

УДК 628.5

DOI: 10.30857/2413-0117.2018.2.8

**Вячеслав К. Тарасов, Владислав Р. Румянцев,  
Оксана В. Новокщенова, Інна О. Ткаліч  
Запорізька державна інженерна академія  
РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ПОКРАЩЕННЯ УМОВ ПРАЦІ  
ПРИ ВИРОБНИЦТВІ ЧАВУНУ**

*У статті проведено аналіз причин забруднення робочого середовища і визначено джерела шкідливих і небезпечних викидів при виробництві чавуну; проведено пошук раціональних заходів підвищення ефективності роботи аспіраційної системи ливарного двору доменної печі для видалення шкідливих газів, пилу і тепла. За основу прийнято роботу укриття ливарного двору доменної печі комбінату «Запоріжсталь». Під час дослідження використовувалася методика математичного моделювання процесу транспортування рідкого чавуну та шлаку від доменної печі до ківшів. Для визначення недоліків системи аспірації використано аеродинамічний метод розрахунку. При побудові графіків і номограм використано статистичні методи обробки отриманих результатів. Визначено причини недостатньої ефективності діючої системи укриття жолобів чавуну і шлаку ливарного двору доменної печі, а саме: наявність обвідного каналу для шлаку від головного жолоба зливу рідкого чавуну та високі місцеві втрати опору на розподільниках чавуну і шлаку (скимерах). Обчислено загальні і місцеві втрати опору на різних ділянках зливних жолобів і системи аспірації. Визначено місця установки додаткової витяжки – це зони розташування скимерів, головного, розподільних і обвідних жолобів чавуну і шлаку. Доведено, що за рахунок підвищення ефективності аспірації зменшується забруднення робочої зони та суттєво покращуються умови праці. Запропоновано використання сучасних конструкцій жолобів із жаростійкого бетону підвищеної стійкості і більшим терміном служби. Наведена модифікація плит укриття жолобів полегшить їх заміну при проведенні ремонтних робіт з футерування і чистки жолобів. Розроблено і досліджено структурно-функціональну модель блок-схеми аспіраційної системи жолобів ливарного двору типової доменної печі. Визначено зони і причини підвищених втрат опору витяжної системи вентиляції укриття жолобів рідкого чавуну і шлаку. Надано рекомендації для підвищення ефективності роботи системи з метою зниження забруднення виробничого середовища і покращення умов праці.*

**Ключові слова:** умови праці; шкідливі викиди; укриття; опір; ефективність; аспірація.

**Вячеслав К. Тарасов, Владислав Р. Румянцев,  
Оксана В. Новокщенова, Інна А. Ткалич  
Запорожская государственная инженерная академия  
РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА  
ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЧУГУНА**

*В статье проанализированы причины загрязнения рабочей среды и определены источники вредных и опасных выбросов при производстве чугуна; выполнен поиск рациональных мероприятий по повышению эффективности работы аспирационной системы литейного двора доменной печи для удаления вредных газов, пыли и тепла. Использовалась методика математического моделирования процесса транспортировки жидкого чугуна и шлака от доменной печи к ковшам. За основу принята работа укрития литейного двора доменной печи комбината «Запорожсталь». Аэродинамический метод расчета использовали для определения недостатков системы аспирации. Статистические методы обработки полученных результатов применяли при построении графиков и*

номограмм. Определены причины недостаточной эффективности действующей системы укрытия желобов чугуна и шлака литейного двора доменной печи, а именно: наличие обводного канала для шлака от главного желоба слива жидкого чугуна и высокие местные потери сопротивления на распределителях чугуна и шлака (скиммерах). Вычислены общие и местные потери сопротивления на разных участках сливных желобов и системы аспирации. Определены места установки дополнительной вытяжки – это зоны расположения скиммеров, главного, распределительных и обводных желобов чугуна и шлака. Доказано, что за счет повышения эффективности аспирации уменьшается загрязнение рабочей зоны и существенно улучшаются условия труда. Запропоновано використання сучасних конструкцій жолобів із жаростійкого бетону підвищеної стійкості і більшим терміном служби. Предложено использовать современные конструкции желобов из жаростойкого бетона повышенной стойкости и большим сроком службы. Представленная модификация плит укрытия желобов облегчит их замену при проведении ремонтных работ по футеровке и чистке желобов. Разработана и исследована модель аспирационной системы желобов для литейного двора типичной доменной печи. Определены зоны и причины потерь сопротивления вытяжной системы укрытия желобов жидкого чугуна и шлака. Даны рекомендации для повышения эффективности работы системы с целью снижения загрязнения производственной среды и улучшения условий труда.

**Ключевые слова:** условия труда; вредные выбросы; укрытие; сопротивление; эффективность; аспирация.

**Vyacheslav K. Tarasov, Vladislav R. Rumyantsev  
Oksana V. Novokshchonova, Inna O. Tkalich  
Zaporizhzhia State Engineering Academy**

#### **DEVELOPING MEASURES TO IMPROVE WORKING CONDITIONS IN CAST IRON PRODUCTION**

*The article explores the causes of working environment pollution and identifies the sources of harmful and dangerous emissions in pig iron production, along with searching for rational measures to improve the blast furnace cast house aspiration system efficiency to remove toxic gases, dust and exhaust heat. A mathematical modeling methodology for transfer process of molten iron and slag from the blast furnace to the ladle has been employed. The best practice from Zaporizhstal Steel Works on a new aspiration system at blast furnace casting yard laid the basis for the research. An aerodynamic calculation method was used to detect deficiencies in the aspiration system. Statistical method to validate the results obtained was used for constructing of graphs and nomograms. The major causes of inefficiency of the current system of covering iron and slag troughs of a blast furnace casting yard have been revealed, in particular the bypass channel for slag from the main drain trough for molten iron and high local resistance losses on iron and slag distribution (the skimmers). Total and local resistance losses in various areas of drain gutters and aspiration systems have been calculated along with estimating the locations for additional exhaust hood installation, i.e. the special zones for skimmers, the main, transfer and bypass troughs for cast iron and slag. It is proved that by increasing the aspiration efficiency contamination of the working area is reduced, thus improving labour conditions significantly. It is proposed to use modern heat-resistant concrete troughs with higher resistance and longer life service. The proposed modification of trough slabs will facilitate their replacement when carrying out repair works on trough lining and cleaning. An aspiration system model for a typical blast furnace cast house has been developed and explored. The areas and reasons behind the loss of resistance in the exhaust system of hood covering for molten iron and slag troughs are identified. Recommendations to enhance the system*

*efficiency to reduce contamination of the working environment and improve working conditions have been suggested.*

**Keywords:** *working conditions; harmful emissions; cover; resistance; efficiency; aspiration.*

**Постановка проблеми та її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями.** Умови праці на ливарному дворі доменних печей відносяться до особливо шкідливих і небезпечних. Зменшення пилогазових і теплових викидів досягається завдяки використанню укриття жолобів рідкого чавуну і шлаку. Проте робота аспіраційної системи недостатньо надійна і ефективна. У зв'язку з цим необхідно розробити заходи стабілізації роботи системи аспірації і використати сучасні технології укріплення жолобів та укриття.

**Аналіз останніх публікацій по проблемі** вказує, що зараз використовують комплекс заходів для покращення умов праці на ливарному дворі доменних печей: обладнують витяжні зонти в джерелах шкідливих викидів (чавунна і шлакова лютка, головний і обвідний жолоби для чавуну і шлаку; місця розливки та грануляції) [1, 2]. Багато уваги приділяється устрою стаціонарних жолобів, підвищенню їх стійкості. Використовують різні матеріали – секції із чавунних виливок з футеруванням вогнестійкою цеглою, вуглецевими блоками і спеціальною мастикою [3]. Суттєве зменшення шкідливих викидів досягається встановленням укриття на жолобах [4].

**Невирішені частини дослідження** полягають у тому, що підготовка жолобів до випуску чавуну вимагає значних витрат ручної праці, при цьому виникають небезпеки опіків, отруєнь і нещасних випадків, забруднення виробничого середовища [5, 6].

**Мета дослідження:** підвищити ефективність засобів захисту від шкідливих викидів, застосовуючи аспірацію укриття зливних жолобів чавуну і шлаку; проведення аналізу причин порушень умов праці, вибір засобів їх покращення; розробка раціональної схеми аспірації шкідливих викидів, обґрунтоване виділення окремих ділянок системи; проведення аеродинамічного розрахунку втрат опору витяжної вентиляції; проведення математичного дослідження втрат опору аспіраційної системи на різних ділянках укриття для зменшення викидів у виробниче середовище.

**Виклад основних результатів та їх обґрунтування.** Праця на промислових підприємствах супроводжується ризиком техногенної безпеки і ймовірністю професійних захворювань. На здоров'я працівників впливає комплекс чинників, що включає умови праці, особливості технології процесу, режим експлуатації і стан обладнання, психофізіологічні характеристики людини та інше. Згідно з критеріями гігієнічної класифікації тяжкості і напруженості праці, можна визначити усереднений показник професійного ризику:

$$K = \frac{N_n}{270N_r} \times 100\%, \quad (1)$$

де  $N_n$  – кількість днів непрацездатності на 1000 працюючих;

$N_r$  – кількість працівників у відповідній галузі промисловості;

270 – середня кількість робочих днів за рік.

Враховуючи статистичні дані кількості нещасних випадків для різних галузей промисловості України за 2016 [7], отримано наступні показники. Рейтинг галузей виглядає таким чином: соціально-культурна сфера і торгівля – 10167 нещасних випадків; вугільна промисловість – 864; агропромисловий комплекс (АПК) – 578; транспорт – 364; машинобудування – 313; металургія – 255. Враховуючи, що найбільшу питому вагу в доходи держави (26% ВВП) вносять АПК, металургія, машинобудування, вугільна промисловість, представляється важливим порівняти їх між собою. До уваги приймалась кількість працюючих в цих галузях, виходячи із загальних даних з використанням в промисловості

близько 3,6 млн робітників, або 18 % зайнятого населення. За кількістю травм на 1000 працюючих отримані наступні результати: АПК – 3,85; вугільна промисловість – 1,73; машинобудування – 0,59; металургія – 0,54. Кількість діб, пов'язаних з втратою працездатності складає відповідно: 212; 95; 32; 30. Таким чином, знаходимо показники професійного ризику: АПК – 0,52%; вугільна промисловість – 0,07%; металургія – 0,024%; машинобудування – 0,023%. Професійний ризик є кінцевим показником роботи підприємства за рік з точки зору охорони праці. Проте для зменшення втрат працездатності необхідно враховувати також причини порушень, пов'язаних з технологією процесів виробництва, станом обладнання, умовами праці і рівнем виконання вимог охорони праці.

Сучасний підхід до порівняння роботи підприємств окремих галузей промисловості або основних підрозділів підприємства визначається за методикою, що включає більш широку номенклатуру даних: результати атестації робочих місць; паспортизації санітарно-технічного стану цехів та підрозділів, динаміка зміни показників виробничого травматизму і профзахворювань; проведення санітарно-оздоровчих заходів. На основі отриманих результатів визначається об'єднаний коефіцієнт рівня охорони праці:

$$K_{\text{оп}} = \frac{K_c + K_b + K_v}{c} \leq 1, \quad (2)$$

де  $K_c = C_b / C$  – коефіцієнт рівня виконання правил охорони праці, де  $C_b$  – кількість працівників, що виконують вимоги охорони праці,  $C$  – загальна кількість працюючих;

$K_b = n_{\text{тб}} / n_{\text{зар}}$  – коефіцієнт технічної безпеки обладнання, де  $n_{\text{тб}}$  – кількість одиниць обладнання, що відповідає вимогам охорони праці і техногенної безпеки,  $n_{\text{зар}}$  – загальна кількість обладнання;

$K_v = m_{\text{сп}} / m$  – коефіцієнт виконання планових робіт, де  $m_{\text{сп}}$  – кількість виконаних робіт, пов'язаних з охороною праці,  $m$  – кількість запланованих робіт за визначений проміжок часу [8].

Для визначення  $K_c$  враховують наступні порушення: робота без інструктажу або прострочено термін його проведення; відсутність відповідних інструкцій правил безпеки; робота на обладнанні, яке не пройшло технічний огляд; невідповідність прийомів праці правилам безпеки.

При знаходженні  $K_b$  необхідно визначити: недостатність або відсутність технічних засобів безпеки; наявність огорожень, сигналізації, електрозахисту, ручного або автоматичного керування; проведення змін в конструкціях, що не передбачено технічною документацією, тощо. Коефіцієнт  $K_v$  враховує кількість запланованих заходів з охорони праці, включаючи пропозиції колективного договору і адміністрації підприємства, приписи органів нагляду Держпраці, акти розслідування нещасних випадків та загибелі працівників.

Таким чином, для визначення професійного ризику і стану охорони праці необхідно детально вивчити технологію виробництва, наявність і рівень шкідливих та небезпечних чинників технологічного процесу, умови праці. З урахуванням цієї інформації розглянемо особливості доменного процесу.

Доменний процес супроводжується виділенням значної кількості тепла, пилу і газів на ливарному дворі. До таких операцій процесу відносяться: розбирання отворів чавунної і шлакової льоток, особливо при проживанні їх киснем, випуск шлаку і чавуну з доменної печі та подача рідкого металу і шлаку по жолобам в ковші [9, 10]. Розплавлений чавун і шлак є джерелом інтенсивного тепловипромінювання. В залежності від значення температури та відстані від джерела персонал різних робочих місць ливарного двору піддається впливу інфрачервоного опромінення інтенсивністю до 5,6–7,0 кВт/м<sup>2</sup> при допустимій нормі 140 Вт/м<sup>2</sup> [4]. При виконанні окремих операцій інтенсивність підвищується до 10,5 кВт/м<sup>2</sup>.

Незважаючи на наявність спецодягу і зорових щитків умови праці можна віднести до особливо шкідливих. При чому умови різко погіршуються при роботі взимку. Працівники піддаються впливу різкого перепаду температурних коливань: від  $37^{\circ}\text{C}$  до  $1,9\text{--}16,4^{\circ}\text{C}$ . Неприятливі умови зберігаються на робочих місцях і влітку. В цілому середня температура повітря на більшості робочих місць коливається в межах  $32,9\text{--}36,7^{\circ}\text{C}$ , а в період випуску металу і шлаку вона підвищується на  $5\text{--}9,4^{\circ}\text{C}$  [4].

Крім того випуск і транспортування металу і шлаку супроводжується виділенням шкідливих хімічних газоподібних речовин. Основну небезпеку становить оксид карбону (II) CO, який не має запаху і подразливого впливу на організм людини, проте суттєво підвищує ймовірність отруєння. Значні концентрації CO реєструються поблизу чавунних льоток, фурмених пристроїв, в кінці ливарного двору під час зливу чавуну та шлаку. Спостерігається також забруднення повітряного середовища графітом та оксидом сульфуру (IV), який в незначних концентраціях перебільшує ГДК. Є також наявність в повітрі робочої зони високих концентрацій пилу (до  $40\text{--}100\text{ мг/м}^3$ ) із вмістом діоксиду кремнію  $2\text{--}10\%$ .

Для суттєвого зменшення шкідливих викидів газу, пилу і тепла широко та ефективно використовують укриття жолобів транспортування рідкого чавуну і шлаку з аспірацією виділень.

Стандартна схема випуску чавуну із доменної печі середньої ємності (до  $2000\text{ м}^3$ ) включає дві льотки: чавунну і шлакову. Кількість випусків на добу складає  $8\text{--}10$ . Кращі результати отримують при встановленні двох чавунних і однієї шлакової льотки в якості запасної. Покращується рівномірність ходу печі, надається більше часу для обслуговування льоток, що знижує важкість і напруженість праці, виникає можливість підвищення продуктивності печі, кількість випусків чавуну збільшується до  $10\text{--}14$  за добу [3]. Для подачі чавуну в ковші використовується головний жолоб із скимером, який розподіляє чавун і шлак по різним жолобам. Чавун поступає на колісковий жолоб, з якого за рахунок повороту на  $180$  градусів послідовно заповнює два ковші, розташовані на правому або лівому залізничному шляху. Використання поворотного жолоба значно спрощує злив чавуну, а скимер дозволяє практично не використовувати шлакову льотку і направляти шлак по спеціальному жолобу в шлаковий ківш [4]. Для полегшення обслуговування, жолоби звичайно роблять відкритими. Головними недоліками такої схеми є наступне: значний контакт рідкого чавуну з досить високою температурою  $1500\text{--}1800^{\circ}\text{C}$  із киснем повітря. Створюються оптимальні умови для окиснення, виникає додаткова кількість шлаку. За час переміщення чавуну по жолобу він частково застигає, налипаючи на стінки жолоба [4]. Знижується вихід годного чавуну і потребується додатковий час на очищення жолобів. Крім того, умови праці ливарників відносяться до особливо шкідливих та небезпечних. Можлива висока ймовірність опіків персоналу за рахунок бризок рідкого чавуну, високого рівня тепловипромінювання. Значні виділення газів та пилу впливають на стан органів дихання.

Найбільш раціональним представляється використання сучасних схем укриття жолобів. Знімні кришки виконуються у вигляді плит з вогнестійкою футеровкою. Дві плити на початку і в кінці жолобів виконані з можливістю видалення відхідних газів.

Для оцінки втрат опору при видаленні відхідних газів від жолобів двох льоток проведено аеродинамічний розрахунок системи аспірації ливарного двору (рис. 1).

Повний опір газового тракту дорівнює:

$$\Delta P = \Delta P_{\Gamma\Gamma} + \Delta P_{\text{м}\Sigma}, \text{ Па}, \quad (3)$$

де  $\Delta P_{\Gamma\Gamma}$  – сумарний опір на тертя за довжиною газопроводу, Па;

$\Delta P_{\text{м}\Sigma}$  – сума місцевих опорів, Па.

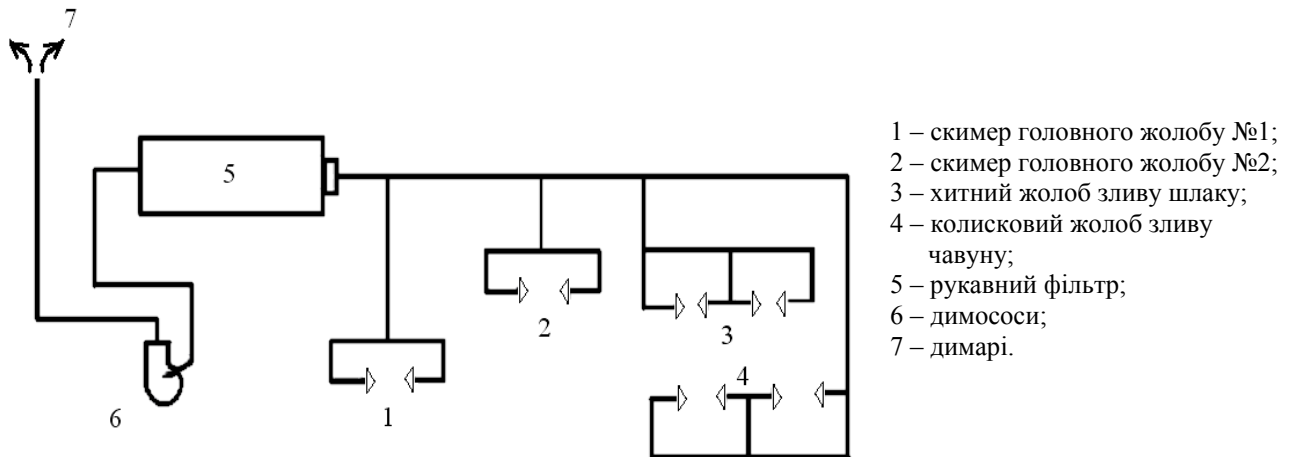


Рис. 1. Схема аспіраційної системи

Опір на тертя за довжиною газопроводу  $\Delta P_1$  визначається за формулою:

$$\Delta P_1 = \lambda \frac{l}{d} \frac{W_{\phi}^2}{2} \rho_t, \quad (4)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного опору;

$l$  – довжина ділянки газопроводу, м;

$d$  – діаметр ділянки газопроводу, м;

$W_{\phi}$  – фактична швидкість руху газу на ділянці, м/с;

$\rho_t$  – густина газу при робочих умовах, кг/м<sup>3</sup>.

Встановлено втрати опору на кожній ділянці системи аспірації (табл. 1).

Таблиця 1

Результати розрахунку опору системи аспірації

Номер ділянки	Витрата газу, м <sup>3</sup> /с	Діаметр, сст, мм	Швидкість газу, $W_{\phi}$ , м/с	Довжина, L, м	Коеф. місцевого опору, $\xi$	Опір по довжині, $\Delta P_l$ , Па	Місцевий опір, $\Delta P_m$ , Па	Загальний опір, $\Delta P$ , Па
1	45,69	1800	18	18	3,48	53	593	646
2	99,25	2100	29	16	0,98	100	346	446
3	85,9	2100	25	76	0,98	336	245	581
4	38,22	1800	15	3	0,74	5	79	84
5	44,6	1600	22	29	3,8	140	643	783
6	263,86	3500	27	6	-	17	-	17
7	263,86	3500	27	35	2,32	98	423	521
8	69,52	1800	27	6	1,1	39	433	472
9	77	1800	30	6	2,48	47	687	734
10	77	1800	30	6	1,15	49	459	508
Усього						884	3908	4792

Згідно з табл. 1 наведено графіки витрат тиску на ділянках (рис. 2, 3).

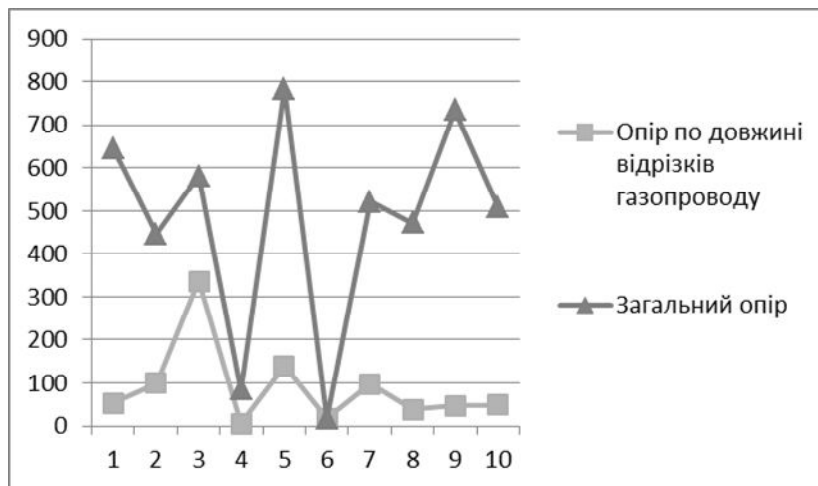


Рис. 2. Зміни опору на окремих ділянках аспіраційної системи

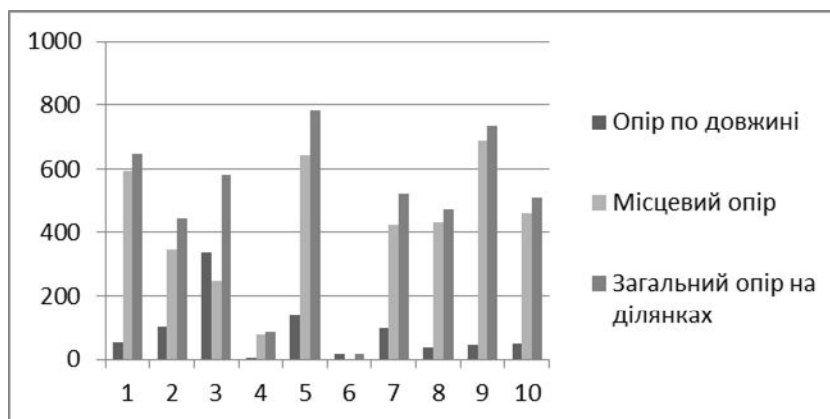


Рис. 3. Номограма опору на ділянках системи

Найбільші втрати належать ділянкам із скимерами. На інших ділянках вони коливаються в межах до 20%.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Аналіз умов праці на ливарному дворі доменних печей показав, що вони відносяться до особливо шкідливих і небезпечних. Шкідливі викиди: газоподібні, теплові, пил і шум, значно перевищують допустимі норми і негативно впливають на стан здоров'я працюючих. Знижується продуктивність праці, виникає потреба у додаткових затратах на колективні та індивідуальні засоби захисту, пільги та компенсації.

Показано перспективність використання укриття головних і транспортних жолобів рідкого чавуну і шлаку. Встановлено необхідність підвищення ефективності роботи аспіраційної системи укриття.

Проведено дослідження втрат опору системи з врахуванням втрат на тертя і подолання місцевих опорів. Розроблено раціональну схему аспірації шкідливих викидів із укриття та проведено аеродинамічні розрахунки системи послідовно на виділених ділянках.

Побудовано графічні залежності втрат опору на ділянках та відповідні номограми.

Запропоновано встановити додаткові витяги на ділянках, де є пристрої розділення шлаку і чавуну.

Для підвищення надійності роботи жолобів і зменшення фізичних навантажень при їхньому ремонті пропонується використання уніфікації плит укриття і жолобів на бетонній основі з футеруванням жаростійкою цеглою, змащеною шаром вуглецевої маси товщиною до 100 мм.

Використання пропозицій даної роботи дозволить перевести умови праці на нижчий рівень – III, шкідливі, а пільги – за списком №2. Суттєво знижуються не виробничі витрати, зменшуються негативні впливи на здоров'я працюючих і підвищується престижність професії.

### References

### Література

1. Movchan, V.P., Berezhniy, M.M. (2001). *Osnovy metalurhii [Bases of metallurgy]*. Dnipropetrovsk: Porogy. 336 p. [in Ukrainian].
1. Мовчан В. П. Основи металургії / В. П. Мовчан, М. М. Бережний. – Дніпропетровськ: Пороги, 2001. – 336 с.
2. Geerdes, M., Toxopeus, H. and Van der Vliet, C. (2009). *Modern Blast Furnace Ironmaking An introduction*. Amsterdam: IOS Press. 176 p.
2. Geerdes M. *Modern Blast Furnace Ironmaking An introduction* / M. Geerdes, H. Toxopeus and C. Van der Vliet. – Amsterdam: IOS Press, 2009. – 176 p.
3. Avdeev, V.A., Druyan, V.M., Kudrin, B.I. (2002). *Osnovy proektirovaniia metallurgicheskikh zavodov: Spravochnik [Bases of planning of metallurgical plants: Reference book]*. Moscow: Internet, 2002. – 469 p. [in Russian].
3. Авдеев В. А. Основы проектирования металлургических заводов: Справочник / В. А. Авдеев, В. М. Друян, Б. И. Кудрин. – М.: Интернет, 2002. – 469 с.
4. Vodennikov, S.A., Tarasov, V.K., Vodennikova, O.S. (2012). *Konstruktsii ahrehativ chornoї metalurhii: navch. posibnyk [Constructions of aggregates for ferrous metallurgy: Tutorial]*. Zaporizhzhia: ZDIA. 192 p. [in Ukrainian].
4. Воденніков С. А. Конструкції агрегатів чорної металургії: навч. посібник / С. А. Воденніков, В. К. Тарасов, О. С. Воденнікова. – Запоріжжя: ЗДІА, 2012. – 192 с.
5. Tarasov, V.K., Ivanov, V.I., Rumyantsev, V.R., Rizhkov, V.G. (2015). *Filosofski ta sotsialni aspekty okhorony pratsi v metalurhiinii promyslovosti [Philosophical and social aspects of labor protection in metallurgical industry]*. Humanitarian announcer of Zaporizhzhya state engineering academy: compilation of scientific worksm, Vol. 61, Pp. 246–253. [in Ukrainian].
5. Тарасов В. К. Філософські та соціальні аспекти охорони праці в металургійній промисловості / В. К. Тарасов, В. І. Іванов, В. Р. Румянцев, В. Г. Рижков // Гуманітарний вісник Запорізької державної інженерної академії: збірник наукових праць. – Запоріжжя: Вид-во ЗДІА, 2015. – Вип. 61. – С. 246–253.
6. Brynza, V.N., Zinkovskiy, M.M. (1986). *Okhrana truda v chernoї metallurgii [Labor protection in ferrous metallurgy]*. Moscow: Metallurgy. 420 p. [in Russian].
6. Бринза В. Н. Охрана труда в черной металлургии / В. Н. Бринза, М. М. Зиньковский. – М.: Металлургия, 1986. – 420 с.
7. Ofitsiyni veb-sait Derzhavnoi sluzhby Ukrainy z pytan pratsi [Official website of the State Service of Ukraine for Labor]. Retrieved from: <http://dsp.gov.ua> [in Ukrainian].
7. Офіційний веб-сайт Державної служби України з питань праці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dsp.gov.ua>.
8. Materialy XVII naukovo-tekhnichnoi konferentsii studentiv, mahistrantiv, aspirantiv ta vykladachiv ZDIA [Materials of XVII scientific and technical conference of students, magisters, graduate students and teachers
8. Матеріали XVII науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів та викладачів ЗДІА. – 2013 р. – С. 90–91.



of ZDIA]. 2013, Pp. 90–91 [in Ukrainian].

9. Ehorova, A.M. (2008). Kharakteristika uslovii truda na metallurgicheskikh predpriiatiiakh [Characteristics of working conditions at metallurgical plants]. Gigiena i sanitariia – Hygiene and sanitation, No 3, Pp. 36–37 [in Russian].

10. Orehova, O.V. (2016). Suchasnyi stan umov pratsi v metalurhiinomu vyrobnytstvi Ukrainy [The current state of working conditions in the metallurgical industry of Ukraine]. ScienceRise. Medical science, No 10, Pp. 34–39 [in Ukrainian].

9. Егорова А. М. Характеристика условий труда на металлургических предприятиях / А. М. Егорова // Гигиена и санитария. – 2008. – №3. – С. 36–37.

10. Орехова О. В. Сучасний стан умов праці в металургійному виробництві України / О. В. Орехова // ScienceRise. Medical science. – 2016. – № 10. – С. 34–39.