

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

ФАКУЛЬТЕТ БУДІВНИЦТВА ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Кафедра прикладної екології та охорона праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

магістра

(рівень вищої освіти)

на тему Розробка заходів з охорони праці у  
невиробничому середовищі

Виконав: студент 2 курсу, групи ЦБ-18мз  
спеціальності 263 Цивільна безпека

(код і назва спеціальності)

освітньої програми охорона праці

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації \_\_\_\_\_

(код і назва спеціалізації)

Щербанова М.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Рижков В.Г.

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

Рецензент доцент, к.т.н. Беренда Н.В.

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

Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІНЖЕНЕРНИЙ ІНСТИТУТ

Факультет будівництва та цивільної інженерії  
Кафедра прикладної екології та охорони праці  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
Спеціальність 263 «Цивільна безпека»  
(код та назва)  
Освітня програма Охорона праці  
(код та назва)  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(код та назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_\_ року

**ЗАВДАННЯ**

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Щербановій Марині Валеріївни  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) Розробка заходів з охорони праці у конвертерному цеху

керівник роботи Ритник Валентин Геннадійович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від «10» вересня 2019 року № 1543-С

2 Строк подання студентом роботи 08.01.2020р.

3 Вихідні дані до роботи Об'єкт - конвертерний цех із конвертерами ємністю 200-350 т, швидкісні і повільні драгати - т. ц. цеху на першому

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) опиладобереження і швидкісних драгаторів, конвертерного виробництва; аналіз аварій, причинатипових і прогресивних захворювань; розробка заходів і заходів запобігання на основі попереднього аналізу

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

*План уступ; технічний аспект; засоби захисту від шкідливих і/або небезпечних факторів, мст з елементами; таблиця з енергетичними показниками*

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Техн. розділ</i>	<i>Ритков В.Г., доцент, к.т.н.</i>	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>
<i>Безп. роз.</i>	<i>Ритков В.Г., доцент, к.т.н.</i>	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>
<i>Проект. роз.</i>	<i>Ритков В.Г., доцент, к.т.н.</i>	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>
<i>Енергет. роз.</i>	<i>Ритков В.Г., доцент, к.т.н.</i>	<i>[підпис]</i>	<i>[підпис]</i>

7 Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Збирання матеріалів</i>	<i>01.09-20.09</i>	
2.	<i>Робота над теоретич. розділом</i>	<i>29.09-20.10</i>	
3.	<i>Робота над графічн. розділом</i>	<i>20.10-20.11</i>	
4.	<i>Робота над проектним розділом</i>	<i>20.11-20.12</i>	
5.	<i>Робота над енергет. розділом</i>	<i>20.12-29.12</i>	
6.	<i>Оформлення пояснюв. записки</i>	<i>01.12-29.12</i>	
7.	<i>Оформлення кресел</i>	<i>01.10-29.12</i>	

Студент *[підпис]* *М.В. Шербанова*  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) *[підпис]* *В.Г. Ритков*  
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер *[підпис]* *В.Г. Ритков*  
(підпис) (ініціали та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

Щербакова М.В. «Розробка заходів з охорони праці у конвертерному цеху».

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра по спеціальності 263 Цивільна безпека, науковий керівник Рижков В.Г. Інженерний інститут Запорізького національного університету, факультет будівництва та цивільної інженерії, кафедра прикладної екології та охорони праці.

Проаналізовані джерела і причини нещасних випадків, професійних і професійно обумовлених захворювань у конверторному виробництві, розраховані індекси профзахворювань і визначені класи умов праці. Розрахована теплоізоляція сталерозливного ковша, запропонована заміна стопорного пристрою шибєрним затвором; розраховані параметри екранів різного типу для захисту від інфрачервоного випромінювання; запропонований аераційний ліхтар системи Батурина – Бранта; розраховані параметри повітряного душу для різних температур повітря робочої зони; для освітлення виробничих приміщень пропонуються світлодіодні світильники; для живлення обладнання запропонована п'ятипровідна мережа за схемою TN-CS; спроектований пристрій захисного відключення, що реагує на струм нульової послідовності; розраховані параметри заземлення блискавкозахисту цеху.

Ключові слова : КОНВЕРТОР, КЛАС УМОВ ПРАЦІ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ, ТЕПЛОЗАХИСНІ ЕКРАНИ, ПОВІТРЯНИЙ ДУШ, ЗАХИСНЕ ВІДКЛЮЧЕННЯ

## АННОТАЦИЯ

Щербакова М.В. «Разработка мероприятий по охране труда в конвертерном цехе».

Квалификационный проект для получения степени высшего образования магистра по специальности 263 Гражданская безопасность, научный руководитель Рыжков В.Г. Инженерный институт Запорожского национального университета, факультет строительства и гражданской инженерии, кафедра прикладной экологии и охраны труда.

Проанализированы источники и причины несчастных случаев, профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний в конвертерном производстве, рассчитаны индексы профзаболеваний и определены классы условий труда. Рассчитана теплоизоляция сталеразливочного ковша, предложенная замена стопорного устройства

шиберным затвором; рассчитаны параметры экранов разного типа для защиты от инфракрасного излучения; предложен аэрационный фонарь системы Батурина - Бранта; рассчитаны параметры воздушного душа для различных температур воздуха рабочей зоны; для освещения производственных помещений предлагаются светодиодные светильники; для питания оборудования предложена пятипроводная сеть по схеме TN-CS; запроектировано устройство защитного отключения, реагирующее на ток нулевой последовательности; рассчитаны параметры заземления молниезащиты цеха.

Ключевые слова : КОНВЕРТОР, КЛАСС УСЛОВИЙ ТРУДА, ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ, ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ ЭКРАН, ВОЗДУШНЫЙ ДУШ, ЗАЩИТНОЕ ОТКЛЮЧЕНИЕ

#### ABSTRACT

Shcherbakova M.V. "Development of labor protection measures in the converter shop".

Qualification project for obtaining a master's degree in specialty 263 Civil Security, supervisor Ryzhkov V.G. Engineering Institute of Zaporizhzhya National University, Faculty of Construction and Civil Engineering, Department of Applied Ecology and Labor Protection.

The sources and causes of accidents, occupational and occupationally caused diseases in the converter industry are analyzed, occupational disease indices are calculated and classes of working conditions are determined. The thermal insulation of the steel pouring ladle was calculated, the proposed replacement of the locking device with a slide gate; The parameters of screens of different types are calculated for protection against infrared radiation; proposed aeration lamp of the Baturin-Brant system; calculated parameters of the air shower for various air temperatures of the working area; for lighting industrial premises, LED lamps are offered; a five-wire network according to the TN-CS scheme is proposed for powering the equipment; a residual current device designed to respond to a zero sequence current has been designed; Grounding parameters of lightning protection of the workshop are calculated.

Keywords : CONVERTER, CLASS OF WORKING CONDITIONS, HEAT INSULATION, HEAT PROTECTION SCREEN, AIR SHOWER, PROTECTIVE DISABLING

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційний проект для здобуття ступеня вищої освіти магістра:  
111 с., 24 табл., 27 рис., 76 джерел

КОНВЕРТОР, КЛАС УМОВ ПРАЦІ, ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ,  
ТЕПЛОЗАХИСНІ ЕКРАНИ, ПОВІТРЯНИЙ ДУШ, ЗАХИСНЕ  
ВІДКЛЮЧЕННЯ

Об'єкт дослідження – умови праці у конверторному цеху, шкідливі і небезпечні виробничі фактори.

Мета проектування – розробити заходи і засоби поліпшення умов праці у конверторному цеху.

Проаналізовані джерела і причини нещасних випадків, професійних і професійно обумовлених захворювань у конверторному виробництві, розраховані індекси профзахворювань і визначені класи умов праці.

Розрахована теплоізоляція сталерозливного ковша, визначена потрібна її товщина; запропонована заміна стопорного пристрою шибєрним затвором; розраховані параметри екранів різного типу для захисту від інфрачервоного випромінювання; запропонований аераційний ліхтар системи Батурина – Бранта; розраховані параметри повітряного душу для різних температур повітря робочої зони; для освітлення виробничих приміщень пропонуються світлодіодні світильники; для живлення обладнання 380/220 В у конверторному цеху запропонована сучасна безпечна п'ятипровідна мережа за схемою TN-CS; запроектований пристрій захисного відключення, що реагує на струм нульової послідовності; розраховані параметри заземлення блискавкозахисту цеху.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Небезпечність конверторного виробництва	9
1.2 Шкідливі фактори конверторного виробництва	13
1.3 Рівень електро- і пожежної безпеки	18
1.4 Міри захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів	20
2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	28
2.1 Аналіз аварій у конверторному виробництві	28
2.2 Аналіз нещасних випадків у конверторних цехах	38
2.3 Аналіз професійних і професійно обумовлених захворювань	42
2.4 Розрахунок індексу профзахворювань і визначення класу умов праці	49
3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ	52
3.1 Проектування заходів і засобів захисту від шкідливих або небезпечних виробничих факторів	52
3.1.1 Підвищення стійкості сталерозливного ковша	52
3.1.2 Розрахунок теплоізоляції ковша	59
3.1.3 Екранування від теплового випромінювання	62
3.1.4 Розрахунок тепловідвідного екрану	64
3.1.5 Розрахунок тепловідбивного екрану	67
3.2 Виробнича вентиляція	69
3.2.1 Аерація	69
3.2.2 Повітряні душі	70
3.3 Виробниче освітлення	73
3.4 Заходи з електробезпеки	77
3.4.1 Пожежо- і вибухонебезпечні зони	77

3.4.2 Електромережі й устаткування	78
3.4.3 Міри захисту в електроустановках	85
3.5 Пожежна безпека	89
3.6 Техногенна безпека	93
3.6.1 Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки	93
3.6.2 Визначення імовірності аварій	94
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	96
4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму	96
4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці у конверторному цеху	99
ВИСНОВКИ	103
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	105



## ВСТУП

Чорна металургія в Україні на початку сторіччя розвивалася упевненими темпами. Збільшення обсягів виробництва чорного металу було обумовлено, насамперед, сприятливими умовами на світовому ринку чорних металів. Великими споживачами українського металу стають країни Азії, Африки, Північної Америки. Розвиті країни Європи поступово відмовляються від брудного металургійного виробництва, передаючи свої зовнішні ринки нам. Таким чином, для металургійних підприємств України складувалися дуже сприятливі умови. І хоча криза останніх років негативно відобразилася на українській економіці, майбутні перспективи чорної металургії уявляються сприятливими.

Частина продукції, яку виробляють металургійні підприємства, становить 30% загалом у промисловому виробництві і 42% від загальних обсягів експорту України. Понад 80% металопродукції експортується до країн Європи, Азії, Близького Сходу, Африки [1].

Більшість металургійних підприємств України мають повний цикл виробництва й щороку можуть виплавляти від 1 до 10 млн т сталі. У нашій країні функціонують 32 підприємства чорної металургії. Найбільші з них – «АрселорМіттал Кривий Ріг», «Азовсталь», «Запоріжсталь» і «Дніпроспецсталь»[2].

Як відомо, існує 3 основних виду виплавки сталі: мартенівський, киснево-конверторний і електрометалургійний.

Мартенівський спосіб є морально застарілим, цим способом у світі виплавляється лише 0,4% сталі. Найбільша кількість сталі отримується у кисневих конверторах. Перевагами цього способу є відсутність використання природного газу й добра керованість технологічним процесом. Сьогодні киснево-конверторним способом виробляється близько 47% вітчизняної сталі(у світі – 74%)[3].

Процес займає чільну роль серед існуючих способів масового виробництва сталі. Такий успіх киснево-конверторного способу полягає в можливості переробки чавуну практично будь-якого складу, використанням металобрухту від 10 до 30 %, можливість виплавки широкого сортаменту сталей, включаючи леговані, високою продуктивністю, малими витратами на будівництво, великою гнучкістю і якістю продукції [3].

Але з точки зору охорони праці та захисту довкілля конверторне виробництво це виробництво небезпечне, шкідливе для здоров'я працівників і брудне. небезпечні і шкідливі виробничі фактори у конверторному цеху майже такі ж самі, як і в інших сталеплавильних цехах: висока температура повітря, інтенсивне інфрачервоне випромінювання, непостійне в часі і змінне у просторі температурне поле, багатотонні масиви рідкого металу і шлаку, рухомі механізми, вібрація, електричний струм, наявність шкідливих речовин у повітрі (оксид вуглецю II, бенз(а)пірен, оксиди азоту і сірки, пил фіброгенної і загально токсичної дії) тощо.

Як особливість саме конверторного виробництва можна відмітити високий рівень шуму і дуже щільний графік трудового процесу, тобто високу інтенсивність праці.

Підсумовуючи викладене, враховуючи ріст виробництва сталі у конверторах і його провідну роль з одного боку і незадовільні умови праці з іншого, можна зробити висновок про актуальність розробок щодо охорони праці у киснево-конверторному виробництві.

Метою магістерського проєкту є оцінка впливу різних небезпечних і шкідливих факторів конверторного виробництва на працівників і на цій основі розробка заходів з охорони праці у конверторному цеху.

Об'єктом проєкту є агрегати, механізми, пристрої – джерела небезпеки і шкідливості у цеху: конвертори, мостові крани, кисне проводи, ковші для рідкого металу і шлаку та інші.

# 1 ТЕОРЕТИЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Небезпечність конверторного виробництва

У киснево-конвертерному цеху утворюються, використовуються, зберігаються, транспортуються небезпечні речовини: природний газ, технічний кисень, азот і аргон під великим тиском; використовується обладнання, що працює під тиском більше 0,07 МПа або при температурі нагрівання води більше 115°C: котли-утилізатори конвертерів, трубопроводи пари і гарячої води; стаціонарно встановлені вантажопідйомні механізми; виходять розплави чорних металів і формуються рідкі шлаки. Тому киснево-конвертерне виробництво відноситься до категорії небезпечних виробничих об'єктів [4].

Переважає більшість високотемпературних агрегатів конверторного виробництва є потенційно небезпечними джерелами виникнення техногенних аварій, основною особливістю яких є наявність розплавленого металу, шлаку і газів, здатних у визначених умовах вибухати, викликати пожежі та отруєння. Найпоширенішими і типовими аваріями конверторного виробництва є аварії, пов'язані з вибухом небезпечними речовинами (горючими газами) і викидами розплавлених металів. Найбільш небезпечними причинами є: знос футеровки конвертера; конвертерні гази; вибухи і викиди в конвертері.

На стан промислової безпеки киснево-конвертерного виробництва негативно впливають: фізичний знос основного технологічного обладнання; несвоєчасне і неякісне проведення капітального та поточного ремонту обладнання, будівель і споруд; експлуатація обладнання з відпрацьованим нормативним терміном; застосування недосконалих технологій виробництва сталі; скорочення чисельності кваліфікованих фахівців і виробничого персоналу; зниження якості професійної підготовки виробничого і ремонтного персоналу.

Киснево-конверторне виробництво в Україні займає друге місце серед видів виробництв за аварійністю, після доменного. На нього припадає 14,7% всіх аварій у металургії (чорній і кольоровій разом) [5].

Основні причини нещасних випадків: незадовільні організація і проведення ремонтних робіт (66,6%), незадовільний технічний стан обладнання (16,7%), конструктивні недоліки обладнання (16,7%). Основні причини групових нещасних випадків – порушення технології при веденні металургійних процесів (50%), незадовільні організація і проведення ремонтних робіт (50%) [6].

Проведений аналіз причин аварій, що сталися останнім часом на ряді кисневих конвертерів показує, що найбільш небезпечною ділянкою киснево-конвертерного виробництва є конвертер –20,3% від усіх аварійних ситуацій, причому на ванну розплавленого металу припадає 70% випадків, а на газовідвідний тракт 21%[4].

Відсутність належного контролю роботи і стану газовідвідних трактів призводить до бахкання, вибухів і навіть руйнування цілих їх ділянок. Окис вуглецю, що міститься в конвертерному газі, в суміші з киснем утворює вибухонебезпечну суміш.

Теча води з котла-утилізатора та інших водоохолоджуючих елементів, розташованих над конвертером, може призвести до потрапляння вологи в конвертер і, як наслідок, до утворення вибухонебезпечної суміші газів, особливо при роботі за технологією без допалювання або з частковим допалюванням CO[4].

Найбільш значні за частотою випадків і питомою вагою аварійні втрати виробництва відбуваються при випуску та розливання сталі. Аварії при виплавці сталі відрізняються більш істотними втратами виробництва всередньому на один випадок. Найбільш значними за частотою випадків і заподіяному збитку є аварії на газоочистці в зв'язку з виходом зладу димососа, прогарами труб газоходів та ін. З технологічних аварій найбільш

значними є вибухи в конвертері, пов'язані з потраплянням води в конвертер через течу фурм і кесона[6].

При розливання сталі аварійні ситуації та інциденти найчастіше відбуваються в результаті прогару футерування ковша і пристроїв для випуску сталі з ковша (табл. 1.1)[6].

Таблиця 1.1 – Причини аварій у конверторному виробництві

Вид аварії	Частота випадків, %	Питома вага у аварійних втратах, %	Аварійні втрати, т/випадок
Руйнування футеровки горловини	1,9	1,2	2000
Прогар футеровки корпусу	5,2	6,8	4200
Прогар стику корпусу і днища	5,2	2,5	1600
Вибух при виплавці сталі	5,2	13,1	8100
Викиди при виплавці сталі	3,9	3,1	2600
Прогар фурми	1,9	1,5	2500
Прогар футеровки ковша	7,8	8,9	3700
Прогар стакану, шибери, стопору	9,0	9,3	3300
Викиди з ковшу	9,2	1,6	1500
Прогар шлакової чаші	0,6	0,2	1700
Руйнування металокопирокцій	1,9	5,9	5200
Поламки мехобладнання	6,4	15,5	7700
Поламки електрообладнання	5,8	5,5	3000
Водопостачання	12,8	8,1	1800
Газоочистка	23,2	16,8	2300

У киснево-конвертерних цехах вибухи і викиди рідкого металу можуть відбуватися в результаті завантаження вологій шихти і металобрухту. Спочатку здійснюється завантаження шихти в конвертери і відразу ж після цього проводиться заливка чавуну і чимбільше вологи буде в шихті, тим більшим буде викид розплавленого металу.

Викиди рідкого металу можуть відбуватися також у разі, коли в рідкий метал вводять вологі розкислювачі і легуючі матеріали.

Причиною викидів металу з конвертера може бути також попадання в нього з металобрухтом закритих металевих ємностей із горючими рідинами, мастилами і водою. Крім небезпеки викиду рідкого металу, існує небезпека прогару футерування конверторів [5].

14.05.2019 р. на «Азовсталі» прогорів ківш з рідкою сталлю у конверторному цеху. Сталь розлилася на площі 20 м<sup>2</sup> [7].

4 січня 1998 року відбувся груповий нещасний випадок в ВАТ «ММК» (Магнітогорський металургійний комбінат). Вибух в порожнині конвертера стався внаслідок падіння лівої кисневої фурми з подальшим розривом компенсатора на трубі подачі кисню і попаданням води, що охолоджує, в рідкий шлак, що знаходився у конверторі. Працівниками механічної та електрослужби конвертерного відділення регулярно порушувалися правила технічної експлуатації в частині проведення регулярних оглядів і ремонтів основних вузлів машини подачі кисню. Технічним фактором, що визначив виникнення аварії, стало руйнування зубчастої обойми, що з'єднує вали електродвигуна і редуктора приводу підйому і опускання фурми [8].

Мещеряков А.Ю. із співавторами акцентує увагу на небезпеку вібрації, що виникає при плавці на кисневому конверторі [9].

Відповідно до характеру поведінки вібраційного сигналу плавку можна розділити на три основні періоди:

- 1) період наведення шлаку;
- 2) період спінювання шлаку;
- 3) період згортання шлаку.

Середнє значення амплітуди вібрації у першому періоді складає 0,2 мм, у другому – 0,3 мм, у третьому – 0,5 мм, досягаючи у середині періоду окремих значень 0,95 – 0,98 мм. За частотою максимум спостерігається при значеннях 10 – 12 Гц (до 120 дБ) [9].

Небезпечні фактори мають місце не тільки при обслуговуванні

конверторів. Так, у липні 2019 р. у Маріуполі, на «Азовсталі» у конверторному цеху відбувся прогар міксеру і 2000 т рідкого чавуну розлилися на технологічний майданчик [7].

## 1.2 Шкідливі фактори конверторного виробництва

Конверторне виробництво, в порівнянні з мартенівським, характеризується кращими умовами праці та меншим забрудненням навколишнього природного середовища. Однак використовувані в Україні технологічні схемивиплавки сталі в конвертерах за технічним рівнем відстають від кращих зарубіжних аналогів, а використання малоефективних системгазоочисток призводить до значних викидів шкідливих речовин в атмосферу [6].

Гасило іКрюковська [14] наводять дані щодо шкідливих факторів у конверторному цеху ВАТ «Дніпровський металургійний комбінат» у місті Каменське (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Карта умов праці робітників конверторного цехуВАТ ДМКД на різних дільницях

Дільниці (служби)	Запиленість, мг/м <sup>3</sup>		Загазованість, СО, мг/м <sup>3</sup>		Шум, дБА		Теплові випромінювання, $\times 10^2$ Вт/м <sup>2</sup>		Температура повітря, °С	
	факт	ГДК	факт	ГДК	факт	доп.	факт	норм.	факт	норм.
Міксерне відділення	20	4	3,1	20	84	70	27	1,4	36	28
Шихтовий двір	32	4	9,7	20	77	70	1,6	1,4	38	28
Конверторне відділення	24	4	28	20	79	70	12,1	1,4	63	28
Газоочистка	4,2	4	2,9	20	81	70	1,45	1,4	34	28
Дільниця прийомки продукції	2,8	4	2,4	20	72	70	1,38	1,4	29	28
Дільниця ремонту ковшів	2,9	4	1,4	20	71	70	1,24	1,4	32	28
Підготовче відділення	11,2	4	2,6	20	73	70	0,84	1,4	28	28

Звертає на себе увагу перевищення нормативних показників по концентрації пилу (до 8 разів), оксиду вуглецю (до 1,4 разів), а також показників мікроклімату.

З іншого боку Орехова [15] стверджує, що концентрація пилу у конверторному відділенні перевищує норму у 2 рази, при розливанні сталі – у 6 разів, а концентрація оксиду вуглецю не перевищує нормативних показників в обох випадках.

Киснево-конвертерний процес виробництва сталі включає: завантаження в конвертер металевого брухту; продування металу і заливкурідкого чавуну; відбір проби і її аналіз; продовження продувки киснем рідкого металу до необхідного хімічного складу; випускплавки в ківш. Зазначені технологічні операції супроводжуютьсявиділенням шкідливих викидів у вигляді пилу, аерозолів і токсичних сполук (або елементів) в наступних обсягах: при заливці чавуну вконвертер – 208-342 г / т сталі; під час продування – 13000-22000 г / т сталі; привипуску плавки з конвертера – 161-507 г / т сталі. Пил складається в основному з оксидів заліза, оксидів кремнію, алюмінію, кальцію, магнію,марганцю, хрому.

Основна маса частинок пилу (до 80%) має розміри менше 1мкм; густина пилу 4000-5000кг/ м<sup>3</sup>[5].

Процес виробництва сталі в конвертерах з продувкою ванни киснем зверху пов'язаний також з утворенням великої кількості газів, якімістять токсичні компоненти (CO, SO<sub>2</sub>) [8].

Сильна запиленість конвертерного газувимагає застосування засобів видалення пилу і газоочистки. Сучасніконвертери оснащені системами відведення газу, що забезпечують повнеабо часткове допалювання оксиду вуглецю до CO<sub>2</sub>.

Конвертерні гази утворюються в результаті вигорання вуглецюшихти і розкладання вапняку. Вихід газів змінюється під час продування в залежності від витрат кисневого дуття, складу чавуну і брухту, складу шихти і вапна,



висоти фурми над рівнем ванни.

Максимальна кількість газів, що відходять від одного конвертера, становить  $300\,000\text{ м}^3/\text{год}$ . Температура димових газів на виході з горловини конвертера протягом плавки підвищується від  $1250\text{-}1300^\circ\text{C}$  на початку продувки, до  $1600\text{-}1700^\circ\text{C}$  в середині і наприкінці продувки[7].

Основними компонентами конвертерних газів є CO і CO<sub>2</sub>, об'ємний вміст яких становить відповідно 60-85% і 10-20%. У газах в незначній кількості можуть бути присутніми O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar. Вміст діоксиду сірки в газах становить до  $300\text{ мг} / \text{ м}^3$ [8].

Технологічний пил, що виноситься з конвертера, складається з дрібних фракцій сипучих матеріалів (вапна, руди і т.д.) і тонкодисперсного пилу, що містить в основному оксиди заліза. Хімічний склад пилу наданий у табл. 1.3.

Таблиця 1.3 – Хімічний склад конверторного пилу[9]

Компонент	Fe <sub>заг.</sub>	MnO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Вміст, %	до 70	0,3-0,5	1,0-2,0	0,8-3,2	0,5 = 1,0

Гранулометричний склад наданий у табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Гранулометричний склад конверторного пилу[8]

Розмір, мкм	0-3	3-6	6-10	10-20	20-40	40-100	>100
Вміст, %	59	6	7	7	7	9	5

Протягом всієї плавки викид пилу розподіляється нерівномірно. Максимальне значення запиленості відзначається в момент подачі сипучих матеріалів. Кількість пилу, що виноситься з конвертера, досягає 1,5% від маси продуктів плавки, що на 1 тонну рідкої сталі складає близько 16 кг. Запиленість конвертерних газів становить  $180\text{-}200\text{ г} / \text{ м}^3$ [10].

При допалюванні оксиду вуглецю, що міститься у газах, насвічці, у великій кількості утворюються оксиди азоту, які викидаються в атмосферу.

Запиленість повітря фіброгенним пилом у конверторному цеху може призвести до розвитку професійних захворювань – пневмоконіозів, пилових бронхітів. Запиленість також веде до підвищення рівню загальної захворюваності. У деяких людей пил може викликати алергічні реакції.

З газів, що поступають в робочу зону конверторного цеху, найбільшу небезпеку представляє оксид вуглецю (CO). Оксид вуглецю (чадний газ) є продуктом неповного згорання вуглецю. Потрапляючи в організм людини, оксид вуглецю реагує з гемоглобіном, утворюючи карбоксигемоглобін. При цьому різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, може настати кисневе голодування. Симптоми отруєння: сонливість, головний біль, у важких випадках – втрата свідомості.

Інший значущий шкідливий фактор – несприятливі мікрокліматичні умови – високі температури повітря, нестабільне і нерівномірне температурне поле, високий рівень інфрачервоного випромінювання.

Гасило і Крюковська у [14] приводять дані по температурі у конверторному відділенні ( $63^{\circ}\text{C}$ ). Проте не зрозуміло, у якій точці проводилися заміри, на якій відстані від джерела теплонадлишків.

О.В. Орехова [15], посилаючись на дослідження на провідних підприємствах України, стверджує, що температура повітря на робочому місці сталевара конвертора досягає максимум  $36^{\circ}\text{C}$ , а при розливі сталі у виливниці –  $38^{\circ}\text{C}$ .

Теплове випромінювання, за даними [14] біля конвертору у період плавки перевищує норму у 8,6 разів, досягаючи  $12\,100\text{ Вт/м}^2$ , що дозволяє віднести умови праці на цьому робочому місці до 4 класу (небезпечні) [16]. То того ж класу можна віднести умови праці за інфрачервоним випромінюванням за даними Орехової [15], хоча вона наводить менші значення –  $5200\text{ Вт/м}^2$ .

Висока температура повітря та ще у поєднанні з потужним інфрачервоним випромінюванням призводить до теплових ударів. Інтенсивність випромінювання  $12\,100\text{ Вт/м}^2$  може викликати навіть опік

незахищених ділянок шкіри. Зміна температури повітря у просторі і на протязі часу підвищує ризик респіраторних захворювань.

Як ми бачимо з табл. 1.2 у конверторному цеху перевищується рівень звукового тиску, особливо у міксерному відділенні – перевищення на 14 дБА. Інші дослідники [17] стверджують, що рівень звукового тиску біля конвертору на частотах 600...2000 Гц досягає 107 дБ і відмічають великий рівень на всіх діапазонах частот (мінімум – 95 дБ). Це відрізняється від даних Гасило і Крюковської[14], за якими перевищення рівня шуму у конверторному відділенні – лише 9 дБА.

Шуми в конверторному цеху мають різне походження. У робочому просторі конвертору виникає аеродинамічний і термічний шум, при роботі мостових кранів – механічний. Вентилятори і димососи створюють аеродинамічний і термічний шум.

Шум спричиняє шкідливу фізіологічну дію на людський організм, зумовлює професійні захворювання. Шкідлива фізіологічна дія шуму виявляється через ушкодження слухового апарату, травми центральної нервової системи, сповільнену психологічну реакцію, порушення функцій органів травлення. При тривалій дії шуму розвивається професійна туговухість.

Шум також призводить до порушення ритму серцебиття, підвищення кров'яного тиску, погіршення функціонування органів дихання, збільшення об'єму внутрішніх органів, виникнення злоякісних пухлин, послаблення пам'яті тощо. Внаслідок розширення зіниць під дією шуму знижується гострота зору, зменшується виразність мовлення, виникають неприємні відчуття. За даними австрійського вченого Гриффіта, шум є причиною передчасного старіння у 30 випадках зі 100, скорочує тривалість життя людей у великих містах [17].

Один зі шкідливих факторів, який постійно присутній у конверторному цеху – вібрація. Мещеряков[9] пише, що вібрація корпусу конвертора у процесі плавки досягає 120 дБ. Ця вібрація частково передається на робочий

майданчик. Вібрація за своєю характеристикою є загальною, технологічною, категорії 3а [18]. Тривала дія підвищеного рівню вібрації може викликати професійне захворювання – вібраційну хворобу.

Строки розвитку та гострота захворювання залежать від спектральних характеристик вібрацій. Основні прояви хвороби: зміна тону судин, обміну в нервово-м'язовій та кістковій системах, зменшення кровозабезпечення тканин, порушення регуляції серцево-судинної та нервової систем. Характерні скарги: оніміння кінцівок, побіління пальців, біль, відчуття холоду, слабкість в руках, порушення чутливості; нерідко стомлюваність, нерізкі головні болі, підвищена дратівливість, порушення сну[19].

За даними різних дослідників, рівень загальної вібрації у конверторному цеху, як правило, не перевищує нормативний показник – 92дБ [18], тому цей фактор не є дуже актуальним.

### **1.3 Рівень електро- і пожежної безпеки**

Підприємства чорної металургії є найбільшими споживачами електроенергії. У конверторному цеху електроенергія використовується для транспортування рідкого чавуну, сталі та шлаку, інших вантажів, безпосередньо при плавці, для видалення газів з робочого простору, а шкідливих речовин і теплонадлишків – з робочої зони, для освітлення тощо.

До споживачів електроенергії в цеху відносяться локомотиви, мостові крани, димососи, вентилятори системи аспірації і місцевої припливної вентиляції, освітлювальна мережа, приводи вантажних пристроїв, транспортерів, механізми міксерів, система КВП і автоматики, механізми повороту конверторів.

Температура повітря у конверторному відділенні перевищує 30°C, виділяється у великих кількостях пил, в основному неструмопровідний. Вологість повітря зазвичай не перевищує 50%. Таким чином, приміщення конверторного відділення є жарким, пильним і сухим[20].

Приміщення конверторного і міксерного відділення мають наступні

ознаки підвищеної небезпеки:

- струмопровідні металеві підлоги;
- висока температура повітря.

Наявність приведених двох чинників підвищеної небезпеки дозволяє віднести дані приміщення до особливо небезпечних відносно поразки електричним струмом[20].

Зазвичай в конверторних цехах використовується змінний електричний струм частотою 50 Гц, що поставляється по трифазних мережах. У цеху є споживачі змінного трифазного струму напругою 6 кВ (двигуни серії АТ – асинхронні, такі, що обдуваються, ВАО – вибухозахищені асинхронні, такі, що обдуваються) і 220/380 В (двигуни серій 4А – асинхронні короткозамкнуті, АОЗ – асинхронні, такі, що обдуваються, закриті тощо), напруга 220 В використовується в мережі загального освітлення, 12 В – для ручного електроінструменту 3-го класу.

Для живлення виробничого устаткування напругою 380/220 В у цеху застосовують чотиріпровідну мережу трифазного струму з глухозаземленою нейтраллю, для живлення споживачів з напругою 6000 В – трьохпровідну мережу з ізольованою нейтраллю.

Пожежна небезпека конверторного виробництва характеризується наявністю великої кількості рідкого металу, вживанням кисню, а також наявністю газів, що відходять, які містять горючі компоненти (СО). Пожежна небезпека цеху також полягає в наявності великої кількості кабельних комунікацій, маслопроводів і маслотунелів.

Особливістю конвертерних цехів є небезпека пожежі від потрапляння на горючі матеріали рідкого шлаку при кантуванні шлакової чаші. Характерною особливістю конвертерних печей є споживання великої кількості кисню, що надходить в цех по зовнішнім мережам. При цьому до киснево-розширювального пункту кисень йде зазвичай під надлишковим тиском 3,5 мПа, а в цех надходить під надлишковим тиском 1,6 мПа[5].

Згідно [21] приміщення конверторного відділення і цех в цілому

відносяться до категорії Г – помірнопожежонебезпечної.

До категорії В (пожежонебезпечна) відносяться склади мастил, приміщення масляних трансформаторів, маслотунелі гідравлічних систем, електрокабельні приміщення.

#### **1.4 Міри захисту від небезпечних та шкідливих виробничих факторів**

Заходи захисту від теплонадлишків, що звичайно приймаються у конвекторних цехах: теплоізоляція конвертору, міксеру, газоходів, випарне охолодження елементів конвертору, аерація, місцева витяжна вентиляція, водорозпил на робочих місцях.

Як засоби індивідуального захисту застосовують спецодяг груп Ти, Тр, Тв– для захисту від теплового випромінювання, бризок рідкого металу і іскор, від контакту з нагрітими поверхнями. Спецвзуття –напівчоботи чоловічі групи ТиТпМун200 з глухим клапаном, ГОСТ 12.4.032 – 77, чоботи валяні чоловічі групи Тп, ГОСТ 12.4.050 – 78. Захист рук здійснюється рукавицями з парусини з просоченням ОП [22].

Для захисту очей і обличчя використовують захисні щитки з наголовним кріпленням світлофільтруючі НФ і з кріпленням на касці КФ, НБТ2/С (рис. 1.12.), окуляри зі світлофільтрами М або П-3 відкриті О7, закриті з непрямою вентиляцією ЗНР1-64-84 або козиркові К1-60, ОК-1Д (рис. 1.2) [22].



Рисунок 1.1 – Щиток захисний НБТ2/С



Рисунок 1.2 – Окуляри захисні ОК-1Д

Для захисту від пилу і газовиділень застосовується аерація, місцева витяжна вентиляція, засоби індивідуального захисту (респіратори РП-км, Айстра-2, рис. 1.3 тощо) [23 ,24].



Рисунок 1.3 – Респіратор Айстра-2

З метою зменшення утворення пилу при подачі і завантаженні шихтових матеріалів замість руди і вапна бажано застосовувати рудно-вапняні окатиші або офлюсований агломерат[29].

Для зменшення рівня виробничих шумів застосовують звукоізоляцію і звукопоглинання. Наприклад, потужний вентилятор закривають кожухом, а між корпусом і кожухом закладають повстяні прокладки або прокладки з ультратонкого скловолокна. Звукоізолюють вбудовані приміщення – пости управління, кімнати відпочинку. Експаустери, вентилятори розташовують в ізольованих приміщеннях або в окремих будівлях.

З метою зменшення шуму при подачі твердих розкислювачів по трубах на робочу площадку конвертерів труби слід звукоізолювати[29].

Велике значення для нормального повітрообміну має використання ліхтарів, що не задуваються вітром. Від тих, що задуваються вони відрізняються наявністю обгороджувачів, які унеможливають лобової дії



вітру через отвори для випуску повітря. Перевага ліхтарів, що не задуваються, полягає в тому, що вони попереджають перекидання забрудненого повітря в робочу зону.

Використовують такі системи ліхтарів [24]:

1. Системи КТИС. Незадуваємість ліхтаря забезпечується вітрозахисними панелями з нижньої горизонтальної підвіскою. Вихід повітря регулюється поворотом панелей. У теплий період стулки вітрозахисних панелей розташовують під кутом  $40^\circ$ , а в холодний період – під меншим кутом.
2. Системи ПСК-2. Вітрозахисні панелі у таких ліхтарів мають середню підвіску і тому повертаються з меншими зусиллями.
3. Система Діпромезу. Витяжка нагрітого повітря в таких ліхтарях регулюється поворотом клапана, що складається з двох стінок. Щілини в підставі ліхтаря відводять атмосферні опади на дах будівлі.
4. Система Батурина –Бранта. Зовнішня сторона ліхтаря має глухе скління, а внутрішня – жалюзі для витяжки повітря. При будь-якому напрямку вітру в міжліхтарному просторі створюється розрідження, що сприяє збільшенню тяги.

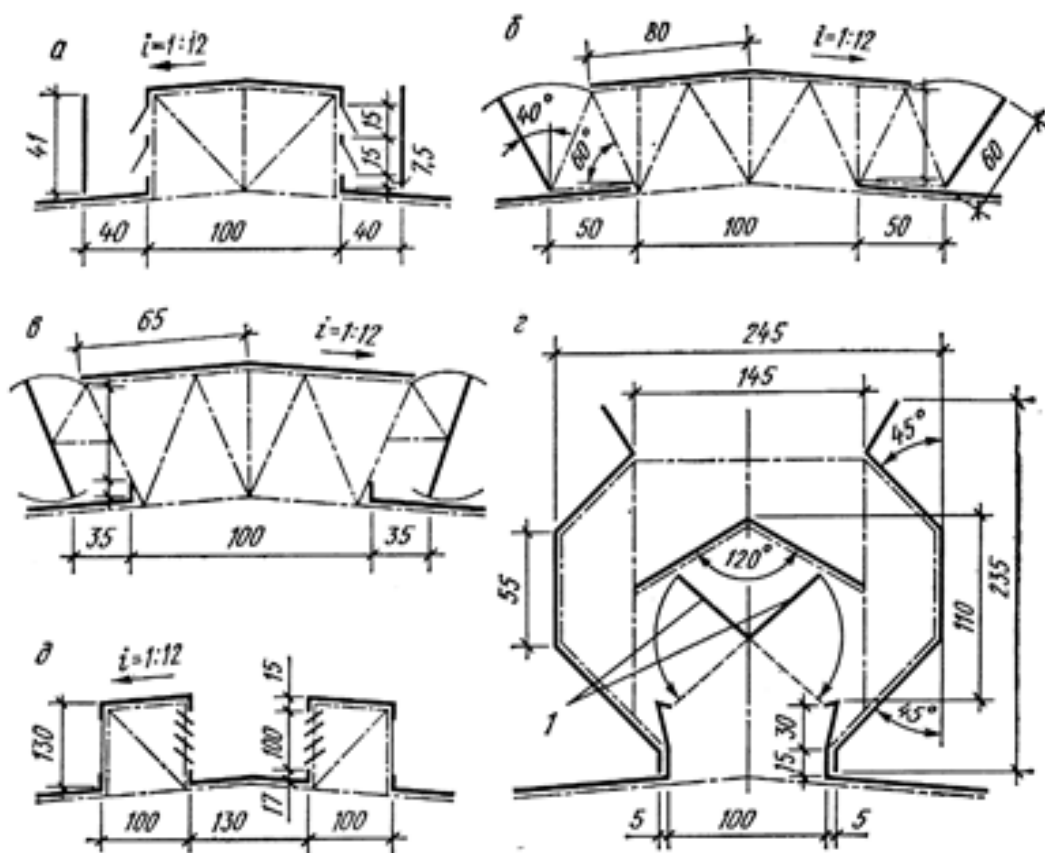
Основні типи ліхтарів, що не задуваються, надані на рис. 1.4.

Сталеві каркаси ліхтарів закріплюють до несучих конструкцій покриття. Стулки вітрозахисних панелей виготовляють з азбестоцементних листів в металевій обв'язки з куточків і шарнірно закріплених до консолей поперечних рам. Покриття ліхтарів має таку ж конструкцію як й основне покриття будівлі[24].

Проте за допомогою однієї аерації створити прийнятні мікрокліматичні умови в конверторному цеху неможливо.

Цех має великі розміри, температурне поле нерівномірне із-за розосередженості основних джерел тепла. У таких виробничих приміщеннях, з площею підлоги на одного працюючого більше  $100 \text{ м}^2$ , встановлені норми

метеоумов допускається забезпечувати лише на постійних робочих місцях[22].



а) світловий ліхтар з вітрозахисними панелями; б) ліхтар КТИС;  
в) ліхтар ПСК-2; г) ліхтар Діпромезу; д) ліхтар системи Батурина –Бранта;  
1 – жалюзі

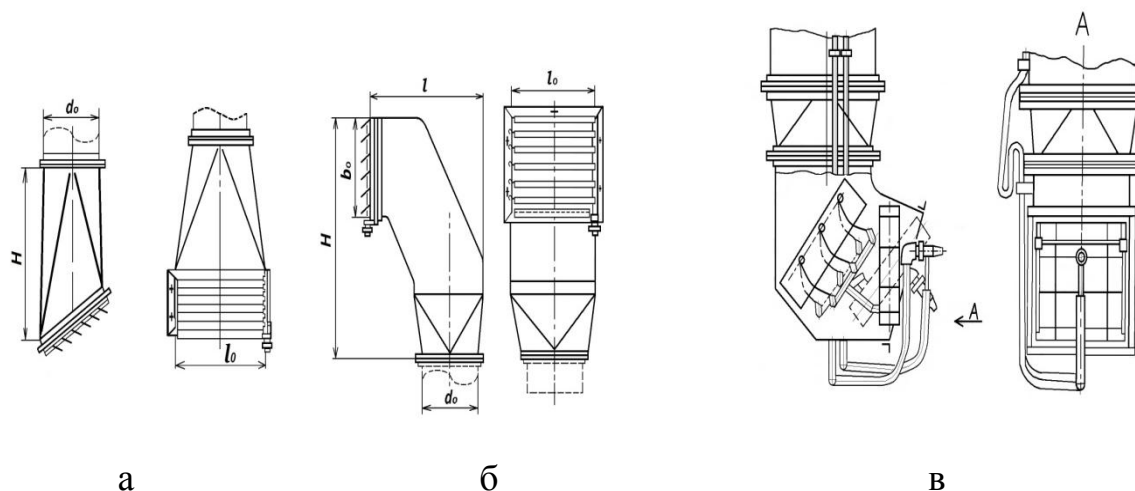
Рисунок 1.4 – Типи аераційних ліхтарів

У конверторному цеху доцільно використовувати місцеву припливну (що обдуває) вентиляцію у вигляді повітряних душів.

При температурі повітря вище  $28^{\circ}\text{C}$  і інтенсивності опромінення більше  $240 \text{ Вт/м}^2$  рекомендується повітря, що подається, охолоджувати водою. На фіксовані місця (у кабіни кранів, пульти управління) рекомендується подавати повітря через розподільники над головою оператора – при спадаючому потоці досягається найкращий ефект

обдування[11, 23].

Стационарні повітряні душі є загальним повітроводом з припливними душуючими насадками (рис. 1.5), які направляють струмінь повітря на робочі місця. Зміна кута нахилу припливних струменів досягається поворотом насадка або направляючих лопаток.



а – підвід повітря зверху; б – підвід повітря знизу; в – зі зволоженням повітря

Рисунок 1.5 – Насадки повітряного душу

Г.С. Антоненко [25] пропонує стаціонарний повітряний душ, в якого перфорована поверхня насадки має форму дуги, вигнутої всередину корпусу повітророзподільнику.

Пересувні установки повітряних душів складаються з вентиляторів і різних пристосувань (обгороджування, пристрій для подачі води в струмінь повітря).

Для захисту від електричного струму у конверторних цехах застосовують:

- Захисне занулення – у мережах з напругою 220/380 В.
- Захисне заземлення – у мережах з напругою 6000В.
- Електроізоляцію – бавовняну, гумову, пластикову (ПВХ, поліетилен, фторопласт).

- Захисне відключення як самостійний засіб або у додаток до заземлення чи занулення.
- Недоступне розташування струмоведучих частин – тролей електровозів, чавуновоз них візків розташовуються на висоті не менше 2,5 м.
- Огорожі.
- Застосування малих напруг (12 В) для ручного електроінструменту 3 класу.

З основних протипожежних заходів можна відмітити такі [11, 23, 26].

Дороги, під'їзди до будівель і споруджень конверторного цеху, джерел зовнішнього протипожежного водопостачання, доступ до первинних засобів пожежогасіння (пожежним щитам, вогнегасникам), мають бути завжди вільними, перебувати в справному стані.

Біля конверторів не можна складати які-небудь горючі матеріали, відходи виробництва. Дахи і навіси повинні регулярно очищатися від пилу.

При випуску металу і шлаку забороняється використання ковшів і виливниць з вологими матеріалами, оскільки в таких умовах обов'язково станеться викид або розбризкування металу (шлаку). На місцях розливання не повинно бути жодних горючих матеріалів. Ковші для сталі і шлаку повинні подаватися лише сухими. Щоб уникнути виплеску металу і шлаку ковші не доливають до верхньої кромки на відстань, вказану в цеховій інструкції.

У місцях можливого витоку або викиду рідкого металу доцільно робити захист металевих колон, що несуть. При цьому захист необхідно виконувати не на всю висоту колони, а на 1,5...2 м від рівня підлоги. Найефективніше захист колон виконувати вогнетривкою цеглиною або бетоном.

Нижня частина стін уконверторному відділенні повинна виконуватися із залізобетонних або керамзитобетонних панелей, а верхня може бути виконана з багатошарових панелей з утеплювачем, що не згорає. Висота нижньої залізобетонної частини стіни приймається 1,8...2,4 м залежно від

розмірів панелей.

Щоб уникнути пожежі на газових комунікаціях забороняється: користуватися факелом для відігрівання газопроводу і замкової арматури, а також для визначення місця витоку газу; застосовувати дерев'яні пробки для закриття штуцерів і отворів на газопроводах; споживати газ в разі падіння його тиску в газопроводі до значення  $<500$  Па; складати поблизу газопроводу горючі матеріали; підпалювати газ, що випускається при продуванні газопроводу.

Попередження виникнення в електричних мережах аварійних режимів (коротких замикань, перевантажень), які можуть викликати загоряння, здійснюється за допомогою спеціальних апаратів захисту – плавких запобіжників, автоматичних вимикачів, реле. Апарати захисту встановлюються в окремих пожежобезпечних приміщеннях для розподільних пристроїв і приладів.

Для попередження вибухів вся металева шихта перед завантаженням у конвертор повинна пройти піротехнічний контроль.

Для будівель до 6 поверхів категорії Г, до якої відносяться конверторні цехи, ступеню вогнестійкості II чи IIIа, площа поверху в межах пожежного відсіку не обмежується, тобто в протипожежних стінах немає необхідності[26].

Найбільша відстань до евакуаційного виходу не обмежується. Ширина доріг евакуації в світлу – не менше 1 м, дверей – не менше 0,8 м. Висота проходу на дорогах евакуації – не менше 2 м [26].

Для будівель конверторних цехів зовнішнє пожежогасіння не передбачене. Розрахункова кількість струменів на внутрішнє пожежогасіння – 2, тобто, кожна точка приміщення повинна зрошуватися двома струменями – по одному струменю з двох сусідніх стояків. Витрата води на один струмінь – 2,5 л/с [26, 27].

Внутрішнє пожежогасіння здійснюється за допомогою пожежних кранів. Пожежні крани встановлюються в цеху на висоті 1,35 м над підлогою

приміщення у виходів, на майданчиках, в проходах. Пожежні крани розміщуються в шафах, що мають отвори для провітрювання і мають напис ПК. Кожен пожежний кран забезпечується пожежним рукавом завдовжки 20 м і пожежним стволом[26, 27].

Для гасіння невеликих пожеж застосовують ручні вогнегасники. Конверторний цех рекомендується оснащувати наступними вогнегасниками: пінні або водні, ємністю 10л – 2шт. на 1800м<sup>2</sup> площі цеху; порошкові, ємністю 5л – 2 шт. на 800 м<sup>2</sup> ; вуглекислотні, ємністю 5 або 8 л – 2 шт. на 1800м<sup>2</sup> [28].

Вуглекислотні вогнегасники перш за все застосовують для гасіння пожеж електроустановок під напругою. Для цих цілей можна також використовувати порошкові вогнегасники.

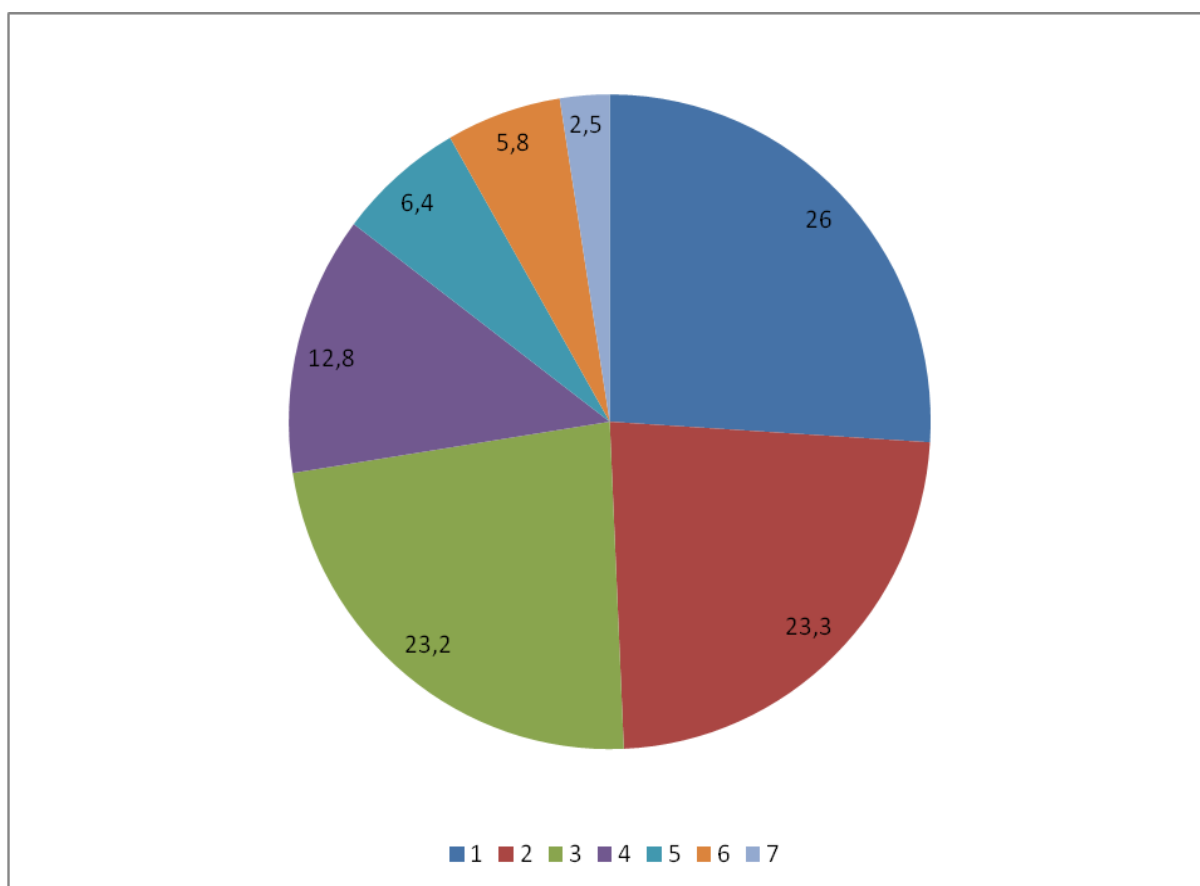
## **2 ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ**

### **2.1 Аналіз аварій у конверторному виробництві**

Розглянемо розподіл частоти аварій у конверторних цехах за системами, де вони мали місце, на основі табл. 1.1. Цей розподіл наочно показаний на діаграмі рис. 2.1.

Згідно [6] лідером по аварійних втратах у конверторних цехах є аварії у системі газоочистки – 16,8%. На цю систему взагалі приходить велика частка аварій – 23,2% від усієї кількості (рис. 2.1).

Є два принципово різних способу відводу конверторних газів – з допалюванням СО у котлі-утилізаторі і без такого (при цьому СО допалюється при викиді в атмосферу, на свічі).



1 – ківш; 2 – конвертор; 3 – газоочистка; 4 – водопостачання; 5 – механічне обладнання; 6 – електрообладнання; 7 – інші

Рисунок 2.1 – Розподіл аварій у конверторних цехах

З точки зору вибухобезпеки другий спосіб більш небезпечний, так як по всій системі газоочистки транспортується горючий газ, що містить 60...85% оксиду вуглецю і до 2% водню [30,31]. Температура газу на виході з конвертору змінюється від 1250 до 1700°C. Пожежонебезпечні властивості оксиду вуглецю надані у табл. 2.1. Тому при попаданні повітря до газоходу можливий вибух. Крім того, оксид вуглецю є отруйним газом. ГДК у повітрі робочої зони складає 20 мг/м<sup>3</sup>[32], у повітрі населених місць максимальна разова ГДК – 5 мг/м<sup>3</sup>, середньодобова – 3 мг/м<sup>3</sup>[33]. За стандартами США гранична порогова концентрація (середня за зміну) TLV– 29 мг/м<sup>3</sup>, максимально допустима MAC– 33 мг/м<sup>3</sup>[34].

В нашій країні застосовується спосіб відводу газів без допалювання.

При цьому завдяки запобіганню підсосу повітря в зазор між горловиною конвертера і котлом-утилізатором витрата газів, що очищаються зменшується в 3...4 рази, що знижує капітальні витрати на спорудження системи і експлуатаційні витрати [36].

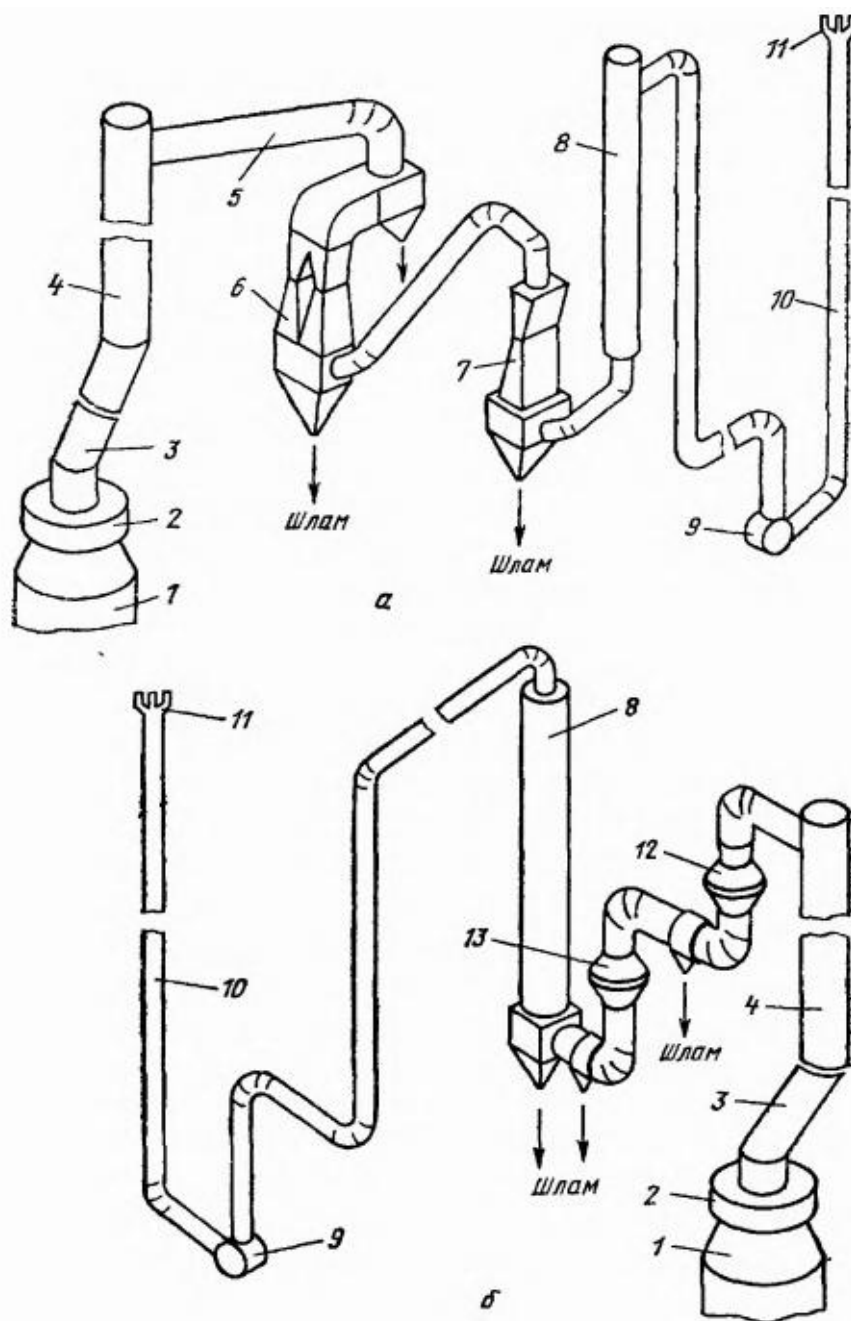
Таблиця 2.1 – Пожежонебезпечні властивості оксиду вуглецю [35]

Показник	Значення
Температура самозаймання, °С	605
Нижня концентраційна межа розповсюдження полум'я, %	12,5
Верхня концентраційна межа розповсюдження полум'я, %	74
Максимальний тиск вибуху, кПа	730
Нижча робоча теплота згоряння, кДж/м <sup>3</sup>	12 640

Як газоочисні пристрої знаходять застосування труби Вентурі в поєднанні з краплевловлювачами (мокра газоочистка), електрофільтри і тканинні фільтри (суха газоочистка), причому система очищення газів зазвичай включає два або більше послідовно встановлених газоочисних апарату. Для очистки конвертерних газів частіше застосовують апарати мокрої газоочистки. У нашій країні на підставі наявного досвіду визнано доцільним застосовувати порівняно надійні і прості в експлуатації труби Вентурі. Застосовують системи газоочистки з трубами Вентурі прямокутного або круглого перетину[36]. На рис. 2.2 показані дві такі системи.

При підсосі повітря в кесон ОКГ, в якому температура газів, що відводяться значно вище температури самозаймання СО (605°С), відбувається допалювання СО без небезпеки вибуху. Але в зонах газовідвідного тракту з меншою температурою, в яких потрапляння повітря вже не викликає допалювання, утворюється вибухонебезпечна суміш. При наявності запала (іскри, що містяться в газі, гарячі частинки пилу тощо) ця суміш може вибухати.

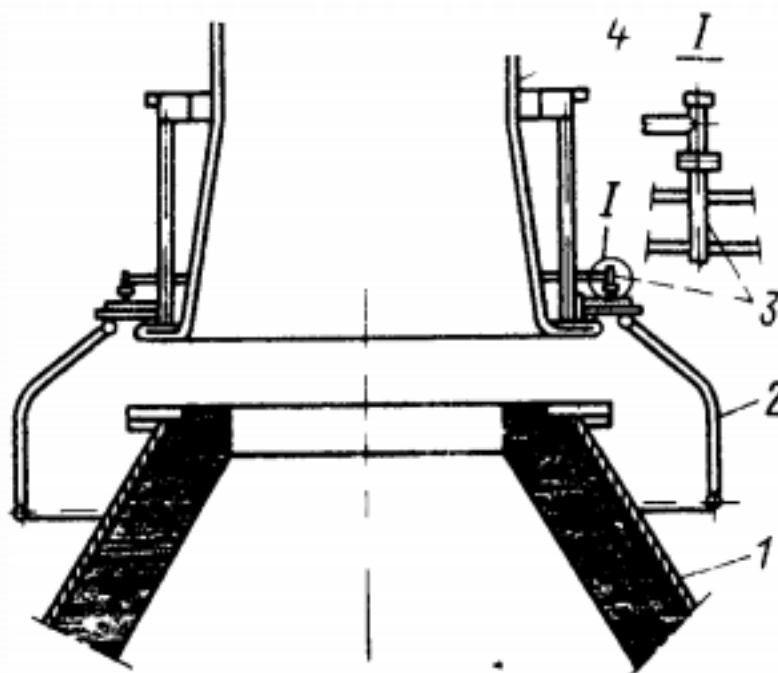




а – система з трубами Вентурі прямокутного перетину; б – система з трубами Вентурі круглого перетину

1 – конвертер; 2 – «спідниця»; 3 – кесон; 4 – вертикальний газохід; 5 – горизонтальний зрошувальний газохід; 6 – дві паралельні труби Вентурі прямокутного перетину; 7 – поодинокі труби Вентурі прямокутного перетину; 8 – краплевловлювач; 9 – димосос; 10 – труба; 11 – пристрій допалювання СО; 12, 13 – труби Вентурі круглого перетину

Рисунок 2.2 – Схеми очистки конвертерних газів із трубами Вентурі



1 – конвертор; 2 – «спідниця»; 3 – датчик тиску; 4 – ОКГ

Рисунок 2.3 – Схема ущільнення зазору між конвертором і кесоном

Для запобігання вибухам зазор між конвертором і кесоном герметизують. Найбільш поширені дві системи герметизації: система ІРСІД– КАФЛ, щорозроблена у Франції, і японська система ОГ. У системі ОГ герметизація забезпечується рухомою муфтою і подачею зазора зоту. Система ІРСІД –КАФЛ передбачає розміщення над конвертором підйомної дзвіноподібної «спідниці» (рис. 2.3) [37].

Розглянемо цю схему. Безпосередньо над конвертором розташована рухома «спідниця» 2, що може опускатися і забезпечувати герметичність з'єднання конвертора з кесоном 3. Останній виготовляють похилим, щоб забезпечити можливість встановлення фурми у конвертор. Гази з кесону потрапляють у газохід 4, що являє собою котел-утилізатор – охолоджувач конверторних газів (ОКГ).

Діаметр «спідниці» в 1,5-2,5 рази більше горловини і в нижньому положенні вона повинна перекивати горловину по висоті приблизно на 1м. Під спідницею автоматично підтримується невеликий надлишковий тиск, що

запобігає підсмоктуванню повітря в зазор між спідницею і конвертером. На підставі показань розташованого під «спідницею» датчика тиску автоматична система керування регулює перетин газовідвідного тракту, забезпечуючи необхідний надлишковий тиск. Вдосконалену систему ІРСІД – КАФЛ застосовують на вітчизняних заводах[37].

Для виключення утворення вибухонебезпечної суміші ще застосовують відповідну організацію відводу газів. При роботі конвертору чергуються продувки (коли по тракту проходять гази з великим вмістом СО) і періоди між продувками (коли по тракту протягується повітря). У проміжках між цими періодами по системі пропускають інертний газ, що повністю витісняє з тракту повітря або конверторні гази (рис. 2.4) [38].

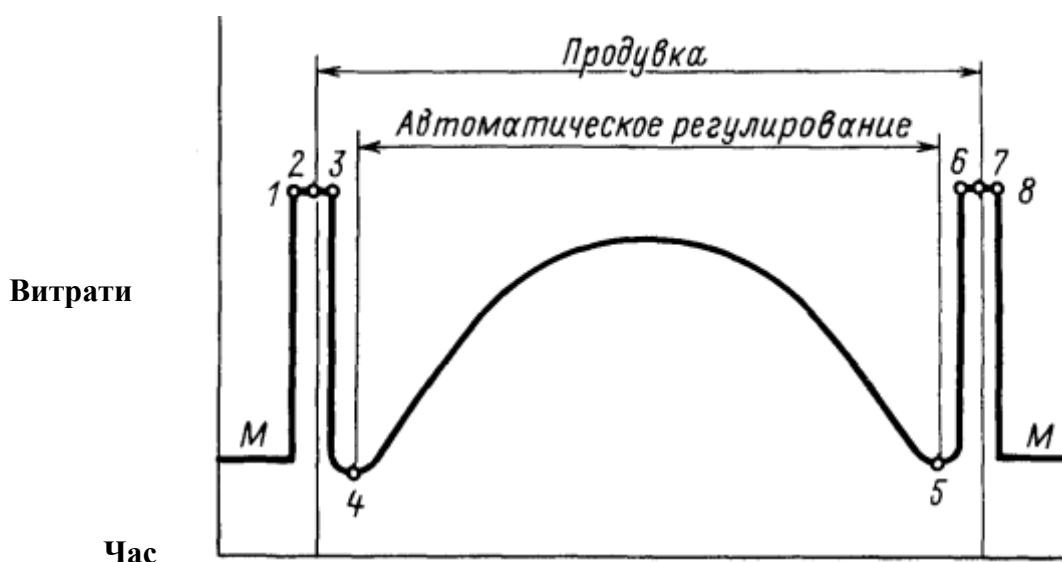


Рисунок 2.4 – Графік зміни витрат газів у залежності від періоду

Після закінчення попередньої продувки «спідниця» до моменту, відповідного точці 3, знаходиться в верхньому піднятому положенні. У міжпродувний період через тракт йде повітря в кількості, що відповідає ділянці М кривої. Перед початком продувки (в точці 1) продуктивність димососа збільшують до рівня 1-3. У точці 2 починається продувка, конверторні гази, що надходять при цьому в ОКГ, повністю згоряють. Після стійкого запалювання плавки (появи стійкого факела над

горловиною), але не пізніше, ніж через 1 хв. після початку продувки, «спідницю» опускають (точка 3) і включають систему автоматичного регулювання.

По мірі опускання «спідниці» зменшується кількість повітря, що відсмоктується, тому зростає кількість рухомих по тракту незгорілих газів. Таким чином, в період 2-4 по тракту рухається «тампон» спочатку з повністю згорілих (що не містять CO), а в кінці з неповністю згорілих (що не містять O<sub>2</sub>) газів. У точці 4 починається автоматичне регулювання, що виключає підсос повітря і в період 4-5 по тракту рухаються незгорілі конвертерні гази.

Незадовго до закінчення продувки в точці 5 починають підйом спідниці, відключаючи автоматичне регулювання і встановлюючи продуктивність димососа на рівні 6-8. При цьому зростає кількість повітря в ОКГ до повного допалювання конвертерних газів. У точці 7 продування припиняють, а в точці 8 знижують продуктивність димососа до рівня M, необхідного в міжпродувний період[38].

Якщо просумувати основні причини аварій, що пов'язані з ковшами (прогар футеровки ковша, прогар стакану, шибери, стопору, викиди з ковшу), отримаємо, що ними викликано найбільшу кількість аварій – 26% [6].

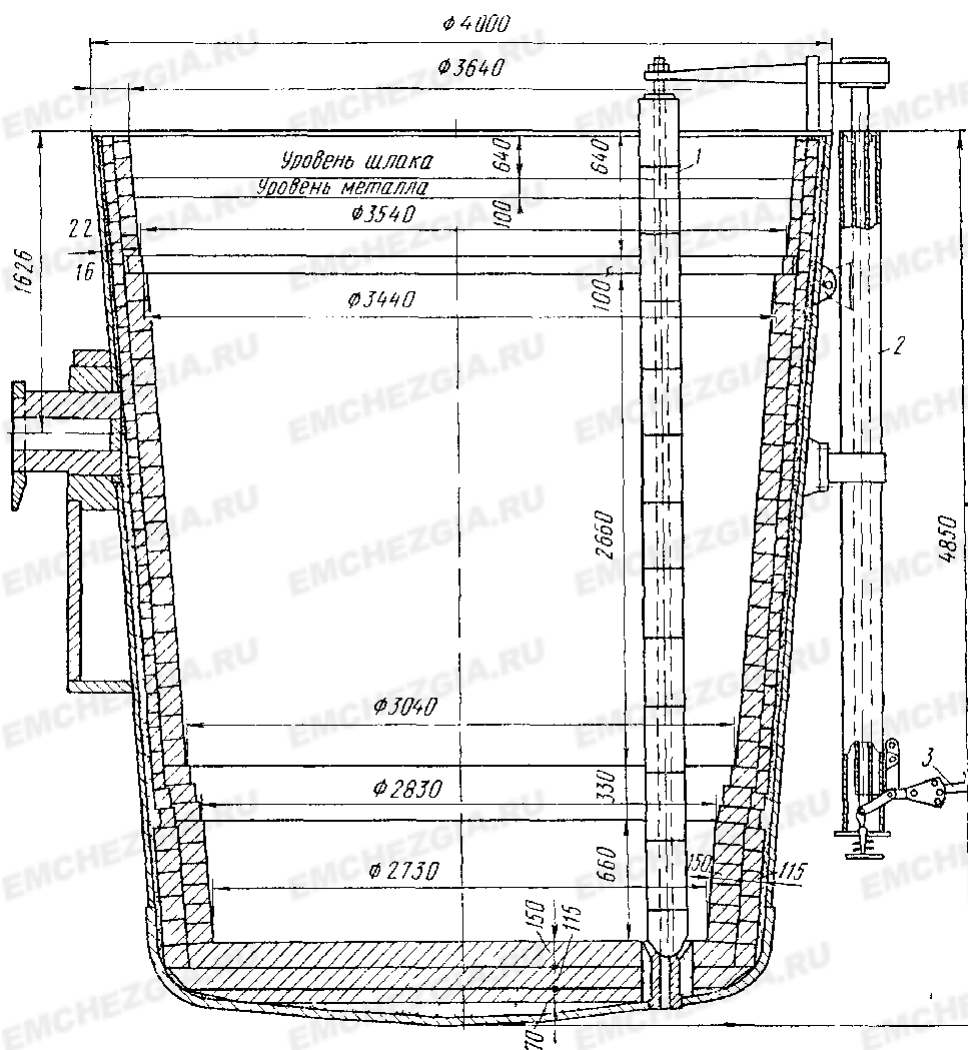
Зазвичай сталерозливний ківш має форму усіченого конуса з широкою основою вгорі і конусністю, що становить 50 мм на 1 м (рис.2.5). Об'єм сталерозливного ковшу повинен бути таким, щоб прийняти весь метал і близько 5% шлаку (від усього металу).

Між футеровкою і робочим шаром ковша прокладають арматурний шар з шамотної цегли. Останнім часом починають застосовувати ковші з набивної футеровкою. Стійкість футеровки ковша становить 10-20 плавок. Ремонт футерування зводиться до видалення включень металу, підмазки або торкретування особливо зношених місць і установці стакану і стопора. У дні ковша встановлюють стакан 5 з отвором, що прикриваються пробкою 3 стопору (рис. 2.6). Стакан з вогнетривкої маси встановлюється в гніздо фасонної цегли 4. У ковшах ємністю до 100 т застосовують шамотні стакани,

шамотні з магнезитою втулкою або з магнезитою набиванням всередині каналу. У ковшах більшої ємності застосовують магнезитові стакани [39].

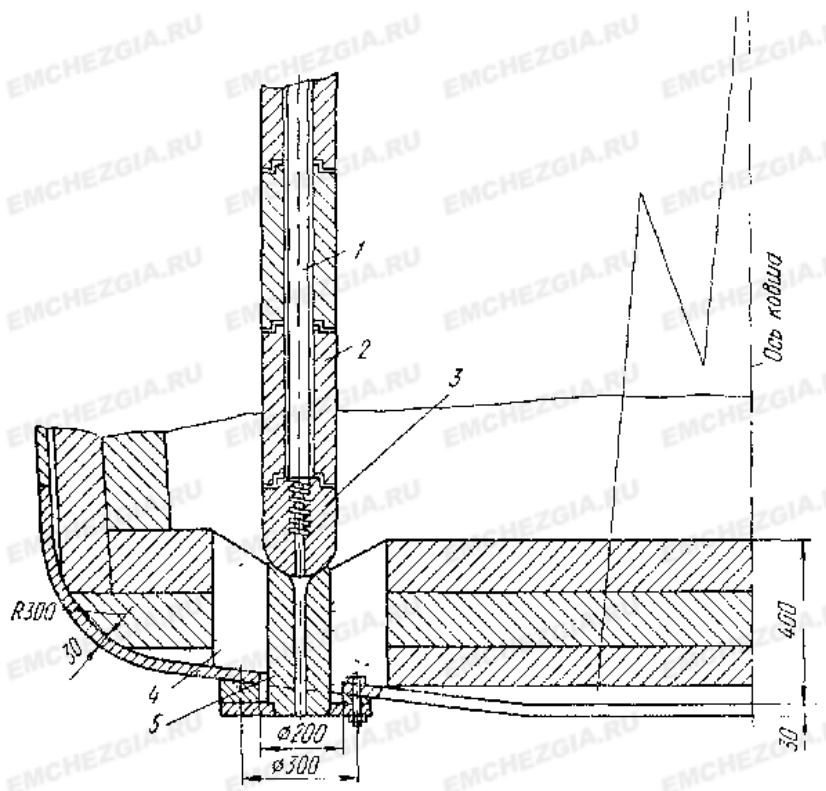
Стопор ковша – це стрижень 1 діаметром 40-50 мм з натягнутими на нього шамотними трубками (стопорними катушками) 2 (рис 2.6).

Верхній кінець стержня гайками кріпиться на стопорному механізмі, за допомогою якого вручну або механізованим способом стопор ковша переміщається по вертикалі. На нижньому кінці стержня на різьбі або за допомогою клинового з'єднання кріплять пробку стопора.



1 – стопор; 2 – механізм переміщення стопору; 3 – рукоятка

Рисунок 2.5 – Сталерозливний ківш ємністю 220 т



1 – стрижень; 2 – стопорні котушки; 3 – пробка стопору; 4 – гніздо; 5 – стакан

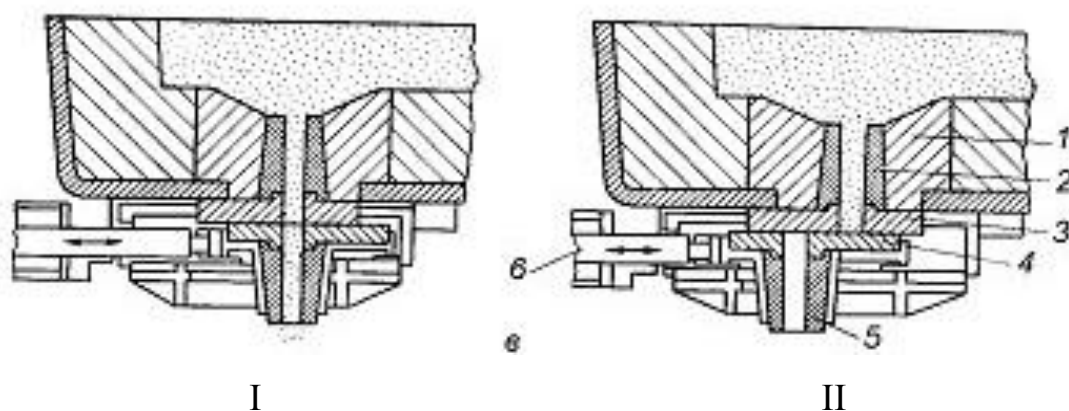
Рисунок 2.6 – Установка стопору в ковші

Для прискорення і забезпечення нормального розливання в ковші іноді встановлюють два стопори. Якість поверхні злитка в значній мірі визначається підтриманням оптимального режиму наповнення виливниці. Забезпечити дотримання такого режиму, особливо на великих ковшах при ручному переміщенні стопорного механізму, важко. Дистанційне керування підйомом стопора, полегшуючи умови праці розливників, одночасно дозволяє строго дотримуватися заданого режиму наповнення виливниці з ковша[39].

Головні недоліки стопорного пристрою – висока витрата вогнетривів, великий обсяг робіт з підготовки стопорів і часті аварії під час розливання (приварювання і відрив пробки, деформація і переїдання стопора і ін.).

В останні роки металургійні підприємства перейшли до використання сталерозливних ковшів, обладнаних шибєрними затворами (рис.2.7). Плити

шиберного затвора з корунду або периклазу дозволяють розливати від однієї до трьох плавок[40].



I – відкрите положення; II – закрите положення  
 1 – гнездовацягла; 2 – розливний стакан; 3 – нерухома плита; 4 – рухома плита; 5 – стакан-колектор; 6 – шток гідроциліндра

Рисунок 2.7 – Шиберний затвор

При прогарі футеровки ковшу, стакану, шибера, стопору, рекомендується припинити розливу металу (якщо вона йде) і закрити стопор або шибера. Злити метал в інший ківш, або в аварійну ємність.

Знизити імовірність прогару футеровки ковшу можна використовуючи монолітну футеровку, що виготовляється набиванням, трамбуванням, литтям, торкретуванням, вібраційним ущільненням і віброударним формуванням. Зараз частіше застосовують набивну і наливну футеровки. Стійкість робочого шару футеровки з алюмосилікатних вогнетривів формованих і наливних становить 10-15 плавок, а набивних до 20 плавок. [41].

Слід мати на увазі, що збільшення температури металу тільки на 1°C знижує стійкість шамотної футеровки шлакового пояса на 3-4 плавки. Якщо її підвищують на 30-70°C, наприклад, при безперервному розливанні, то футеровку цієї ділянки необхідно виконувати з більш стійких периклазохромітових вогнетривів.

Зі збільшенням вмісту вуглецю у сталі стійкість футеровки

підвищується. Більш ніж в 2 рази знижується стійкість футеровки при вакуумуванні сталі в ковші. Обов'язковими умовами для основних і глиноземистих вогнетривів є підтримання температури між плавками в межах 800-1000°C, а перед прийомом металу – 1000-1200°C. Для цього ковші обладнають теплоізоляційними кришками, футерування підігрівають пальниками і збільшують оборотність ковшів [41].

Прогар футеровки, стопора, стакану або шибери може викликати вихід сталі з ковшу, попадання рідкого металу на підлогу. . Машиніст сталевозу зобов'язаний швидко вивезти прогорілий ківш в розливний проліт, а машиніст найближчого розливного крана– підняти ківш зі сталевозу, опустити на півметра від підлоги і, рухаючись посередині прольоту з попереджувальними сигналами, довести його до запасного ковшу, перелити в нього сталь і зі справним ковшем повернутися до конвертеру для закінчення випуску плавки [42].

Прибирання в прольоті гарячого аварійного скрапу є небезпечним. Охолоджувати його водою зі шланга треба обережно, з перервами, щоб вона на скрапі википала, не затікала під плитковий настил підлоги на ґрунт. Погано закріплений скрап може зірватися з гачка крана, накрити оголений вологий ґрунт і викликати вибух. Громіздкі шматки скрапу треба порізати на частини для зручності навантаження на залізничну платформу [42].

Підсумовуючі сказане, можна зробити висновок, що для запобігання аваріям у конверторному цеху треба особливу увагу наділяти трьом основним елементам системи: конвертору, ковшу і газоочистці, на частку яких приходить майже 3/4 всіх аварій.

## **2.2 Аналіз нещасних випадків у конверторних цехах**

Характерними травмами у конверторних цехах є опіки, удари і поранення. Опіки заподіюють бризки металу і шлаку: при роботі розливальників в несправних спецодязі і спецвзутті; без наголовних металевих сіток або захисного екрана з органічного скла, без окулярів-



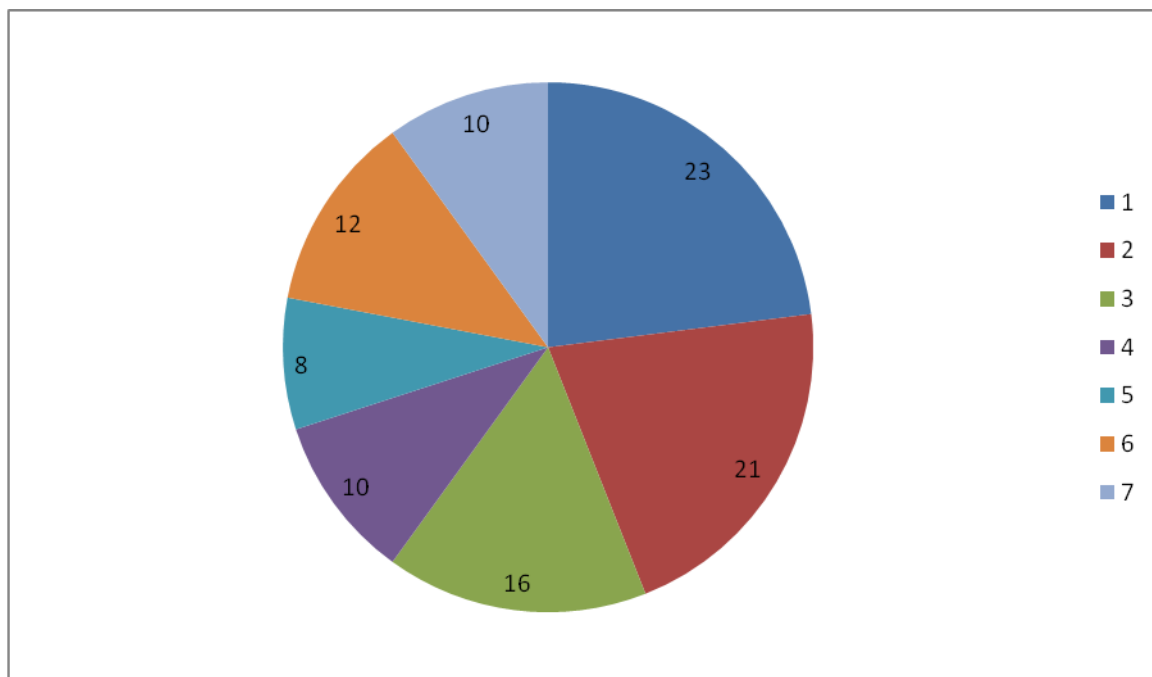
світлофільтрів з синього кобальтового скла; при розливанні сталі неорганізованим струменем; неточному наїзді ковша на состав і попаданні струменя сталі на виливницю або візок; при необережному поводженні з технологічним киснем під час прочищення стакану в ковші; при використанні вологої ложки; прогарі стопора і викиді його з ковша; засипці в виливницю вологої екзотермічної суміші; при фонтануванні сталі у виливниці.

Причиною ударів і поранень працюючих найчастіше бувають незадовільне утримання робочих місць, розкиданий інструмент, вибитий настил підлоги, несправні маршові сходи, недостатньо освітлені проходи, ходіння в недозволених місцях тощо[42].

У Федерації профспілок зазначають, що 70% смертельних випадків в цілому по промисловості викликані чотирма видами подій: падіння потерпілого, в тому числі з висоти (23%); падіння, обрушення, обвалення предметів, ґрунту, породи (21%); вплив предметів, що розлітаються (вибух газових балонів, руйнування агрегатів, відліт окалини тощо) (16%), порушення техніки безпеки (10%). Інші причини: ДТП на службовому транспорті – 8%, порушення технологічного процесу – 12%, або трудової дисципліни (були нетверезими на роботі) – 6%. У 2% випадків була виявлена вина керівників, які не забезпечили безпечні умови праці (рис. 2.8) [43].

У конверторних цехах, як і у металургії взагалі та у всій промисловості України найчастіше трапляються механічні травми – переломи, поранення, вивихи, струси тощо. Більший відсоток опіків пояснюється специфікою роботи з розплавленими матеріалами і розпеченими поверхнями.

Основні причини нещасних випадків у металургії, згідно [44] пов'язані з недоліками обладнання, низьким рівнем механізації і автоматизації – близько 33% від усіх причин, а також з відсутністю, несправністю або недосконалістю засобів колективного захисту: майданчиків, мостиків, огорож, сигналізації – майже 30% причин.



1 – падіння потерпілого; 2 – падіння, обрушення, обвалення предметів, ґрунту, породи; 3 – вплив предметів, що розлітаються; 4 – порушення техніки безпеки; 5 – ДТП на службовому транспорті; 6 – порушення технологічного процесу; 7 – інші причини

Рисунок 2.8 – Розподіл смертельних нещасних випадків за видами подій

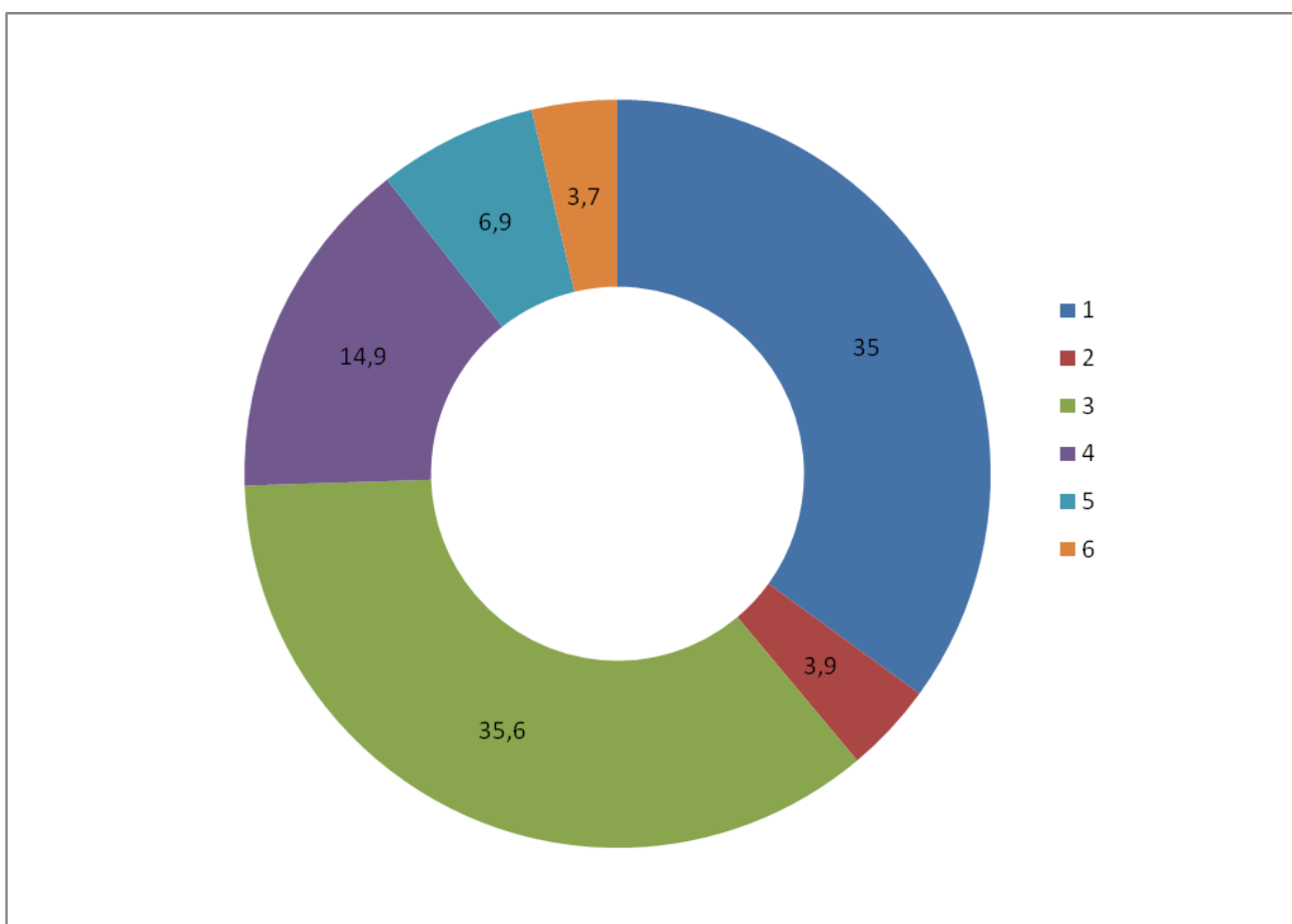
Розподіл причин нещасних випадків у металургії наданий у таблиці 2.2. і рис. 2.9.

Підсумовуючи викладене у підрозділі, у табл. 2.2, рис. 2.8 і 2.9 можна зробити висновок, що у конверторному цеху для запобігання нещасним випадкам треба особливу увагу наділяти :

- стану проходів, сходів, майданчиків з точки зору унеможливлення падіння;
- наявності і справності огорожень;
- безпеці пересування цехового транспорту, у тому числі мостових кранів, сталевозів і шлаковозів;
- безпеці випуску сталі з конвертору у ківш і розливання сталі у вилівниці.

Таблиця 2.2 – Розподіл нещасних випадків у металургії України за причинами[44]

Причини нещасних випадків	Відсоток від загальної кількості, %
<b>Відсутність або недосконалість запобіжної техніки, у тому числі:</b>	<b>35,0</b>
Майданчиків, мостиків, переходів тощо	20,1
Огорож	6,0
Засобів індивідуального захисту	5,8
Сигналізації	3,1
<b>Несприятливі умови праці, у тому числі:</b>	<b>3,9</b>
Небезпечні габарити	2,9
Недостатнє освітлення	0,4
Тіснота і захаращення	0,3
Відсутність або невідповідність місць відпочинку	0,3
<b>Недоліки обладнання і організації виробництва, у тому числі:</b>	<b>35,6</b>
Обладнання	22,9
Механізації та автоматизації	10,0
Невідповідні сировина і матеріали	1,3
Порушення технологічного режиму	1,2
Недоліки будівель	0,2
<b>Виконання робіт неправильними методами, у тому числі:</b>	<b>14,9</b>
Застосування небезпечних способів роботи	9,4
Відсутність нагляду за працівниками	3,1
Наявність людей у небезпечних місцях	1,7
Неправильна організація праці	0,7
<b>Неправильні дії постраждалих, у тому числі:</b>	<b>6,9</b>
Порушення особистої безпеки	3,5
Застосування небезпечних прийомів роботи	1,6
Помилкові дії	1,3
Відпочинок у небезпечних місцях	0,5
<b>Неправильні дії інших осіб, у тому числі:</b>	<b>3,7</b>
Порушення правил безпеки	2,1
Небезпечні дії	1,6



1 – відсутність або недосконалість запобіжної техніки; 2 – несприятливі умови праці; 3 – недоліки обладнання і організації виробництва; 4 – виконання робіт неправильними методами; 5 – неправильні дії постраждалих; 6 – неправильні дії інших осіб

Рисунок 2.9 – Розподіл нещасних випадків у металургії за причинами

### 2.3 Аналіз професійних і професійно обумовлених захворювань

В Україні найбільш розповсюджені професійні захворювання органів дихання, що викликаються, насамперед, фіброгенним пилом – пневмоконіози, фібрози, пилові бронхіти – 45,4% від загальної кількості профзахворювань. За 9 місяців 2019 року зафіксовано 1314 випадків таких хвороб [45].

На захворювання опорно-рухового апарату припадає 25,1%, 728 випадків. Це радикуліт, остеохондроз, артрити тощо. Професійне зниження

слуху – 14,9 % (430 випадків).Вібраційна хвороба – 7,3 % (211 випадків) [45].

Професійні захворювання, що імовірні у конверторному цеху згідно переліку професійних захворювань, надані у табл. 2.3.[46].

Таблиця 2.3 – Перелік професійних захворювань, підвищений ризик яких має місце у конверторному цеху

Найменування захворювання	Небезпечні та шкідливі речовини і виробничі фактори
1	2
Токсичне ураження органів дихання: ринофаринголарингіт, ерозія, перфорація носової перетинки, трахеїт, бронхіт, пневмоніт, токсичний фіброзуючийальвеоліт, пневмосклероз тощо	Оксиди азоту, сірка та її сполуки, хром та його сполуки
Кон'юнктивіти (гострий, хронічний)	Сірка та її сполуки, оксиди азоту
Кератокон'юнктивіт	Сірка та її сполуки, оксиди азоту
Пневмоконіоз	Пил з вмістом вуглецю; пил металів та їх оксидів
Коніотуберкульоз (пневмоконіоз, пов'язаний з туберкульозом)	Пил з вмістом вуглецю; пил металів та їх оксидів
Хронічний бронхіт: пиловий, токсико-пиловий	Виробничий пил
Емфізема-бронхіт	Виробничий пил
Катаракта	Інфрачервоне випромінювання
Перегрівання: гостре (тепловий удар, теплова непритомність, теплові судоми тощо) та хронічне (вегетативно-судинна дисфункція з порушенням терморегуляції, електролітного обміну)	Висока температура повітря та інтенсивне інфрачервоне випромінювання

Закінчення таблиці 2.3

1	2
Нейросенсорна тугоухість	Високий рівень звукового тиску
Алергічні захворювання:	Речовини та сполуки алергізуючої дії (сполуки кобальту, хрому, марганцю, нікелю, пил вогнетривів)

Порівняння рівня професійної захворюваності, виявленої в Україні, з відповідними даними по країнах Європи свідчить, що в Україні цей показник набагато нижче (при тому, що умови праці у нас набагато гірше, ніж в розвинених країнах Європи). Якщо в Швеції річна кількість випадків профзахворювань на 100 тис. працюючих становить 323,1, Ізраїлі – 194,8, Норвегії – 123, Іспанії – 42,6, Німеччині – 37,3, Австрії – 27,4, Словаччині – 18,0, в середньому по країнах Європи – 30,1, то в Україні цей показник дорівнює 13,3[47].

Це парадоксальне явище можна пояснити різними факторами, серед яких – ставлення до проблеми виявлення професійних захворювань з боку держави, рівень фінансування охорони здоров'я та охорони праці, визначення пріоритетності медичного обслуговування та соціального захисту працюючого населення і, нарешті, різними підходами до визначення критеріїв діагностики професійного захворювання. Отже, в Україні офіційна статистика виявляє, так би мовити, лише вершину айсберга професійної захворюваності. Більша її частина свідомо чи несвідомо не реєструється або приховується.

Найчастіше виявляються такі форми професійної патології: захворювання пилової етіології (пневмоконіози, хронічні пилові бронхіти) – 60% від загальної кількості захворювань; захворювання опорно-рухового апарату (радикулопатії, остеохондрози, артрити, артрози, тендовагініти і т. д.), вібраційна хвороба, нейросенсорна тугоухість та захворювання, викликані впливом хімічних речовин[47].

Разом з тим, як свідчать дані офіційної статистики, останнім часом майже не реєструються професійні захворювання шкіри, бурсити, гострі отруєння, електроофтальмія, перегрів. Перешкоджає своєчасному виявленню профзахворювань низька якість медоглядів, недостатня забезпеченість клініко-діагностичної бази, некваліфікованість лікарів з питань медицини праці та профзахворювань[47].

Нема причин вважати, що з виявленням профзахворювань у конверторних цехах справа йде краще, ніж в цілому по країні. Але, все ж таки, порівнюючи статистичні дані і перелік імовірних профзахворювань у конверторних цехах, можна виявити «слабкі ланки» щодо джерел цих захворювань.

Проте, плануючи відповідні заходи треба враховувати професійно обумовлені захворювання, тобто хвороби, на виникнення котрих впливає декілька факторів, але імовірність захворювання ними на об'єкті (у даному випадку – в конверторному цеху) вище, ніж в середньому по країні. Тобто шкідливі виробничі чинники підвищують імовірність виникнення професійно обумовлених захворювань. Професійно обумовлена захворюваність підвищується зі зростанням стажу роботи.

До професійно обумовлених хвороб у конверторних цехах можна віднести артеріальну гіпертензію, ішемічну хворобу серця, інфаркт міокарду, простудні захворювання та пневмонію.

На розвиток гіпертензії впливає несприятливий мікроклімат, робота у нічні зміни, значні і тривалі фізичні навантаження, у тому числі понаднормова робота, наявність у повітрі оксиду вуглецю (II) [48].

Артеріальна гіпертензія, в свою чергу, може призвести до ішемічної хвороби серця та інфаркту міокарду.

Високий ризик простудних захворювань та пневмонії викликає робота в умовах, коли різко змінюється температура повітря та рівень інфрачервоного випромінювання та коли вони різні у різних точках робочої зони.

Для оцінки планування заходів профілактичного характеру застосовується поняття «категорія ризику», засноване на розрахунку індексу професійного захворювання ( $I_{пз}$ ). Його визначають за формулою[49]:

$$I_{пз} = \frac{1}{K_p K_v} \quad (2.1)$$

де  $K_p$  – категорія ризику;  $K_v$  – категорія важкості.

Категорії ризику  $K_p$  дорівнюють 1, 2 і 3 для частоти виявлення професійних захворювань більше 10%, 1-10% і менше 1%, відповідно (для ранніх ознак професійних хвороб більше 30%, 3-30% і менше 3%)[49].

Категорії важкості  $K_v$  на основі медичного прогнозу професійних захворювань і типу непрацездатності наступні:

$K_v = 1$  – непрацездатність, прогресуюча навіть при відсутності подальшої експозиції і обумовлює зміну професії;

$K_v = 2$  – постійна непрацездатність або необхідність зміни професії;

$K_v = 3$  – постійна помірна непрацездатність;

$K_v = 4$  – важка тимчасова непрацездатність;

$K_v = 5$  – помірна тимчасова непрацездатність або лікарняний лист менше 3 тижнів.

Значення  $I_{пз}$  для конкретного профзахворювання лежать у межах від 0,067 (для  $K_p = 3$  і  $K_v = 5$ ) до 1 (для  $K_p = K_v = 1$ ).

Якщо є ризик розвитку декількох професійних захворювань, їх індекси підсумовуються :

$$I_{сум} = \sum I_{пзі} \quad (2.2)$$

За показниками, підрахованими за формулами (2.1) або (2.2) визначають клас робіт згідно Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [50]. Для кожного класу визначається категорія ризику і відповідний вплив умов праці на робітника (табл. 2. 4).

Таблиця 2.4 – Категорії професійного ризику в залежності від індексу



профзахворювань [49]

Індекс професійного захворювання $I_{пз} (I_{сум})$	Клас умов праці згідно Гігієнічної класифікації	Категорія ризику, характеристика умов праці
1	2	3
-	Оптимальний 1	Ризик відсутній. Зберігається не лише здоров'я працівників, а й створюються передумови для підтримання високого рівня працездатності.
< 0,07	Допустимий 2	Зневажливо малий. Гігієнічні нормативи не перевищуються.
0,07...0,11	Шкідливий 3.1	Помірний ризик. Збільшується ризик погіршення здоров'я, у тому числі й виникнення професійних захворювань.
0,12...0,24	Шкідливий 3.2	Середній ризик. Зростання виробничо-обумовленої захворюваності та появи окремих випадків професійних захворювань.
0,25...0,49	Шкідливий 3.3	Високий ризик. Зростання хронічної захворюваності (виробничо-обумовленої та захворюваності з тимчасовою втратою працездатності), розвиток професійних захворювань.
0,5...1	Шкідливий 3.4	Дуже високий ризик. Значне зростання хронічної патології та рівнів захворюваності з тимчасовою втратою працездатності, а також до розвитку тяжких форм професійних захворювань.

Закінчення таблиці 2.3

1	2	3
> 1	Небезпечний 4 (екстремальний)	Надвисокий ризик для життя. Створюється загроза для життя, високий ризик виникнення гострих професійних уражень. Роботи проводяться тільки за спеціальними регламентами і/або за безперервного моніторингу стану організму

Межі між класами шкідливих (3.4) і екстремальних (4) умов праці відповідають наступні значення медико-біологічних показників[49]:

- а) загально соматичні і мутаційні порушення – відносний ризик понад 5%;
- б) прискорене старіння і скорочення життя на 10 років і більше;
- в) ризик професійно обумовленої смертності – понад 7%.

Згідно [50] можна виділити основні шкідливі фактори конверторного виробництва і віднести роботу працівників тій чи іншій професії до відповідного класу. У табл. 2.5 надані умови, за яких класифікують умови праці.

Таблиця 2.5 – Класи умов праці залежно від наявності шкідливих чинників

Шкідливий фактор	Класи умов праці					
	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1	2	3	4	5	6	7
Пил фіброгенної дії	≤ГДК	1,1...2	2,1...5,0	5,1...10,0	>10,0	-
Сполуки хрому, нікелю	≤ГДК	1,1-3,0	3,1-6,0	6,1-10,0	10,1-20,0	>20,0

Закінчення таблиці 2.5

1	2	3	4	5	6	7
Оксид вуглецю СО	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-4,0	4,1-6,0	6,1-10,0	>10,0
Оксиди азоту	≤ГДК	1,1-2,0	2,1-5,0	5,1-10,0	10,1-50,0	>50,0
Рівень звуку, дБА	≤ГДР	до 85	до 95	до 105	до 115	>115
Температура повітря, перевищення ГДР, °С	нема	0,1...3,0	3,1...6,0	6,1...9,0	9,1...12,0	-
Теплове випромінювання, Вт/м <sup>2</sup>	До 140	141-1500	1501-2000	2001-2500	2501-3500	>3500

## 2.4 Розрахунок індексу профзахворювань і визначення класу умов праці

Розрахуємо індекс профзахворювань і визначимо клас умов праці за гігієнічною класифікацією для різних професій конверторного виробництва.

1. **Сталевар.** Імовірні профзахворювання – захворювання органів дихання (пневмоконіоз, пиловий бронхіт), гострий і хронічний перегрів (тепловий удар, вегетативно-судинна дисфункція з порушенням терморегуляції). Згідно статистичних даних приймаємо частоту виявлення захворювань органів дихання менше 1%, перегріву – від 1 до 10%.

Відповідно коефіцієнти ризику:

- захворювань органів дихання  $K_{p1} = 3$ ;
- перегріву  $K_{p2} = 2$ .

Коефіцієнти важкості:

- захворювань органів дихання  $K_{в1} = 1$  (непрацездатність, прогресуюча навіть при відсутності подальшої експозиції і обумовлює зміну професії);

- перегріву  $K_{в2} = 5$  (помірна тимчасова непрацездатність або лікарняний лист менше 3 тижнів).

За формулою (2.1) знаходимо індекси профзахворюваності:

$$I_{пз1} = \frac{1}{3 \cdot 1} = 0,333$$

$$I_{пз2} = \frac{1}{2 \cdot 5} = 0,1$$

Сумарний індекс за формулою (2.2):

$$I_{сум} = 0,333 + 0,1 = 0,433$$

Як показано у табл. 2.3 умови праці відповідають класу 3.3.

З іншого боку з табл. 1.2 маємо концентрацію фіброгенного пилу 6ГДК – клас 3.3; концентрацію оксиду вуглецю 1,4ГДК – клас 3.1, шум 79 дБА – 2 клас; температуру повітря беремо за даними [15] 36°C – клас 3.3; теплове випромінювання 12100 Вт/м<sup>2</sup> – клас 4.

Таким чином, професію сталевара треба віднести до 4 класу – екстремальні умови праці.

**2. Машиніст мостового крану.** Імовірні профзахворювання – захворювання опорно-рухомого апарату (радикуліт та ін.); гострий і хронічний перегрів (тепловий удар, вегетативно-судинна дисфункція з порушенням терморегуляції). Згідно статистичних даних приймаємо частоту виявлення захворювань опорно-рухомого апарату і перегріву – від 1 до 10%. Відповідно коефіцієнти ризику:

$$K_{р1} = K_{р2} = 2$$

Коефіцієнти важкості:

- захворювань опорно-рухомого апарату  $K_{в1} = 3$  (постійна помірна непрацездатність);
- перегріву  $K_{в2} = 5$  (помірна тимчасова непрацездатність або лікарняний лист менше 3 тижнів).

За формулою (2.1) знаходимо індекси профзахворюваності:

$$I_{пз1} = \frac{1}{2 \cdot 3} = 0,167$$

$$I_{пз2} = \frac{1}{2 \cdot 5} = 0,1$$

Сумарний індекс за формулою (2.2):

$$I_{сум} = 0,167 + 0,1 = 0,267$$

Згідно табл. 2.3 клас умов праці – 3.3.

З іншого боку з зі статистичних даних маємо концентрацію фіброгенного пилу, як і у сталевара 6ГДК – клас 3.3; концентрацію оксиду вуглецю 1,4ГДК – клас 3.1, шум 90 дБА – клас 3.1; температуру повітря 34°C – клас 3.2; теплове випромінювання близько 2000 Вт/м<sup>2</sup> – клас 3.2.

Таким чином, професію машиністу крану треба віднести до 3.3 класу – шкідливі умови праці.

3. **Міксерник.** Імовірні профзахворювання – захворювання органів дихання (пневмоконіоз, пиловий бронхіт); гострий і хронічний перегрів (тепловий удар, вегетативно-судинна дисфункція з порушенням терморегуляції). Згідно статистичних даних приймаємо частоту виявлення захворювань органів дихання менше 1%, перегріву – більше 10%. Відповідно коефіцієнти ризику:

- захворювань органів дихання  $K_{p1} = 3$ ;
- перегріву  $K_{p2} = 1$ .

Коефіцієнти важкості:

- захворювань органів дихання  $K_{в1} = 1$  (непрацездатність, прогресуюча навіть при відсутності подальшої експозиції і обумовлює зміну професії);
- перегріву  $K_{в2} = 5$  (помірна тимчасова непрацездатність або лікарняний лист менше 3 тижнів).

За формулою (2.1) знаходимо індекси профзахворюваності:

$$I_{пз1} = \frac{1}{3 \cdot 1} = 0,333$$

$$I_{пз2} = \frac{1}{1 \cdot 5} = 0,2$$

Сумарний індекс за формулою (2.2):

$$I_{\text{сум}} = 0,333 + 0,2 = 0,533$$

Згідно з табл. 2.3 умови праці відповідають класу 3.4.

З іншого боку з табл. 1.2 маємо концентрацію фіброгенного пилу 5ГДК – клас 3.2; шум 84 дБА – 3.1 клас; температуру повітря 36°C – клас 3.3; теплове випромінювання 27000 Вт/м<sup>2</sup> – клас 4.

Таким чином, професію міксерника треба віднести до 4 класу – екстремальні умови праці.

## **3 ПРОЄКТНИЙ РОЗДІЛ**

### **3.1 Проєктування заходів і засобів захисту від шкідливих або небезпечних виробничих факторів**

#### **3.1.1 Підвищення стійкості сталерозливного ковша**

Як вже було сказано, найчастіше причиною аварій у конверторному цеху стають несправності сталерозливного ковшу (26% від загальної кількості аварій) – прогар футеровки, стакану, стопору або шибєру, викиди шлаку і металу. Все це може спричинити нещасні випадки з важкими наслідками.

Один із засобів боротьби з цим явищем – застосування надійної футеровки, що здібна витримати велику кількість плавок.

У магістерському проєкті пропонується застосовувати для випуску сталі шибєрний затвор замість стопорного пристрою – більш надійний і стійкий.

Футерування сталерозливного ковшу розробляємо на основі досвіду комбінату «Азовсталь» [51]. Окремо розглянемо шлаковий пояс, футеровку стін ковша, днища, бойного місця (де струмінь сталі падає на днище при заповнюванні ковшу), гнізда стакану, продувальної пробки. Схема футеровки надана на рис. 3.1.

При експлуатації ковшів спостерігається підвищений знос шлакового поясу, особливо на межі шлак – метал. Для збільшення терміну служби

футеровки поясу рекомендуються 2 заходи [51]:

- Застосування периклазовуглецевих вогнетривів;
- Коректування складу шлаку у ковші флюсом.

На рівні шлакового поясу приймаємо 3 шари футеровки. Всередині – периклазовуглецевий вогнетрив марки DALCARP 14H, товщиною 230 мм. Другий шар – буферний, з дрібнозернистого мертелю DALRAMP803L, товщиною 5 мм. Третій шар – заливка на основі оксиду алюмінію, товщиною 100 мм.

Для корегування складу шлаку застосовують флюс марки DALSLAG PL 66. Присадка флюсу в середньому кількості 240 кг на плавку збільшує вміст MgO в шлаку до 10%, що дозволяє істотно збільшити стійкість периклазовуглецевих вогнетривів в шлаковому поясі при збереженні необхідного ступеня десульфурзації металу в сталерозливних ковшах. Зниження швидкості зносу вогнетривних виробів відбувається, по-перше, за рахунок досягнення в шлаку максимальної концентрації насичення MgO, що створює термодинамічний бар'єр розчинення в шлаку MgO з футерування, а по-друге, за рахунок формування на поверхні футеровки захисного гарнісажного шару в міру випуску металу з сталерозливного ковша.

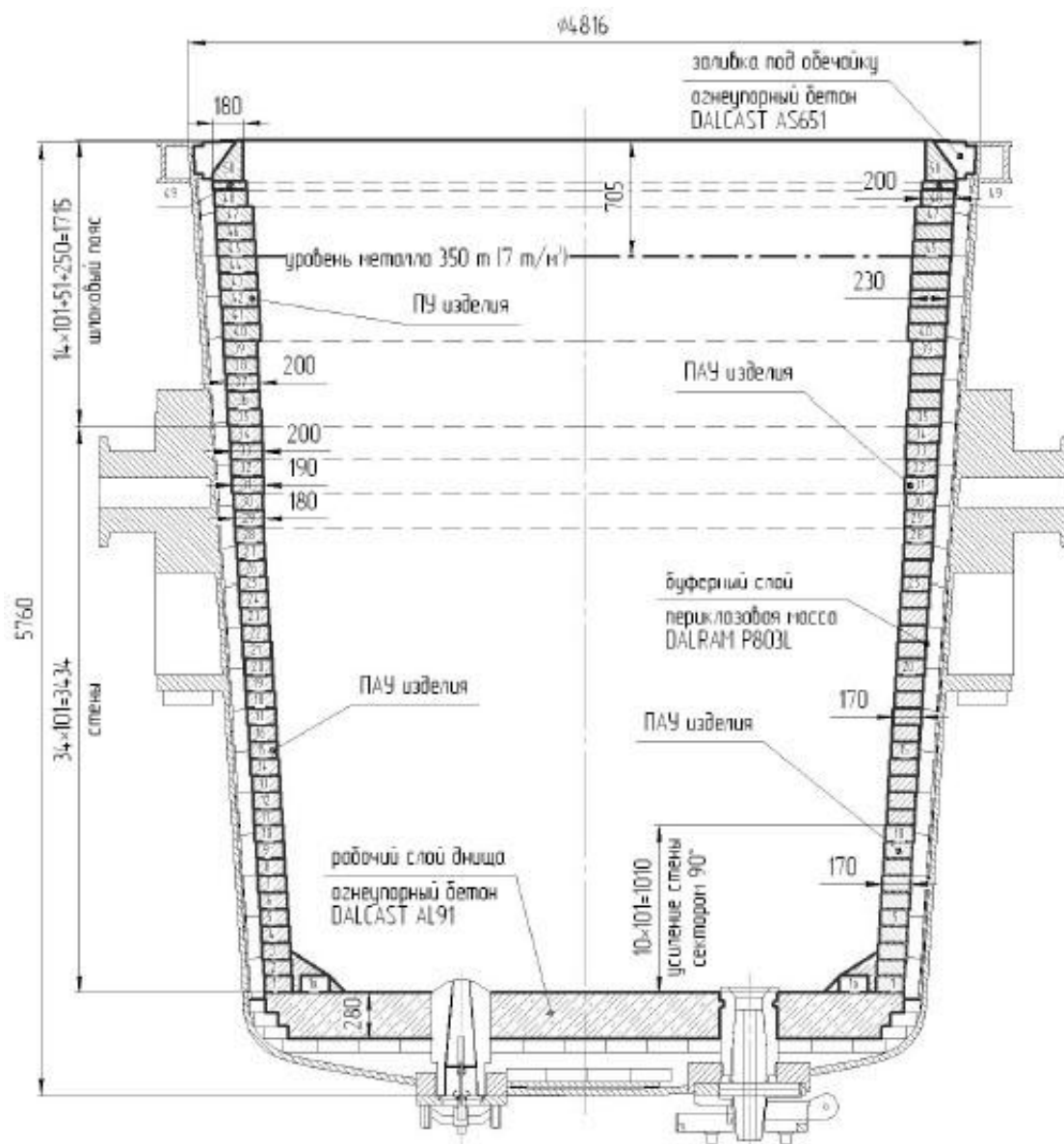


Рисунок 3.1 – Схема футеровки сталерозливного ковшу ємністю 350т [51]

Фізичні властивості трьох шарів футеровки шлакового поясу приведені у табл. 3.1.



Таблиця 3.1 –Властивості вогнетривких матеріалів шлакового поясу [51]

Показник	Периклазо- вуглецевий вогнетрив DALCARP 14H	Буферний шар DALRAMP80 3L	Заливка DALCAST AS651
Масовачастка, % :			
MgO	≥ 75	≥ 80	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14...18	≤ 5	≥ 75
C	≤ 5	-	-
Густина, кг/м <sup>3</sup>	3000	2970	2600
Теплопровідність, Вт/мК, при 1000°С	7,0	3,8	3,5

Склад флюсу наведений у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Склад флюсу для корегування складу шлаку [51]

Інгредієнт	MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	S
Масова частка,%	≥ 67,0	≤ 5,0	12,0-22,0	4,0-8,0	≤ 0,05

Розглянемо футеровку стін ковша нижче шлакового поясу. На «Азовсталі» була проведена робота по оптимізації складів оксидовуглецевих виробів для робочого шару футеровки. На основі досліджень периклазоалюмовуглецеві вироби марок PAC-70M і PAC-70L (виробництво СП LiaoningDalmondRefractories) для стін ковша виготовляють на основі комбінації високочистого плавеного периклазу і павленої шпінелі з додаванням крупнолускатого графіту в кількості близько 10%. Вироби відрізняються хорошою стійкістю до рідкого металу при відносно невисокій теплопровідності і характеризуються зносом менше 1 мм за плавку. Декілька верхніх рядів кладки, безпосередньо під шлаковим поясом, роблять

з вогнетриву марки РАС-70L товщиною 190...200 мм, інші ряди – з РАС-70М, товщиною 180 мм. За футеровкою йде буферний шар і заливка, як і у шлаковому поясі. Фізичні властивості футеровки стін ковшу наведені у табл. 3.3.

Таблиця 3.3–Властивості вогнетривких матеріалів футеровки стінковша [51]

<b>Показник</b>	<b>Периклазо-алюмовуглецевий вогнетрив РАС-70L</b>	<b>Периклазо-алюмовуглецевий вогнетрив РАС-70М</b>
Масова частка, % :		
MgO	≥ 65	≥ 65
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	≥ 12	≥ 12
C	8...14	8...14
Густина, кг/м <sup>3</sup>	3050	3080
Теплопровідність, Вт/мК, при 1000°С	6,8	6,9

Для футеровки днища був успішно випробуваний нізкоцементний корундовий утворюючий шпінель бетон марки DALCAST A191 німецького виробництва (фірма ЕКВ). Тиксотропний бетон цієї марки має щільну низькопористу структуру, він підтвердив високі експлуатаційні характеристики при службі у днищі ковшів в умовах високих ерозійних навантажень конвертерного цеху.

Ущільнення структури досягається у процесі утворення вторинної шпінелі. Це процес взаємодії Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> і MgO, який протікає в зоні контакту бетону з рідким металом з ущільненням структури бетону в реакційній зоні, так як реакція проходить зі збільшенням об'єму нової фази (шпінелі). Характеристики бетону дозволяють досягати стійкості 150 плавів і більш до проміжного ремонту. Властивості бетону надані у табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Властивості бетону DALCAST A191 для футеровки днища ковшу [51]

Показник	Значення
Масовачастка, % :	
MgO	8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	90
CaO	1
SiO <sub>2</sub>	0,5
Густина, кг/м <sup>3</sup>	3040
Межа міцності, МПа при 1000°C	≥70
Межа міцності, МПа при 1600°C	≥100

Іноді у місці падіння струменю металуна днище, де спостерігається швидкий знос поверхні, застосовують окремий матеріал. Однак у випадку застосування бетону DALCAST A191 цього не потребується.

Стакан для розливання сталі з ковшів великого об'єму виробляють з магнезиту із вмістом MgO > 90%. Сировину обробляють при температурі 1600°C. При цьому оксид магнію кристалізується у формі периклазу – модифікації, що стійка до води і CO<sub>2</sub>.

Плити шибєрних затворів виготовляють звичайно із матеріалу на основі корунду (85-95 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) або на основі магнезиту (90-95 % MgO) [40].

Магнезитові вироби мають дуже високу вогнетривкість (вище 2000° С), стійкі до дії основних шлаків, але при високих температурах руйнуються окисом заліза, вуглецем і карбідами важких металів, мало стійкі до парів води. Корундові вогнетриви мають високу міцність, вогнетривкість до 2050°C, стійкі до ерозії і дії шлаку .[53].

Вибираємо для шибєрного затвору корундовий вогнетрив марки МКС-72.

Ефективність і безпека відкриття каналу шибєрного затвора багато в чому визначається якістю спеціальної засипки, яка засипається в ківш перед

його заповнення металом.

Механізм роботи цієї засипки зводиться до того, що, завдяки раціональному співвідношенню розмірів фракцій частинок і співвідношенню компонентів, що входять в засипку, при її взаємодії з металом не відбувається спікання частинок і просочування верхнього шару засипки рідкої сталлю. При наявності рідкої сталі в ковші засипка перешкоджає розвитку капілярного ефекту для рідкої фази запобігає явищу створення склепіння (зависання) ушиберному затворі.

Матеріал засипки має грубу зернисту структуру (розміри частинок 0,2-1,5 мм) і високий показник плинності.

До складу засипки, як правило, входить 25-30%  $\text{SiO}_2$ , 35-38%  $\text{Cr}_2\text{O}_3$ , 20-25%  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , 10-12%  $\text{Al}_2\text{O}_3$  і деякі інші компоненти[54].

Для продувальної пробки щілинного типу (рис. 3.2) вибираємо корундовий вогнетрив марки URBLOCK зі вмістом  $\text{Al}_2\text{O}_3$  95%,  $\text{MgO}$  – 3...4%. Температура експлуатації –  $1780^\circ\text{C}$ , межа міцності 35 МПа[55].



<https://vulkantm.com/ru/catalog/formovannue-ogneuporu/probki/>

Рисунок 3.2 – Продувальна пробка щілинного типу [40].

### 3.1.2 Розрахунок теплоізоляції ковша

Теплоізоляція високотемпературних агрегатів, трубопроводів, судин тощо вирішує дві проблеми: зменшення теплових втрат і зниження температури зовнішньої поверхні для запобігання опіку при її торканні. Зменшення надходження тепла у робочу зону до того ж сприяє мікроклімату у цеху.

Для теплоізоляції ковша рекомендують приклеїти на металевий кожух азбест завтовшки 10...20 мм на шамотному мертелі з добавкою 20% рідкого скла[52]. Зараз застосування азбесту вважається небажаним, хоча Верховний Суд скасував Наказ Міністерства охорони здоров'я про заборону використання цього матеріалу. В Україні застосовується хризоліт-азбест, який вважається відносно безпечним. Приймаємо шар теплоізоляції з цього матеріалу товщиною 30 мм.

Таблиця 3.5 – Вихідні дані для розрахунку теплоізоляції ковша

Параметр	Одиниця виміру	Значення
температура сталі всередині ковша, $t_1$	°C	1600
товщина шару периклазоалюмовуглецевого вогнетриву РАС-70М, $\delta_B$	мм	180
теплопровідність вогнетриву, $\lambda_B$	Вт/мК	6,8
товщина буферного шару, $\delta_6$	мм	5
теплопровідність буферного шару, $\lambda_6$	Вт/мК	3,8
товщина заливки, $\delta_3$	мм	100
теплопровідність заливки, $\lambda_3$	Вт/мК	3,5
товщина теплоізоляції, $\delta_T$	мм	30
теплопровідність теплоізоляції, $\lambda_T$	Вт/мК	0,16
товщина сталевго корпусу, $\delta_c$	мм	40
теплопровідність сталевго корпусу, $\lambda_c$	Вт/мК	40
температура повітря, $t_2$	°C	30

1) Приймаємо температуру зовнішньої поверхні корпусу ковша, °C

$$t_k = 250$$

2) Коефіцієнт тепловіддачі від корпусу ковша повітрю, Вт/м<sup>2</sup>К [57]

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982(t_k - t_2) - 4,74 \cdot 10^{-4}(t_k - t_2)^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(t_k - t_2)^3$$

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982 \cdot (250 - 30) - 4,74 \cdot 10^{-4}(250 - 30)^2 + 1,74 \cdot 10^{-6}(250 - 30)^3 = 26,7$$

3) Питомий тепловий потік, Вт/м<sup>2</sup>

$$q = \alpha_2(t_k - t_2)$$

$$q = 26,7 \cdot 220 = 5874$$

4) Коефіцієнт тепловіддачі від рідкого металу внутрішній поверхні вогнетриву, Вт/м<sup>2</sup>К [57]

$$\alpha_1 = 1000$$

5) Температура внутрішній поверхні вогнетриву, °С

$$t_B = t_1 - \frac{q}{\alpha_1}$$

$$t_B = 1600 - \frac{5874}{1000} = 1594$$

6) Температура на межі шарів вогнетриву і буферного, °С

$$t_{B\delta} = t_B - \frac{q\delta_B}{\lambda_B}$$

$$t_{B\delta} = 1594 - \frac{5874 \cdot 0,18}{6,8} = 1439$$

7) Температура на межі буферного шару і заливки, °С

$$t_{\delta z} = t_{B\delta} - \frac{q\delta_\delta}{\lambda_\delta}$$

$$t_{\delta z} = 1439 - \frac{5874 \cdot 0,005}{3,8} = 1431$$

8) Температура на межі заливки і теплоізоляції, °С

$$t_{zT} = t_{\delta z} - \frac{q\delta_z}{\lambda_z}$$

$$t_{zT} = 1431 - \frac{5874 \cdot 0,1}{3,5} = 1263$$

9) Температура на межі теплоізоляції і сталевго корпусу, °С

$$t_{\text{тс}} = t_{\text{эт}} - \frac{q\delta_{\text{т}}}{\lambda_{\text{т}}}$$

$$t_{\text{тс}} = 1263 - \frac{5874 \cdot 0,03}{0,16} = 162$$

10) Перевіряємо температуру на поверхні корпусу ковша, °С

$$t_{\text{к}} = t_{\text{тс}} - \frac{q\delta_{\text{с}}}{\lambda_{\text{с}}}$$

$$t_{\text{к}} = 162 - \frac{5874 \cdot 0,04}{40} = 156$$

11) У другому наближенні приймаємо температуру на поверхні корпусу ковша трохи нижчою, °С

$$t'_{\text{к}} = 230$$

12) Застосовуємо наведений алгоритм розрахунку і у другому наближенні маємо :

$$\alpha_2 = 9,5 + 0,0982 \cdot (230 - 30) - 4,74 \cdot 10^{-4} (230 - 30)^2 + 1,74 \cdot$$

$$10^{-6} (230 - 30)^3 = 24,1$$

$$q = 24,1 \cdot (230 - 30) = 4820$$

$$t_{\text{в}} = 1600 - \frac{4820}{1000} = 1595$$

$$t_{\text{вб}} = 1595 - \frac{4820 \cdot 0,18}{6,8} = 1467$$

$$t_{\text{бз}} = 1467 - \frac{4820 \cdot 0,005}{3,8} = 1461$$

$$t_{\text{эт}} = 1461 - \frac{4820 \cdot 0,1}{3,5} = 1323$$

$$t_{\text{тс}} = 1323 - \frac{4820 \cdot 0,03}{0,16} = 419$$

$$t'_{\text{к}} = 419 - \frac{4820 \cdot 0,04}{40} = 414$$

У третьому наближенні беремо температуру вищу за прийняту у другому наближенні. Після декілька ітерацій отримаємо остаточні значення, що наведені у табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Результати розрахунку теплоізоляції ковша

Параметр	Позначення	Значення
Коефіцієнт тепловіддачі від корпусу ковша повітрю, Вт/м <sup>2</sup> К	$\alpha_2$	25,8
Питомий тепловий потік, Вт/м <sup>2</sup>	$q$	5521
Температура внутрішній поверхні вогнетриву, °С	$t_{\text{в}}$	1595
Температура на межі шарів вогнетриву і буферного, °С		1449
Температура на межі буферного шару і заливки, °С		1442
Температура на межі заливки і теплоізоляції, °С		1284
Температура на межі теплоізоляції і сталевому корпусу, °С		248
Температура на поверхні корпусу ковша, °С	$t_{\text{к}}$	244

Як бачимо, температура поверхні ковша досить висока. Треба приймати додаткові заходи щодо захисту робітників від дотику і теплового випромінювання. Це досягається видаленням робітників від місця розташування ковша. Коли необхідно бути поруч, застосовують теплозахисні екрани.

### 3.1.3 Екранування від теплового випромінювання

Одним із ефективних засобів захисту працівників від інфрачервоного випромінювання є екранування – розташування між робітником і джерелом випромінювання захисного екрана.

Розрізняють тепловідбивні, теплопоглинальні і тепловідвідні екрани. За конструктивним виконанням екрани поділяються на три класи: непрозорі, напівпрозорі і прозорі.



Непрозорі екрани виконуються у вигляді каркаса з закріпленням на ньому теплопоглинальним матеріалом або нанесеним на нього тепловідбивним покриттям. Як тепловідбивні матеріали використовують алюмінієву фольгу, алюміній листовий, білу жерсть; в якості покриттів – алюмінієву фарбу. Для непрозорих поглинаючих екранів використовується теплоізоляційна цегла, азбестові щити.

Непрозорі тепловідвідні екрани виготовляються у вигляді порожніх сталевих плит з циркулюючої по них водою або водоповітряною сумішшю, що забезпечує температуру на зовнішній поверхні екрану не більше 45°C.

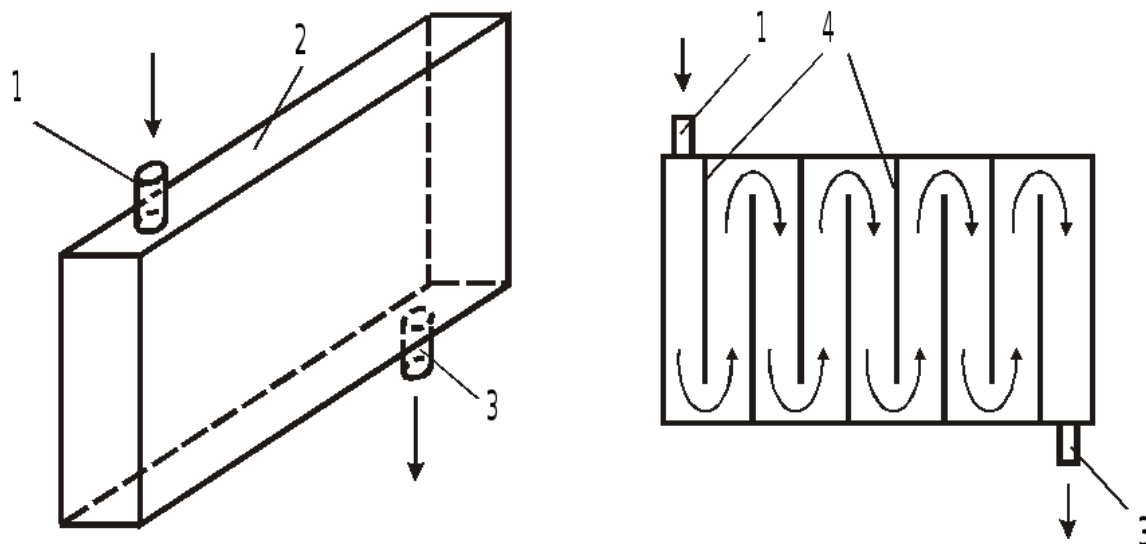
Напівпрозорі екрани застосовуються у випадках, коли екран не повинен перешкоджати спостереженню за технологічним процесом і введенням через нього інструменту і матеріалу.

Як напівпрозорі теплопоглинальні екрани використовують металеві сітки з розміром вічка 3...3,5 мм, завіси у вигляді підвішених ланцюгів. Для екранування кабін і пультів управління, в які повинно проникати світло використовують скло, армоване сталеві сіткою. Напівпрозорі тепловідвідні екрани виконують у вигляді металевих сіток, зрошуваних водою.

Прозорі екрани виготовляють з безбарвних або забарвлених стекол – силікатних, кварцових, органічних. Зазвичай такими стеклами екранують вікна кабін і пультів управління. Тепловідвідні прозорі екрани виконують у вигляді подвійного скла з вентиляльованим повітряним прошарком, водяних і вододисперсних завіс [58].

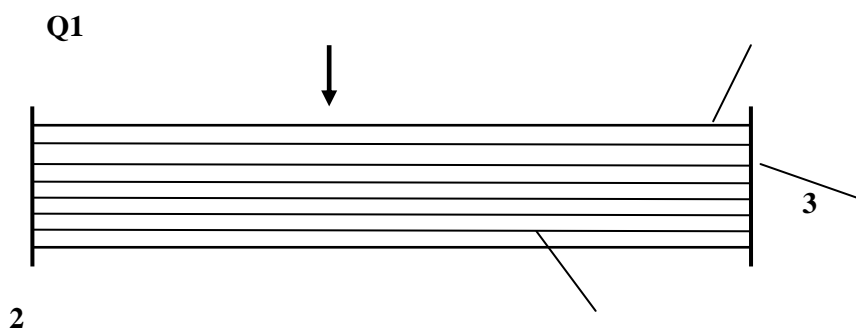
Відповідно нормам [23] у цехах, що будуються, повинно передбачатися установа теплозахисних екранів з передньої і задньої сторін конверторів висотою не менше 2 м.

У проекті пропонується розташування у конверторах стаціонарних тепловідвідних екранів (рис. 3.3). Для захисту робітників, що мають знаходитися біля сталерозливного ковшу пропонується застосування пересувних тепловідбивних екранів (рис.3.4).



1 – Вхідний штуцер; 2 – корпус екрану; 3 – вихідний штуцер; 4 – лабіринтові перегородки

Рисунок 3.3 – Схема тепловідвідного екрану



1 – лист полірованого алюмінію; 2 – альфоль; 3 – бокова стінка

Рисунок 3.4 – Схема тепловідбивного екрану

### 3.1.4 Розрахунок тепловідвідного екрану

Розрахуємо стаціонарний екран тепловідведення, що встановлюється для захисту від теплового випромінювання та бризок металу біля конвертора. Корпус екрану виготовляємо з оцинкованої сталі товщиною 1,5 мм. Внутрішні перегородки – зі сталі товщиною 1 мм. Вихідні дані надано у табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Вихідні дані для розрахунку тепловідвідного екрану

Параметр	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Інтенсивність теплового випромінювання	$q$	Вт/м <sup>2</sup>	12100
Температура проточної води на вході	$t_1$	°С	20
Температура проточної води на виході	$t_2$	°С	40
Висота екрану	$H$	м	2
Ширина екрану	$B$	м	2
Товщина екрану (внутрішня)	$D$	м	0,1
Відстань між перегородками	$A$	м	0,1
Товщина перегородки	$\delta$	м	0,001
Коефіцієнт поглинання інфрачервоних промінів матеріалом екрану і водою	$a$	-	0,9

1. Площа екрану, м<sup>2</sup>:

$$S = HB$$

$$S = 2 \times 2 = 4$$

2. Потужність теплового випромінювання, що падає на екран, Вт:

$$Q = qS$$

$$Q = 12100 \cdot 4 = 48400$$

3. Потужність теплового випромінювання, яку відводить вода, Вт:

$$Q_B = aQ$$

$$Q_B = 0,9 \cdot 48400 = 43560$$

4. Теплоємність води на вході до екрану, кДж/кг [57]:

$$C_1 = 4,182$$

5. Теплоємність води на виході з екрану, кДж/кг [57]

$$C_2 = 4,179$$

6. Витрати проточної води, кг/с:

$$G = \frac{Q_{\text{в}}}{C_2 t_2 - C_1 t_1}$$

$$G = \frac{43,56}{4,179 \cdot 40 - 4,182 \cdot 20} = 0,521$$

7. Годинні витрати води, м<sup>3</sup>/год.:

$$V = 3,6G$$

$$V = 3,6 \cdot 0,521 = 1,876$$

8. Коефіцієнт гідравличного опору на тертя [59]

$$\lambda = 0,03$$

9. Кількість міжлабіринтових проходів:

$$n = \frac{B}{A}$$

$$n = \frac{2}{0,1} = 20$$

10. Сумарна довжина всіх каналів екрану, м:

$$L = nH$$

$$L = 20 \cdot 2 = 40$$

11. Площа перетину каналу, м<sup>2</sup>:

$$F = D(A - \delta)$$

$$F = 0,1(0,1 - 0,001) = 0,0099$$

12. Швидкість води у каналах, м/с:

$$v = \frac{V}{3600F}$$

$$v = \frac{1,876}{3600 \cdot 0,0099} = 0,0526$$

13. Коефіцієнти місцевого опору на вході у канал (з поворотом на 90°), на виході з каналу (з поворотом на 90°) і при повороті на 180° [59, 60]:

$$\zeta_{\text{вх}} = 0,8; \zeta_{\text{вих}} = 1,2; \zeta_{180} = 2,38$$

14. Приведений діаметр каналу, м:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,0099}{3,14}} = 0,112$$

15. Втрати тиску води в екрані, Па:

$$\Delta P = \left( \zeta_{\text{вх}} + 19\zeta_{180} + \zeta_{\text{вих}} + \frac{\lambda L}{d} \right) \frac{\rho v^2}{2}$$

$$\Delta P = \left( 0,8 + 19 \cdot 2,38 + 1,2 + \frac{0,03 \cdot 40}{0,112} \right) \frac{1000 \cdot 0,0526^2}{2} = 80$$

16. На вході в екран ставимо фільтр з гідравлічним опором [59], Па:

$$\Delta P_{\phi} = 500$$

17. Приймаємо втрати тиску на підвідних трубопроводах 20%, тоді загальні втрати тиску, Па:

$$\Delta P_{\Sigma} = 1,2 (\Delta P + \Delta P_{\phi})$$

$$\Delta P_{\Sigma} = 1,2 (80 + 500) = 696$$

### 3.1.5 Розрахунок тепловідбивного екрану

Розрахуємо переносний теплозахисний екран відбиття. Між двома листами полірованого алюмінію розміщуємо декілька листів алюмінієвої фольги (альфолію). Треба знайти кількість шарів альфолію, що забезпечать захист від теплового випромінювання. Вихідні дані надано у табл. 3.8. За температуру нагрітої поверхні приймаємо розраховану температуру поверхні ковша. Температуру повітря беремо з практичних даних [15], тобто 36°C.

Таблиця 3.8 – Вихідні дані для розрахунку тепловідбивного екрану

Параметр	Позначення	Одиниця виміру	Величина
1	2	3	4
Температура джерела випромінювання	$T_{\text{дж}}$	К	517
Температура екрана	$T_e$	К	318
Температура повітря	$T_n$	К	309

Закінчення таблиці 3.8

1	2	3	4
Ступінь чорноти полірованого алюмінію й альфолу	$\varepsilon_a$	-	0,04
Ступінь чорноти поверхні ковша	$\varepsilon_k$	-	0,8
Ступінь чорноти повітря	$\varepsilon_{\Pi}$	-	0,82
Прошарок між листами альфолу	$\delta$	мм	8
Товщина листа полірованого алюмінію	$b_{\Pi}$	мм	1
Товщина листа альфолу	$b_a$	-	0,03
Розмір екрану	$A \times B$	м	1,8×1

1. Приймаємо екран і поверхню джерела (ковша) розташованими паралельно одне одному, тоді приведена ступінь чорноти системи джерело – екран визначиться за формулою:

$$\varepsilon_{ке} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_k} + \frac{1}{\varepsilon_e}}$$

$$\varepsilon_{ке} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,04}} = 0,038$$

2. Приведена ступінь чорноти джерела(ковша) та повітря:

$$\varepsilon_{кп} = \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_k} + \frac{1}{\varepsilon_{\Pi}}}$$

$$\varepsilon_{кп} = \frac{1}{\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,82}} = 0,75$$

3. Кількість тепловідбивних шарів:

$$n = \frac{1 - \left(\frac{T_{\Pi}}{T_k}\right)^4}{\left(\frac{T_e}{T_H}\right)^4 - \left(\frac{T_{\Pi}}{T_k}\right)^4} \frac{\varepsilon_{ке}}{\varepsilon_{кп}}$$

$$n = \frac{1 - \left(\frac{309}{517}\right)^4}{\left(\frac{318}{517}\right)^4 - \left(\frac{309}{517}\right)^4} \frac{0,038}{0,75} = 2,8$$

Приймаємо кількість тепловідбивних шарів  $n = 3$ , тобто між двома листами полірованого алюмінію встановлюємо 1 лист альфолію.

4. Товщина екрану, мм:

$$\Delta = 2b_n + b_a + 2\delta$$

$$\Delta = 2 \cdot 1 + 0,03 + 2 \cdot 8 = 18,03$$

5. Приймаємо, що бокові листи екрану виготовлені з алюмінію товщиною, мм:

$$b_6 = 1,5$$

6. Ширина бокових листів, мм :

$$C = 25$$

7. Густина алюмінію,  $\text{кг/м}^3$  [62]:

$$\rho = 2700$$

8. Маса екрану, кг:

$$m = \rho A [B(2b_n + b_a) + Cb_6]$$

$$m = 2700 \cdot 1,8 [1(2 \cdot 0,001 + 0,00003) + 0,025 \cdot 0,0015] = 10,05$$

## 3.2 Виробнича вентиляція

### 3.2.1 Аерація

Механічну загальну вентиляцію застосовувати у конвекторному цеху технічно складно і економічно не вигідно, тому що подача величезної кількості вентиляційного повітря для забезпечення умов праці вимагає застосування вентиляторів потужністю в сотні кіловат на один конвектор.

У конвекторному цеху використовується природна загальнообмінна вентиляція. Тут присутній так званий ефект теплового напору. При цьому легке нагріте повітря спрямовується вгору, а на його місце надходить більш важке холодне повітря з сусідніх зон.

При вітрі навітряна сторона будівлі знаходиться під тиском унаслідок так званого вітрового напору. При цьому з підвітряного боку і з бічних сторін будівлі створюється знижений тиск, що викликає відсмоктування повітря з

приміщення.

Природна вентиляція в цеху здійснюється за допомогою аерації – організованого регульованого природного повітрообміну. Аерація – найбільш досконалий вид природної вентиляції. Для аерації влаштовують в стінах будівель і ліхтарях дахів отвори, які повинні відкриватися відповідно до змін температур зовнішнього повітря, швидкості і напрямку вітру. Регулювання ступеня відкриття прорізів механізована.

Для здійснення аерації влаштовуємо 3 ряди отворів в поздовжніх стінах будівлі цеху: на рівні 1,2 м від підлоги, на рівні 4м і на рівні підкранових балок – 12,2м. На даху встановлюється витяжний аераційний ліхтарсистеми Батурина –Бранта (рис. 1.4 д). Цей ліхтар діє однаково ефективно при будь-якому напрямі вітру.

### **3.2.2 Повітряні душі**

За допомогою однієї аерації створити прийнятні мікрокліматичні умови у конверторному цеху неможливо. Цех має дуже великі розміри, температурне поле нерівномірно через віддаленість основних джерел тепла одне від одного. У таких виробничих приміщеннях, з площею підлоги на одного працюючого понад 100 м<sup>2</sup>, встановлені норми метеоумов допускається забезпечувати тільки на постійних робочих місцях.

У конверторному цеху доцільно використовувати місцеву припливну (що обдуває) вентиляцію у вигляді повітряних душів.

На фіксовані робочі місця (в кабінні кранів, пульти управління) і на місця частого перебування працівників рекомендується подавати повітря через розподільники над головою робітника– при спадаючому потоці досягається найкращий ефект обдування.

Повітря подається на робоче місце через спеціальні патрубки. Одними з найкращих є патрубки системи Батурина (рис. 3.5).

Патрубок Батурина складається з скошеного дифузора з переходом від круглого перетину на квадратний. Площина вихідного отвору становить 45° з



віссю дифузора. Паралельно вихідного отвору розташована регульована решітка з напрямних лопаток, що дозволяє змінювати кут нахилу повітряного потоку відносно горизонту [63].

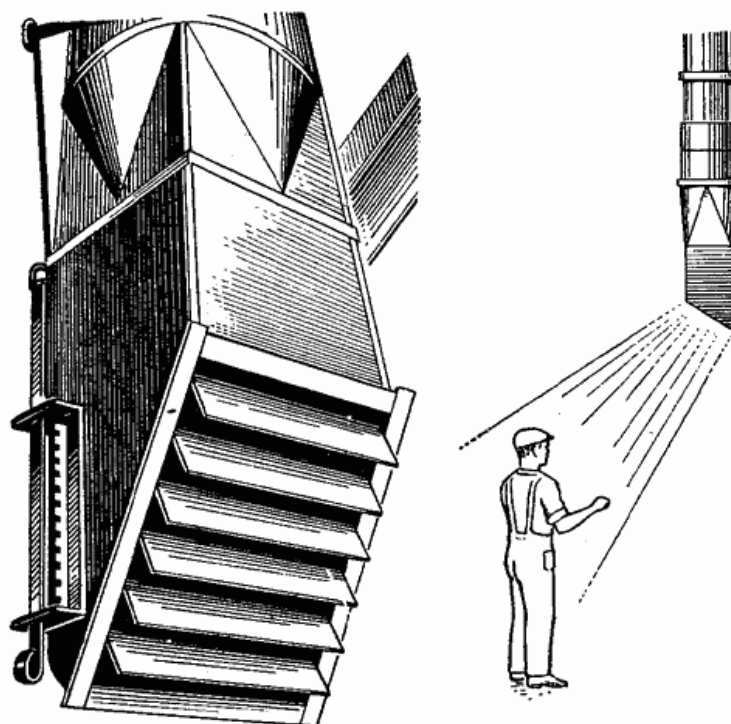


Рисунок 3.5 – Повітряний душ з патрубком Батурина

Розрахуємо повітряний душ з патрубками Батурина для різних температур повітря робочої зони. Вихідні дані надані у табл. 3.9.

Розрахунок ведемо за методикою [64]. Виходимо з того, що на висоті груді робітника діаметр струменю повітря має становити 1,2 м.

Таблиця 3.9 – Вихідні дані для розрахунку повітряного душу

Параметр	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Розрахункова висота	$h$	м	1,5
Діаметр струменю повітря на розрахунковій висоті	$d_p$	м	1,2
Розміри вихідного перерізу патрубка	$A \times B$	мм	430×300
Температура повітря робочої зони	$t_o$	°C	32
Температура, яку необхідно забезпечити	$t_p$	°C	28
Середня швидкість повітря на робочому місці	$w_p$	м/с	3,5

1. Площа вихідного перерізу патрубкa, м<sup>2</sup>:

$$F = AB$$

$$F = 0,43(0,3 = 0,129$$

2. Еквівалентний діаметр патрубкa, м:

$$d_e = \sqrt{\frac{4F}{\pi}}$$

$$d_e = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,129}{3,14}} = 0,405$$

3. Приймаємо коефіцієнт турбулентності, для патрубкa Батурина [63]:

$$a = 0,11$$

4. Відстань по вертикалі від патрубкa до розрахункової висоти знаходиться з формули, м:

$$d_p = 6,8(ax + 0,145d_e)$$

Звідси отримуємо:

$$x = \frac{\frac{d_p}{6,8} - 0,145d_e}{a}$$

$$x = \frac{\frac{1,2}{6,8} - 0,145 \cdot 0,405}{0,11} = 1,07$$

5. Висота розташування патрубкa, м:

$$h_n = h + x$$

$$h_n = 1,5 + 1,07 = 2,57$$

6. Необхідна швидкість повітря у вихідному перерізі патрубкa, м/с:

$$w = 2w_p \left( \frac{x}{d_e} + 0,145 \right)$$

$$w = 2 \cdot 3,5 \left( \frac{1,07}{0,405} + 0,145 \right) = 19,5$$

7. Необхідна температура повітря на виході з патрубка, °C:

$$t_n = t_p - 0,35(t_o - t_p) \left( \frac{x}{d_e} + 0,145 \right)$$

$$t_n = 28 - 0,35(32 - 28) \left( \frac{1,07}{0,405} + 0,145 \right) = 24,1$$

8. Витрати душуючого повітря, м<sup>3</sup>/год.:

$$V = 3600Fw$$

$$V = 3600 \cdot 0,129 \cdot 19,5 = 9056$$

Температури повітря, що подається у повітряний душ, при різних температурах повітря робочої зони наведені у табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Температура душуючого повітря у залежності від температури повітря робочої зони

$t_o, ^\circ\text{C}$	32	34	36	38	40	42
$t_p, ^\circ\text{C}$	24,1	22,1	20,2	18,3	16,3	14,4

### 3.3 Виробниче освітлення

Природне і штучне освітлення має бути виконане відповідно до вимог будівельних норм і правил, правил улаштування електроустановок і санітарних правил для підприємств чорної металургії [20, 23, 65].

У конверторному цеху повинні бути наступні види освітлення:

- робоче;
- аварійне для продовження роботи;
- аварійне для евакуації людей.

Переносні електролампи повинні приєднуватися до мережі шланговим кабелем або багатожильним гнучким приводом з ізоляцією на напругу не нижче 500 В, укладеним в гумовий шланг.

Світильники робочого та аварійного освітлення повинні бути

розташовані так, щоб забезпечувалися необхідна освітленість, надійність кріплення, безпека і зручність обслуговування їх.

Світильники, які обслуговуються з переносних драбин, повинні підвішуватися на висоті не більше 4,5 м над рівнем підлоги і не повинні розташовуватися над обладнанням та стрічками конвеєрів. У випадку, коли обслуговування світильників з драбин ускладнено, повинні бути влаштовані майданчики.

Нормативні вимоги до освітлення виробничих приміщень наведено у ДБН В.2.5-28-2018 «Природне та штучне освітлення».

Коефіцієнт природної освітленості повинен складати при наявності тільки природного освітлення:

- середній – 3,0%
- мінімальний – 1,0%.

При суміщеним освітлені (природне і штучне):

- середній – 1,8%
- мінімальний – 0,6%.

Штучна освітленість пультів управління повинна складати не менше 400 лк. Освітленість робочого приміщення (цеху) відноситься до VII розряду та має складати 150 лк.

Для штучного освітлення нормується також коефіцієнт пульсації освітленості,  $K_{п}$  та показник засліпленості  $P$ .

Перший розраховується за формулою, % [65]:

$$K_{п} = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{2E_{\text{сер}}} 100,$$

де  $E_{\max}$  і  $E_{\min}$  – відповідно максимальне і мінімальне значення освітленості за період її коливання;  $E_{\text{сер}}$  – її середнє значення за цей період, лк.

Для конверторного цеху  $K_{п} \leq 10\%$ .

Показник засліпленості [65] :

$$P = (S - 1)100,$$

де  $S$  – коефіцієнт засліпленості, що дорівнює відношенню порогових різниць яскравості за наявності і відсутності сліпучих джерел в полі зору.

Для конверторного цеху  $P \leq 40\%$ .

Раніше для системи загального освітлення конверторних та інших гарячих цехів застосовувались лампи розжарювання або ДРЛ. Застосування люмінесцентних ламп виключалося завдяки їх чуттєвістю до високих температур і до різких змін температури.

Лампи розжарювання мають ряд суттєвих недоліків – мала світловіддача, нетривалий термін служби. Лампи ДРЛ (дугові ртутні люмінесцентні) мають ліпші характеристики, але містять ртуть і згідно Міниматській конвенції з 2020 року виводяться з експлуатації країнами Євросоюзу і багатьма іншими. До того ж лампи ДРЛ дуже чутливі до коливання напруги.

У табл. 3.11 наведена порівняльна характеристика різних джерел світла, що можуть застосовуватися у конверторних цехах.

Таблиця 3.11 – Основні показники ламп різного типу

Тип джерела світла	Світловіддача, лм/Вт	Термін служби, тис. год.	Робоча температура, °С
Лампи розжарювання	10...18	1...2	-40...+50
ДРЛ	47...59	12	-40...+80
ДРІ (металогалогенні)	70...95	8...10	-40...+50
Світлодіодні	100...160	50...60	-50...+50

Як бачимо з таблиці найбільші світловіддачу і термін служби мають світлодіодні джерела світла. Їх відносно висока вартість компенсується економією за рахунок цих показників.

Для умов конверторного виробництва для освітлення невеликих площ (пульти управління, кабіни кранів, майстерні тощо) пропонуємо

вологозахищений світлодіодний світильник накладний для гарячих цехів 36Вт /5000К/ 3690Лм (рис. 3.6) [66]. Характеристики світильника надані у табл. 3.12.



Рисунок 3.6 – Світлодіодний світильник для гарячих цехів

Таблиця 3.12 – Характеристики світильника для гарячих цехів

Характеристика	Одиниця виміру	Величина
Споживана потужність	Вт	36
Світловий потік	лм	3690
Світловіддача	лм/Вт	102
Кольорова температура	К	5000
Крива сили світла	-	Д (косинусна)
Коефіцієнт пульсації	%	0
Кут освітлення	°	120
Діапазон вхідної напруги	В	176...264
Розміри	мм	1200×105×75
Термін служби	год.	50 000
Робоча температура	°С	-50... +45
Вага	кг	2

Для освітлення великих площ (прольоти цеху, зовнішнє освітлення) пропонується вибухозахищений світлодіодний світильник DS-STREETEX 900(Ш) (рис. 3.7, характеристики якого надані у табл. 3.13 [67].

Таблиця 3.13 – Характеристики світильника DS-STREETEX 900(Ш)

Характеристика	Одиниця виміру	Величина
Споживана потужність	Вт	900
Світловий потік	лм	117 000
Світловіддача	лм/Вт	130
Кольорова температура	К	4700...5200
Коефіцієнт пульсації	%	0
Діапазон вхідної напруги	В	90...264
Термін служби	год.	100 000
Робоча температура	°С	-50... +45



Рисунок 3.7 – Світильник DS-STREETEX 900(Ш)

### 3.4 Заходи з електробезпеки

#### 3.4.1 Пожежо- і вибухонебезпечні зони

Зони, в яких розміщується електроустаткування, можуть відноситися до вибухо- і пожежонебезпечних класів згідно ПУЕ [ 20].

До пожежонебезпечноїзони класу П-Па відносяться кабельні галереї, приміщення пультів управління (зони, розташовані в приміщеннях, в яких обертаються тверді горючі речовини – пластмаси, дерево, гума).

Простір навколо зовнішніх установок очищення конверторного газу і

приміщення управління газоочисткою відноситься до вибухонебезпечної зони класу 2 – простір, в якому вибухонебезпечне середовище за нормальних умов експлуатації відсутнє, а якщо виникає, то рідко і триває недовго. У цих випадках можливі аварії катастрофічних розмірів (розрив трубопроводів високого тиску або резервуарів значної місткості) не повинні розглядатися під час проектування електроустановок. Для зовнішніх технологічних апаратів, що містять горючі гази (до них відносяться апарати газоочистки) вибухонебезпечна зона класу 2 вважається в межах до 3 м по горизонталі і вертикалі.

Зони всередині корпусів газоочисних агрегатів також відносимо до класу 2, так як за нормального режиму роботи вміст кисню в газі має бути недостатнім для горіння чи вибуху.

Зони, розташовані в основних приміщеннях цеху не відносяться до вибухо- і пожежонебезпечних, оскільки тут обертаються речовини (сталь, шлак) в розплавленому стані.

### **3.4.2 Електромережі й устаткування**

Як вже було сказано, у конверторному цеху є споживачі змінного струму напруги 380/220 В і напруги 6000 В. При напрузі до 1000 В в Україні до останнього часу застосовувалися дві схеми мереж змінного трифазного струму (50 Гц): чотирипровідна мережа з глухозаземленою нейтраллю і трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю.

Зараз для підвищення рівня безпеки при глухозаземленій нейтралі застосовують п'ятипровідні мережі з двома нульовими провідниками.

У главі 1.7 нового видання ПУЕ наведені можливі варіанти (режими) заземлення нейтралі і струмопровідних частин в мережах 0,4 кВ. Вони відповідають варіантам, зазначеним у стандарті Міжнародної електротехнічної комісії (МЕК).

Режим заземлення нейтралі і провідних частин позначається двома буквами: перша вказує режим заземлення нейтралі джерела живлення



(силового трансформатора 6-10/0,4 кВ), друга – відкритих провідних частин. В позначеннях використовуються початкові літери французьких слів:

- T (terre- земля) – заземлено;
- N (neutre-нейтраль) – приєднано до нейтралі джерела;
- I (isole) – ізолювано.

МЕК и ПУЕ передбачають три режими заземлення нейтралі і відкритих провідних частин:

- TN – нейтраль джерела глухозаземлена, корпуси електрообладнання приєднані до нейтрального проводу;
- TT – нейтраль джерела і корпуси електрообладнання глухозаземлені (заземлення можуть бути роздільними);
- IT – нейтраль джерела ізолювана або заземлена через прилади або пристрої, що мають великий опір, корпуса електроустаткування глухозаземлені.

Режим TN може бути трьох видів (рис. 3.8, 3.9, 3.10) [68]:

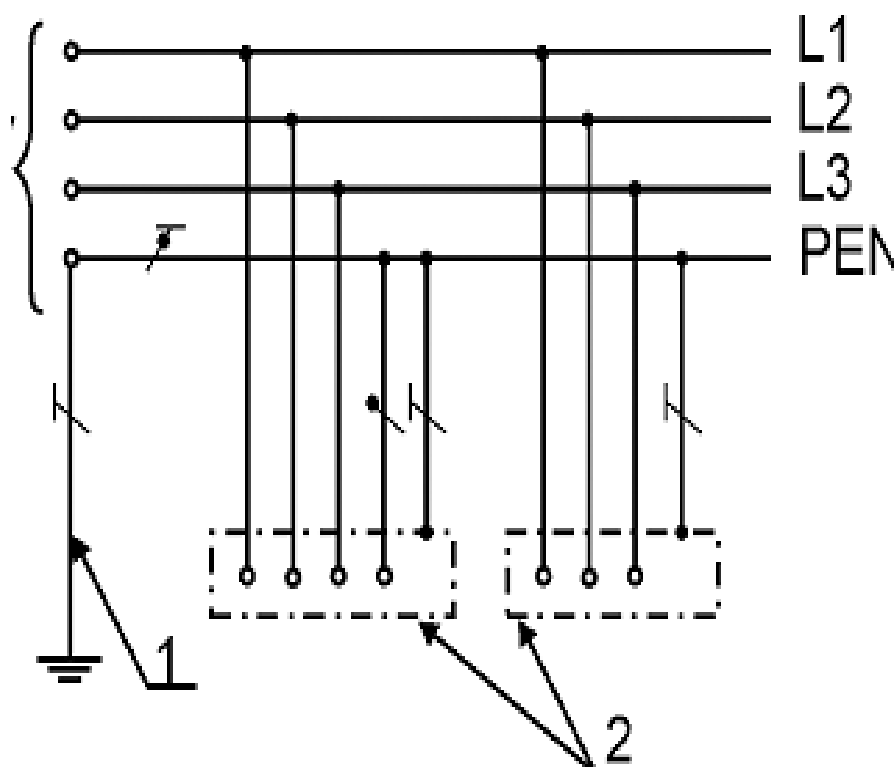
- TN-C – нульові робочий і захисний провідники об'єднані (C – перша буква англ. слова combined – об'єднаний) на всьому протязі. Об'єднаний нульовий провідник називається PEN за першими літерами англ. слів protectiveearthneutral захисна земля, нейтраль;
- TN-S – нульовий робочий провідник N і нульовий захисний провідник PE розділені (S – перша буква англ. слова separated – роздільний);
- TN-CS – нульові робочий і захисний провідники об'єднані на головних ділянках мережі в провідник PEN, а далі розділені на провідники N і PE.

Зараз схеми TN-S і TN-CS вважаються переважними, не дивлячись на те, що у витрати матеріалу на проводи в них більше, ніж у схемі TN-C.

Перевага схемам з п'ятьма проводами надається тому, що в деяких

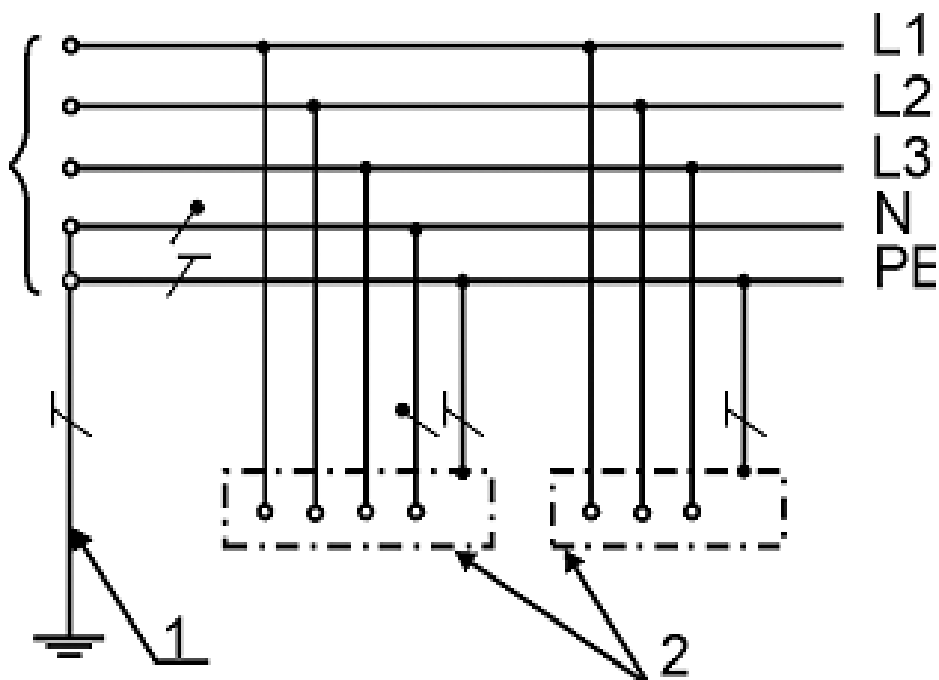
випадках нульовий захисний провідник, що використовується ще й як робочий, може опинитися під небезпечною напругою (при короткому замкненні, або коли невірно підібраний діаметр проводів).

Тому для живлення обладнання 380/220 В у конверторному цеху обираємо схему TN-CS. Вона забезпечує надійний захист при дотику до нульового проводу біля споживачів, а з іншого боку, витрати матеріалу суттєво менше, ніж у схемі TN-S завдяки великій протяжності мережі.



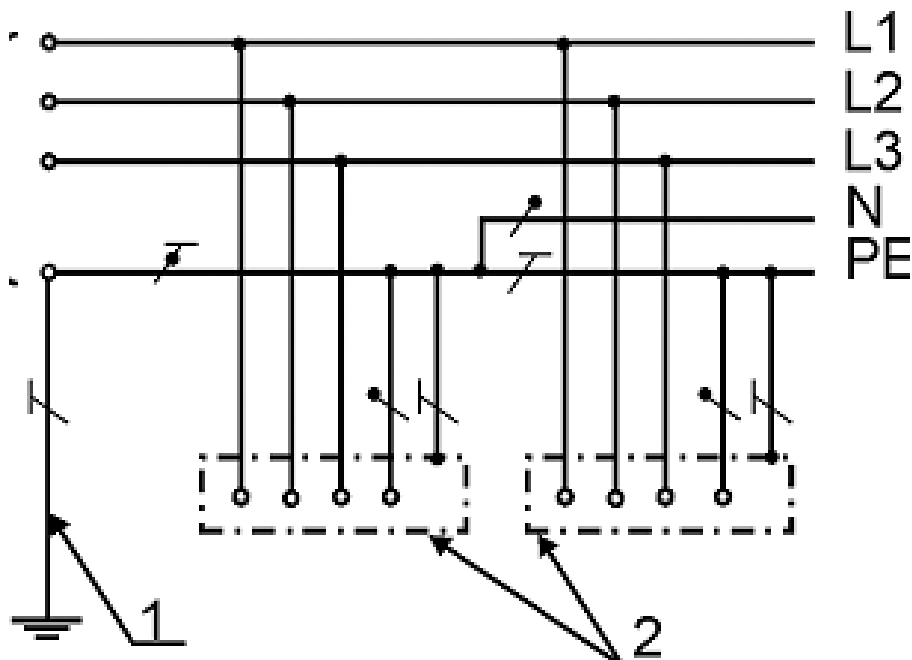
1 – заземлення нейтралі; 2 – електроприймачі; L1, L2, L3 – фазні провідники;  
PEN – нульовий провідник

Рисунок 3.8 – Схема TN-C – нульові робочий і захисний провідники об'єднані



1 – заземлення нейтралі; 2 – електроприймачі; L1, L2, L3 – фазні провідники;  
N- нульовий робочий провідник; PE – нульовий захисний провідник

Рисунок 3.9 – Схема TN-S – нульовий робочий провідник N і нульовий захисний провідник PE розділені



1 – заземлення нейтралі; 2 – електроприймачі; L1, L2, L3 – фазні провідники;  
N- нульовий робочий провідник; PE – нульовий захисний провідник

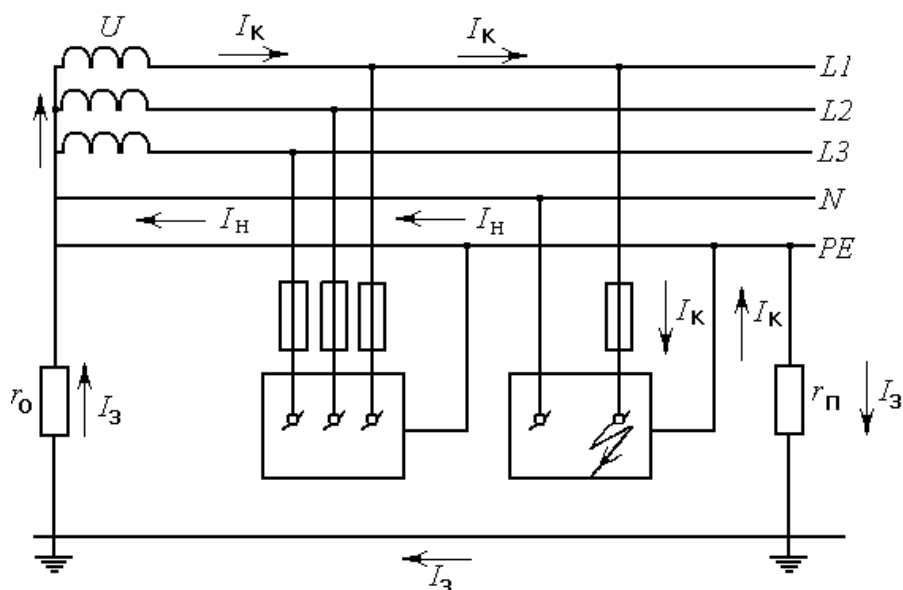
Рисунок 3.10 – Схема TN-CS – нульові робочий і захисний провідники об'єднані на головних ділянках мережі, а далі розділені на провідники N і PE

За технологічними міркуваннями вживання п'ятипровідної мережі переважно, оскільки вона дозволяє використовувати дві напруги – лінійну і фазну. У мережі 380/220 В можна використовувати силове навантаження 380В– трифазне і однофазне, включаючи їх між фазами, і освітлювальне, а також інше, розраховане на 220 В– включаючи його між фазою і нульовим дротом (рис. 3.11).

За нормального режиму роботи безпечніша трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю, а за аварійного режиму –п'ятипровідна з глухозаземленоюнейтраллю. Тому мережі з ізольованою нейтраллю доцільно застосовувати тоді, коли є можливість підтримувати високий рівень ізоляції дротів і ємність дротів відносно землі мала. Це короткі мережі, не підвладні до дії агресивного середовища і що знаходяться під постійним наглядом. Мережі з глухозаземленоюнейтраллю застосовуються там, де неможливо забезпечити хорошу ізоляцію дротів (вологість, агресивне середовище, протяжність), коли не можна швидко відшукати або усунути пошкодження ізоляції, при великій ємності дротів відносно землі.

Оскільки електричні мережі, вживані в конверторному цеху, мають чималу довжину, на них впливає агресивне середовище, то важко забезпечити їх надійну експлуатацію, у тому числі ізоляцію. Тому використання трипровідної мережі з ізольованою нейтраллю цеху виключається.

При напрузі вище 1000 В пропонується трипровідна мережа з ізольованою нейтраллю. У цеху для живлення електродвигунів потужністю більше 200 кВт використовується напруга 6000В (трифазні асинхронні короткозамкнуті вибухозахищені двигуни серії ВАО).



$I_k$  – струм короткого замкнення;  $I_3$  – частина струму короткого замкнення, що йде через землю;  $I_n$  – частина струму короткого замкнення, що йде через нульовий провід;  $r_0$  – опір заземлення нейтралі;  $r_p$  – опір повторного заземлення нульового проводу;  $L1, L2, L3$  – фазні провідники;  $N$  – нульовий робочий провідник;  $PE$  – нульовий захисний провідник

Рисунок 3.11 – Підключення електроприймачів до схеми TN-S

Для штучного освітлення повинна застосовуватися мережа з напругою не більше 220 В, у виняткових випадках – 380 В [20]. У конверторному цеху для цієї мети використовується напруга 220 В. Освітлювальні прилади включаються між фазним і нульовим робочим провідниками мережі трифазного струму.

Залежно від умов експлуатації в промисловості використовують електричні машини і апарати різного виконання: відкриті, захищені, краплезахиснені, бризкозахиснені, закриті, такі, що обдуваються, продуваються, пилонепроникні [20].

Згідно з ПУЕ в пожежонебезпечних зонах використовується електрообладнання закритого типу, внутрішній простір якого відділений від зовнішнього середовища оболонкою. Апаратуру управління і захисту, світильники рекомендовано застосовувати в пилонепроникному виконанні.

Вся електрична проводка повинна мати надійну ізоляцію. У вибухонебезпечних зонах та зовнішніх установках необхідно використовувати вибухозахищене обладнання

Все електрообладнання за рівнем вибухозахисту поділяється на 3 класи[20]:

2 – підвищеної надійності проти вибуху; вибухозахист забезпечений лише при нормальному режимі роботи;

1 – вибухобезпечне; вибухозахист забезпечений при нормальній роботі і при визначених наперед пошкодженнях, крім елементів вибухозахисту;

0 – особливого вибухозахисту; передбачено додаткові засоби вибухозахисту.

У зонах класу 2 конверторного цеху розміщуємо електрообладнання класу 2.

Вид вибухозахисту *e* (захист виду «e»), *ed* (захист виду «e» і вибухонепроникна оболонка), *di* (вибухонепроникна оболонка і іскробезпечний електричний ланцюг).

Вибухонебезпечну суміш з повітрям в даному випадку може утворити конверторний газ. Виходячи з цього, підбирається група і температурний клас устаткування. Група устаткування – II, підгрупа IIА (суміш має безпечний експериментальний максимальний зазор –БЕМЗ-зазор, через який не може пройти полум'я) більше 0,9 мм. Температурний клас електроустаткування – T1, відповідний газоповітряній суміші, що має температуру самозаймання >450°C. Відповідно маркірування вживаного вибухозахищеного устаткування: 2ExeIIAT1, 2ExedIIAT1, 2ExdiIIAT1.

У вибухонебезпечних зонах рекомендується застосовувати асинхронні електродвигуни серії ВАО (вибухозахищені, асинхронні, такі, що обдуваються) і трифазні асинхронні двигуни серії А2П, що продуваються під надлишковим тиском.

Проводи у вибухонебезпечних приміщеннях мають прокладатися у металевих трубах. Можна використовувати броньований кабель.

У зонах класу П-Па (пульти управління, кабельні тунелі і галереї) електроустаткування допускається застосовувати закритого і захищеного виконання. Захищене електроустаткування має пристосування для оберігання від випадкового дотику до струмоведучих і рухомих частин і від попадання всередину сторонніх предметів. Закрите електроустаткування має оболонку, що відділяє її внутрішню порожнину від зовнішнього середовища. Сполучення між внутрішньою порожниною і зовнішнім середовищем можливо лише через нещільність з'єднань між частинами електроустаткування. У зонах класу П-Па допускається міра захисту оболонок не менше IP44 [20].

У пожежонебезпечних зонах допускається відкрита електропроводка по конструкціях, що не згорають, ізольованими дротами марок АППР, АПВ, АППВ, проводка в сталевих трубах дротом марок ПРТО, АПРТО, в пустотних каналах будівельних конструкцій, що не згорають, дротами АПВ і ПВ. Вживання неізолюваних дротів заборонене.

### **3.4.3 Міри захисту в електроустановках**

У конверторному цеху вживаються такі засоби захисту від ураження струмом :

- електроізоляція струмоведучих частин;
- недоступне розташування струмоведучих частин;
- малі напруги для місцевого і переносного освітлення і при роботі з електроінструментом 3 класу;
- захисне заземлення у мережі 6000 В;
- захисне занулення у мережі 380/220 В;
- захисне відключення;
- електрозахисні засоби (діелектричні рукавички, взуття, килимки, ізолюючі штанги тощо).

Захисне занулення забезпечує захист від струму при дотику до корпусу устаткування, що випадково виявився під напругою. Проте занулення не

захищає від дотику до фазного дроту з порушеною ізоляцією.

Для захисту в разі дотику до струмоведучої частини, що знаходиться під напругою, в проекті пропонується використовувати пристрій захисного відключення (ПЗВ), що реагує на струм нульової послідовності. Такий пристрій забезпечує відключення також і в разі дотику до заземленого (зануленого) корпусу при замиканні на нього фази.

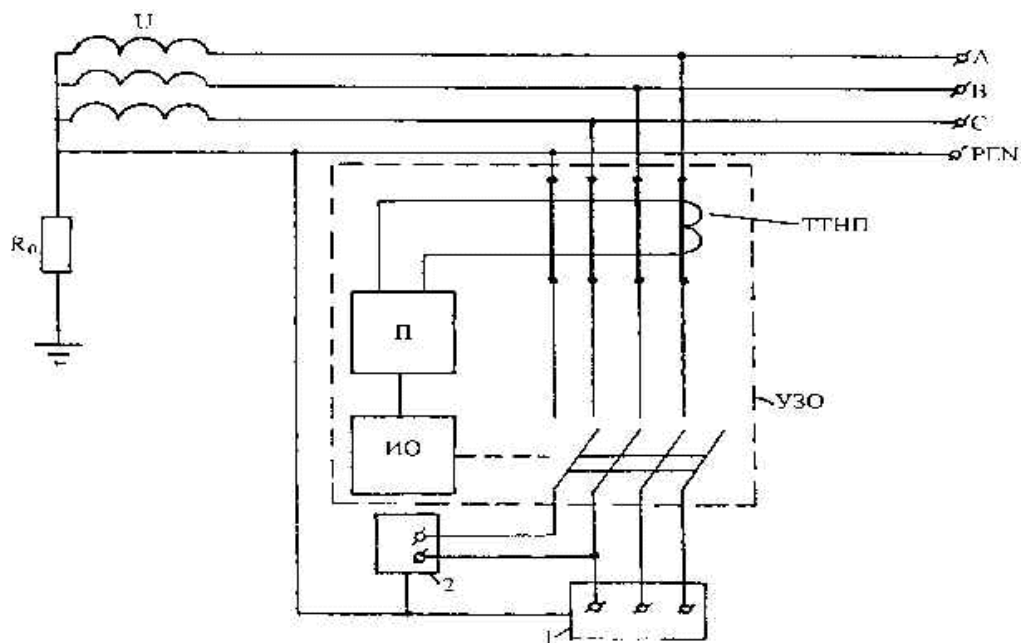
Принцип дії пристрою – швидке відключення ділянки мережі або споживача енергії, якщо струм нульової послідовності перевищує деяке значення, при якому напруга дотику до струмоведучої частини має найбільше тривале допустиме значення  $U_{\max}$ .

Датчиком пристрою може служити трансформатор струму нульової послідовності ТСНП, магнітопровід якого охоплює всі дроти мережі, що грають в цьому випадку роль первинних одновиткових обмоток трансформатору (рис. 3.12, 3.13). В результаті магнітні потоки, що створюються в магнітопроводі ТСНП струмами первинних обмоток, складаються, а сумарний потік обумовлює виникнення струму у вторинній обмотці ТСНП, що замикається через обмотку реле.

Якщо на ділянці, що захищається, провідності фаз відносно землі однакові, то сума струмів, які проходять по фазних дротах мережі, а отже, і струм через реле дорівнюють нулю:

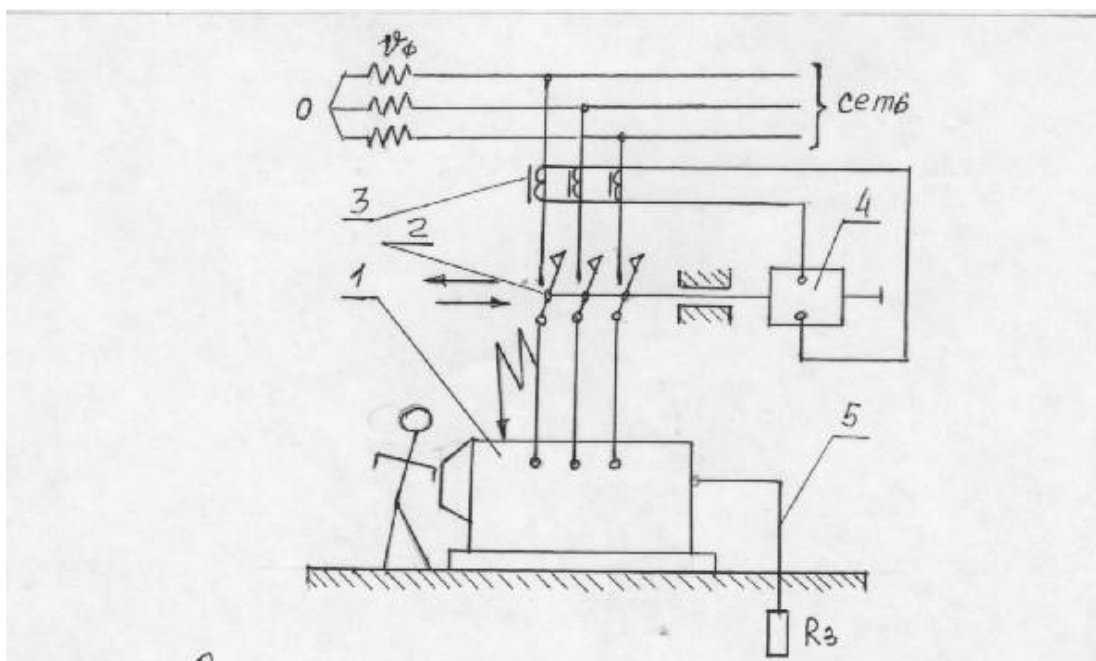
$$I_1 + I_2 + I_3 = 0; \quad I_p = 0$$





1 – споживач; ТТНП – трансформатор струму нульової послідовності; УЗО – пристрій захисного відключення; П – перетворювач; ИО – виконуючий орган

Рисунок 3.12 – Схема ПЗВ у мережі з глухозаземленою нейтраллю [69]



1 – споживач; 2 – вимикач; 3 – трансформатор струму нульової послідовності; 4 – реле струму; 5 – заземлення корпусу

Рисунок 3.13 – Схема ПЗВ у мережі з ізолюваною нейтраллю [70]

Якщо на ділянці, що захищається, виникає асиметрія провідності фаз відносно землі у результаті, наприклад, замикання фази на землю, дотику людини до фази тощо, то приведена рівність порушується, оскільки з'являється струм нульової послідовності  $I_0$  і через реле проходить струм  $I_p$ , пропорційний його значенню:

$$I_p = I_0/k,$$

де  $k$  – коефіцієнт трансформації ТСНП (відношення первинного струму до вторинного).

Цей струм, досягнувши значення струму спрацьовування реле або перевищивши його, викличе відключення ділянки мережі, що захищається, від джерела живлення.

Умова безпеки при дотику до струмоведучої частини, що знаходиться під напругою (або до незаземленого і незануленого корпусу в період замикання на нього фази) виражається рівнянням:

$$U_{\max} \geq I_h R_h,$$

де  $U_{\max}$  – найбільша тривало допустима напруга дотику, В;  $I_h$  – струм, що проходить через тіло людини, А;  $R_h$  – опір тіла людини, Ом.

Уставкою (струмом спрацьовування, на який налаштовується прилад) в даному випадку буде деяке значення струму нульової послідовності  $I_y$ , при якому струм, що проходить через людину в землю, не перевищує тривало допустимого струму, або струму, при якому напруга дотику не перевищує тривало допустиму:

$$I_y = k_0 U_{\max} / R_h,$$

де  $k_0$  – коефіцієнт, що визначає співвідношення між провідністю відносно землі ділянок мережі, що знаходяться по обидві сторони ТСНП. Оскільки провідність ділянки мережі, що знаходиться в зоні захисту для мережі з глухозаземленою нейтраллю близька до нуля, а провідність незахищеної ділянки завжди досить велика (за рахунок провідності заземлення нейтралі джерела струму), то можна прийняти  $k_0 = 1$ .

Приймаючи  $U_{\max} = 12 \text{ В}$ , а опір тіла людини  $R_h = 1000 \text{ Ом}$ , отримуємо:

$$I_y = 12/1000 = 0,012 \text{ А} = 12 \text{ мА}$$

Перевагами установок захисного відключення, що реагують на струм нульової послідовності, є: можливість вживання в мережах будь-якої напруги з різними режимами нейтралі; здатність забезпечувати безпеку людини при дотику не лише до корпусу, що виявився під напругою, але і до фазного дроту мережі; висока надійність роботи, тобто мала кількість помилкових відключень; незалежність роботи пристрою від значень опору заземлення і опору нульового провідника. Остання перевага має важливе значення в тих випадках, коли неможливо заземлити нейтраль трансформатора, корпуси електроустановки або нульовий провідник через малий опір або коли через віддаленості споживача опір нульового захисного провідника виявляється вище нормованих значень.

### **3.5 Пожежна безпека**

Пожежна небезпека конверторних цехів і основні напрями протипожежного захисту описані у пп. 1.3, 1.4.

У цеху можливі пожежі класів А (тверді горючі речовини), В (рідини), С (горючі гази) і (Е) (електроустановки під напругою).

Пожежогасіння здійснюється від внутрішнього водопроводу за допомогою пожежних кранів. Правила розміщення кранів надані у п. 1.4.

Кількість оборотів маховика вентиля до повного відкриття пожежного крана залежить від діаметра труби і може дорівнювати 4,5 або 6. Кран повинен бути повністю відкритий або закритий. Проміжне становище не дозволяється[71].

Робочий тиск клапана крану становить 1-1,6 МПа. Він розрахований на роботу при температурі води + 1 ... + 50°C. Діаметр проходу залежить від діаметра водопровідної труби, до якої підключають кран. За стандартами умовний діаметр становить, 40, 50 і 65 мм. Маховик крана роблять червоного

кольору, його обертання при відкриванні клапана має бути проти годинникової стрілки[71].

Пожежні крани розміщують у доступних і опалюваних місцях. У проекті пропонуються спарені пожежні крани з рукавами довжиною 20 м, що розміщуються у шафах. Загальна кількість – 20.

До первинних засобів пожежогашіння відносяться вогнегасники. Кількість вогнегасників приймаємо згідно Типових норм [28], враховуючи площу цеху 25 000 м<sup>2</sup>. Так як площа велика, замість переносних застосовуємо пересувні вогнегасники. Встановлюємо порошкові пересувні вогнегасники із зарядом порошку 50 кг, ВП-50 – 50 штук; водопінні із зарядом 150 кг, ВВП-150 – 25 штук; вуглекислотні із зарядом 56 кг, ВВК-56 – 25 штук.

Однією з причин пожежі може бути атмосферна електрика.

Будинки і споруди промислових підприємств в залежності від їх призначення, конструктивного виконання, географічного розташування, пов'язаного з інтенсивністю грозової діяльності і очікуваної кількості ураження блискавкою, повинні бути забезпечені захистом від блискавки [72].

Під захистом від блискавки розуміють комплекс захисних пристроїв, призначених для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, обладнання та матеріалів від можливих вибухів, загорянь і руйнувань, що виникають при впливі блискавки.

Блискавка являє собою інтенсивний розряд атмосферної електрики. Ці розряди можуть створювати небезпеку для людей, руйнувати будівлі і споруди, приводити до вибухів і пожеж, ураження електричним струмом.

Атмосферна електрика становить небезпеку через наступних явищ:

- удар блискавки, при якому протягом 100 мкс протікає струм силою до 500 кА, розігріваючи повітря до 20 000°С;
- електростатична індукція – наведення електричних потенціалів обладнання і споруд в результаті змін електричного поля; виникає небезпека іскріння між металевими елементами конструкцій;
- електромагнітна індукція – наведення електричних потенціалів в

незамкнених металевих контурах в результаті швидких змін струму блискавки; виникає небезпека іскріння в місцях зближення протяжних металевих конструкцій;

- занесення високих потенціалів – перенесення наведених блискавкою високих електричних потенціалів в будівлі і споруди по зовнішнім металевим комунікаціям (трубопроводам, естакадам, кабелям з металевою оболонкою).

Відповідно до [72] на території Кривого Рогу інтенсивність грозової діяльності становить близько 80 годин в рік. Середньорічна кількість ударів блискавки в  $1 \text{ км}^2$  земної поверхні при такій інтенсивності  $n = 9$ .

Конвертерний цех згідно з класифікацією будівель і споруд по влаштуванню блискавкозахисту [72] відноситься до споруд III категорії. Такі споруди повинні бути захищені від прямих ударів блискавки і занесення високих потенціалів через наземні металеві комунікації. У конструктивному відношенні захист може бути виконаний у вигляді блискавковловлюючі сітки з вічками  $12 \times 12$  м. Крім того, при товщині металевого даху більше 4 мм досить виконати тільки заземлення всіх зовнішніх металевих частин.

При використанні в якості блискавкоприймачів сітки або металевої покрівлі по периметру будівлі в землі на глибині не менше 0,5 м повинен бути прокладений зовнішній контур, що складається з горизонтальних електродів.

Для захисту від заносу високих потенціалів до заземлювачів захисту від прямих ударів блискавки повинні бути приєднані металеві конструкції, естакади, трубопроводи, що входять ззовні до будівлі.

Заземлювачі мають бути розташовані у місцях, де перебування людей мало імовірно. Відстань від заземлювачів до підземних комунікацій має бути не менше 3 м. Розрахуємо заземлення блискавкозахисту конверторного цеху. Як вертикальні заземлювачі застосуємо сталеві труби. Вертикальні заземлювачі з'єднуємо сталевією половою. Вихідні дані – у табл. 3.14.

Таблиця 3.14 – Вихідні дані для розрахунку заземлення

блискавкозахисту

Параметр	Позначення	Одиниця виміру	Величина
Питомий електричний опір ґрунту (суглинок) [73]	$\rho$	Ом·м	100
Довжина вертикального заземлювача	$l$	м	5
Діаметр заземлювача	$d$	м	0,05
Відстань між заземлювачами	$a$	м	5
Ширина з'єднувальної смуги	$b$	м	0,1
Глибина закладення смуги	$t$	м	0,7
Нормативний опір заземлювача [72]	$R_H$	Ом	20

1. Коефіцієнт сезонності для вертикального заземлювача [73]:

$$\psi_{\theta} = 1,3$$

2. Розрахунковий питомий електричний опір ґрунту для вертикального заземлювача, Ом·м:

$$\rho_B = \psi_B \rho$$

$$\rho_B = 1,3 \cdot 100 = 130$$

3. Опір розтіканню струму поодинокого вертикального заземлювача, Ом:

$$R_o = (\rho_B / 2\pi l) [\ln 2l/d + 0,5 \ln(4t+3l)/(4t+1)]$$

$$R_o = (130 / 2 \cdot 3,14 \cdot 5) [\ln 2 \cdot 5 / 0,05 + 0,5 \ln(4 \cdot 0,7 + 3 \cdot 5) / (4 \cdot 0,7 + 5)] = 23,6$$

4. Орієнтовна кількість вертикальних заземлювачів:

$$n = R_o / R_H$$

$$n = 23,6 / 20 = 1,2$$

приймаємо  $n = 2$ .

5. Довжина з'єднувальної смуги при розташуванні вертикальних заземлювачів в ряд, м:

$$l_c = a(n-1)$$

$$l_c = 5(2-1) = 5$$

6. Коефіцієнт сезонності для горизонтальної з'єднувальної смуги [73]

$$\psi_c = 2,5$$

7. Розрахунковий питомий електричний опір ґрунту для з'єднувальної смуги, Ом·м:

$$\rho_c = \psi_c \rho$$

$$\rho_c = 2,5 \cdot 100 = 250$$

8. Опір розтіканню струму з'єднувальної смуги, Ом:

$$R_c = (\rho_c / 2\pi l_c) \ln(2l_c^2 / bt)$$

$$R_c = (250 / 2 \cdot 3,14 \cdot 5) \ln(2 \cdot 5^2 / 0,1 \cdot 0,7) = 52,3$$

9. Коефіцієнти використання вертикальних заземлювачів і горизонтальної з'єднувальної смуги [73]:

$$\eta_b = 0,79 \quad \eta_c = 0,81$$

10. Опір розтіканню струму з'єднувальної смуги з урахуванням екранування, Ом:

$$R_r = R_c / \eta_c$$

$$R_r = 52,3 / 0,81 = 64,6$$

11. Опір розтіканню струму груп вертикальних заземлювачів, Ом:

$$R_b = R_o / n \eta_b$$

$$R_b = 23,6 / 2 \cdot 0,79 = 14,9$$

12. Опір розтіканню струму заземлювача в цілому, Ом:

$$R_3 = R_b R_r / (R_b + R_r)$$

$$R_3 = 14,9 \cdot 64,6 / (14,9 + 64,6) = 12,1 < R_n$$

### 3.6 Техногенна безпека

#### 3.6.1 Ідентифікація об'єктів підвищеної небезпеки

Будь-який об'єкт, де використовується, виготовляється, переробляється чи транспортується небезпечна речовина, вважається таким, що може становити загрозу мешканцям прилеглих територій та навколишньому середовищу або потенційно небезпечним об'єктом. Для того, щоб визначити

реальну ступінь небезпеки такого об'єкта проводиться його ідентифікація, за результатами якої потенційно небезпечний об'єкт може бути віднесений до категорії об'єктів підвищеної небезпеки з присвоєнням класу небезпеки I або II, або не віднесений до цієї категорії, тобто і надалі буде вважатися як потенційно небезпечний об'єкт.

З цією метою Нормативи порогових мас для ідентифікації об'єктів підвищеної небезпеки, а всі небезпечні речовини за їх властивостями поділені на 7 категорій: горючі (займисті) гази; горючі рідини; легкозаймисті рідини та горючі рідини, перегріті під тиском; вибухові речовини (ініціюючі (первинні), бризантні (вторинні) та піротехнічні); речовини-окисники; високотоксичні та токсичні речовини; речовини, які становлять небезпеку для довкілля (високотоксичні для водних організмів).

Під пороговою масою розуміється мінімальна маса окремої небезпечної речовини або категорії небезпечних речовин чи сумарна маса небезпечних речовин різних категорій, при наявності якої на об'єкті цей об'єкт відноситься до категорії об'єктів підвищеної небезпеки певного класу небезпеки.

Згідно [74] порогові маси небезпечних речовин, що обертаються у конверторному цеху, складають: конверторний газ – 200 т для 1 класу, 50 т для 2 класу; кисень – 200 т для 1 класу, 50 т для 2 класу. Ці величини значно більші, ніж ті маси, що одночасно знаходяться у приміщеннях цеху. Тобто конверторний цех не відноситься до потенційно небезпечних об'єктів 1 чи 2 класу.

### **3.6.2 Визначення імовірності аварій**

Аварії техногенного характеру: на транспорті; пожежі; вибухи; аварії з викидом сильнодіючих отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних та ін. забруднюючих речовин; раптове руйнування споруд, обладнання поділяються на 2 категорії [74].

Аварії 1 категорії:



- загинуло 5 або травмувалося 10 і більше чоловік;
- викид отруйних, радіоактивних, біологічно небезпечних речовин за межі СЗЗ підприємства;
- збільшення концентрації забруднюючих речовин в ОС > 10 разів;
- зруйновано будинки, споруди чи основні конструкції об'єкта із загрозою життю і здоров'ю значної кількості працівників підприємства чи населення.

Аварії 2 категорії:

- загинуло до 5 або травмувалося 4-10 чоловік;
- зруйновано будівлі, споруди чи основні конструкції об'єкта, що створило загрозу для життя і здоров'я працівників цеху, дільниці (враховуються цех, дільниця з чисельністю працюючих 100 чоловік і більше).

Як було відзначено у розділі 2, «слабкі ланки» відносно аварії у конверторному цеху – конвертор, сталерозливний ківш, система газоочистки. Однак категорійні аварії у цих цехах доволі рідкі. Так, 12.07.2019 року на комбінаті «Азовсталь» відбувся прогар міксеру і 2000 т чавуну розлилося у цех. Загиблих і травмованих нема. Цю аварію можна віднести до 2 категорії [75].

31.03.2018 р. на «АрселорМітталТеміртау» трапився розрив трубопроводу стислого повітря діаметром 820 мм. Обрушився приблизно 1 км трубопроводу. Киснево-конверторний цех був повністю зупинений. Це теж аварія 2 категорії.

28.04.2004 р. на Нижньотагильському металургійному комбінаті сталася аварія в конвертерному цеху, в результаті якої загинули два робітники. На ділянці машини безперервного лиття заготовок з поворотного стенда зірвався ківш з рідким металом, відбулися розлив металу і загоряння на «нульовій позначці» цеху, що і спричинило жертви. Аварія віднесена до 2 категорії.

В січні 1998 р. на Магнітогорському металургійному комбінаті стався вибух в порожнині конвертера внаслідок падіння лівої кисневої фурми з

подальшим розривом компенсатора на трубі подачі кисню і попаданням води, що охолоджує в рідкий шлак, що знаходиться в конвертері. Загинули 2 особи, отримали опіки – 2 особи. Аварія віднесена до 2 категорії [75].

В Україні у 21 столітті у конверторних цехах не було зафіксовано аварій 1 категорії і сталася 1 аварія 2 категорії. Тому імовірність категорійних аварій у конверторному виробництві можна вважати незначною.

Противарійні заходи розглядались у 2 розділі. Наприклад, для запобігання вибухам у системі газоочистки зазор між конвертором і кесоном герметизують. Система передбачає розміщення над конвертором підйомної дзвіноподібної «спідниці». Вона розташована безпосередньо над конвертором, може опускатися і забезпечувати герметичність з'єднання конвертора з кесоном.

Для виключення утворення вибухонебезпечної суміші ще застосовують відповідну організацію відводу газів. При роботі конвертору чергуються продувки (коли по тракту проходять гази з великим вмістом CO) і періоди між продувками (коли по тракту протягується повітря). У проміжках між цими періодами по системі пропускають інертний газ, що повністю витісняє з тракту повітря або конверторні гази.

Імовірність аварії зменшується при заміні стопорного пристрою у ковші на шиберний затвор.

Знизити імовірність прогару футеровки ковшу можна використовуючи монолітну футеровку, що виготовляється набиванням, трамбуванням, литтям, торкретуванням, вібраційним ущільненням і віброударним формуванням.

## **4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **4.1 Аналіз економічних наслідків захворюваності і травматизму**

Визначимо коефіцієнти частоти і важкості захворювань і травматизму у конверторному цеху за рік, використовуючи середні статистичні дані за

останні роки:

- середньооблікова чисельність працюючих,  $Ч = 850$  чол.;
- загальна кількість випадків захворювань,  $Н_3 = 90$ ;
- кількість виявлених професійних захворювань,  $Н_{3п} = 0$ ;
- кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях,  $ДН_3 = 890$ ;
- кількість нещасних випадків,  $Н_Т = 4$ ;
- кількість днів тимчасової непрацездатності у зв'язку з травмами,  $ДН_Т = 134$ .

Коефіцієнт частоти захворювань:

$$K_{чз} = 100 Н_3 / Ч$$

$$K_{чз} = 100 \cdot 90 / 850 = 10,59$$

Коефіцієнт важкості захворювань:

$$K_{Тз} = ДН_3 / Н_3$$

$$K_{Тз} = 890 / 90 = 9,89$$

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{чТ} = 1000 Н_Т / Ч$$

$$K_{чТ} = 1000 \cdot 4 / 850 = 4,71$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{ТТ} = ДН_Т / Н_Т$$

$$K_{ТТ} = 134 / 4 = 33,5$$

Оцінимо економічні наслідки захворюваності і травматизму уконверторному цеху, виходячи з таких умов:

- середнє денне вироблення,  $СВ = 770$  грн.;
- витрати на 1 грн. товарної продукції,  $З = 0,8$  грн.;
- питома вага умовно-постійних витрат в собівартості,  $УП = 0,2$ ;
- середній розмір оплати одного дня по листках тимчасової непрацездатності,  $ВН = 180$  грн.;
- фонд робочого часу на одного працівника в році,  $Т_p = 230$  дн.;
- середній розмір штрафів за порушення в області охорони праці на одного травмованого працівника,  $Ш = 10000$  грн.

Кількість днів тимчасової непрацездатності по захворюваннях і

травмах:

$$ДН = ДН_3 + ДН_T$$

$$ДН = 890 + 134 = 1024$$

Скорочення випуску продукції у зв'язку із захворюваністю і травматизмом:

$$СП = ДН \cdot СВ$$

$$СП = 1024 \cdot 770 = 788\,480 \text{ грн.}$$

Собівартість цього об'єму продукції:

$$С = СП \cdot 3$$

$$С = 788\,480 \cdot 0,8 = 630\,784 \text{ грн.}$$

Відносне збільшення собівартості:

$$УС = С \cdot УП$$

$$УС = 630\,784 \cdot 0,2 = 126\,157 \text{ грн.}$$

Виплата допомоги по тимчасовій непрацездатності за перші п'ять днів тимчасової непрацездатності потерпілого проводиться за рахунок коштів страхувальника, а починаючи з шостого дня непрацездатності – за рахунок коштів Фонду [76].

Виплати по листках непрацездатності травмованим складуть:

$$В_T = 5Н_T \cdot ВН$$

$$В_T = 5 \cdot 4 \cdot 180 = 3600 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності хворим:

$$В_3 = ДН_3 \cdot ВН$$

$$В_3 = 890 \cdot 180 = 160\,200 \text{ грн.}$$

Виплати по листках непрацездатності в цілому:

$$В = В_T + В_3$$

$$В = 3600 + 160\,200 = 163\,800 \text{ грн.}$$

Загальний економічний збиток:

$$У = УС + В + Н_ТШ$$

$$У = 126\,157 + 163\,800 + 4 \cdot 10\,000 = 329\,957 \text{ грн.}$$

## 4.2 Оцінка економічної ефективності заходів щодо охорони праці у конверторному цеху

У проектній частині кваліфікаційного проекту пропонуються наступні заходи щодо зниження травматизму і захворюваності:

- заміна стопорного пристрою шибєрним затвором;
- застосування додаткового шару теплоізоляції розливного ковшу з хризоліт-азбесту;
- заміна продувальної пробки;
- стаціонарний екран тепловідведення;
- пересувний екран відбиття;
- застосування витяжного аераційного ліхтарю системи Батурина – Бранта;
- застосування повітряного душу;
- для освітлення виробничих приміщень запропоновані світлодіодні світильники.
- для живлення обладнання 380/220 В у конверторному цеху запропонована п'ятипровідна мережа за схемою TN-CS;
- застосування пристрою захисного відключення, що реагує на струм нульової послідовності.

У результаті виконання цих заходів очікується зниження травматизму в цеху приблизно втричі, а зниження загальної захворюваності – на 20%.

Таким чином, замість 4 нещасних випадків очікуване річне число травм в цеху (середнє) можна прийняти рівним 1,33.

Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці складуть:

- заміна стопорного пристрою шибєрним затвором ( $OB_1$ ) – 20 000 грн.;
- застосування додаткового шару теплоізоляції розливного ковшу з хризоліт-азбесту ( $OB_2$ ) – 70 000 грн.;
- заміна продувальної пробки ( $OB_3$ ) – 4 000 грн.;

- стаціонарний екран тепловідведення(ОВ<sub>4</sub>) – 20 000 грн.;
- пересувний екран відбиття(ОВ<sub>5</sub>) –4000 грн.;
- застосування витяжного аераційного ліхтарю системи Батурина – Бранта(ОВ<sub>6</sub>) – 200000 грн.;
- застосування повітряного душу (ОВ<sub>7</sub>) – 20 000 грн.;
- заміна світильників (ОВ<sub>8</sub>) –40 000 грн.;
- застосування п'ятипровідної мережі (ОВ<sub>9</sub>) –40 000 грн.;
- застосування пристрою захисного відключення, що реагує на струм нульової послідовності (ОВ<sub>10</sub>) – 3 000 грн.;

Поточні витрати (ТЗ) збільшаться за рік на 7 000 грн.

Загальні одноразові витрати:

$$OB = \sum OB_i$$

$$OB = 20000 + 70\,000 + 4\,000 + 20000 + 4\,000 + 200\,000 + 20\,000 + 40\,000 + 40\,000 + 3000 = 421\,000 \text{ грн.}$$

Очікуване зниження травматизму:

$$\Delta H = 4 - 1,33 = 2,67$$

Зменшення днів непрацездатності:

$$\Delta ДН = \Delta H \cdot K_{\text{тт}} + 0,15 ДН_3$$

$$\Delta ДН = 2,67 \cdot 33,5 + 0,15 \cdot 890 = 223 \text{ днів}$$

Річне вироблення на одного працівника:

$$ГСВ = T_p \cdot СВ$$

$$ГСВ = 230 \cdot 770 = 177100 \text{ грн.}$$

Зменшення днів непрацездатності на одного працівника:

$$\Delta T = \Delta ДН / Ч$$

$$\Delta T = 223 / 850 = 0,262$$

Приріст продуктивності праці:

$$П_r = [(T_p + \Delta T) / T_p - 1] 100$$

$$П_r = [(230 + 0,262) / 230 - 1] 100 = 0,114 \%$$

Зниження собівартості продукції:

$$E_c = ГСВ \cdot Ч \cdot З \cdot П_r \cdot УП$$

$$E_c = 177100 \cdot 850 \cdot 0,8 \cdot 0,00114 \cdot 0,2 = 27457,6 \text{ грн.}$$

Скорочення виплат по листках непрацездатності:

$$E_{л} = (5 \cdot \Delta H + \Delta ДН) \cdot ВН$$

$$E_{л} = (5 \cdot 2,67 + 223) \cdot 180 = 42543 \text{ грн.}$$

Скорочення штрафних виплат:

$$E_{ш} = Ш \cdot \Delta H$$

$$E_{ш} = 10000 \cdot 2,67 = 26700 \text{ грн.}$$

Загальний економічний ефект:

$$E_{\text{еф}} = E_c + E_{л} + E_{ш} - ТЗ - 0,15OB$$

$$E_{\text{еф}} = 27457,6 + 42543 + 26700 - 7000 - 0,15 \cdot 421000 = 26550,6 \text{ грн.}$$

Термін окупності одноразових витрат:

$$C_{\text{ок}} = OB / (E_c + E_{л} + E_{ш} - ТЗ)$$

$$C_{\text{ок}} = 421000 / (27457,6 + 42543 + 26700 - 7000) = 4,69 \text{ років}$$

Економічна ефективність одноразових витрат:

$$E = 1 / C_{\text{ок}}$$

$$E = 1 / 4,69 = 0,213 \text{ грн./грн.}$$

Результати розрахунків заносимо до табл. 4.1

Таким чином, наведеними розрахунками доказана доцільність заходів з охорони праці у конверторному цеху.

Таблиця 4.1 – Оцінка економічної ефективності заходів та засобів з охорони праці у конверторному цеху

Найменування показника	Одиниця виміру	Величина
1	2	3
Одноразові витрати на заходи щодо охорони праці	грн.	421 000
Додаткові поточні витрати в рік	грн.	7 000
Зменшення кількості днів непрацездатності	дні	223

Закінчення таблиці 4.1

1	2	3
Зменшення кількості днів непрацездатності на одного працівника	дн./роб.	0,262
Приріст продуктивності праці	%	0,114
Зниження собівартості продукції	грн.	27457,6
Річний економічний ефект від пропонованих заходів	грн.	26550,6
Термін окупності одноразових витрат	років	4,69
Економічна ефективність одноразових витрат	грн./грн.рік.	0,213



## ВИСНОВКИ

1. Зроблено аналіз аварій, нещасних випадків, професійних і професійно обумовлених захворювань у конверторному виробництві; найчастіше аварії відбуваються на конверторі, сталерозливному ковші, у системі газоочистки; основні причини нещасних випадків – відсутність або недосконалість запобіжної техніки і обладнання; вид події, що найчастіше викликає травмування – падіння; із профзахворювань найчастішими у конверторному виробництві є пневмоконіози; до професійно обумовлених хвороб можна віднести артеріальну гіпертензію, ішемічну хворобу серця, інфаркт міокарду, простудні захворювання та пневмонію.
2. Розраховані індекси профзахворювань і визначені класи умов праці для декількох професій.
3. Для підвищення стійкості сталерозливного ковша пропонується замінити стопорний пристрій шибєрним затвором з корундового вогнетриву марки МКС-72.
4. Розроблена футеровка ковшу, на основі розрахунків пропонується шар теплоізоляції з хризоліт-азбесту товщиною 30 мм.
5. Для продувальної пробки щільного типу обраний корундовий вогнетрив марки URBLOCK.
6. Розраховані екрани для захисту від інфрачервоного випромінювання – переносний екран відбиття і стаціонарний екран тепловідведення.
7. Для поліпшення роботи аерації пропонується застосування витяжного аераційного ліхтарю системи Батурина –Бранта.
8. Розраховані параметри повітряного душу для різних температур повітря робочої зони.
9. Для освітлення виробничих приміщень запропоновані світлодіодні світильники.

10. Для живлення обладнання 380/220 В у конверторному цеху запропонована п'ятипровідна мережа за схемою TN-CS.
11. Як додатковий засіб захисту від ураження струмом у проекті пропонується пристрій захисного відключення, що реагує на струм нульової послідовності; розрахований струм уставки цього пристрою.
12. Запропонована система блискавкозахисту цеху, розраховане заземлення блискавкозахисту.
13. Визначено, що конверторний цех не відноситься до потенційно небезпечних об'єктів 1 чи 2 класу.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Чорна металургія України. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/>
2. Mozok. Click. Чорна металургія України. URL: <https://mozok.click/2378->
3. Referat-ok. Com. Ua. Конверторний спосіб виплавки сталі. URL: <http://referat-ok.com.ua/inshе/konvertornii-sposib-viplavki-stali>
4. К вопросу повышения промышленной безопасности конвертеров и экологической безопасности процессов выплавки стали/ Тубольцев Л.Г. и др. URL: <http://dspace.nbuв.gov.ua/bitstream/handle>
5. Тубольцев Л.Г., Голубых Г.Н., Падун Н.И. Анализ риска аварий и определение возможного материального ущерба на металлургическом предприятии. URL: <http://jrn.isi.gov.ua/sb/12-06/407>
6. Большаков В.И., Тубольцев Л.Г., Голубых Г.Н. Обеспечение промышленной безопасности металлургического производства. URL: <http://jrn.isi.gov.ua/sb/23-11/305.pdf>
7. 0629. Сайт города Мариуполя. URL: <https://www.0629.com.ua/news/2392629/>
8. Бигеев А.М., Бигеев В.А. Металлургия стали. Теория и технология выплавки стали. – Магнитогорск: МГТУ. – 2000. – 544с.
9. Научно-технический отчет о выполнении 1 этапа Государственного контракта № П2136 от 05 ноября 2009 г. Магнитогорск : МГТУ, 2009. 41 с.
10. Delo/ua/ URL: <https://delo.ua/economyandpoliticsinukraine>
11. Бринза В.Н., Зиньковский М.М. Охрана труда в черной металлургии. – М.: Металлургия. – 1985. – 192с
12. Авраменко Ф.Д., Карнаух Н.Н., Хорошев Т.Н. Управление охраной труда на металлургическом предприятии. – М.: Металлургия. – 1982. – 248с.
13. Обзор аварий на крановом оборудовании металлургических

производств. Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 10 (часть 1) – С. 9-11.

14. Гасило Ю.А., Крюковська О.А. Дослідження умов праці працівників конвєрторних цехів.

URL: [http://www.rusnauka.com/36\\_NIO\\_2008/Tecnic/39311doc.htm](http://www.rusnauka.com/36_NIO_2008/Tecnic/39311doc.htm)

15. Орєхова О.В. Сучасний стан умов праці в металургійному виробництві України. Scientific Journal «Science Rise: Medical Science». 2016. № 10(6). С. 34 – 39.

16. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Чинний від 30.05.2014]. Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 2014. 37 с.

17. Енергетичне забруднення довкілля. /Апостолук С.О. та ін. URL: [https://pidruchniki.com/1957041141626/ekologiya/energetichne\\_zabrudnennya\\_dovkillya](https://pidruchniki.com/1957041141626/ekologiya/energetichne_zabrudnennya_dovkillya)

18. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. [Чинний від 1999-01-12 ] (Державні санітарні норми).

19. Шкідлива дія вібрації на організм людини. Вібраційна хвороба. URL: <https://studfiles.net/preview/5740526/page:20/>

20. ПУЕ. Правила улаштування електроустановок. [Чинний від 2017-21-07] Київ : Мінпєнерговугілля України. 2017. 617 с.

21. ДСТУ Б В.1.1-36:2016. Визначення категорій приміщєнь, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпєкою. [Чинний від 2017-01-01]. Київ : Мінрегіон України. 2016. 34 с.

22. Средства индивидуальной защиты / Каминский С.Л. Ленинград: Химия. 1989. 400с.

23. НПА ОП 27.0-1.01-09 Правила охорони праці у сталеплавильному виробництві. [Чинний від 2009-15-10].

24. Незадуваемые фонари. URL: <http://www.bibliotekar.ru/7-zdaniya/80.htm>.

25. Воздушный душ. Описание изобретения к авторскому свидетельству. АС СССР № 211774. 15.03.89. Бюл. № 10.

26. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва. Чинний від 2003-05-01.

27. Смирнов Н.В., Коган Л.М. Пожарная безопасность предприятий чёрной металлургии. – М.: Металлургия, 1989. – 432с.

28. Правила експлуатації та типові норми належності вогнегасників. Чинний від 2017-03-23.

29. METALLURGIST.PRO. Охрана труда в конвертерном производстве стали. URL: <https://metallurgist.pro/konverternoeproizvodstvo-stali/>

30. Большая энциклопедия нефти и газа. Конвертерный газ. URL: <https://www.ngpedia.ru/id636346p1.html>

31. Академик. Конвертерный газ. URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** газ

32. ГОСТ 12.1.005-88. Межгосударственный стандарт система стандартов безопасности труда общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. Минздрав СССР. [чинний від 1989-01-01].

33. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. МОЗ України. [Чинний від 2015-03-03].

34. ACGIH. 1994. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices (1994- 1995). American Conference of Governmental Industrial Hygienists. Cincinnati. OH.

35. Пожароопасность веществ и материалов и средства их тушения: в 2 кн. / под. ред.. А.Н. Баратова и А. Я. Корольченко. Москва : Химия, 1990. Кн. 2. 384 с.

36. Экология, очистка конвертерных газов. URL:

<https://metallurgist.pro/ekologiya-ochistka-konverternyh-gazov/>

37. Конвертерное производство. Общая характеристика газоотводящих трактов. URL: <https://metallurgist.pro/obshhaya-harakteristika-gazootvodyashhih-traktov/>

38. Вибухобезпечність газівідвідних трактів. URL: **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**

39. Конструкція і футеровка сталерозливного ковшу. URL : **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.** Конструкція сталерозливного ковшу. URL : <https://uas.su/books/metstali/171/razdel171.php>

40. Монолитные футеровки ковша. URL : <https://steeltimes.ru/allmet/casting/ingots/equipment/005.php>

41. Перельман С.Т. Безопасность труда в конвертерных цехах. Донецк : Вища школа, 1983. 172 с.

42. Сегодня. Безопасность производства растет в Украине. URL : <https://www.segodnya.ua/ukraine/bezopasnee-vsego-tam-gde-opasnee-v-ukraine- stanovitsya-menshe-chp-na-proizvodstve-1141157.html>

43. Причины производственного травматизма в металлургии. URL: <https://metallplace.ru>

44. Фонд соціального страхування України. Профілактика виробничого травматизму та професійних захворювань за 9 місяців 2019 року. URL : <http://www.fssu.gov.ua/fse/control/main/uk/publish/article/951811>

45. Перелік професійних захворювань (із змінами внесеними згідно з Постановою КМ № 294 від 26.04.2017). [Чинний від 083-11-2000]

46. Профессиональное здоровье в Украине. URL : <https://dnaop.com/article/996>

47. Профессиональное здоровье в Украине. URL : <https://dnaop.com/article/996>

48. Приходько Т. Ваше здоров'я. Професійні хвороби серця та судин. URL : **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**

49. Гигиена труда : учебник / Под ред. Н.Ф. Измерова, В.Ф. Кириллова. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. 592 с.

50. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. [Чинний від 30.05.2014]. Міністерство охорони здоров'я України. Київ, 2014. 37 с.

51. Аксельрод Л.М., Сладков Е.М., Дзярский С.А. Комплексный подход к вопросу повышения стойкости футеровок сталеразливочных ковшей. Современные огнеупоры и эффективность их применения при производстве и разливке стали : научно-практическая конференция в областиметаллургии за 2012 год. Украинская ассоциация сталеплавильщиков. Донецк : ДНТУ, 2012. С. 40 – 44.

52. Футеровка, ремонт и сушка сталеразливочных ковшей. URL : **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки.**

53. Selmo.com.ua.Высокоглиноземистые корундовые огнеупоры. URL : [https://selmo.com.ua/izdeliya\\_ogneupornye\\_korundovye/](https://selmo.com.ua/izdeliya_ogneupornye_korundovye/)

54. Украинская ассоциация сталеплавильщиков. Сталеразливочные ковши и стенды для их замены. URL : <https://uas.su/books/mnlz/3.1/razdel31.php>

55. Системы продувки газом для сталеразливочных ковшей. URL : <https://www.rhimagnesita.com/wp-content/uploads/2019/11/steel-ladle-gas-purging-1910-ru-191018-ebmon.pdf>

56. Вата теплоізоляційна МКРР-130. URL : [https://selmo.com.ua/vata\\_ogneupornaya\\_mkrr\\_130/](https://selmo.com.ua/vata_ogneupornaya_mkrr_130/)

57. Теплотехника / под ред. А.П. Баскакова. 2–е изд., перераб. Москва. : Энергоатомиздат, 1991. 224 с.

58. Защита от инфракрасного излучения. URL : <https://all-gigiena.ru/lit/gigiena-i-oxrana-truda-kurs-lekcij/zashita-ot-infrakrasnogo-izlucheniya>

59. Проектирование средств защиты от тепловых излучений. URL

:<https://studfile.net/preview/5694624/>

60. Альтшуль А.Д., Киселев П.Г. Гидравлика и аэродинамика. Москва : Стройиздат, 1975. 328 с.

61. Коэффициент излучения (степень черноты). URL :[http://temperatures.ru/pages/koefficient\\_izlucheniya](http://temperatures.ru/pages/koefficient_izlucheniya)

62. Таблица плотностей веществ. URL :<http://thermalinfo.ru/eto-interesno/tablitsa-plotnosti-veshhestv>

63. Максимов Г.А., Дерюгин В.В. Движение воздуха при работе систем вентиляции и отопления. Ленинград : Издательство литературы по строительству, 1972. 97 с.

64. Теплотехнический справочник в 2 томах / Под ред. В.Н. Юренева, П.Д. Лебедева. Москва : Энергия, 1976. Т. 2. 896 с.

65. ДБН В.2.5-28-2018 Природне та штучне освітлення [Чинний від 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137с.

66. Вологозахищений світлодіодний світильник накладний для гарячих цехів 36Вт 5000К 3690Лм URL :<https://ecolight-ua.com.ua/vlagozashchishchennyj-svetodiodnyj-svetilnik-nakladnoj-dlya-goryachih-cekhov-28vt-5000k-3025lm>

67. Взрывозащищенный уличный светодиодный светильник DS-STREET EX 900(Ш) с линзой Ш. URL :<http://diode-system.com/ds-street-ex-900sh-s-linzoj-sh.html>

68. Рижков В.Г., Манідіна Є.А., Манідін В.С. Електробезпека : навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА напрямів підготовки «Охорона праці» та «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування». Запоріжжя, ЗДІА. 2015. 63 с.

69. Технические способы защиты от поражения электрическим током. Защитное отключение. URL :[http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/\\_private/UZO.htm](http://ftemk.mpei.ac.ru/bgd/_private/UZO.htm)

70. Ползунова И.И., Стуров Д.С. Защита от электрического тока техническими средствами : методические указания. Барнаул : АГТУ, 2004. 19 с.



71. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні. [Чинний від 05-03-2015]. Київ : МВС України, 2015. 85 с.

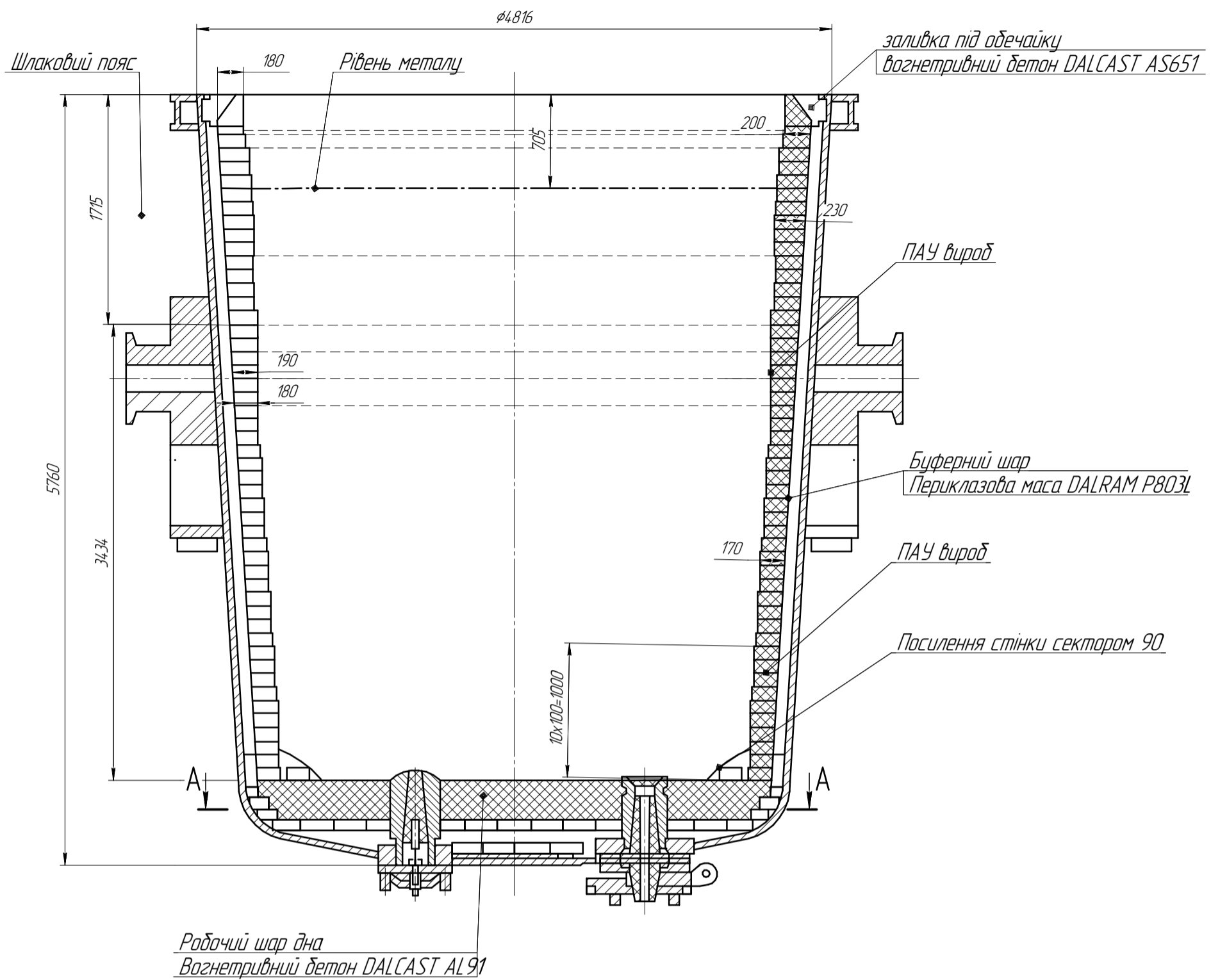
72. ДСТУ Б В.2.5-38:2008 Улаштування блискавок захисту будівель і споруд. [Чинний від 01-01-2009]. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 54 с.

73. Охрана труда в электроустановках/ Под ред. Б.А. Князевского. Москва : Энергоатомиздат, 1983. 336с.

74. Порядок ідентифікації та обліку об'єктів підвищеної небезпеки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 11 липня 2002 р. N 956. Київ, 2002. 18с.

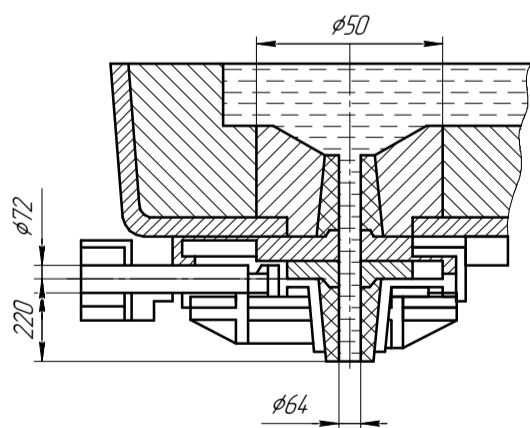
75. Обзор аварий и инцидентов в металлургической отрасли. URL :<https://markmet.ru/tehnika-bezopasnosti-v-metallurgii/obzor-krupneishikh-avarii-v-metallurgicheskoi-otrasli>

76. Закон України Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування. Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999, № 46-47, ст.403 від 23.09.1999 № 1105.

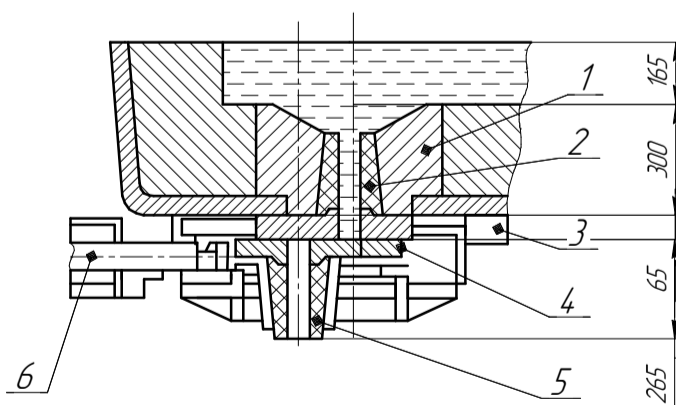


A-A (1:10)

Відкрите положення



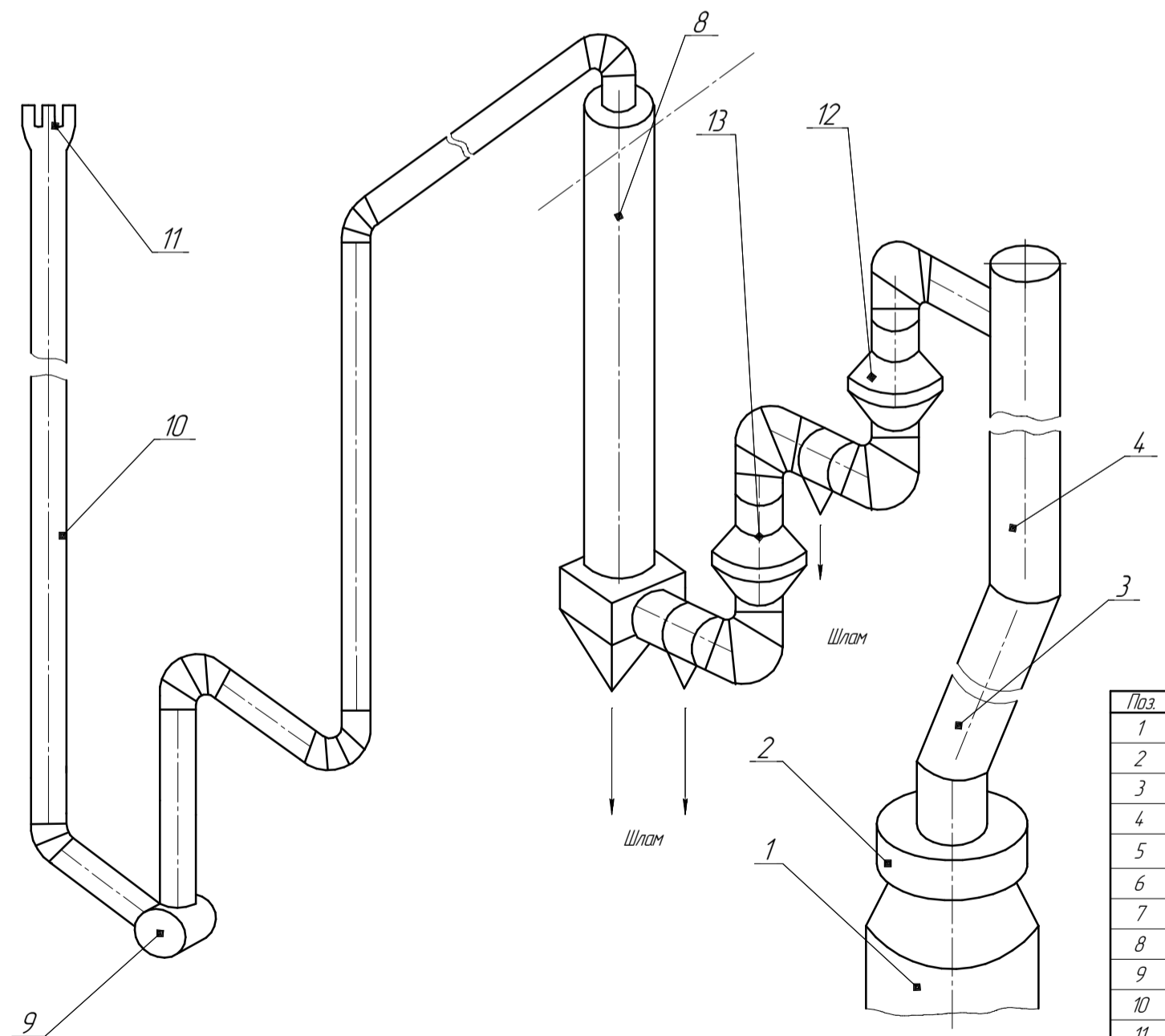
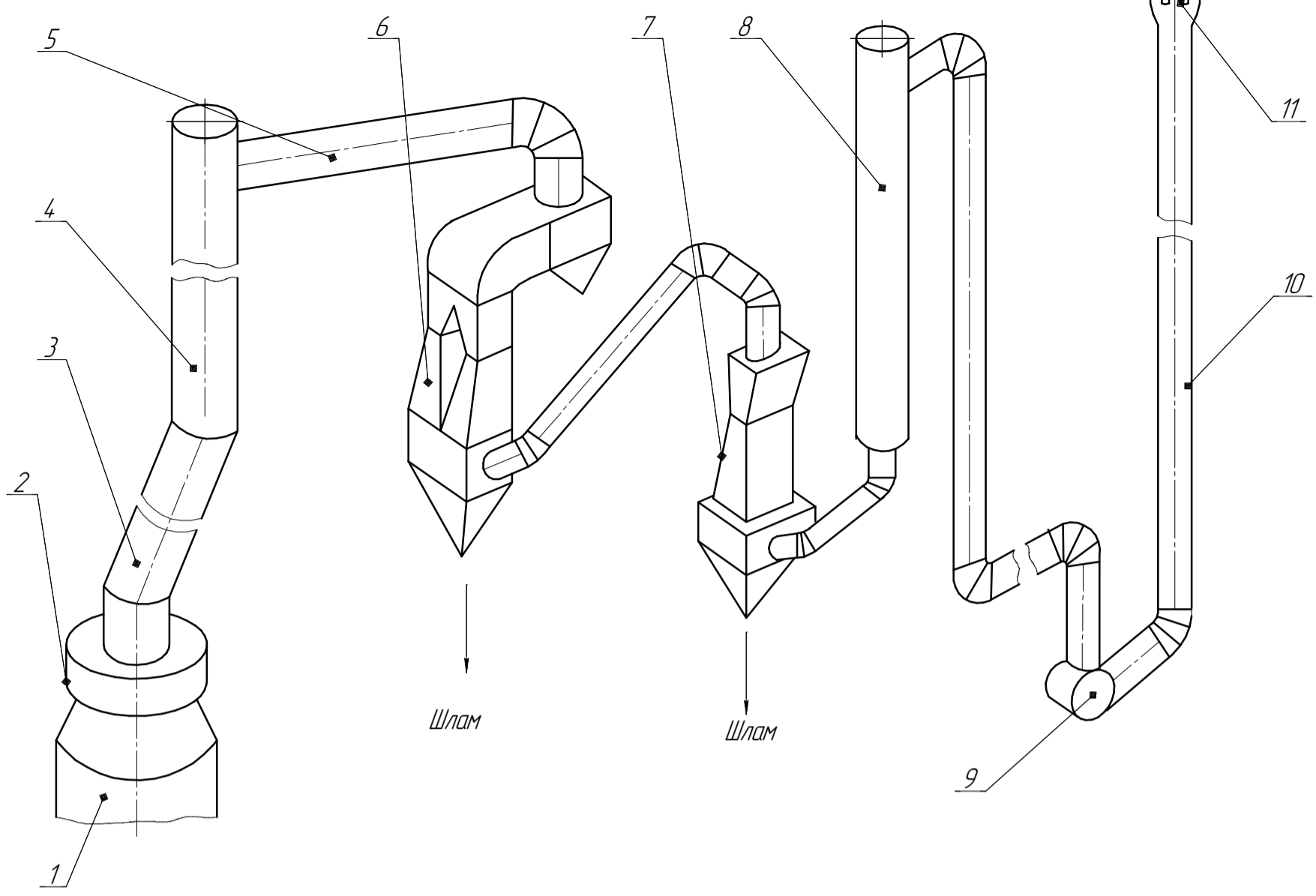
Закрите положення



Поз	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
1	ФБЦІ.Д.180625.101	Гніздова цегла	1	
2	ФБЦІ.Д.180625.102	Розливний стакан	1	
3	ФБЦІ.Д.180625.103	Нерухама плита	1	
4	ФБЦІ.Д.180625.104	Рухама плита	1	
5	ФБЦІ.Д.180625.105	Стакан-колектор	1	
6	ФБЦІ.Д.180625.106	Шток гідроциліндра	1	

ФБЦІ.Д.180625.100 ЗВ

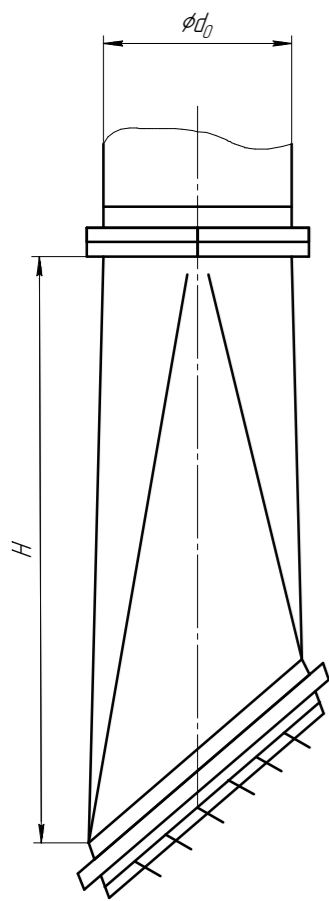
Зробив	№ докум.	Підп.	Дата	Розробка заходів з охорони праці у конв'єктарному цеху	Лист	Маса	Маштаб
Керівник	Рижков В.Г.				Н		1:400
Консил.	Рижков В.Г.				Лист 1		Листів 9
Начальн.	Рижков В.Г.			Шибєрний затвор			
Затв.	Кохомєжєн Г.Б.						



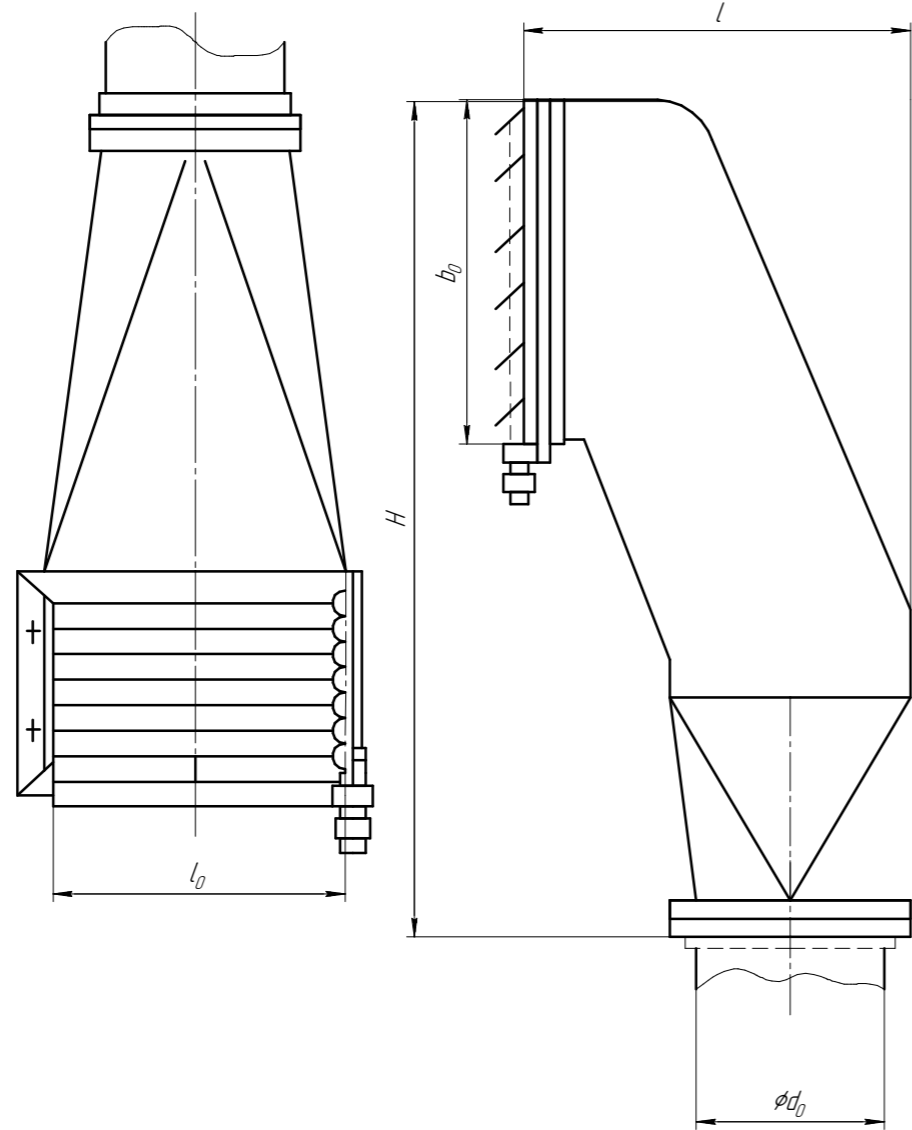
Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Конвертер	1	
2	Слідниця	1	
3	Кесон	1	
4	Вертикальний газохід	1	
5	Горизонтальний зрощувальний газохід	1	
6	Дві паралельні труби Вентурі прямокутного перетину	1	
7	Подинок так труба Вентурі прямокутного перетину	1	
8	Краплевлівлювач	1	
9	Димосос	1	
10	Труба	1	
11	Пристрій допалювання CO	1	
12	Труба Вентурі круглого перетину	1	
13	Труба Вентурі круглого перетину	1	

ФБЦІ.Д.180625.200 ЗВ				Лист	Маса	Маштаб
Зробив	№ док.м.	Лист	Дата	Н		
Розробив	Шершаків М.В.			Розробка заходів з охорони праці у конвертарному цеху		
Керівник	Рижков В.Г.			Лист 2 з 2		
Консил.	Рижков В.Г.			Міністерство освіти і науки України		
Начальник	Рижков В.Г.			ІІ ЗНУ, кафедр. ТІЕОП		
Затв.	Кохомекін Г.Б.			2018-18-1мз		

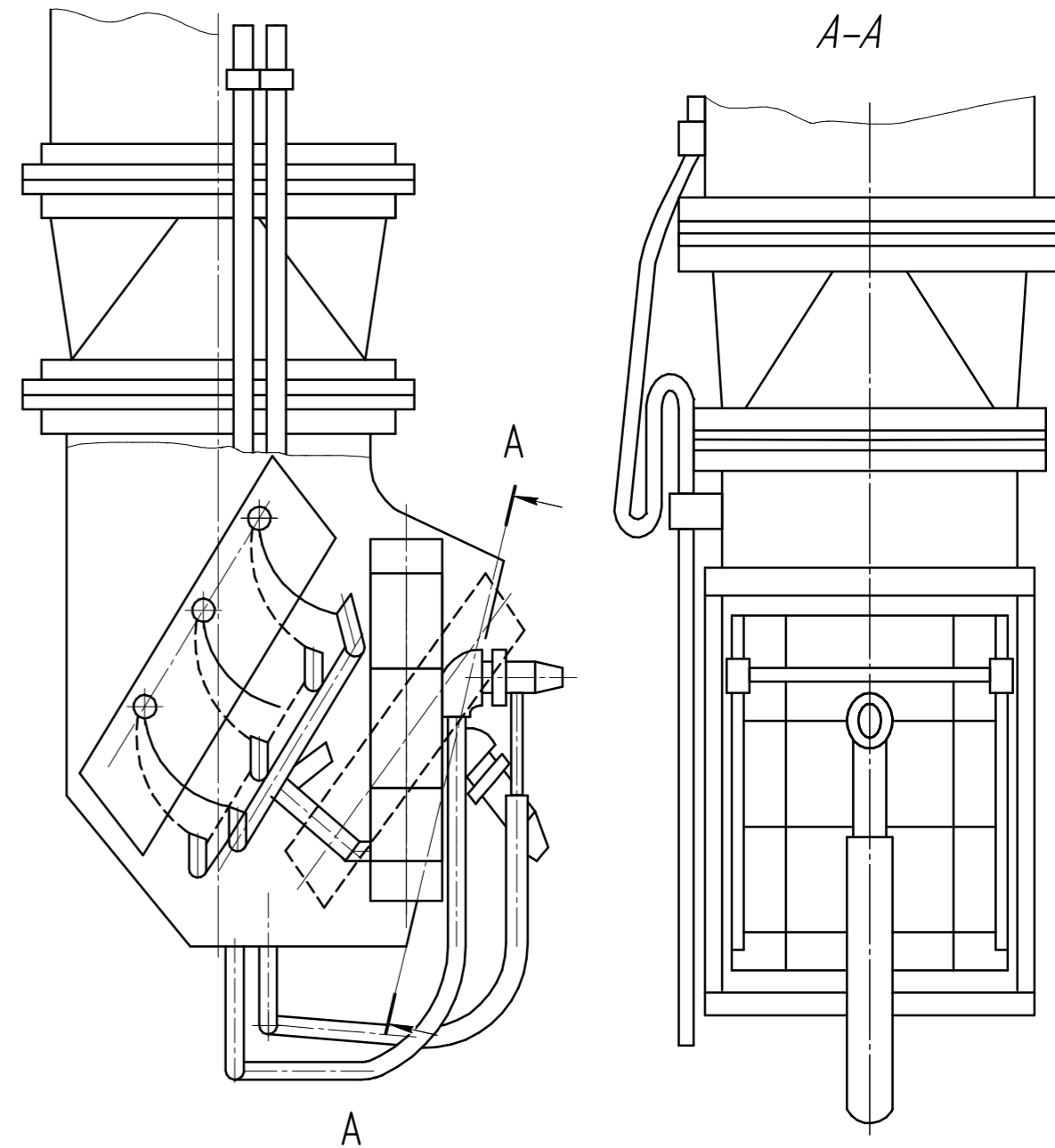
Підвід повітря зверху



Підвід повітря знизу

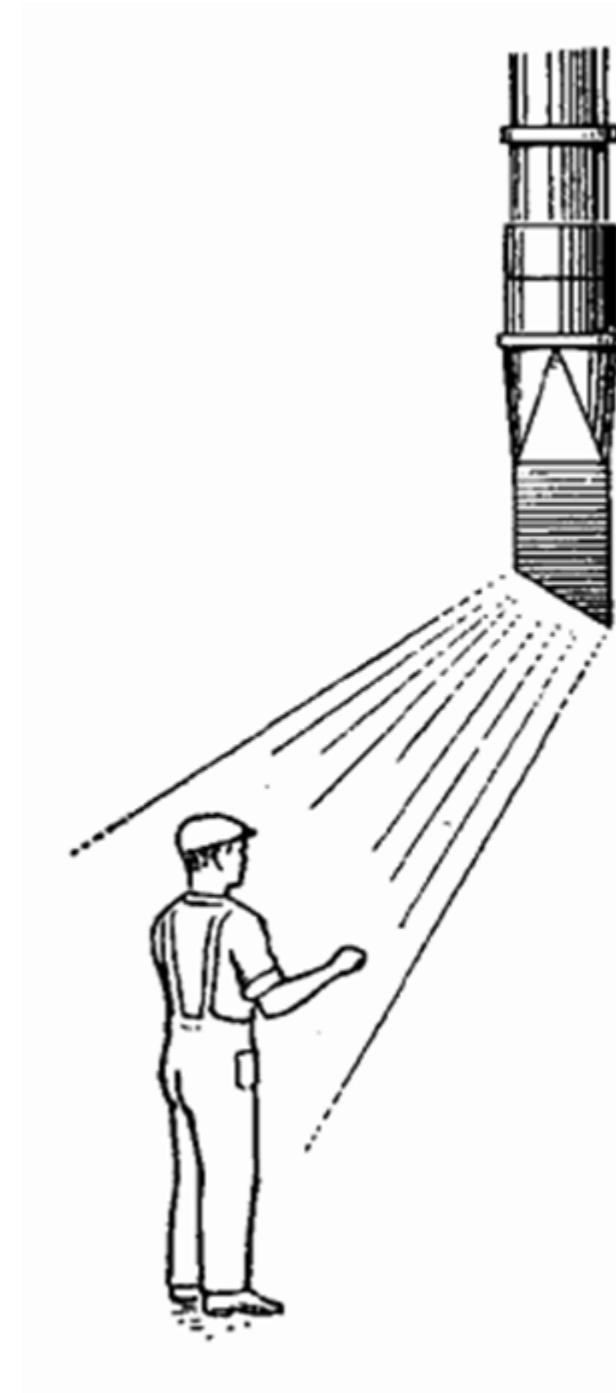
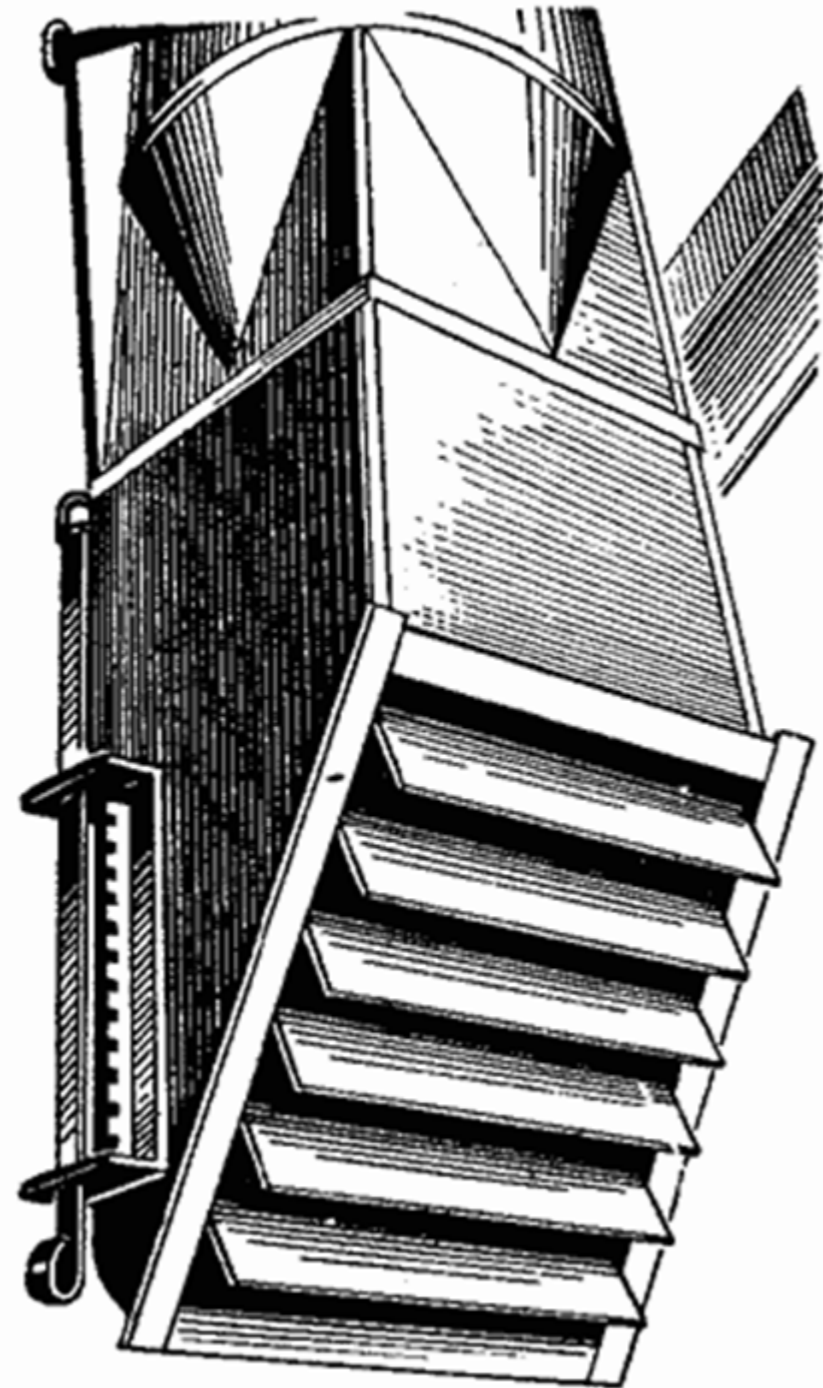


Зі зволоженням повітря

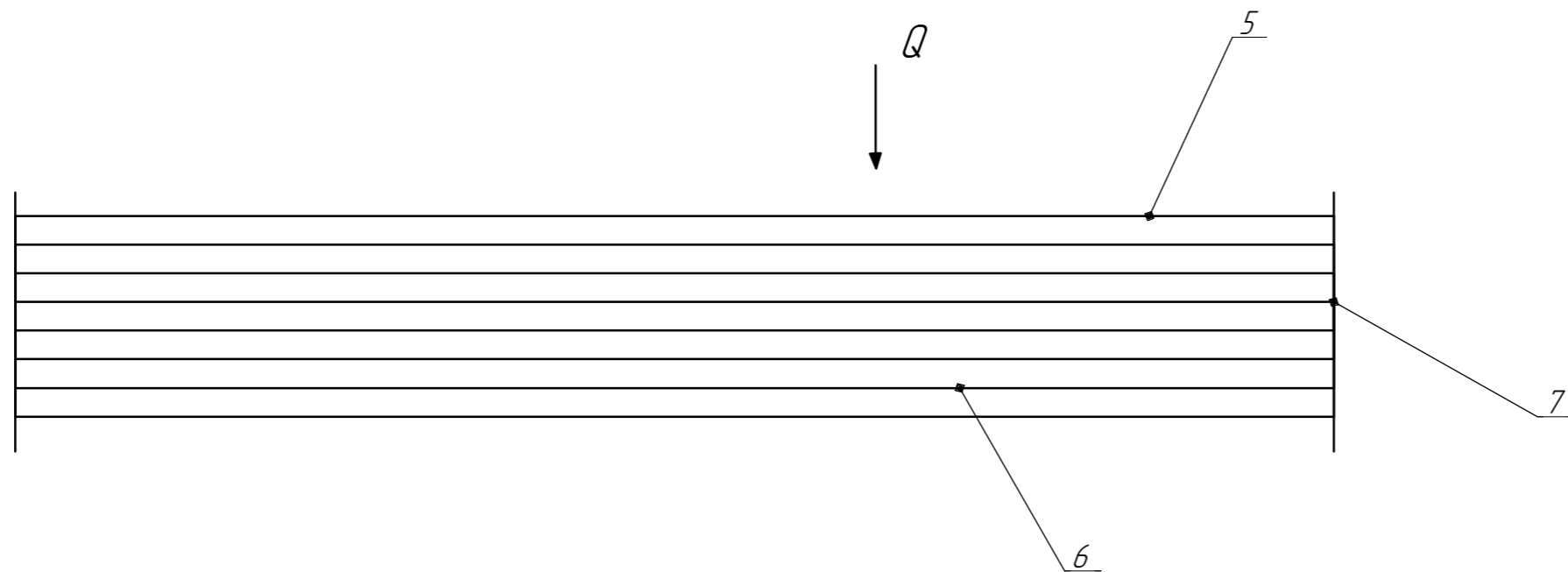
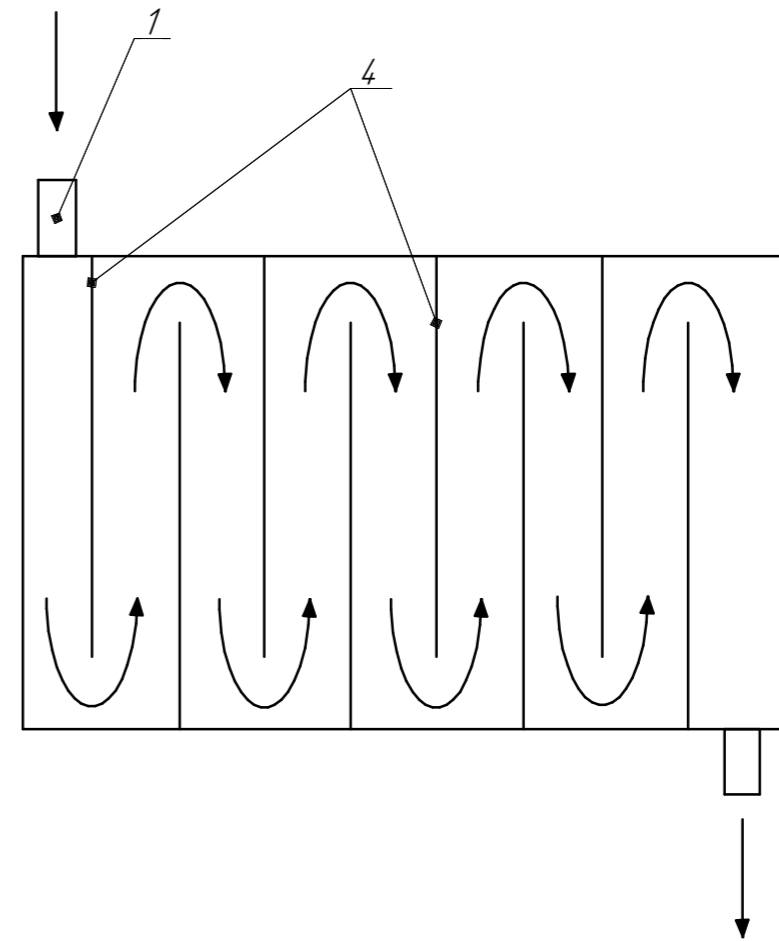
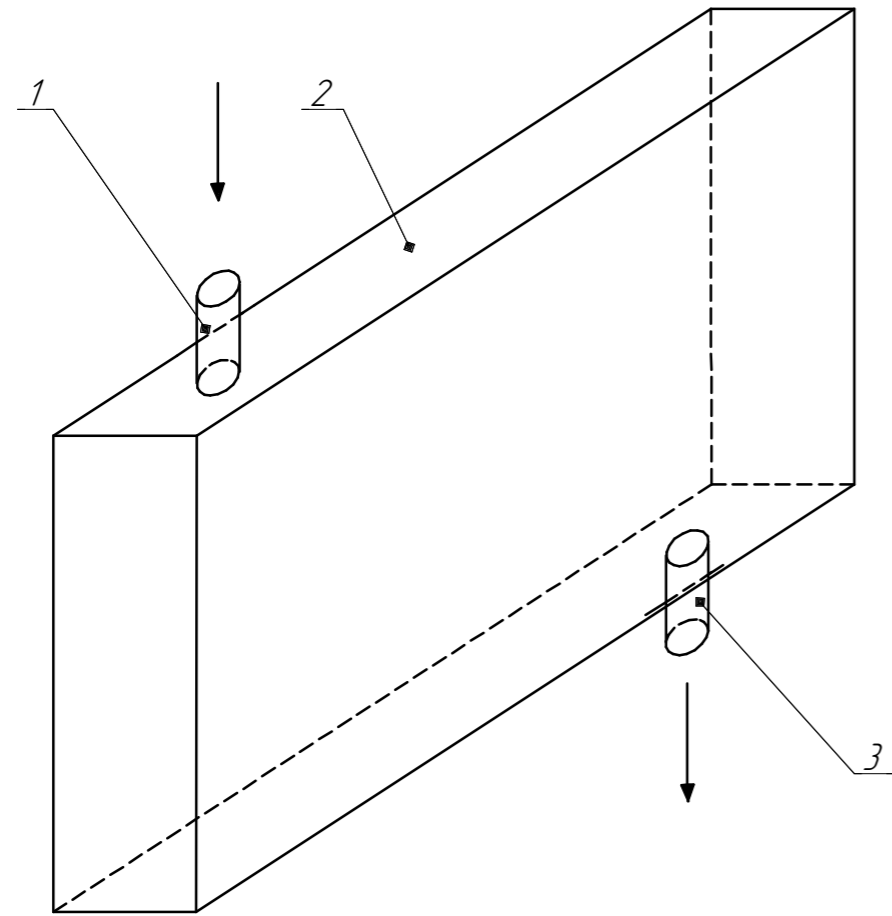


				ФБЦ.Д.180625.300 ЗВ		
Зміст	№ докум.	Підп.	Штук.	Лист	Маса	Матеріал
Розроб.	Шевченко МВ			1		
Керівник	Рижков В.Г.					
Конструктор	Рижков В.Г.					
Начальник	Рижков В.Г.					
Затв.	Коханяк Г.Б.					
				Розробка заходів з охорони праці у кондитерському цеху		
				Лист 3	Листів	9
				Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, кафедр. ТЕОП, доц. ЗНУ-18-1мз		

# ПОВІТРЯНИЙ ДУШ З ПАТРУБКОМ БАТУРИНА

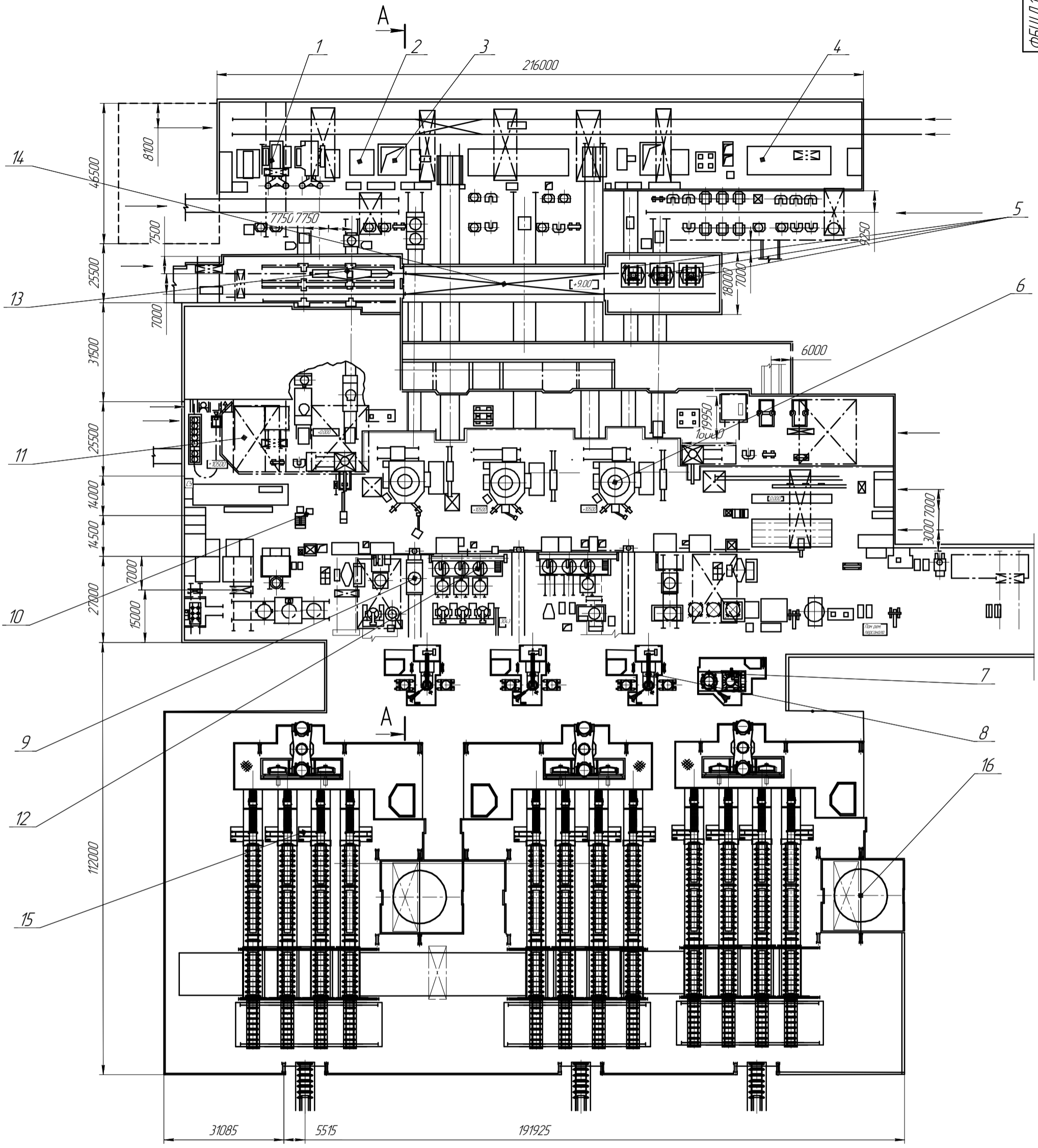


				ФБЦ.Д.180625.400 ЗВ			
Зм. Лист	№ док.м.	Лист	Штук	Розробка заходів з охорони праці у конв'єртарному цеху	Лит.	Маса	Матеріал
Розроб.	Шевцова М.В.				Н		
Керівник	Рижков В.Г.				Лист 4	Листів	9
Консульт.	Рижков В.Г.				Міністерство освіти і науки України ІІ ЗНУ, кафедр. ТЕОП, 20. ЗНУ-18-1мз		
Начальник	Рижков В.Г.			Повітряний душ з патрубком Батурина			
Затв.	Коханяк Г.Б.						



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Вхідний штуцер	1	
2	Корпус екрану	1	
3	Вихідний штуцер	1	
4	Лабіринтові перегородки	1	
5	Лист полірованого алюмінію	1	
6	Альфоль	1	
7	Бокова стінка	1	

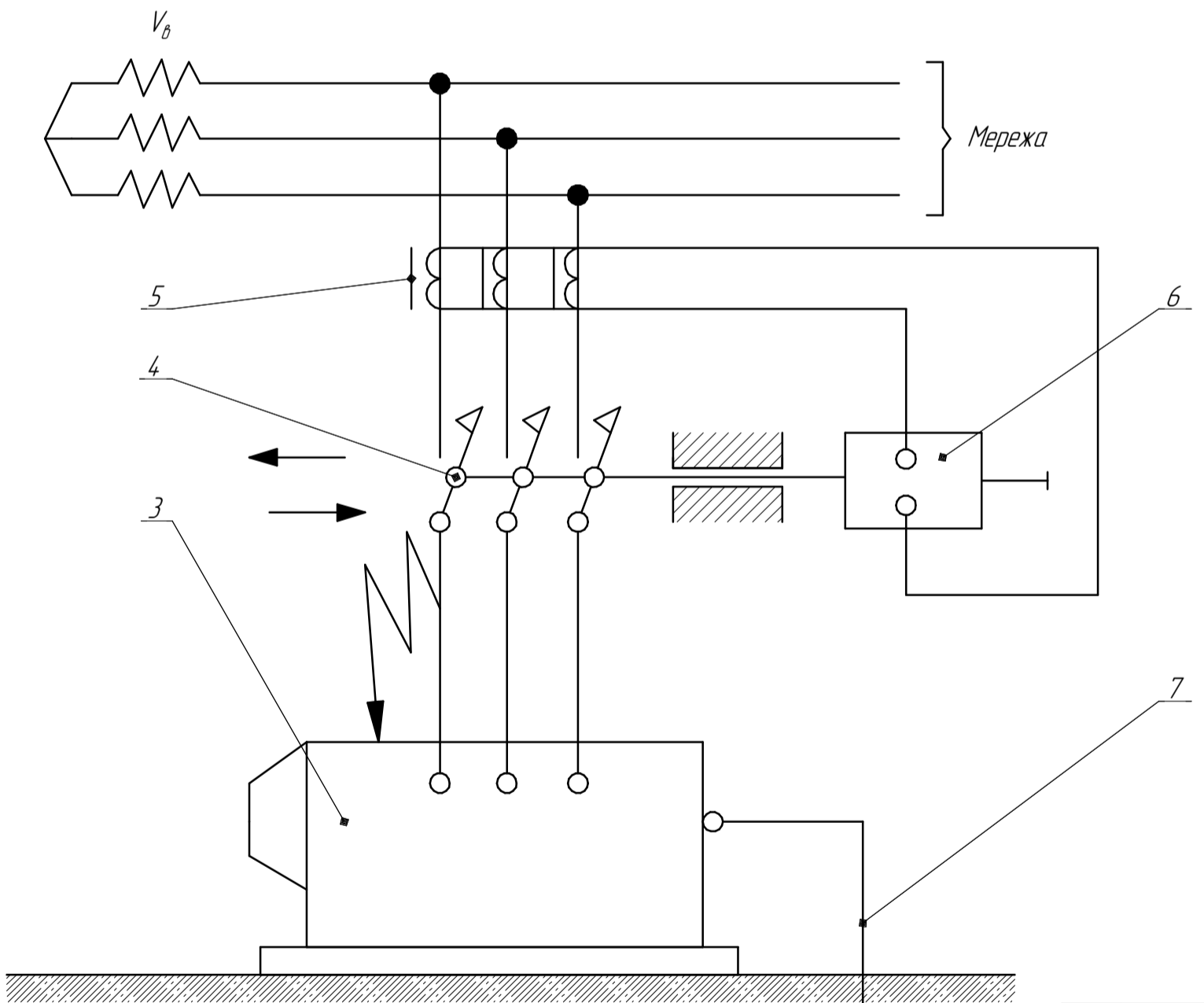
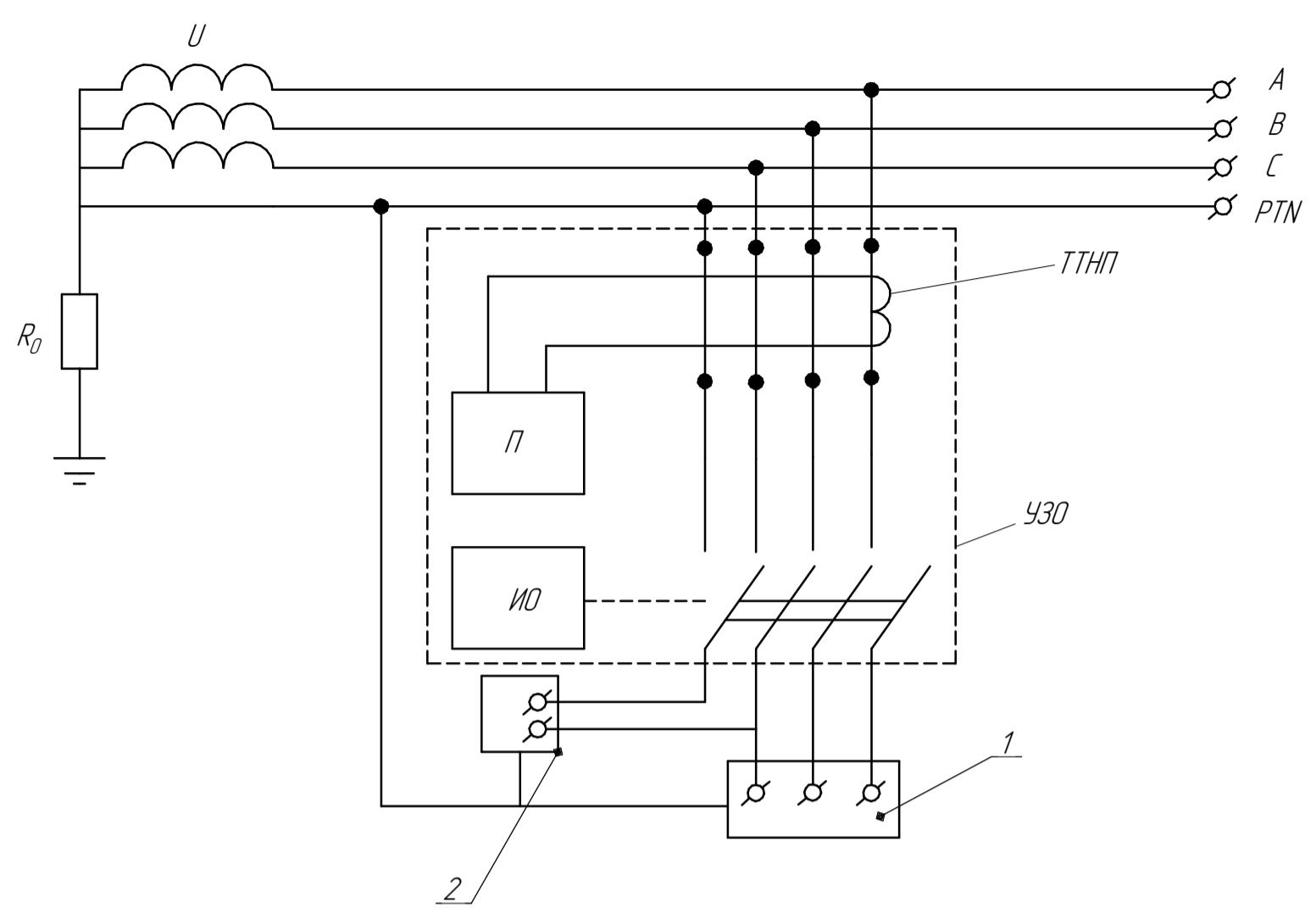
				ФБЦ.Д.180625.500 СХ		
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	Розробка заходів з охорони праці у конв'єртарному цеху	Лист
Розроб.	Шедько М.В.					9
Керівник	Рижков В.Г.					
Консульт.	Рижков В.Г.					
Начальник	Рижков В.Г.				Теплозахисні екрани	Міністерство освіти і науки України
Затв.	Кожухович Г.Б.					ІІ ЗНУ, каф. ТЕОП, зв. ЗНУ-18-1мз



Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітка
1	ФБЦ.Д.180625.101	Кран мостовий забальний	1	
2	ФБЦ.Д.180625.102	Стенд для сорбції	1	
3	ФБЦ.Д.180625.103	Яма для скрапу	1	
4	ФБЦ.Д.180625.104	Стенд для сорбції	1	
5	ФБЦ.Д.180625.105	Міксер	3	1300 т
6	ФБЦ.Д.180625.106	Кисневий конвертер	3	160 т
7	ФБЦ.Д.180625.107	Вакууматор	1	240 т
8	ФБЦ.Д.180625.108	Піч-кідш	3	
9	ФБЦ.Д.180625.109	Сталевіз	1	
10	ФБЦ.Д.180625.110	Сатуратор	1	
11	ФБЦ.Д.180625.111	Кран мостовий	1	
12	ФБЦ.Д.180625.112	Устаткування для сушіння коки	1	
13	ФБЦ.Д.180625.113	Чадунівіз	1	
14	ФБЦ.Д.180625.114	Кран мостовий	1	
15	ФБЦ.Д.180625.115	МБ/ЛЗ	3	
16	ФБЦ.Д.180625.116	Кристалізатор	4	

ФБЦ.Д.180625.100.3В

Зм. Лист	№ док. ум.	Підп.	Дата	Розробка заходів з охорони праці у конвертарному цеху	Лист	Маса	Маштаб
Розроб.	Шершаків М.В.				Н		1:500
Керівник	Рижков В.Г.				Лист 1	Листів 9	
Консил.	Рижков В.Г.			План конвертарного цеху			Міністерство освіти і науки України, ІІ ЗНУ, кафедр. ТІЕОП, год. ЗНУ-18-1мз
Начальн.	Рижков В.Г.						
Затв.	Кохомкін Г.Б.						



Поз.	Найменування	Кіл.	Примітка
1	Споживач	1	
2	Реле струму	1	
3	Споживач	1	
4	Вимикач	1	
5	Трансформатор струму нульової послідовності	1	
6	Реле струму	1	
7	Заземлення корпусу	1	

ФБЦІ.Д.180625.700 ЗВ				Лист	Маса	Маштаб
Зм. Лист	№ док.м.	Підп.	Дата	Н		
Розроб.	Шершкова М.В.			Розробка заходів з охорони праці у конв'єртарному цеху		
Керівник	Рижков В.Г.			Лист 7 Листів 9		
Консил.	Рижков В.Г.			Міністерство освіти і науки України		
Начальн.	Рижков В.Г.			ІІ ЗНУ, каф. ТЕОП		
Затв.	Кохменко Г.Б.			до ЗНУ-18-1мз		





# ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАХОДІВ ТА ЗАСОБІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ У КОНВЕРТОРНОМУ ЦЕХУ

ФБЦІ.Д.1806.25.900 ТБ

НАЙМЕНУВАННЯ ПОКАЗНИКА	ОДИНИЦЯ ВИМІРУ	ВЕЛИЧИНА
ОДНОРАЗОВІ ВИТРАТИ НА ЗАХОДИ ЩОДО ОХОРОНИ ПРАЦІ	ГРН.	421 000
ДОДАТКОВІ ПОТОЧНІ ВИТРАТИ В РІК	ГРН.	7 000
ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ	ДНІ	223
ЗМЕНШЕННЯ КІЛЬКОСТІ ДНІВ НЕПРАЦЕЗДАТНОСТІ НА ОДНОГО ПРАЦІВНИКА	ДН./РОБ.	0,262
ПРИРІСТ ПРОДУКТИВНОСТІ ПРАЦІ	%	0,114
ЗНИЖЕННЯ СОБІВАРТОСТІ ПРОДУКЦІЇ	ГРН.	27457,6
РІЧНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ ВІД ПРОПОНОВАНИХ ЗАХОДІВ	ГРН.	26550,6
ТЕРМІН ОКУПНОСТІ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ	РОКІВ	4,69
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ОДНОРАЗОВИХ ВИТРАТ	ГРН./ГРН.РІК	0,213

				ФБЦІ.Д.1806.25.900 ТБ			
З/Лист	№ док.	Лист	Дата	Розробка заходів з охорони праці у конверторному цеху	Лист	Маса	Маштаб
Розроб.	Шершаків М.В.				Н		
Керівник	Рижков В.Г.			Техніко-економічні показники	Лист 2	Листів 9	
Консил.	Рижков В.Г.				Міністерство освіти і науки України ІІ ЗНУ, кафедр. ТЕОП, гр. ЗНУ-18-1мз		
Начальн.	Рижков В.Г.						
Затв.	Кохменко Г.Б.						