36.

25 Глиняная Н.М. Практическое руководство к выполнению расчетных задач в разделе «Охрана труда» дипломного проекта (для студентов специальностей ЛП, ОЛП) / Н. М. Глиняная. – Краматорск : ДГМА, 2011. – 60 с.

ДОДАТОК А

Вплив підвищеної температури та випромінювання



Рисунок А.1 – Вплив на плавильника під час плавки



Рисунок А.2 – Вплив на заливальників під час заливання ківшу



Рисунок А.3 – Вплив на заливальників під час заливання металу

ДОДАТОК Б

Запиленість ливарної лабораторії



Рисунок Б.1 – Запиленість робочого місця кранівника



Рисунок Б.2 – Вплив пилу на плавильника ливарної лабораторії

ДОДАТОК В

Обробка відливок ручним інструментом



Рисунок В.1 – Вплив шуму та вібрації на обрубника ливарної лабораторії

ДОДАТОК Г

Вплив шкідливих речовин



Рисунок Г.1 – Вплив шкідливого випаровування на плавильника
ливарної лабораторії

ДОДАТОК Д

Розрахунок системи місцевої витяжної вентиляції ливарної лабораторії

Для забезпечення умов праці, що відповідають санітарно-гігієнічним нормам, у ливарних цехах повинно бути передбачено припливно-витяжна вентиляція з термовентиляційними установками. Вентиляційна система повинна включати агрегати кондиціювання повітря, що подається у цех, та витяжні системи, обладнані конструкціями для очищення повітря перед викидом у навколишнє середовище. Розрахунки вели за [25].

Завдання. Розрахувати вентиляційну систему місцевих витяжних відсмоктувачів для ділянки ливарного цеху, на котрій розташовано наступні види обладнання: нагрівач ківшу та електродугова піч.

Рішення:

1. Обираємо конструкцію місцевого відсмоктувача для джерел пиловиділення:

а) Ківшонагрівач. Приймаємо конструкцію місцевого відсмоктувача у вигляді панелі рівномірного всмоктування.

б) Електропіч. Приймаємо конструкцію місцевого відсмоктувача у вигляді парасолі.

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

а) Ківшонагрівач. Згідно з табл. 1 та з урахуванням площі витяжної шафи кількість видаляемого повітря складає, L , $\text{м}^3/\text{год}$:

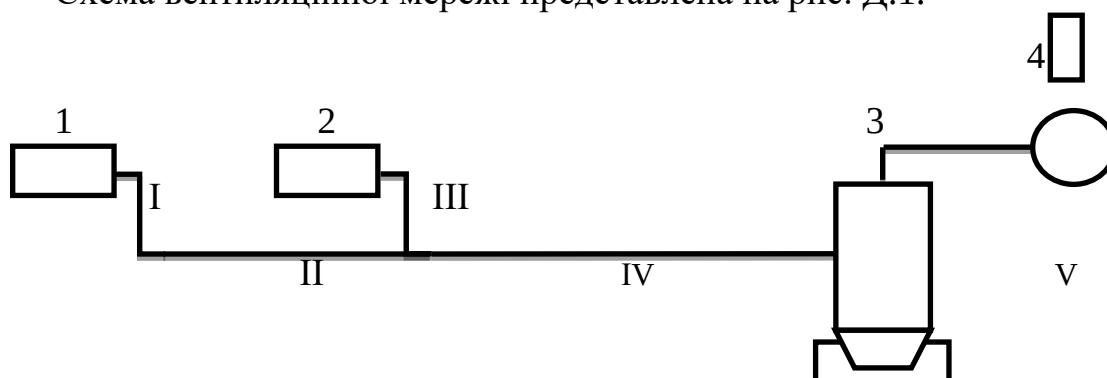
$$L = 1,3 \cdot 19600 = 25480;$$

б) Електропіч. Згідно з табл. А.1 додатку А кількість видаляемого повітря складає:

$$L = 1,3 \cdot 20100 = 26130.$$

3. Визначаємо структуру вентиляційної мережі та кількість повітря, що проходить на кожній ділянці вентиляційної мережі.

Схема вентиляційної мережі представлена на рис. Д.1.



1 – витяжна парасоля; 2 – витяжна тристороння парасоля; 3 – циклон;

4 – відцентровий вентилятор;

I, II, III, IV, V – ділянки вентиляційної мережі

Рисунок Д.1 – Схема вентиляційної мережі ливарної лабораторії

Кількість повітря на ділянці, де відбувається злиття вентиляційних потоків, визначається простим підсумовуванням. Так на ділянках I та II проходить $26130 \text{ м}^3/\text{год}$, на ділянці III до цієї кількості додається повітря від витяжної тристоронньої парасолі, таким чином, на ділянці IV об'єм протікаючого повітря складає, $L_V \text{ м}^3/\text{год}$:

$$L = 26130 + 25480 = 51610.$$

Кількість повітря на ділянках мережі, $\text{м}^3/\text{год}$, та довжини ділянок, м, наведено у таблиці 4.1.

№ ділянки параметр	I	II	III	IV	V
$L, \text{м}^3/\text{год}$	26130	26130	25480	51610	51610
$l, \text{м}$	4	2,1	1	30	

4. Призначаємо швидкість руху повітря на усіх ділянках вентиляційної мережі. На паралельних ділянках I та III приймаємо швидкість рівну 13 м/с . На ділянці II приймаємо швидкість $13,5 \text{ м/с}$, на ділянці IV приймаємо швидкість 14 м/с .

5. Визначаємо діаметр повітропроводів, d , м, на усіх ділянках вентиляційної мережі за формулою (4.7):

$$d = \frac{1}{30} \sqrt{\frac{L}{\pi \cdot v}} = \sqrt{\frac{4L}{\pi \cdot v \cdot 3600}}, \quad (4.3)$$

де L – витрата повітря на відповідній ділянці, $\text{м}^3/\text{год}$;

v – швидкість руху повітря, м/с .

Тоді

$$d_I = \sqrt{\frac{4 \cdot 26130}{3,14 \cdot 13 \cdot 3600}} = 0,84;$$

$$d_{II} = \sqrt{\frac{4 \cdot 26130}{3,14 \cdot 13,5 \cdot 3600}} = 0,83;$$

$$d_{III} = \sqrt{\frac{4 \cdot 25480}{3,14 \cdot 13 \cdot 3600}} = 0,83;$$

$$d_{IV} = \sqrt{\frac{4 \cdot 51610}{3,14 \cdot 14 \cdot 3600}} = 1,14.$$

6. Приймаємо стандартні діаметри повітропроводів, виходячи з номограми (рис. Б.1, дод. Б): $d_I, d_{II}, d_{III} = 800 \text{ мм}$, $d_{IV} = 1120 \text{ мм}$.

7. Визначаємо швидкість руху повітря, v , м/с , на ділянках вентиляційної мережі з урахуванням стандартизованих діаметрів повітропроводів:

$$v^\Phi = \frac{L}{900 \cdot d^2 \cdot \pi};$$

$$v_{I,II}^\Phi = \frac{26130}{900 \cdot 0,8^2 \cdot 3,14} = 14,4;$$

$$v_{III}^\Phi = \frac{25480}{900 \cdot 0,8^2 \cdot 3,14} = 14,1;$$

$$v_{IV}^\Phi = \frac{51610}{900 \cdot 1,12^2 \cdot 3,14} = 14,6.$$

Розрахункові значення швидкості повітря на послідовних ділянках вентиляційної мережі повинні збільшуватись, починаючи з кінцевої ділянки мережі, тобто

$$v_I^{\Phi} < v_{II}^{\Phi} < v_{IV}^{\Phi}$$

8. Визначаємо втрати тиску у вентиляційній мережі. Розрахунок проводиться послідовно для усіх ділянок вентиляційної мережі, починаючи з найбільш віддаленого.

Ділянка I

1) Питомі лінійні втрати тиску R , Па/м, знаходимо за номограмою (рис. Б.1, дод. Б). Для $L_1 = 26130 \text{ м}^3/\text{год}$, $v_I = 13 \text{ м/с}$, $R_I = 1,8 \text{ Па/м}$, тоді при довжині ділянки $l_I = 4 \text{ м}$ втрати тиску, $H_{\text{тр}}$, складуть, Па:

$$H_{\text{тр}} = Rl = 1,8 \cdot 4 = 7,2.$$

2) Місцеві опори на ділянці:

а) витяжна парасоля. Коефіцієнт місцевого опору приймають рівним $\xi = 0,5$ (табл. В.1, дод. В);

б) відведення від парасолі з кутом повороту $\alpha = 90^\circ$ та відношенням $R/b = 2$. Для такого відведення (табл. В.2, дод. В) $a = 1,0$; $\kappa = 0,2$; коефіцієнт опору складе:

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

в) відведення до трійника з $R/b = 2$ та кутом повороту $\alpha = 45^\circ$. З таблиці В.2 додатку В знаходимо: $a = 0,61$; $\kappa = 0,2$; коефіцієнт опору складе:
 $\xi = 0,73 \cdot 0,61 \cdot 2 = 0,09$;

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

3) Сумарний коефіцієнт місцевого опору для ділянки I складає:

$$\sum \xi_I = 0,5 + 0,15 + 0,09 + 0,55 = 1,29.$$

4) Сумарна величина місцевих втрат Z_I , Па, складає:

$$Z_I = \sum \xi_I \cdot \rho \frac{v^{\Phi^2}}{2} = \frac{1,29 \cdot 1,2 \cdot 14,4^2}{2} = 160,5.$$

5) Повна втрата тиску, $\sum H_I$, Па, на ділянці I складає:

$$H_I = H_{\text{тр}} + Z = 7,2 + 160,5 = 167,7.$$

Ця величина втрат тиску визначає розмір необхідного розрідження у вихідному перерізі трійника.

Ділянка II.

1) Питомі лінійні втрати тиску, Па/м, знаходимо за номограмою (рис. Б.1, дод. Б). Для ділянки II $L_{II} = 26130 \text{ м}^3/\text{год}$, $v_{II} = 13,5 \text{ м/с}$, $R_{II} = 1,9 \text{ Па/м}$, тоді при довжині ділянки 2,1 м втрати тиску, $H_{\text{тр}}$, складають, Па:

$$H_{\text{тр}} = R_{II} l_{II} = 1,9 \cdot 2,1 = 3,99.$$

2) Єдиним місцевим опором на ділянці II є опір проходу у прямому відгалуженні трійника, що слугує для приєднання відгалуження IV

$$d_{II}:d_0 = d_{II}:d_{III} = 800:800 = 1$$

$$v_o^\Phi:v_\Pi^\Phi = v_{III}^\Phi:v_{II}^\Phi = 14,1:14,4 = 0,98$$

при куті приєднання $\alpha = 45^\circ$ (табл. В.2, дод. В) знаходимо $\xi_\Pi \approx 0,32$.

3) Сумарна величина місцевих втрат, Z_{II} , Па, складає:

$$Z_{II} = \sum \xi_{II} \cdot \rho \frac{v^\Phi^2}{2} = \frac{0,32 \cdot 1,2 \cdot 14,4^2}{2} = 39,8.$$

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

$$\sum H_{II} = H_{\text{тр}} + Z_{II} = 3,99 + 39,8 = 43,8.$$

Ділянка III.

1) Питомі лінійні втрати. Для ділянки III $L_{III} = 25480 \text{ м}^3/\text{год}$, $v_{III} = 13 \text{ м/с}$, $R_{III} = 1,8 \text{ Па/м}$. Тоді при довжині ділянки 1 м лінійні втрати, $H_{\text{тр}}$, складуть, Па:

$$H_{\text{тр}} = R_{III} l_{III} = 1,8 \cdot 1 = 1,8.$$

2) Місцеві опори на ділянці:

а) тристороння парасоля. Приймаємо коефіцієнт місцевого опору рівним $\xi = 1,2$;

б) відведення з кутом повертання $\alpha = 90^\circ$ та відношенням $R/b = 2,0$ та відведення з таким же значенням R/b з кутом $\alpha = 45^\circ$. Значення місцевих

опорів для таких відведень були визначені вище при розрахунку опорів на ділянці I. Коефіцієнти місцевих опорів цих відведень дорівнюють відповідно 0,15 та 0,09;

в) відгалуження несиметричного трійника. Для трійника з відношеннями

$$d_{\text{п}}:d_0 = d_{\text{II}}:d_{\text{III}} = 800:800 = 1$$

$$v_{\text{о}}^{\Phi}:v_{\text{п}}^{\Phi} = v_{\text{III}}^{\Phi}:v_{\text{II}}^{\Phi} = 14,1:14,4 = 0,98$$

при куті приєднання $\alpha = 45^\circ$ (табл. В.2, дод. В) знаходимо $\xi_{\text{о}} \approx 0,02$.

3) Сумарний коефіцієнт місцевих втрат на ділянці III складає:

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

4) Сумарна величина місцевих втрат, Z_{III} , Па, складає:

$$Z_{\text{III}} = \sum \xi_{\text{III}} \cdot \rho \frac{v^{\Phi^2}}{2} = \frac{1,46 \cdot 1,2 \cdot 14,1^2}{2} = 174,2.$$

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

$$\sum H_{\text{III}} = H_{\text{тр}} + Z_{\text{III}} = 1,8 + 174,2 = 176.$$

Ділянка IV.

1) Питомі лінійні втрати. Для ділянки IV $L_{\text{IV}} = 51610 \text{ м}^3/\text{год}$, $v_{\text{IV}} = 16,4 \text{ м/с}$, $R_{\text{IV}} = 1,9 \text{ Па/м}$. Тоді при довжині ділянки 30 м лінійні втрати, $H_{\text{тр}}$, складуть, Па:

$$H_{\text{тр}} = R_{\text{IV}} l_{\text{IV}} = 1,9 \cdot 30 = 57.$$

2) Місцеві опори на ділянці

Єдиним опором на ділянці IV є опір входу у циклон, коефіцієнт котрого складає $\xi_{\text{ц}} = 0,2$.

3) Сумарна величина місцевих втрат, Z_{IV} , Па, складає:

$$Z_{\text{IV}} = \sum \xi_{\text{IV}} \cdot \rho \frac{v^{\Phi^2}}{2} = \frac{0,2 \cdot 1,2 \cdot 16,4^2}{2} = 32,3.$$

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

$$\sum H_{\text{IV}} = H_{\text{тр}} + Z_{\text{IV}} = 57 + 32,3 = 89,3.$$

Ділянка V.

- 1) Місцевий опір. Коефіцієнт місцевого опору приймається рівним $\xi_{\text{ц}} = 4$;
- 2) Сумарна величина місцевих втрат, Z_v , Па, складас:

$$Z_v = \sum \xi_v \cdot \rho \frac{v^2}{2} = \frac{4 \cdot 1,2 \cdot 16,4^2}{2} = 645,5.$$

- 3) Повна втрата тисків на ділянці V буде мати значення 645,5 Па.

Усі дані розрахунків по кожній ділянці вентиляційної мережі зведено у таблицю 4.1.

9. Для вибору типу вентилятора необхідно визначити сумарні втрати тиску $\sum H$, Па, у вентиляційній мережі. При цьому втрати тиску на паралельних ділянках не враховуються. Для розглядаємої вентиляційної мережі необхідно сумувати втрати тиску на ділянках I, II, IV, V. Ділянка III являється паралельною, тому втрати тиску на цій ділянці не враховуються. Тоді

$$\sum H = 167,7 + 43,8 + 89,3 + 645,5 = 946,3.$$

Необхідна витрата повітря складає 59400 м³/год. Виходячи з цих параметрів вентиляційної мережі, обираємо вентилятор типу Ц 4-70 №16.

10. Визначаємо потужність електродвигуна (ККД вентилятору приймаємо $\eta_v = 0,7$)

$$N = \frac{\sum L \cdot \sum H \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot \eta_v} = \frac{59400 \cdot 946,3 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 0,7} = 22,3 \text{ кВт.}$$

Висновок: для забезпечення необхідної продуктивності вентиляційної мережі обираємо вентилятор Ц 4-70 №16 з електродвигуном А 02-72-4 потужністю 30 кВт, числом обертів 1460 у хвилину.

У ливарній лабораторії встановлений вентилятор потужністю 8 кВт. Оскільки вентиляційна система не забезпечує нормативну якість повітря, то можна запропонувати зробити модернізацію вентиляційної системи шляхом встановлення вентилятора більшої потужності.