

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потєбні

Є.А. Манідіна
К.В. Бєлоконь

БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ОБЛАДНАННЯ

Навчально-методичний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності 263 «Цивільна безпека»
освітньо-професійної програми «Охорона праці»

Затверджено
вченою радою ЗНУ
Протокол № від .02.2022

Запоріжжя ЗНУ
2022

УДК 331.45(075)
М 234

Манідіна Є.А., Белоконь К.В. Безпека технологічних процесів та обладнання : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійної програми «Охорона праці». Запоріжжя : Запорізький національний університет, 2022. 133 с.

Навчально-методичний посібник розроблено відповідно до робочої програми дисципліни «Безпека технологічних процесів і обладнання». У виданні в систематизованому вигляді подано теоретичні основи і понятійно-категоріальний апарат курсу, зміст практичних занять, запропоновано приклади виконання завдань, питання до самоконтролю.

Для студентів денної та заочної форм здобуття освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Охорона праці».

Рецензенти:

В.С. Манідін, начальник департаменту з охорони праці, навколишнього середовища та пожежної безпеки ПАТ «Судноплавна компанія «Укррічфлот»

О.М. Фостащенко, кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва і архітектури

Відповідальний за випуск

Г.Б. Кожемякін, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри прикладної екології та охорони праці

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЛЕКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ.....	6
РОЗДІЛ 1. БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	6
1.1 Нормативна база забезпечення безпеки технологічного процесу та обладнання.....	6
1.2 Параметри безпеки технологічних процесів	8
1.3 Загальні вимоги безпеки до виробничих процесів	10
1.4 Методика оцінки рівня безпеки виробничих процесів	14
1.5 Механізація та автоматизація виробничих процесів.....	14
РОЗДІЛ 2. БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ.....	18
2.1 Безпека під час використання виробничого обладнання працівниками	18
2.2 Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання.....	21
РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ЗНАКИ БЕЗПЕКИ.....	23
3.1 Загороджувальні та обмежувальні пристрої для запобігання дії на робітників небезпечних і шкідливих факторів.....	23
3.2 Захисні та блокувальні пристрої для запобігання дії на робітників небезпечних і шкідливих факторів.....	25
3.3 Інформаційні засоби безпеки для запобігання дії на робітників небезпечних і шкідливих факторів	27
РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ВИКОНАННЯ РОБІТ.....	34
4.1 Порядок оформлення дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки... 34	
4.2 Безпека виконання газонебезпечних робіт	36
4.3 Безпека виконання робіт на висоті.....	40
4.4 Безпека виконання безпеки зварювальних робіт	44
РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	47
5.1 Безпека агломераційного виробництва.....	47
5.1.1 Основні завдання агломераційного виробництва та улаштування цеху	47
5.1.2 Характеристика виробництва агломерату з точки зору шкідливих та небезпечних факторів	49
5.1.3 Заходи безпеки при обслуговуванні агломераційної машини	51
5.1.4 Безпека при роботі з шихтовими матеріалами.....	52
5.1.5 Безпека при обслуговуванні запального горна та установок для дроблення і просіювання матеріалів	53
5.1.6 Безпека при експлуатації змішувальних барабанів та при транспортуванні матеріалів	54
5.1.7 Безпека при охолодженні та завантаженні агломерату.....	55
5.2 Безпека доменного виробництва	56
5.2.1 Улаштування доменного цеху	56

5.2.2 Аналіз безпеки процесу та обладнання при виплавці чавуну у доменних печах	58
5.3 Безпека мартенівського виробництва	62
5.3.1 Планування та облаштування мартенівського цеху	62
5.3.2 Безпека технології мартенівського виробництва та обладнання	65
5.4 Безпека електросталеплавильного виробництва.....	69
5.4.1 Устаткування та вантажопотік електросталеплавильного цеху	69
5.4.2 Загальні вимоги безпеки до технологічних процесів та виробничого обладнання	73
5.5 Безпека конвертерного виробництва	76
5.5.1 Улаштування конвертерного цеху	76
5.5.2 Безпека конвертного виробництва	78
5.6 Безпека прокатного виробництва	79
5.6.1 Безпека технологічного процесу прокатки.....	79
5.6.2 Безпека нагрівальних пристроїв	82
5.6.3 Безпека процесу травлення металу	90
РОЗДІЛ 6. БЕЗПЕКА ПРОЦЕСУ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	92
РОЗДІЛ 7. БЕЗПЕКА ПРОЦЕСУ ТА ОБЛАДНАННЯ В МАШИНОБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ	98
7.1 Безпека праці в ливарному виробництві.....	98
7.2 Безпека праці при ковальсько-пресових роботах, термічній обробці, при зварюванні і паянні	100
7.3 Організація безпечної роботи при механічній обробці матеріалів, безпека в гальванічних цехах.....	104
7.4 Особливості безпеки автоматизованих ліній і робото-технічних комплексів.....	105
РОЗДІЛ 8. БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ	110
РОЗДІЛ 9. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ	115
9.1 Розрахунок герметичності фланцевих з'єднань	115
9.2 Розрахунок герметичності сальникових ущільнювачів	117
9.3 Захист апаратів і машин від руйнувань розривними мембранами	121
9.4 Захист апаратів від перенавантаження запобіжним клапаном.....	124
9.5 Розрахунок необхідного повітрообміну	125
9.6 Оцінка можливості вибуху газо- та повітряної суміші	127
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	131

ВСТУП

Найбільш дієві заходи щодо захисту працюючих від впливу шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища та трудового процесу мають і можуть бути реалізовані при забезпеченні безпеки виробничого процесу та виробничого обладнання.

Безпека технологічних процесів визначається безпекою виробничого обладнання, сировини, матеріалів та технологічних операцій.

Безпека виробничого обладнання забезпечується: вибором принципів дії, конструктивних схем, використанням безпечних елементів конструкцій та конструкційних матеріалів, що відповідають тим технологічним операціям, що здійснюються за допомогою даного обладнання.

Метою вивчення навчальної дисципліни «Безпека технологічних процесів та обладнання» є засвоєння системи професійних знань про небезпечні фактори, присутні на промислових об'єктах, принципів безпечної експлуатації виробничого обладнання, а також вироблення умінь щодо застосування цих знань на практиці.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Безпека технологічних процесів та обладнання» є:

- засвоїти теоретичні знання з безпечної експлуатації виробничого обладнання;
- ознайомитися з нормативно-правовими актами, які регулюють безпеку експлуатації обладнання;
- засвоїти методики оцінки рівня безпеки виробничих процесів та обладнання;
- набути практичні навички з забезпечення безпечної експлуатації виробничого обладнання;
- ознайомитися з технічними засобами, які використовують для забезпечення безпечного протікання виробничого процесу.

Навчальна дисципліна «Безпека технологічних процесів та обладнання» продовжує інженерну підготовку студента і базується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін «Фізика», «Електробезпека», «Пожежна безпека» та служить підґрунтям для вивчення дисциплін «Безпека газового господарства» «Інноваційні засоби і технології в охороні праці», «Проектування з охорони праці та техногенної безпеки».

ЛЕКЦІЙНИЙ МАТЕРІАЛ

РОЗДІЛ 1. БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1 Нормативна база забезпечення безпеки технологічного процесу та обладнання

Нормативною основою забезпечення охорони праці на підприємствах є Державні стандарти України (ДСТУ), нормативно-правові акти з охорони праці, які поширюються на один або кілька видів економічної діяльності (НПАОП), міждержавні стандарти системи стандартів безпеки праці, які чинні в Україні, Державні санітарні норми (ДСН), Державні санітарні правила і норми (ДСанПіН), Державні будівельні норми (ДБН) [1].

Основні законодавчі акти з охорони праці: Закон України «Про охорону праці», «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», Кодекс законів про працю України та прийняті відповідно до них нормативно-правові акти, а також Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Кодекс цивільного захисту України, Закон України "Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку".

Основоположним документом у галузі охорони праці є **Закон України «Про охорону праці»** від 14 жовтня 1992 року № 2694-ХІІ, який визначає основні положення щодо реалізації права на охорону життя і здоров'я в процесі трудової діяльності, на належні, безпечні і здорові умови праці, регулює відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці та виробничого середовища і встановлює єдиний порядок організації охорони праці в Україні. У Законі України «Про охорону праці» задекларовані основні принципи державної політики в галузі охорони праці.

Також розроблено законопроект, який планується видати на заміну Закону України «Про охорону праці». Робоча назва законопроекту – «Про безпеку праці та здоров'я працівників», який за планами Уряду має бути прийнятий у 2020 році. Тому, очікується, що у 2020 році у сфері охорони праці відбудуться значні зміни. Зокрема роботодавців чекає ще більше штрафів.

Закон України «**Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування**». Цей Закон відповідно до Основ законодавства України про загальнообов'язкове державне соціальне страхування визначає правові, фінансові та організаційні засади загальнообов'язкового державного соціального страхування, гарантії працюючих громадян щодо їх соціального захисту у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності, вагітністю та пологами, від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, охорони життя та здоров'я.

Закон України «**Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення**». Цей Закон регулює суспільні відносини, які виникають у сфері забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя,

визначає відповідні права і обов'язки державних органів, підприємств, установ, організацій та громадян, встановлює порядок організації і здійснення державного санітарно-епідеміологічного нагляду в Україні.

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку». Цей Закон є основоположним у ядерному законодавстві України. Він встановлює пріоритет безпеки людини та навколишнього природного середовища, права і обов'язки громадян у сфері використання ядерної енергії, регулює діяльність, пов'язану з використанням ядерних установок та джерел іонізуючого випромінювання, встановлює також правові основи міжнародних зобов'язань України щодо використання ядерної енергії.

Кодекс цивільного захисту України. Кодекс цивільного захисту України регулює відносини, пов'язані із захистом населення, територій, навколишнього природного середовища та майна від надзвичайних ситуацій, реагуванням на них, функціонуванням єдиної державної системи цивільного захисту, та визначає повноваження органів державної влади, Ради міністрів Автономної Республіки Крим, органів місцевого самоврядування, права та обов'язки громадян України, іноземців та осіб без громадянства, підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності.

До спеціальних законодавчих актів у галузі охорони праці належать:

- **Міждержавні стандарти системи стандартів безпеки праці (ГОСТ ССБП)** – це державні стандарти ССБП колишнього СРСР, які застосовуються на території України до їх заміни іншими нормативними документами, якщо вони не суперечать чинному законодавству України;

- **Державні стандарти України з питань безпеки праці (ДСТУ);**

- **Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП) (до 2004 р. Державні нормативні акти про охорону праці (ДНАОП));**

- **Нормативні акти, що діють в межах об'єкта господарювання (локальні).**

Нормативно-правові акти з охорони праці – це правила, норми, регламенти, положення, стандарти, інструкції та інші документи, обов'язкові для виконання.

Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП) за сферою дії поділяються на *міжгалузеві* та *галузеві*. До *міжгалузевих* належать акти загальнодержавного користування, дія яких поширюється на підприємства, установи, організації незалежно від їх відомчої належності та виду трудових відносин (зокрема, НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці). До *галузевих* належать акти, дія яких поширюється на підприємства, установи, організації, що відносяться до певної галузі економіки.

Міжгалузеві та галузеві НПАОП приймаються або затверджуються Кабінетом Міністрів України, Держпрацею України, МОЗ України, Міністерствами України та іншими відомствами.

Відповідно до постанови Кабміну України від 1993 р. було створено Державний реєстр міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці (Реєстр ДНАОП). З 2004 р. згідно наказу Держнаглядохоронпраці України прийнято нове Положення про Державний реєстр нормативно-правових актів з охорони праці за видами економічної діяльності (Реєстр НПАОП). Зміни у реєстрі публікуються в журналі “Охорона праці”.

НПАОП кодуються згідно з класифікатором (КВЕД) галузей і підгалузей промислового виробництва. Нижче наведено приклад кодування нормативно-правового акта, дія якого поширюється на всі види економічної діяльності, зокрема НПАОП 0.00-1.01-07 Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

Для машинного опрацювання державні нормативні акти про охорону праці кодуються. Схема позначень НПАОП наступна:

Якщо правовий акт поширюється на всі або кілька видів економічної діяльності, зазначається як код 0.00.

Види НПАОП мають таке цифрове позначення:

- правила – 1
- переліки – 2
- норми – 3
- положення – 4
- інструкції – 5
- порядки – 6
- інші – 7

1.2 Параметри безпеки технологічних процесів

Безпека праці на виробництві охоплює такі три складники [2]:

- безпеку технологічних процесів (БТП);
- безпеку виробничого обладнання (БВО);
- безпеку виконання робіт (БВР)

БТП залежить від нормативних параметрів безпеки праці.

До них відносяться: маса вхідного матеріалу і готового продукту, об’єм, тиск, і температура, швидкість переміщення вантажів.

Безпека виробничого процесу характеризується наступним виразом:

$$V_p = f(m, p, u, t, V)$$

де m – маса вхідного матеріалу і готового продукту, кг;

P – тиск середовища, Па;

u – швидкість переміщення вантажів, м/с;

t – температура, °С;

V – об’єм продуктів, м³.

Норми параметрів відповідають умовам повної безпеки процесу. Безпека змінюється від 0 до 1 ($V_p=0..1$). V_p змінюється під впливом трьох основних факторів:

- параметрів процесу впродовж всього періоду експлуатації агрегату (T_i), (рис. 1.1).

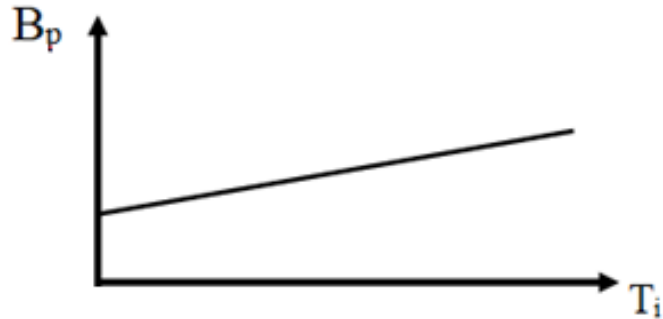


Рисунок 1.1 – Залежність безпеки від часу експлуатації

Ріст безпеки досягається модернізацією процесу і обладнання

- знос металургійних агрегатів і зміна їх параметрів, (рис.1.2). Зміна параметрів розглядається впродовж міжремонтного періоду ($T_{мп}$).

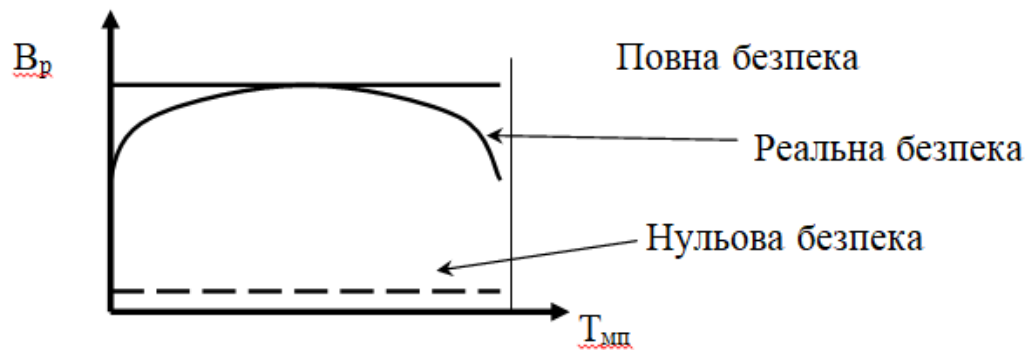


Рисунок 1.2 – Залежність безпеки від зносу

- поступова зміна параметрів виробничого процесу в період виробничого циклу (рис. 1.3).

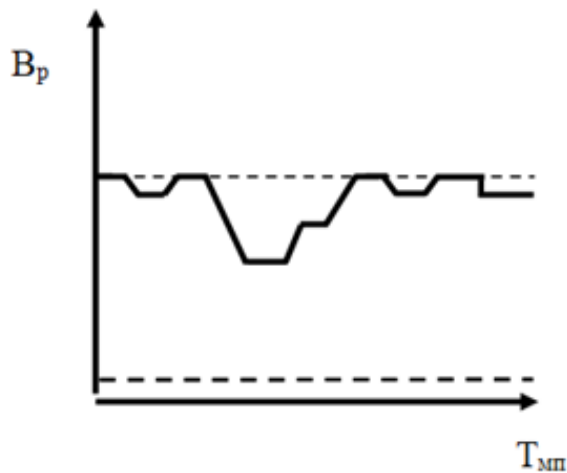


Рисунок 1.3 – Залежність безпеки процесу від зміни його параметрів

1.3 Загальні вимоги безпеки до виробничих процесів

Виробничий процес – систематичне та цілеспрямоване змінювання в часі та просторі кількісних та якісних характеристик засобів виробництва і робочої сили, для отримання готової продукції, з вихідної сировини, згідно із заданою програмою.

Також **виробничий процес** – це складний комплекс первинних процесів: основних, допоміжних і обслуговуючих підрозділів підприємства, що забезпечують своєчасний випуск заданої продукції.

Основні процеси – це технологічні процеси, в ході яких відбуваються зміни геометричних форм, розмірів і фізико-хімічних властивостей продукції.

Допоміжні процеси – це процеси, які забезпечують безперервний перебіг основних процесів (виготовлення і ремонт інструментів і оснащення, ремонт устаткування, забезпечення всіма видами енергій (електроенергією, теплом, парою, водою, стисненим повітрям і т.д.)).

Обслуговуючі процеси – це процеси, пов'язані з обслуговуванням як основних, так і допоміжних процесів, котрі не створюють продукцію (зберігання, транспортування, технічний контроль тощо).

В залежності від технічної оснащеності, тобто в залежності від виду та ступеня участі людини виробничі процеси поділяються на ручні, ручні механізовані, машинно-ручні, машинні, автоматизовані та апаратурні.

У **ручних процесах** вплив на предмет праці здійснюється людиною за допомогою якихось інструментів, але без застосування будь-яких джерел енергії. Це, наприклад, загвинчування болта чи гайки гайковим ключем, свердління отвору дрилем з ручним приводом.

Ручні механізовані процеси характеризуються тим, що технологічні операції виконуються людиною з використанням ручних механізованих знарядь праці, тобто з використанням якихось джерел енергії, наприклад, свердління отворів електродрилем, зачищення зварних швів шліфувальною машинкою з абразивним кругом тощо.

До **машинно-ручних** відносяться процеси, коли вплив на предмет праці проводиться за допомогою машини або механізму, але за обов'язкової участі людини, наприклад, свердління отвору на свердлильному верстаті з ручною подачею.

Машинні процеси здійснюються на машинах, верстатах та інших видах технологічного обладнання без безпосередньої участі людини, роль якої при цьому полягає в забезпеченні машини матеріалом, зняття готової продукції, запуску і зупинці устаткування тощо.

Автоматизовані виробничі процеси виконуються на верстатах-автоматах, автоматизованих поточкових лініях та інших видах автоматизованого обладнання, а роль людини у цьому випадку зводиться до контролю за ходом процесу та виконання пуско-налагоджувальних робіт.

Апаратні процеси мають місце тоді, коли вплив на предмет праці відбувається якимось видом енергії – теплової, хімічної, електричної. До цих видів процесів можна віднести, наприклад, металургійні процеси, термічну і хіміко-термічну обробку, приготування пари, сушіння, різні хімічні процеси. Людина у цьому випадку спостерігає за роботою технологічних апаратів і за необхідності втручається у перебіг процесів у них.

Принципи організації виробничого процесу. Виробничий процес і окремі його операції повинні бути раціонально організовані у просторі і часі. Для цього слід дотримуватися певних принципів при проектуванні та організації виробничого процесу. До таких принципів належать: спеціалізація, пропорційність, паралельність, прямо точність, безперервність, ритмічність, автоматичність, гнучкість, гомеостатичність.

Принцип пропорційності вимагає, щоб у всіх частинах виробничого процесу, у всій взаємопов'язаній системі підрозділів і машин була узгоджена пропускна спроможність, тобто однакова здатність виконання робіт і випуску продукції. Недотримання цього принципу призводить до виникнення «вузьких місць» або неповного завантаження окремих підрозділів. На підприємствах із складною структурою виробництва важко досягти повної пропорційності потужностей окремих підрозділів (бригад, дільниць, цехів, виробництв).

Вона періодично порушується внаслідок освоєння нових виробів, неоднакових темпів зниження їх трудомісткості у різних підрозділах тощо.

Виникнення диспропорцій - закономірний результат розвитку виробництва, проте їх потрібно передбачати і планомірно усувати.

Принципи раціональної організації виробничого процесу:

- принцип паралельності передбачає одночасне виконання окремих операцій і процесів. Додержання цього принципу особливо важливе при виготовленні складних виробів, що компонуються із багатьох деталей, вузлів, агрегатів, послідовне виробництво яких зайняло б багато часу. Паралельність досягається раціональним розчленуванням виробів на складові частини, суміщенням часу виконання різних операцій над ними, одночасним виготовленням різних виробів. Паралельне виконання робіт на робочому місці забезпечується багато-інструментальною обробкою заготовок, суміщенням часу виконання основних і допоміжних операцій.

- принцип прямоочності означає, що предмети праці в процесі обробки повинні мати найкоротші маршрути по всіх стадіях і операціях виробничого процесу, без зустрічних і зворотних переміщень. Для дотримання цього принципу цехи, дільниці, робочі місця, наскільки це можливо, розташовують за ходом технологічного процесу., ^Допоміжні виробництва, служби, склади у свою чергу розміщують по можливості ближче до тих підрозділів, які вони обслуговують.

- принцип безперервності вимагає, щоб перерви між суміжними технологічними операціями були мінімальні або зовсім ліквідовані. Найбільшою мірою цей принцип реалізується у безперервних виробництвах – хімічному, металургійному, енергетичному та ін. У дискретному виробництві, де технологічний процес має широкую диференціацію, повністю ліквідувати перерви неможливо як з технологічних, так і організаційних причин. В цих умовах важливим завданням є мінімізація перерв у структурі виробничого циклу шляхом синхронізації операцій, застосування прогресивних методів оперативного управління виробництвом. Безперервність виробничого процесу повинна доповнюватись безперервністю роботи устаткування і робітників.

- принцип ритмічності полягає в тому, що робота всіх підрозділів підприємства і випуск продукції повинні здійснюватися за певним ритмом, планомірною повторюваністю. При додержанні принципу ритмічності у рівні проміжки часу виготовляється однакова або рівномірно зростаюча кількість продукції, забезпечується рівномірне завантаження робочих місць. Ритмічна робота дозволяє найповніше використовувати виробничу потужність підприємства і його підрозділів.

- принцип автоматичності передбачає економічно обґрунтоване вивільнення людини від безпосередньої участі у виконанні операцій виробничого процесу. Особливо актуальна реалізація цього принципу у виробництвах з важкими і шкідливими умовами праці. Автоматизуються не тільки виробничі процеси, а й інші сфери діяльності людини, в тому числі управління.

- принцип гнучкості означає, що виробничий процес повинен оперативно адаптуватися до зміни організаційно-технічних умов, пов'язаних з

переходом на виготовлення іншої продукції або її модифікацією. Гнучкість виробничого процесу дозволяє освоювати нову продукцію у короткий термін з меншими витратами. Значення принципу гнучкості особливо зростає в умовах швидких темпів науково-технічного прогресу, коли об'єкти виробництва часто міняються. Гнучкість виробничого процесу досягається універсалізацією знарядь праці, засобів автоматизації та методів обробки, впровадженням верстатів з ЧПК, гнучких виробничих систем.

- принцип гомеостотичності вимагає, щоб виробнича система була здатною стабільно виконувати свої функції в межах допустимих відхилень і протистояти дисфункціональним впливам. Це досягається створенням технічних і організаційних механізмів саморегулювання і стабілізації. До стабілізаційних організаційних систем належать системи оперативного планування і регулювання виробництва, планово-запобіжного ремонту устаткування, резервних запасів та ряд інших заходів.

Безпечність виробничого процесу (БВП) – це властивість виробничого процесу відповідати вимогам безпеки праці під час проведення його в умовах, установлених нормативною документацією. БВП досягається комплексом конструкторських, проектних та організаційних рішень, що полягають у відповідному виборі технологічних процесів, робочих операцій, і впорядкування обслуговування обладнання, виробничих приміщень або зовнішніх майданчиків, виробничого обладнання та умов його розміщення, засобів захисту працюючих, умов зберігання й транспортування вихідних матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції і відходів виробництва. Велике значення має правильний розподіл функцій між людиною та складовими частинами виробничого процесу.

Виробничі процеси повинні бути: пожежо- і вибухобезпечні і не забруднювати навколишнє середовище шкідливими викидами.

Загальні вимоги до БВП:

- усунення безпосереднього контакту робітників зі шкідливими вихідними матеріалами.

- заміна технологічних процесів і операцій зі шкідливими і небезпечними факторами на операції, де дія цих факторів усунена чи зведена до мінімуму.

- застосування комплексної механізації автоматизації в тих випадках, коли дію небезпечних чи шкідливих факторів не можна усунути.

- забезпечення надійної герметизації виробничого обладнання.

- застосування засобів колективного захисту робітників огороження, вентиляція.

- перехід від періодичних процесів до безупинного.

- своєчасне видалення, знешкодження відходів виробництва.

- застосування раціональних режимів праці і відпочинку.

1.4 Методика оцінки рівня безпеки виробничих процесів

Для оцінки змін безпеки процесу за визначений проміжок часу визначають рівень безпеки виробничого процесу.

Рівень безпеки виробничого процесу – це частка часу при якій технологічний процес протікає без порушення норм безпеки:

$$U_6 = \frac{\sum t_i + \sum \tau_i + \sum u_i}{T}$$

де $\sum t_i$ – загальна тривалість часу з порушенням параметрів безпеки;

$\sum \tau_i$ – загальна тривалість часу екстремального відключення виробництва;

$\sum u_i$ – загальна тривалість часу порушення процесу під впливом зовнішніх факторів;

T – час роботи агрегату без зупинки на ремонт.

Екстремальне відключення (зупинення) виробництва відбувається за умов досягнення критичних значень параметрів, які характеризують виробничий процес.

Критичні значення параметрів – граничні значення одного або кількох взаємопов'язаних параметрів (щодо складу матеріального середовища, тиску, температури, швидкості руху, часу перебування в зоні із заданим режимом, співвідношення компонентів, що змішуються, роз'єднування суміші і та ін.), при яких можливе виникнення вибуху в технологічній системі або розгерметизація технологічної апаратури та викиди горючої або токсичної речовини в атмосферу.

1.5 Механізація та автоматизація виробничих процесів

Основними напрямками забезпечення безпеки виробничого процесу має бути механізація та автоматизація виробництва.

Механізація і автоматизація виробничих процесів – це комплекс заходів, що передбачають широку заміну ручних операцій машинами і механізмами, впровадження автоматичних верстатів, окремих ліній і виробництв.

Механізація виробництва безперервно розвивається, удосконалюється, переходячи від нижчих до більш високих форм: від ручної праці до часткової, малої і комплексної механізації і далі до вищої форми механізації автоматизації.

У механізованому виробництві значна частина трудових операцій виконується машинами і механізмами, менша – вручну. Це **часткова (некомплексна) механізація**, при якій можуть бути окремі слабкомеханізовані ланки.

Комплексна механізація – це спосіб виконання всього комплексу робіт, які входять в даний виробничий цикл, машинами і механізмами.

Вищим ступенем механізації є **автоматизація виробничих процесів**, яка дозволяє здійснювати весь цикл робіт без особистої участі в ньому людини, лише під його контролем.

Автоматизація – це новий тип виробництва, який підготовлений сукупним розвитком науки і техніки, перш всього переведенням виробництва на електронну основу, за допомогою застосування електроніки і нових досконалих технічних засобів. Необхідність автоматизації виробництва викликана нездатністю органів людини з потрібною швидкістю і точністю управляти складними технологічними процесами. Величезні енергетичні потужності, великі швидкості, надвисокі й наднизькі температурні режими виявилися підвладні тільки автоматичному контролю і керуванню.

У даний час при високому рівні механізації основних виробничих процесів (80%) у більшості галузей все ще недостатньо механізовані допоміжні процеси (25-40), багато роботи виконуються вручну. Найбільша кількість допоміжних процесів з використанням операцій «вручну» використовується на транспорті, при переміщенні вантажів, вантажно-розвантажувальних роботах. Якщо ж врахувати, що продуктивність праці одного такого працівника майже в 20 разів нижче, ніж у зайнятого на комплексно-механізованих ділянках, то стає очевидною проблема подальшої механізації допоміжних робіт. Крім того, необхідно враховувати ту обставину, що механізація допоміжних робіт в промисловості обходиться в 3 рази дешевше, ніж основних.

Відомо, що основною і найважливішою формою механізації є автоматизація виробництва. Створення нової автоматичної техніки буде означати широкий перехід від трьохланкових машин (робоча машина – передача – двигун) до чотирьохланкових систем машин. Четверта ланка – кібернетичні пристрої, за допомогою яких забезпечується керування величезними потужностями.

Основними ступенями автоматизації виробництва є: напіваавтомати, автомати, автоматичні лінії, ділянки- і цехи-автомати, заводи і фабрики-автомати.

Перша ступінь, представляє собою перехідну форму від простих машин до напіваавтоматів. Принципова особливість машин цієї групи полягає в тому, що цілий ряд функцій, які здійснювалися раніше людиною, будуть передані машині, проте за робочим ще зберігаються певні операції, які важко піддаються автоматизації. Вищим ступенем є створення заводів і фабрик-автоматів, тобто повністю автоматизованих підприємств.

Основними показниками, що характеризують **рівень механізації і автоматизації**, є [3]:

- коефіцієнт механізації виробництва, $K_{М.В.}$:

$$K_{М.В.} = \frac{V_M}{V_{ЗАГ}}$$

де $K_{М.В.}$ – коефіцієнт механізації виробництва;
 V_M – об’єм продукції, виробленої за допомогою машин і механізмів;
 $V_{ЗАГ}$ – загальний об’єм виробленої продукції на підприємстві;

- коефіцієнт механізації (автоматизації) праці, $K_{М.П.}$:

$$K_{М.П.} = \frac{N_M}{N_M + N_P}$$

де N_M – кількість робітників, зайнятих на механізованих (автоматизованих) роботах, осіб;

N_P – кількість робітників, які виконують ручні операції, осіб;

- коефіцієнт механізації (автоматизації) робіт, K_P :

$$K_P = \frac{V_M}{V_{ЗАГ}}$$

де V_M – об’єм робіт, виконаний механізованим (автоматизованим) способом;
 $V_{заг}$ – загальний об’єм робіт;

- рівень автоматизації обладнання Y_a :

$$Y_a = \frac{K_a}{K_a + K}$$

де K_a – кількість автоматичного обладнання в штуках або його вартість в грн;
 K – кількість або вартість неавтоматичного обладнання в грн.

Необхідно зазначити, що цей показник рівня автоматизації, визначений на основі співвідношення автоматичного і неавтоматичного обладнання, яке використовують в виробничому процесі, не зовсім точно характеризує рівень автоматизації на підприємстві.

Певною мірою рівень механізації виробництва характеризує такий показник, як технічна озброєність праці, $K_{Т.В.}$:

$$K_{Т.В.} = \frac{\Phi_a}{N}$$

де F_a – середньорічна вартість активної частини основних виробничих фондів, грн.;

N – середньооблікова чисельність працівників підприємства або робочих, осіб.

Економічна і соціальна значимість механізації та автоматизації виробництва полягає у тому, що вони дозволяють замінити особливо важку ручну працю машинами і автоматами, підвищити продуктивність праці і на цій основі забезпечити реальне або умовне вивільнення працівників, поліпшити якість виробленої продукції, знизити трудомісткість і витрати виробництва, збільшити обсяг виробництва і тим самим забезпечити підприємству більш високі фінансові результати, що дає можливість покращити добробут працюючих і їх сімей.

Питання до самоконтролю:

1. Наведіть умови екстремального відключення (зупинення) виробництва.
2. Назвіть основні заходи по досягненню безпеки виробничого процесу та обладнання.
3. Наведіть нормативну основу забезпечення безпеки виробничих процесів та обладнання.
4. Наведіть основні ступені автоматизації виробництва.
5. Що включає в себе поняття «комплексна механізація»?

РОЗДІЛ 2. БЕЗПЕКА ВИРОБНИЧОГО ОБЛАДНАННЯ

2.1 Безпека під час використання виробничого обладнання працівниками

Виробниче обладнання – будь-яка машина, апарат, інструмент, пристрій або устаткування, що використовуються під час виконання робіт, виготовлення продукції, надання послуг, у тому числі машини, механізми, устаткування підвищеної небезпеки.

Виробниче обладнання повинно бути безпечним при експлуатації, монтажі й демонтажі, ремонті, транспортуванні і збереженні, а також пожежо- та вибухонебезпечним.

Будь-яка зона всередині або навколо виробничого обладнання, в якій працівник, відкритий для зовнішнього впливу, наражається на ризик для здоров'я, безпеки життя називається **небезпечною зоною**.

Розрізняють зони: постійної і тимчасової небезпеки. Приклади зон постійної небезпеки: розливні жолоба, штабелі розплавленого металу. Зони тимчасової небезпеки: періодичне транспортування металу.

Площа небезпечної зони встановлюється заводськими інструкціями і повинна бути позначена і окреслена.

Розміри небезпечної зони:

- для постійної небезпеки не менш 1м;
- для перемінної небезпеки 0,8м.

У небезпечну зону допускаються тільки працівники, зайняті на цих ділянках. Виробничі ділянки, розташовані в безпосередній близькості від установок, які газовиділяють та газопоглинають, а також газопроводів і станцій називаються **газонебезпечними зонами**.

На кожному підприємстві складається перелік газонебезпечних зон, що відгороджуються та визначаються попереджувальними знаками.

Для забезпечення чіткої і безпечної роботи обладнання застосовується биркова система. **Призначення бирки** – перешкоджати ремонтному персоналу зміни цеху виконувати роботи без наряду-допуску і погодження з іншими службами.

Мінімальні вимоги безпеки до виробничого обладнання, НПАОП 0.00-7.14-17 [4]. Пристрої керування виробничим обладнанням, що впливають на безпеку, мають бути чітко видимі, ідентифіковані та належним чином позначені.

Пристрої керування розташовуються поза межами небезпечних зон і в такий спосіб, щоб їхня робота не створювала додаткової небезпеки (за винятком певних пристроїв керування, для яких це необхідно) та щоб вони не спричиняли будь-якої небезпеки через випадкове ввімкнення.

Якщо оператор пульта головного керування не має можливості переконатися у відсутності будь-яких осіб у небезпечних зонах, має бути система попередження (звуковий та/або світловий сигнал), що автоматично спрацьовує щоразу під час запуску виробничого обладнання. Працівник, відкритий для зовнішнього впливу, повинен мати час і шляхи для швидкого уникнення небезпеки, спричиненої запуском або зупинкою виробничого обладнання.

Запуск виробничого обладнання здійснюється тільки за умови цілеспрямованої дії за допомогою призначеної для цього системи керування.

Зазначене також стосується повторного запуску виробничого обладнання після зупинки з будь-якої причини, регулювання істотних параметрів (наприклад, швидкості, тиску тощо), якщо повторний запуск або зміна параметрів не наражає працівників, відкритих для зовнішнього впливу, на безпеку. Ця вимога не застосовується до повторного запуску або зміни параметрів у нормальному робочому циклі автоматизованого пристрою.

Усе виробниче обладнання має бути оснащено пристроєм керування для повної та безпечної його зупинки. Необхідно звернути увагу на те, що пристрій зупинки обладнання має пріоритет над пристроєм запуску. Зупинка виробничого обладнання або його небезпечних частин має супроводжуватися припиненням електропостачання приводів.

Виробниче обладнання облаштовується пристроєм аварійної зупинки залежно від безпеки, пов'язаної з обладнанням. Виробниче обладнання та його частини, якщо це необхідно для забезпечення безпеки, захисту здоров'я та життя працівників, мають бути зафіксовані затискачами або іншими засобами.

Якщо існує небезпека через механічний контакт із рухомими частинами виробничого обладнання, що може призвести до нещасних випадків, його частини обладнуються захисними огороженнями чи пристроями для унеможливлення доступу до небезпечних зон або пристроями для зупинення руху небезпечних частин до моменту досягнення небезпечних зон.

Зони і місця експлуатації та технічного обслуговування виробничого обладнання повинні бути достатньо освітлені з урахуванням операцій, які виконуються у них.

Частини виробничого обладнання з високою або дуже низькою температурою (за потреби) мають бути захищені для унеможливлення контакту або наближення занадто близько до них працівників.

Виробниче обладнання використовується тільки для операцій та за умов, для яких воно призначене.

Операції з технічного обслуговування виробничого обладнання здійснюються тільки після його зупинки. Якщо це неможливо, необхідно вжити належних захисних заходів для виконання таких операцій або виконувати їх за межами небезпечних зон. Якщо виробниче обладнання має журнал технічного обслуговування, записи в ньому необхідно постійно оновлювати.

На виробниче обладнання наносяться попереджувальні написи (знаки) і маркування, необхідні для забезпечення безпеки працівників.

Працівники повинні мати безпечні засоби доступу до всіх зон, призначених для експлуатації, регулювання та технічного обслуговування, а також можливість безпечно перебувати в них і безпечно залишити ці зони.

Усе виробниче обладнання має відповідати вимогам нормативно-технічних документів щодо захисту працівників від ризику загоряння або його перегріву, а також викидів газу, пилу, рідин, пари чи інших речовин, що виробляються, використовуються виробничим обладнанням або зберігаються в ньому.

Самохідне виробниче обладнання, рух якого становить ризик для інших осіб, повинно відповідати таким умовам:

- мати засоби для запобігання самовільному запуску;
- мати належні засоби для мінімізації наслідків зіткнення, якщо на одній рейковій колії одночасно пересувається кілька пересувних обладнань;
- бути забезпечене пристроєм для гальмування та зупинки виробничого обладнання. У разі необхідності мають бути в наявності аварійні пристрої гальмування та зупинки обладнання. У разі відмови основного двигуна, керування яким здійснюється за допомогою легкодоступних пристроїв керування або автоматично, мають бути в наявності аварійні пристрої гальмування та зупинки обладнання;
- мати належні допоміжні пристрої для поліпшення видимості, якщо зона прямої видимості з місця водія є недостатньою для забезпечення безпеки.

Виробниче обладнання, призначене для використання вночі або у темних місцях, має бути оснащено достатнім для здійснення роботи освітленням та забезпечувати належну безпеку працівників.

Виробниче обладнання, що може спричинити виникнення пожежі та наразити на небезпеку працівників, має бути оснащено в достатній кількості відповідними протипожежними засобами, якщо таких засобів немає в достатній кількості поблизу місця використання виробничого обладнання.

Дистанційно кероване виробниче обладнання має автоматично зупинятися, як тільки воно залишить зону дії пристрою керування.

Дистанційно кероване виробниче обладнання, яке за нормальних умов може спричиняти небезпеку затиснення або зіткнення, має бути оснащено засобами запобігання такому ризику, якщо не передбачено інших відповідних пристроїв для контролю щодо ризиків зіткнення.

При встановленні вантажопідіймального виробничого обладнання на постійних місцях експлуатації, має бути забезпечена його міцність і стійкість з урахуванням вантажів, що підіймаються, та напруження, що виникає в опорних точках і точках кріплення конструкцій.

Машини для підймання вантажів повинні мати чіткі позначення їх номінальної вантажопідіймальності та (за потреби) мають бути обладнані

табличкою розподілу навантаження із зазначенням номінальної вантажопідймальності для будь-якої конфігурації обладнання.

Вантажозахоплювальні пристрої повинні мати позначення із зазначенням основних характеристик, необхідних для їх безпечного використання.

Виробниче обладнання, яке не призначене для підймання людей, але може бути помилково використане для цього, має бути відповідно позначене.

На постійних місцях експлуатації виробниче обладнання необхідно встановлювати так, щоб зменшити ризик того, що вантаж:

- ударить працівників;
- ненавмисно небезпечно переміщується або вільно падає;
- ненавмисно відчепиться.

Виробниче обладнання для підймання та переміщення працівників має:

- запобігати можливому ризику падіння кабіни шляхом установавання відповідних пристроїв. Якщо таких ризиків не можна уникнути, має бути встановлено підвісний канат зі збільшеним запасом міцності, який необхідно перевіряти кожного робочого дня;
- запобігати можливому ризику випадіння працівника з кабіни;
- запобігати ризику затиснення, потрапляння працівника в механізм або нанесення удару по ньому, зокрема через мимовільний контакт з об'єктом;
- у разі аварії забезпечити безпеку осіб, замкнених у кабіні, та можливість їхнього звільнення.

2.2 Загальні вимоги безпеки до виробничого обладнання

Виробниче обладнання має бути встановлене, розташоване та використане так, щоб зменшити ризики для операторів та інших працівників (достатній простір між рухомими та нерухомими частинами виробничого обладнання або рухомими частинами навколо нього, безпечне постачання та відведення всіх видів енергії та речовин, що використовуються або виробляються). Застосовані матеріали в конструкції обладнання не повинні бути небезпечними і шкідливими.

Отже, обладнання не повинно бути джерелом виділення шкідливих речовин і різного роду випромінювань вище граничних концентрацій і рівней (ГДК і ГДР).

Рівень безпеки і травмонебезпеки обладнання.

Рівень безпеки обладнання знаходять за формулою:

$$U_B'' = 1 - \frac{\sum t_i'' + \sum \tau_i''}{T''}$$

де t_i'' , τ_i'' – відповідно, загальна тривалість часу роботи обладнання з порушеннями, при яких виникають небезпечні та шкідливі фактори, і з екстремальними аварійними ситуаціями, год;

T'' – міжремонтний період, год.

Показник підвищеного коефіцієнта безпеки виробничого обладнання.

Даний показник визначається за наступною формулою, ΔK , %:

$$\Delta K = c(1 - K) \cdot \frac{1}{100}$$

де c – нормована величина зниження безпеки, %

K – досягнутий коефіцієнт технічної безпеки за попередній квартал.

Питання до самоконтролю:

1. Наведіть класифікацію небезпечних зон.
2. Назвіть мінімальні вимоги безпеки до виробничого обладнання.
3. Наведіть основні умови безпечної експлуатації самохідного виробничого обладнання
4. Які параметри роботи обладнання необхідно враховувати для визначення його рівня безпеки і травмонебезпеки?

РОЗДІЛ 3. ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ І ЗНАКИ БЕЗПЕКИ

3.1 Загороджувальні та обмежувальні пристрої для запобігання дії на робітників небезпечних і шкідливих факторів

Технічні пристрої застосовуються для запобігання впливу на робітників небезпечних і шкідливих факторів. Їх можна розділити на: огороджувальні, блокувальні, запобіжні і засоби сигналізації (Технічний регламент знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затверджено Постановою КМУ № 1262 від 25 листопада 2009 р.) [5].

Огороджувальні пристрої являють собою фізичну перешкоду між людиною і небезпечним шкідливим фактором (кожухи, щити, екрани та ін.). На рис. 3.1 наведена схема встановлення захисного кожуху. До них відносять обмежувальні і захисні пристрої.

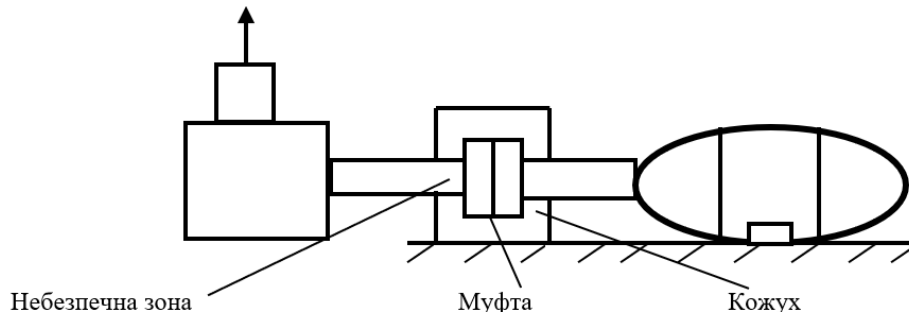


Рисунок 3.1 – Схема привоу димососа

За способом розміщення загородження може бути: стаціонарним, відкидні чи розсувні, знімні та переносні.

Стаціонарні огороження ізолюють небезпечні зони, механізми різних машин і окремі ділянки робочих місць. Всі приводні та передавальні механізми, робочі органи, якщо це можливо за технологією, розміщуються у корпусі машини. За конструктивним оформленням стаціонарне огороження виконується як невід'ємна частина машини.

Відкидні чи розсувні огороження (кожухи, футляри, кришки, дверцята тощо) використовуються для укриття робочих органів, систем привоу та інших механізмів, які вимагають частієї наладки, чистки, змащування та оглядів між плановими ремонтами машин і верстатів. Вони приєднуються до нерухомих частин машин (корпусів) за допомогою петель, завіс і можуть відкриватись без допомоги інструмента.

Знімні огороження використовують для укриття приводних, передавальних механізмів, які не потребують наладки, чистки та огляду під час всього міжремонтного періоду роботи обладнання. Такі огороження можуть

застосовуватися замість відкидних та розсувних, якщо останні не можна встановити на обладнанні через його конструктивні особливості. Знімні огороження закріплюються на машині або верстаті болтами, гвинтами і тощо; для того щоб їх зняти, потрібен інструмент.

Переносні (тимчасові) огороження використовують при ремонтах та налагодженні для захисту людини від випадкових доторкань до механізмів, що обертаються, до струмоведучих частин тощо. Їх застосовують на робочих місцях зварювальників, газорізальників для захисту від дії електродуги та ультрафіолетових променів.

Роботи на обладнанні, з якого знято огороження або воно несправне, забороняються.

Огороження не повинні втрачати своїх захисних властивостей під впливом виникаючих при експлуатації таких факторів: висока температура, вібрація, випромінювання.

Обмежувальні пристрої використовуються для обмеження дії небезпечних і шкідливих факторів. До них відносяться бар'єри, поруччя, обладнання для збереження і складування, тупикові пристрої (рис. 3.2), пристрої обмеження переміщення кранів та ін.

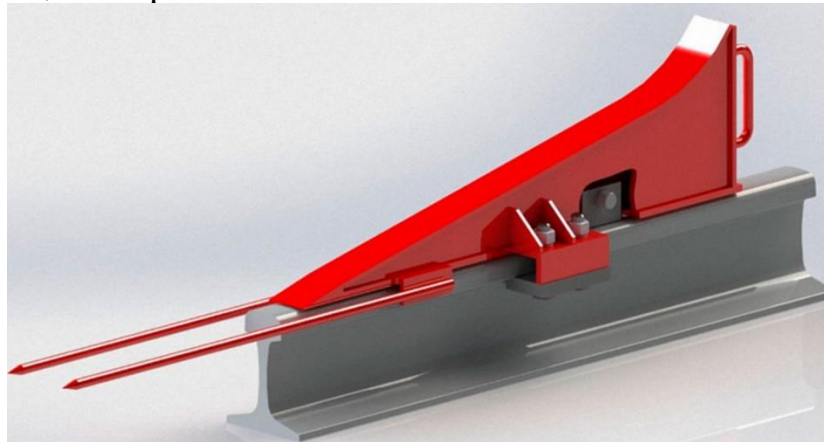


Рисунок 3.2 – Тупикові упори мостових та козлових кранів [6]

Бар'єри повинні витримувати припустиме навантаження і перевірятися на статичну і динамічну міцність із запасом 30-50%.

Тупиковий пристрій (упор) – пристрій, призначений для гасіння швидкості крана і запобігання його сходу з кінцевих ділянок кранового шляху в аварійних ситуаціях при відмові пристрою, що відключає або гальмує механізм пересування крана.

Тупикові упори повинні забезпечувати гарантовану зупинку крана за наступних параметрів, положень частин крана та вантажу, що забезпечують вплив на упори максимальних навантажень, які можуть виникнути при використанні крана за призначенням:

- швидкість пересування крана становить не більше 40 м/хв, якщо кран та рейковий шлях не обладнані засобами автоматичної зупинки, за наявності засобів автоматичної зупинки – 100% від номінальної паспортної швидкості;
- маса вантажу на гаку головного підйому відповідає номінальній вантажопідйомності крана, при цьому гачок знаходиться у верхньому положенні;
- кран зібраний та змонтований у максимальній комплектації, передбаченій експлуатаційними документами;
- для мостових кранів – гак з вантажем знаходиться в положенні мінімального підходу до осі рейкової нитки, для козлових кранів - над рейковою ниткою;
- для кранів стрілового типу – стріла знаходиться в положенні, паралельному рейковому шляху; значення спрямованої по ходу руху крана вітрового навантаження робочого стану та ухилу колії становлять максимальні величини, допустимі паспортними даними крана.

Металоконструкції тупикових пристроїв розрізняють трьох видів:

- ударні (випускаються у двох модифікаціях), рис. 3.3;
- безударні;
- комбіновані.



Рисунок 3.3 – Тупиковий упор ударного типу [6]

3.2 Захисні та блокувальні пристрої для запобігання дії на робітників небезпечних і шкідливих факторів

Захисні пристрої необхідні для захисту робітників від уламків, бризок металу і лугів. До них відносять різні види екранів (рис. 3.4) [2].

Сила відльоту часток визначається за формулою:

$$w = \frac{m \cdot V^2}{2r_0}$$

де r_0 – радіус від центра ваги відльоту осколка і віссю обертання, м;
 V – швидкість обертання кола, м/с;
 m – вага уламку, кг

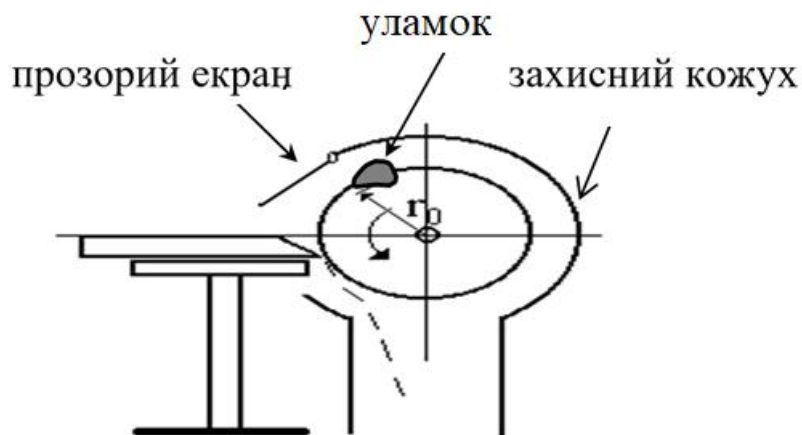


Рисунок 3.4 – Захисний екран заточувального верстата

Блокувальні пристрої – це сукупність методів і засобів, робочих органів, що забезпечують закріплення апаратів і машин у визначеному стані. Застосовуються для запобігання аварійних небезпечних ситуацій. За принципом дії поділяються на механічні, електронні, пневматичні та ін. Застосовуються при перевантаженні і при перевищенні параметрів технологічних процесів. Принцип дії відключення електроприводу мережі, гальмування руху обертання частин, використання гідравлічних затворів, запобіжних клапанів та ін.

Для захисту від перевантажень застосовуються проміжні вали 1 та муфти зі зрізними елементами 2 (рис. 3.5).

Для виключення вибуху ацетиленових генераторів використовують водяні затвори (рис. 3.6).

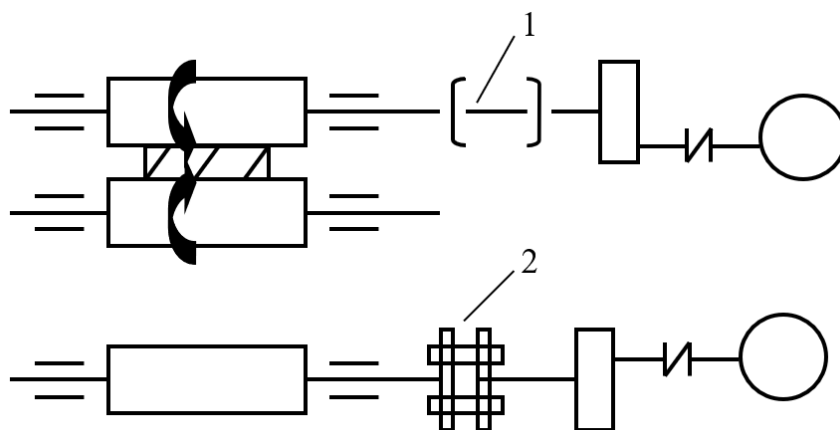


Рисунок 3.5 – Захисні засоби від перевантажень

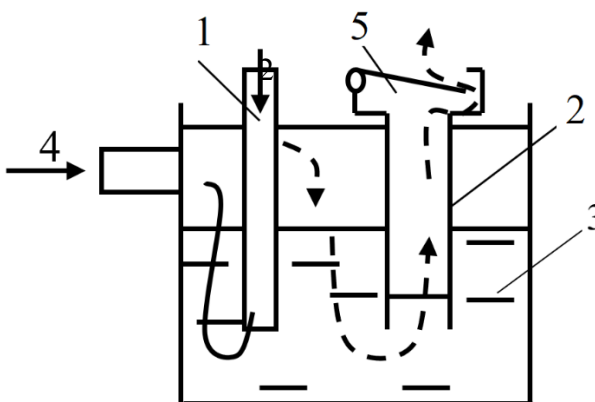


Рисунок 3.6 – Вибухозахисний засіб з водяним затвором

При обертальному ударі палаючі гази 4 надходять у резервуар з водою 3, підвищується тиск, вода піднімається по трубах 1 і 2, перешкоджаючи надходженню газу по трубі 1 і сприяючи викиду газу в атмосферу через трубопровід із запобіжним клапаном 5.

3.3 Інформаційні засоби безпеки для запобігання дії на робітників небезпечних і шкідливих факторів

До інформаційних засобів безпеки виробничих процесів та обладнання відносяться такі: сигналізація, сигнальне фарбування, знаки безпеки, контрольно-вимірювальні засоби [5].

Сигналізація попереджає обслуговуючий персонал про пуск і зупинку обладнання, порушення процесу і підвищення рівня отруйних і вибухонебезпечних газів у приміщеннях.

За функціональним призначенням сигналізація поділяється на:

- *попереджувальну*(запобіжну), яка попереджує про необхідність дотримання вимог безпеки, про регулювання руху транспортних засобів, тобто вона служить для попередження працюючого про виникнення небезпеки;

- *аварійну*, яка сповіщає про виникнення небезпечного режиму роботи;

- *інформаційну* (інформує про вид і значення параметрів, що визначають безпеку);

- *оперативну*, для здійснення контролю виробничих процесів щодо заданих параметрів (тиску, температури тощо), вона застосовується в технологічних процесах, в випробувальних стендах, повідомляючи про включене, або включене обладнання, про досягнення заданих параметрів, а також для узгодження дій кількох працівників;

- *розпізнавальну* – призначена для виділення окремих видів обладнання, або найбільш небезпечних його зон, механізмів. Розпізнавальною сигналізацією є пофарбування у відповідні кольори балонів і трубопроводів, електричних проводок, кнопок і рукояток управління механізмами.

За принципом дії сигналізація поділяється на:

- кольорову (сигнальні кольори);

- світлову (миготливі чи світлові вогні);

- звукову (подача звукових сигналів);

- світло-звукову;

- одоризаційну (за запахом).

Звук сигналу повинний сильно відрізнитися від виробничого шуму. Звукові сигнали здійснюються за допомогою сирен, дзвоників, свистків і гудків.

Звукові сигнали – передаються різним числом і поєднанням звуків різної тривалості та передають певну інформацію:

- один довгий і три коротких – загальна тривога;

- один довгий і два коротких – пожежна тривога;

- один довгий і один короткий – Хімічна тривога;

- ряд коротких – повітряна тривога;

- один короткий та один довгий – сигнал пильності;

Звукові сигнали також застосовуються для попередження досягнення ГДК, ліміту температури і тиску, а також для транспортних механізмів і небезпечних зон.

До пристроїв, що сигналізують, також відносяться різні контрольні прилади: показники, манометри, термометри, вольтметри та ін.

Знаки безпеки. Знаки безпеки з охорони праці є одним із різновидів засобів колективного захисту працівників, що призначені для профілактики впливу небезпечних виробничих факторів і виникнення аварій.

Порядок встановлення знаків безпеки визначається Технічним регламентом знаків безпеки і захисту здоров'я працівників, затвердженим постановою КМУ № 1262 від 25.11.2011 (далі – Технічний регламент) [5].

Додатково, вимоги щодо оформлення знаків містяться у ДСТУ 3864-1:2005 та ДСТУ 6309:2007 (у частині регулювання знаків протипожежної безпеки).

Знаки безпеки – це знаки, якими за допомогою графічних символів, кольорів, світлових або звукових сигналів, словесних або сигналів, поданих за допомогою рук, встановлюється заборона щодо вчинення небезпечних дій або дій, що можуть спричинити небезпеку, або дається вказівка щодо здійснення заходів безпеки і/або захисту здоров'я працівників на робочому місці.

Різні види знаків можна застосовувати одночасно, а саме, поєднувати світловий сигнал із звуковим або словесним чи подавати сигнал за допомогою рук разом із словесним.

Існують основні групи знаків: забороняючі, попереджувальні, зобов'язальні, інформативні, рятувальні, знаки пожежної небезпеки

Забороняючі знаки безпеки з охорони праці (рис.3.7)– знаки охорони праці, що утримують співробітників від здійснення певних дій. Знак має наноситись на плоску або об'ємну круглу табличку з темною піктограмою на білому фоні, край та діагональна відмітка – червоного кольору. Червоне забарвлення має становити не менше 35% поверхні знаку.



Рисунок 3.7 – Приклад забороняючих знаків безпеки з охорони праці

Попереджувальні знаки з охорони праці (рис. 3.8) інформують співробітників про ймовірний ризик або небезпеку. Їх виготовляють у формі трикутника з темною піктограмою на жовтому фоні, край – чорний. Жовте забарвлення має становити щонайменше 50% поверхні знаку. Можуть встановлюватися такі попереджувальні знаки безпеки: отруйні речовини, виробничий транспорт тощо.

Зобов'язальні знаки (приписуючі) (рис.3.9)– знаки, що примушують осіб до певних дій. Знак має бути круглим, з білою піктограмою на синьому фоні, при цьому синє забарвлення має становити щонайменше 50% поверхні знаку.

Інформативні знаки – знаки, що на відміну від заборонних знаків та знаків попередження надають додаткові вказівки (наприклад, знаки медичної допомоги, рис. 3.10).



Рисунок 3.8 – Приклад попереджувальних знаків безпеки з охорони праці



Рисунок 3.9 – Приклад зобов’язальних знаків безпеки з охорони праці



Рисунок 3.10 – Знаки медичної допомоги

Рятувальні знаки – схематичні зображення, на яких вказується маршрут до укриття і аварійних виходів, пункту медичної допомоги. Встановлюються у вигляді прямокутника або квадрата з білою піктограмою на зеленому фоні. Зелене забарвлення повинно становити щонайменше 50% поверхні зображення.



Рисунок 3.10 – Рятувальні знаки

Знаки пожежної безпеки – повинні мати прямокутну або квадратну форму з білою піктограмою на червоному фоні. Червоний колір безпеки повинен становити не менш як 50% загальної площі знака.

Вимоги стосовно встановлення знаків безпеки та їх кольорів. Для позначення небезпечних приміщень або зон на підприємстві знаки безпеки слід установлювати на попередньо підготовленій рівній поверхні за допомогою самоклеючої плівки або просто прикріпляти їх на відповідну табличку. Знаки мають бути виготовлені із тонкого листового металу, деревини або пластмаси. Пристрої для закріплення знаків повинні бути пофарбовані у сірий або сріблясто-сірий колір.

Знаки повинні бути помітними. Для покращення візуалізації дозволяється виготовляти їх із додаванням люмінесцентних фарб, світловідбивальних частин. Таблички, установлені на відкритому повітрі, повинні бути надійно захищені від впливу опадів, вітру та прямого сонячного світла. За потреби, знаки безпеки періодично оновлюють. При встановленні знаків безпеки слід враховувати кут зору людини з відповідного положення, а також можливості виникнення перешкод для видимих знаків на легкодоступному, достатньо освітленому місці або поблизу входу в зону небезпеки, або у безпосередній близькості до джерела небезпеки чи об'єкта, який позначається знаком безпеки. Знаки, що переважно призначенні для застосування у темний час доби або в умовах поганої видимості, мають бути обладнані штучним освітленням. При цьому таке освітлення не повинно впливати на їхній колір та видимість у світлий час доби.

Колір безпеки	Вид знака	Зміст знака
Червоний	знак заборони	дії є небезпечними
	знак небезпеки або тривоги	стій! Зупинка! Аварійне вимикання! Евакуація!
	знак місця зберігання засобів пожежогасіння	тут розміщені матеріали і устаткування для пожежогасіння
Жовтий або оранжевий	попереджувальний знак	увага! Обережно! Сій!
Синій	зобов'язувальний знак	особливі вимоги щодо способу дій і поведінки. Необхідність використання засобів індивідуального захисту
Зелений	знак першої допомоги, рятувальний знак	тут розміщені двері, виходи, приміщення, шляхи пересування, пункти і засоби допомоги
	відсутність небезпеки	повернення до стану норми

Рисунок 3.11 – Кольори знаків безпеки

Знаки протипожежної безпеки і схеми евакуаційних або аварійних виходів обладнують автономними джерелами живлення на випадок виникнення перебоїв в енергопостачанні або несправностей основного джерела енергії, крім випадків, коли це не створює небезпеку. Світлові покажчики і лампи для освітлення сходів і зон виходів пішохідних тунелів приєднують до фаз нічного режиму зовнішнього освітлення.

Тимчасові знаки безпеки. Вимога щодо застосування знаків безпеки поширюється і на тимчасові роботи (тимчасові знаки безпеки). Відповідальна особа, яка керує роботами, повинна стежити за установленням знаків у місцях, де проводять роботи за нарядом-допуском: висотні, земляні роботи, підземні роботи, роботи на проїзній частині доріг, роботи з викорчування кущів і пеньків у містах тощо. Після закінчення робіт тимчасові знаки знімаються.

Питання до самоконтролю:

1. Назвіть пристрої безпеки, які відносять до огорожувальних.
2. Які функції виконують огорожувальні пристрої безпеки?
3. Перелічіть пристрої безпеки, які відносять до обмежувальних засобів.
4. Наведіть особливості застосування блокувальних пристроїв.
5. Назвіть основні функції сигналізації.
6. Які види знаків небезпеки використовують на виробництві?

РОЗДІЛ 4. БЕЗПЕКА ВИКОНАННЯ РОБІТ

4.1 Порядок оформлення дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки

Робота підвищеної небезпеки – робота в умовах впливу шкідливих та небезпечних виробничих чинників або така, де є потреба у професійному доборі, чи пов'язана з обслуговуванням, управлінням, застосуванням технічних засобів праці або технологічних процесів, що характеризуються підвищеним ступенем ризику виникнення аварій, пожеж, загрози життю, заподіяння шкоди здоров'ю, майну, довкіллю.

Наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 № 15 (z0231-05) затверджено перелік, у якому наведено види робіт підвищеної небезпеки. Всього цей документ налічує 137 найменувань видів таких робіт. У нормативно-правових актах з охорони праці є й інші переліки щодо проведення робіт підвищеної небезпеки. Це, зокрема, переліки видів робіт підвищеної небезпеки, які виконуються: на підставі дозволу, група А – 30 видів робіт; на підставі декларації відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства з питань охорони праці, група Б — 24 види робіт підвищеної небезпеки. Вони наведені у додатку 2 до Порядку видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженому постановою КМУ від 26.10.2011 № 1107 (у редакції постанови КМУ від 03.02.2021 № 77) [7]. Цей Порядок визначає процедуру видачі або відмови у видачі, переоформлення, анулювання Держпраці та її територіальними органами дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.

Роботодавець має одержати **дозвіл на виконання роботи підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки** (ст. 21 Закону України «Про охорону праці»). Центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері охорони праці, видає дозволи на безоплатній основі на підставі висновку експертизи стану охорони праці та безпеки промислового виробництва суб'єкта господарювання, проведеної експертно-технічними центрами, які належать до сфери його управління, або відповідними незалежними експертними організаціями. Строк дії такого дозволу становить п'ять років, який в подальшому продовжується територіальним органом Держпраці у разі коли під час строку його дії роботодавцем не порушено умов дозволу. Якщо під час строку дії дозволу роботодавцем порушено його умови, чи допущено виникнення аварій та/або пов'язаних з виробництвом нещасних випадків, зазначених у дозволі, строк дії такого дозволу продовжується на підставі заяви, оригіналу дозволу і нового позитивного висновку експертизи щодо стану

охорони праці та безпеки промислового виробництва під час виконання зазначених у дозволі робіт та/або експлуатації машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.

Дозвіл на застосування машин, механізмів та устаткування підвищеної небезпеки є безстроковим.

Дозвіл може бути анульований у випадках, передбачених статтею 21 Закону України «Про охорону праці». Рішення про анулювання дозволу приймається органом, що його видав. **Дія дозволу припиняється через десять робочих днів з дня прийняття рішення про його анулювання.**

Роботодавець, виробник або постачальник повинен **протягом десяти робочих днів після одержання повідомлення про анулювання дозволу** подати оригінал такого дозволу або його дублікат до органу, що видав дозвіл, особисто чи надіслати рекомендованим листом з описом вкладення.

Зазначений орган робить на оригіналі дозволу або його дублікаті позначку про анулювання дозволу, вносить відповідну інформацію до реєстру дозволів та повертає протягом трьох робочих днів оригінал дозволу або його дублікат роботодавцеві, виробникові або постачальникові.

У разі анулювання дозволу роботодавець, виробник або постачальник може отримати новий дозвіл відповідно до вимог цього Порядку.

Держпраці та її територіальні органи ведуть реєстр дозволів в установленому порядку, узагальнюють інформацію про видані та анульовані дозволи і оприлюднюють її у засобах масової інформації та на власному веб-сайті.

Держпраці та її територіальні органи вносять до Єдиного державного реєстру юридичних осіб, фізичних осіб – підприємців та громадських формувань відомості про дозволи (zareєстровані декларації) в установленому порядку.

Виконання робіт підвищеної небезпеки, що зазначені у групі Б додатка 2 Порядку, експлуатація (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, зазначених у групі Б переліку, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 3 лютого 2021 р. № 77, здійснюються на підставі декларації відповідності матеріально-технічної бази вимогам законодавства з питань охорони праці.

Декларація подається роботодавцем не пізніше ніж за п'ять робочих днів до початку виконання робіт підвищеної небезпеки та експлуатації машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Документи повертаються протягом п'яти робочих днів без розгляду у разі незаповнення полів, зазначення робіт підвищеної небезпеки та машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки, які не відповідають вимогам, встановленим цим Порядком та переліком машин, механізмів, устаткування підвищеної

небезпеки, затвердженим постановою Кабінету Міністрів України від 3 лютого 2021 р. № 77.

Декларація подається роботодавцем або уповноваженою ним особою, надсилається поштою до адміністратора центру надання адміністративних послуг у паперовій формі або в електронній формі через Єдиний державний веб-портал електронних послуг, у тому числі через інтегровану з ним інформаційну систему Держпраці.

Територіальний орган Держпраці здійснює **реєстрацію декларацій** на безоплатній основі **протягом п'яти робочих днів з дня їх отримання**.

Відмова в реєстрації декларації не допускається.

У разі зміни відомостей або виявлення суб'єктом господарювання помилки в поданій декларації суб'єкт господарювання в порядку, встановленому цим пунктом для подання декларації, подає оновлену декларацію протягом семи робочих днів з дня настання таких змін або з дня подання декларації в разі виявлення помилки.

4.2 Безпека виконання газонебезпечних робіт

До газонебезпечних робіт відносяться роботи, пов'язані з оглядом, чисткою, ремонтом технологічного обладнання, у тому числі роботи всередині ємностей (резервуари, цистерни, тунелі, колодязі, приямки тощо), при виконанні яких мається або не виключена можливість виділення у робочу зону, відповідно до ГОСТ 12.1.005-88, вибухо- та пожежонебезпечних або шкідливих парів, газів та других речовин, а також роботи при недостатньому вмісту кисню (об'ємна частка нижче 20%).

На кожному підприємстві має бути розроблена інструкція, яка уточнює порядок підготовки та безпечного проведення газонебезпечних робіт відповідно до конкретних виробничих умов.

Сторонні організації при виконанні газонебезпечних робіт повинні керуватися інструкцією підприємства-замовника.

На підприємстві по кожному підрозділу необхідно розробляти перелік газонебезпечних робіт.

У переліку повинно бути вказані окремо газонебезпечні роботи I групи – які виконуються з оформленням наряду-допуску, II групи – які виконуються без оформлення наряду-допуску, але з обов'язковою реєстрацією у відповідному журналі, III групи – викликані необхідністю ліквідації або локалізації аварійних ситуацій і аварій.

На проведення газонебезпечних робіт оформлюється наряд-допуск, який передбачає розробку та подальше виконання комплексу заходів з підготовки та безпечного проведення робіт.

Газонебезпечні роботи, які періодично повторюються та які є невід'ємною частиною виробничого процесу, з аналогічними умовами їх проведення, постійним містом і характером робіт, визначеним складом виконавців, можуть проводитись без оформлення наряду-допуску. Заходи безпеки при проведенні таких робіт повинні бути викладені в технологічних регламентах, інструкціях на робочих місцях або у спеціальній інструкції. Такі роботи реєструються у журналі обліку газонебезпечних робіт.

До виконання газонебезпечних робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичне опосвідчення, навчені безпечним методам роботи, застосуванню засобів індивідуального захисту, правилам надання першої медичної допомоги постраждалим і пройшли перевірку знань у встановленому порядку.

Особи жіночої статі можуть залучатися до проведення окремих газонебезпечних робіт, передбачених технологічними регламентами, інструкціями та які допускаються законодавством про працю жінок.

До газонебезпечних робіт, які пов'язані із застосуванням кисневих ізолюючих протигазів і повітряних ізолюючих апаратів, можуть залучатись лише особи, які пройшли спеціальне навчання щодо користування цими апаратами.

Кожна газонебезпечна робота, яка виконується з оформленням наряду-допуску або реєструється в журналі обліку складається з двох етапів:

- підготовка об'єкта до проведення газонебезпечної роботи;
- безпосереднє проведення газонебезпечної роботи.

Відповідальним за підготовку об'єкта до проведення газонебезпечної роботи призначається інженерно-технічний працівник цеху, під керівництвом якого перебуває експлуатаційний персонал даного об'єкта.

Відповідальним за проведення газонебезпечної роботи призначається інженерно-технічний працівник, який не зайнятий на період проведення такої роботи веденням технологічного процесу і знає способи безпечного проведення газонебезпечних робіт. У разі виконання роботи працівниками газорятівальної служби або сторонніх організацій, відповідальним за їх проведення призначається інженерно-технічний працівник, у підпорядкуванні якого знаходяться виконавці газонебезпечних робіт.

Допускається призначати одного керівника за її підготовку і проведення, за умови, що призначена особа знає безпечні методи й прийоми ведення роботи і звільнена від виконання інших обов'язків на період її проведення.

Головний інженер несе відповідальність за організацію безпечного проведення газонебезпечних робіт в цілому по підприємству.

Наряд-допуск підписується начальником цеху (установки, дільниці при безцеховій структурі), в якому проводиться робота, або особою, яка в установленому на підприємстві порядку його заміщує (іменована надалі «начальник цеху»), узгоджується з газорятівальною службою (з реєстрацією в

спеціальному журналі і присвоєнням порядкового номеру), службою охорони праці, а при необхідності з суміжними цехами і затверджується головним інженером.

Особи, що затвердили наряд-допуск, несуть відповідальність за необхідність і можливість проведення газонебезпечних робіт.

Особи, що підписали наряд-допуск, несуть відповідальність за правильність і повноту розроблених заходів з підготовки та проведення газонебезпечних робіт, зазначених у наряді-допуску, а також за достатню кваліфікацію осіб, включених у наряд-допуск у якості керівників і виконавців газонебезпечних робіт.

Наряд-допуск оформлюють у двох примірниках.

Забороняється заповнення наряду-допуску олівцем. Записи в обох примірниках повинні бути чіткими. виправлення в тексті і підписи відповідальних осіб під копірку не допускаються.

Наряд-допуск на проведення газонебезпечної роботи видається на кожне місце і вид робіт кожній бригаді, яка проводить такі роботи, і дійсний протягом однієї зміни.

Якщо робота виявилася незавершеною, а умови її проведення не погіршилися і характер роботи не змінився, наряд-допуск може бути продовжений на наступну зміну тій самій бригаді з підтвердженням можливості проведення роботи для кожної подальшої зміни підписами осіб, зазначених у п. 15 наряду-допуску.

Підготовку об'єкта до проведення на ньому газонебезпечної роботи здійснює експлуатаційний персонал цеху (виробництва) під керівництвом відповідального за підготовку.

Для підготовки об'єкта (устаткування, комунікацій тощо) до газонебезпечних робіт повинен бути виконаний весь комплекс підготовчих робіт, передбачених у відповідних інструкціях та наряді-допуску.

При цьому повинні бути вжиті заходи щодо зменшення ступеня небезпеки газонебезпечної роботи зняттям тиску, видаленням шкідливих і вибухонебезпечних речовин, виключення їх появи із суміжних технологічних систем, унеможливлення джерел іскроутворення.

Газонебезпечні роботи дозволяється проводити тільки після виконання всіх підготовчих робіт та заходів, передбачених нарядом-допуском та інструкціями на робочих місцях. Забороняється збільшувати обсяг робіт, передбачених нарядом-допуском.

Виконувати газонебезпечні роботи необхідно бригадою виконавців у складі не менше двох осіб. Члени бригади повинні бути забезпечені відповідними засобами індивідуального захисту, спецодягом, спецвзуттям, інструментом, пристосуваннями і допоміжними матеріалами.

Перед початком газонебезпечних робіт відповідальний за їх проведення опитує кожного виконавця про самопочуття.

Про готовність об'єкта і виконавців до проведення газонебезпечних робіт повинно бути повідомлено газорятувальній службі. Без підтвердження можливості проведення робіт представником зазначеної служби початок робіт забороняється.

Роботи, пов'язані з можливим виділенням вибухонебезпечних речовин, повинні виконуватися у відповідному спецодязі і спецвзутті, із застосуванням інструментів і пристосувань, при роботі з якими відсутня можливість іскроутворення.

Для освітлення необхідно застосовувати вибухозахищені переносні світильники напругою не вище 12 В або акумуляторні лампи, які відповідають за виконанням категорії та групі вибухонебезпечної суміші.

Термін одноразового перебування працюючого в шланговому протигазі визначається нарядом-допуском, але не повинен перевищувати 30 хв.

Нагріті ємності перед спуском в них людей повинні бути охолоджені до температури, що не перевищує 30 °С.

Для проведення робіт всередині ємностей призначається бригада в складі не менше двох осіб (виконавець та спостерігач). Перебування всередині ємності дозволяється, як правило, одній людині. При необхідності перебування в ємності більшої кількості працюючих повинні бути розроблені, внесені в наряд-допуск і додатково здійснені заходи безпеки.

У всіх випадках на робітника, що спускається у ємність, повинен бути надітий рятувальний пояс з сигнально-рятувальною мотузкою.

При відсутності зорового зв'язку між працюючим і спостерігаючим має бути встановлена система подачі умовних сигналів.

При проведенні робіт всередині ємності спостерігач повинен перебувати біля люка (лазу) ємності у такому ж спорядженні, як і той що працює, мати при собі ізолюючий протигаз у положенні "наготові".

Для захисту органів дихання працюючих всередині ємностей потрібно застосовувати шлангові або киснево-ізолюючі протигази або повітряні ізолюючі апарати. Використання фільтруючих протигазів забороняється.

Робота всередині ємності без засобів захисту органів дихання може бути дозволена головним інженером за умови, що об'ємний вміст кисню в ємності складає не менше 20 %, а вміст шкідливих парів і газів в ємності не перевищує гранично допустимих концентрацій (ГДК) цих речовин у повітрі робочої зони. При цьому необхідно виключити можливість потрапляння шкідливих, вибухонебезпечних і вибухопожежонебезпечних парів і газів зовні або виділення їх з відкладень, футеровки і т. п. Заходи, щодо безпечного виконання робіт всередині апаратів без засобів індивідуального захисту органів дихання, повинні бути викладені у загальнозаводській інструкції з організації та проведення газонебезпечних робіт, в інструкціях на робочим місцям (цехових), а також у наряді-допуску.

Робота всередині колодязів, колекторів, в тунелях і траншеях та інших аналогічних пристроях і спорудах без засобів захисту органів дихання забороняється.

Після закінчення робіт всередині ємності відповідальний за їх проведення перед закриттям люків повинен особисто переконатися, що в ємності не залишилися люди, прибраний інструмент, матеріали, не залишилося сторонніх предметів, та зробити про це запис у наряді-допуску.

Проведення робіт у колодязях, каналізаційних мережах, тунелях та подібних спорудах необхідно узгодити (підпис в наряді-допуску) з начальниками цехів, технологічно пов'язаних з цими об'єктами, якими повинні бути вжиті заходи, що виключають залпові викиди шкідливих і вибухонебезпечних продуктів до місця проведення робіт.

На період проведення робіт відкриті люки колодязів повинні бути огорожені, а в нічний час освітлені.

При нанесенні захисного покриття на внутрішню поверхню ємності, що супроводжується виділенням шкідливих і вибухонебезпечних речовин, слід передбачати примусове видалення цих речовин.

Вогневі роботи в ємностях проводять при повністю відкритих люках (лазах) і повітрообміні, що забезпечує нормальний повітряний режим у зоні роботи. При їх проведенні оформляють наряд-допуск, а також дозвіл на проведення вогневих робіт у відповідності з вимогами Типової інструкції з організації безпечного проведення вогневих робіт на вибухонебезпечних пожежонебезпечних об'єктах.

Газонебезпечні роботи повинні проводитись з дотриманням всіх вимог, які вказані у нормативно-правових актах з охорони праці та документах підприємств. Дотримання цих вимог до організації та проведення газонебезпечних робіт в газовому господарстві є запорукою збереження життя та здоров'я працівників.

4.3 Безпека виконання робіт на висоті

Роботи на висоті [8]– роботи, що виконуються на висоті 1,3 м і більше від поверхні ґрунту, перекриття або робочого настилу, у тому числі з робочих платформ підйомників і механізмів, а також на відстані менше 2 м від неогорожених перепадів на висоті 1,3 м і більше; основним засобом індивідуального захисту під час виконання робіт є запобіжний пояс ПЛ або ПБ.

Роботи верхолазні – роботи, що виконуються безпосередньо з елементів конструкцій, обладнання або з монтажних пристосувань, тимчасових драбин, трапів, установлених на конструкціях, робочих платформ підйомників і механізмів, у безопорному просторі тощо на висоті 5 м і більше від поверхні

грунту, перекриття або робочого настилу; основним засобом індивідуального захисту під час виконання верхолазних робіт є запобіжний пояс ПЛ.

До виконання робіт на висоті допускаються особи, не молодше 18 років та які пройшли:

- професійний добір відповідно до Переліку робіт, де є потреба у професійному доборі;

- медичний огляд відповідно до вимог Положення про медичний огляд працівників певних категорій;

- спеціальне навчання та перевірку знань з охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці;

- навчання та перевірку знань з протипожежної безпеки осіб, які виконують вогневі роботи, відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні.

На кожному підприємстві залежно від місцевих умов і особливостей виробництва роботодавець затверджує наказом перелік робіт на висоті, які виконуються за нарядами-допусками. Роботи, не передбачені цим переліком, виконуються за розпорядженнями осіб, яким надано право видачі нарядів.

Форма наряду-допуску для виконання робіт на висоті наведена у додатку 2 Правил охорони праці під час виконання робіт на висоті. Роботи на висоті виконуються за іншими нарядами, передбаченими чинним законодавством, якщо до них уключені вимоги безпеки під час виконання відповідних робіт на висоті згідно з цими Правилами.

До нарядів додаються проекти виконання робіт (ПВР) чи технологічні карти за рішенням осіб, які мають право видачі нарядів, з урахуванням вимог цих Правил. Склад та зміст основних рішень з охорони праці в ПВР, відповідно до НПАОП 45.2-7.02-12 «Охорона праці та промислова безпека у будівництві».

Наряд виписується у двох примірниках, один з яких залишається у працівника, який його видав, другий передається відповідальному керівнику робіт.

Наряд виписується розбірливим почерком або за допомогою засобів друкування. Не допускається виписувати наряд олівцем, виправляти і закреслювати написаний текст. Наряд видається на строк, необхідний для виконання заданого обсягу робіт, але не більше 15 календарних днів від дня початку роботи. Наряд може бути продовжений один раз на термін не більше 15 календарних днів від дня продовження. Продовжити наряд може працівник, який його видав, а у разі його відсутності – інший працівник, який має право видавання нарядів для виконання робіт на висоті. При зміні складу бригади більше ніж наполовину кількості членів бригади, які розпочинали роботу, видається новий наряд.

У разі виникнення у процесі роботи небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів, не передбачених нарядом, роботи припиняються і можуть бути продовжені тільки після усунення зазначених факторів.

Перед нарядом або розпорядженням обов'язково проводиться цільовий інструктаж, зокрема, роз'яснюються питання, у тому числі:

- способи безпечного виконання робіт;
- порядок підходу до робочого місця та виходу з нього;
- стан робочого місця;
- порядок користування засобами страхування;
- порядок і місце установки вантажопідіймальних засобів;
- способи безпечного переходу з одного робочого місця на інше;
- методи установки або знімання елементів конструкції, будівлі тощо;
- забезпечення необхідними умовами праці на робочому місці (освітленість, температура, вологість повітря, шум, вібрація тощо);
- стан риштувань, площадок, драбин, огорожень, опорних та страхувальних канатів тощо;
- необхідність застосування засобів індивідуального захисту (каска, запобіжних поясів тощо);
- порядок застосування верхозахисного спорядження та страхувальних засобів під час виконання робіт у безопорному просторі.

Обсяг і зміст цільового інструктажу визначаються залежно від видів робіт, що виконуються [9].

Працівники, які виконують роботу на висоті, зобов'язані: знати і виконувати вимоги цих Правил, інших нормативно-правових актів та інструкцій з охорони праці, що стосуються їх робіт чи професій; дбати про особисту безпеку, а також про безпеку оточуючих людей під час виконання будь-яких робіт; виконувати роботи із застосуванням касок, запобіжних поясів, інших засобів індивідуального та колективного захисту; проходити в установленому порядку медичний огляд.

Не дозволяється виконувати роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 10 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, який затрудняє видимість в межах фронту робіт, а також у нічний час при недостатній освітленості та якщо температура повітря вище плюс 35 °С або нижче мінус 20 °С. Невідкладні роботи на висоті в більш складних погодних умовах (при інших температурах тощо) виконуються за рішенням роботодавця. При цьому в ПВР слід передбачити додаткові заходи безпеки, що відповідають цим умовам.

Нижче наведені основні вимоги безпеки до робочих місць під час виконання робіт на висоті.

Межі небезпечних зон поблизу частин машин, що рухаються, визначаються відстанню не менше 5 м, якщо немає інших підвищених вимог у документах з експлуатації виробників.

У разі одностороннього примикання настилів (перекриття) до стін слід огороджувати прорізи в стінах, якщо їх нижній край розташований на висоті менше 0,7 м від рівня настилу (перекриття).

Межі небезпечних зон в місцях, над якими переміщуються вантажі вантажопідіймальними кранами, а також поблизу будівель і споруд під час здійснення будівництва, монтажу (демонтажу) конструкцій і обладнання, ремонту, реконструкції, експлуатації тощо об'єктів та під час виконання електрозварювальних робіт на висоті зазначені у ДБН А.3.2-2-2009.

Площадки та драбини мають відповідати вимогам ДСТУ ISO 14122-4:2006.

Драбини чи скоби, що використовуються для підймання або допускання працівників на робочі місця, розташовані на висоті більше 5 м, мають бути обладнані пристосуваннями для закріплення стропа запобіжного пояса (канат з уловлювачем та ін.).

Кожна драбина повинна бути міцною, надійно закріпленою і мати достатню довжину, щоб забезпечувати надійну опору для рук та ніг працівників у будь-якому робочому положенні.

Небезпечна зона навкруги щогл (веж) визначається відстанню від центра щогли (вежі), яка дорівнює 1/3 її висоти.

Проходи, проїзди, переходи до робочих місць, а також сходи, площадки тримають справними і чистими, а розміщені просто неба – необхідно очищати від снігу і льоду та посипати піском.

Настили площадок і переходів, а також поручні до них надійно закріплюються. На період проведення ремонтних робіт замість знятих поручнів слід установлювати тимчасові справні огороження.

Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях встановлюється не менша 0,6 м, а висота проходів – не менша 1,8 м.

Прорізи в переkritтях, які призначаються для монтажу обладнання, ліфтів, сходів тощо, до яких можливий доступ людей, слід закрити суцільними настилами або обладнати огороженнями із вивішеними на них відповідними плакатами та знаками безпеки.

Кожний отвір в робочій площадці обладнується відповідними засобами для запобігання падінню людей чи предметів.

У разі одночасного виконання робіт по одній вертикалі робочі місця, що розташовані нижче, обладнуються зверху відповідними захисними пристроями (настилами, сітками, козирками тощо), які встановлюються на відстані не більше 6 м по вертикалі від вищерозташованого робочого місця.

4.4 Безпека виконання безпеки зварювальних робіт

Створення безпечних умов праці найважливіша задача будь-якого виробництва. За правильну організацію і стан охорони праці несе відповідальність керівництво підприємства. Безпека зварювальних робіт цілком залежить від рівня професійної майстерності, знань і умінь виконання їх зварником, НПАОП 28.52-1.31-13 [10].

До виконання електрозварювальних робіт допускаються особи не молодше 18-літнього віку, які пройшли медичний огляд, навчені за програмою теоретичної і практичної підготовки, склали іспит кваліфікаційній комісії і мають посвідчення установленого зразка.

Всі методи зварювання вимагають дотримання певного комплексу правил охорони праці. На зварювальника під час зварювання плавленням в тій чи іншій мірі існує можливість небезпечних впливів в зв'язку з наступними факторами:

- ураження електричним струмом при дотику до струмоведучих частин електричного кола;
- ураження променями електричної дуги очей і відкритої поверхні шкіри;
- опіки від крапель металу і шлаку при зварюванні;
- отруєння шкідливими газами, що виділяються при зварюванні і при забрудненні приміщень пилом і випарами різних речовин;
- вибухи через неправильне поводження з балонами стисненого газу або через виробництво зварювання в ємностях з-під горючих речовин, або виконання зварювання поблизу легкозаймистих і вибухонебезпечних речовин;
- пожежі від розплавленого металу і шлаку в процесі зварювання;
- травми різного роду механічного характеру при підготовці важких виробів до зварювання і в процесі зварювання.

Для запобігання небезпеки ураження електричним струмом необхідно, щоб джерела живлення мали автоматичні пристрої, що відключають їх при обриві дуги протягом не більше 0,5 с.

З метою зменшення небезпеки ураження електричним струмом зварювальнику слід дотримуватися наступних заходів:

- надійна ізоляція всіх, проводів, пов'язаних з живленням джерела струму і зварювальної дуги;
- надійний пристрій електродотримача з гарною ізоляцією, яка гарантує, що не буде випадкового контакту струмоведучих частин електродотримача зі зварним виробом або руками зварника;
- робота у справно-сухому спецодязі і рукавицях.

При роботі в тісних відсіках і замкнених просторах обов'язкове використання гумових калош і килимків, джерел освітлення з напругою не більше 6-12 В.

Для запобігання небезпеки ураження бризками розплавленого металу і шлаку використовують спецодяг (брюки, куртку і рукавиці) з брезентової або спеціальної тканини. Куртки при роботі не слід вправляти у штани, а взуття повинне мати гладкий верх, щоб бризки розплавленого металу не потрапляли всередину одягу, так як в цьому випадку можливі важкі опіки.

Для захисту очей та обличчя від ураження променями електричної дуги та бризок розплавленого металу необхідно використовувати спеціальні захисні маски із затемненим склом.

У процесі зварювання частина зварювального дроту, покриттів, флюсів переходить у пароподібний та пилоподібний стан. Найбільш небезпечні для здоров'я зварювальників є пари марганцю, оскільки отруєння марганцем може викликати тривале і стійке ураження центральної нервової системи аж до паралічів. Гострі отруєння парами цинку і свинцю можуть викликати ливарну лихоманку, а отруєння хромовим ангідридом – бронхіальну астму. Тривале відкладання пилу в легенях може викликати пневмоконікози.

Всі зазначені ураження можуть виникнути, якщо зварювання виконують із грубим порушенням правил техніки безпеки та охорони праці, що стосуються забезпечення загальної та місцевої вентиляції, застосування індивідуальних засобів захисту (масок, респіраторів), особливо під час зварювання кольорових металів і їх сплавів, а також у тісних, замкнених відсіках при недостатній вентиляції тощо. Надійним елементом для захисту органів дихання вважається респіратор, який зручно одягати під маску зварювальника. На практиці добре зарекомендували себе респіратори з вуглецевим покриттям. Вони захищають органи дихання від зварювального диму, аерозолів, пилу та органічних запахів нижче гранично допустимих концентрацій. Наявність клапанів видиху полегшує дихання і дозволяє успішно застосовувати такі респіратори при підвищених температурах.

Оглядання та чищення зварювальної установки та її пускової апаратури слід провадити не рідше 1 разу на місяць.

Опір ізоляції обмоток зварювальних трансформаторів та перетворювачів струму слід вимірювати після усіх видів ремонту, але не рідше 1 разу на 12 місяців. Результати вимірювання опору ізоляції та випробування ізоляції зварювальних трансформаторів та перетворювачів струму особа, яка проводила вимірювання чи випробування, повинна заносити у «Журнал обліку, перевірки та випробувань електроінструмента». На корпусі зварювального трансформатора чи перетворювача слід зазначити інвентарний номер, дату наступного вимірювання опору ізоляції та належність до цеху (дільниці та ін.).

Забороняється провадити електрозварювальні роботи під час дощу та снігопаду за відсутності намету над електрозварювальним обладнанням та робочим місцем електрозварювальника. Над переносними і пересувними електрозварювальними установками, які застосовуються на відкритому повітрі, мають бути споруджені намети з негорючих матеріалів.

Вибухонебезпечність існує під час виконання робіт у приміщеннях, що мають велику кількість пилоподібних органічних речовин (харчового борошна, торфу, кам'яного вугілля). Цей пил при певній концентрації може спричиняти вибухи великої сили. Крім ретельної вентиляції, для проведення зварювальних робіт у таких приміщеннях потрібно спеціальний дозвіл пожежної охорони.

Небезпека виникнення пожеж від розплавленого металу і шлаку існує в тих випадках, коли зварювання виконують по металу, що закриває дерево або горючі матеріали, на дерев'яних лісах, поблизу легкозаймистих матеріалів тощо.

Питання до самоконтролю:

1. Наведіть принципи за якими роботи відносять до робіт з підвищеною небезпекою.
2. Назвіть порядок одержання дозволу на виконання роботи підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.
3. Які роботи відносять до газонебезпечних.
4. Наведіть основні вимоги безпеки які пред'являють до проведення газонебезпечних робіт.
5. Назвіть основні відмінності між роботами на висоті на верхолазними роботами.
6. Наведіть основні фактори небезпеки, які можуть діяти на зварювальника під час зварювання металу.

РОЗДІЛ 5. БЕЗПЕКА МЕТАЛУРГІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА

5.1 Безпека агломераційного виробництва

5.1.1 Основні завдання агломераційного виробництва та улаштування цеху

Процес агломерації необхідно проводити для спікання (згрудкування) дрібних часток залізної руди, концентратів і залізних вторинних відходів. Отже, агломерацію проводять для підготовки сировини, яка містить залізо, для металургійного виробництва чавуну [11].

Агломераційний цех містить (рис. 5.1):

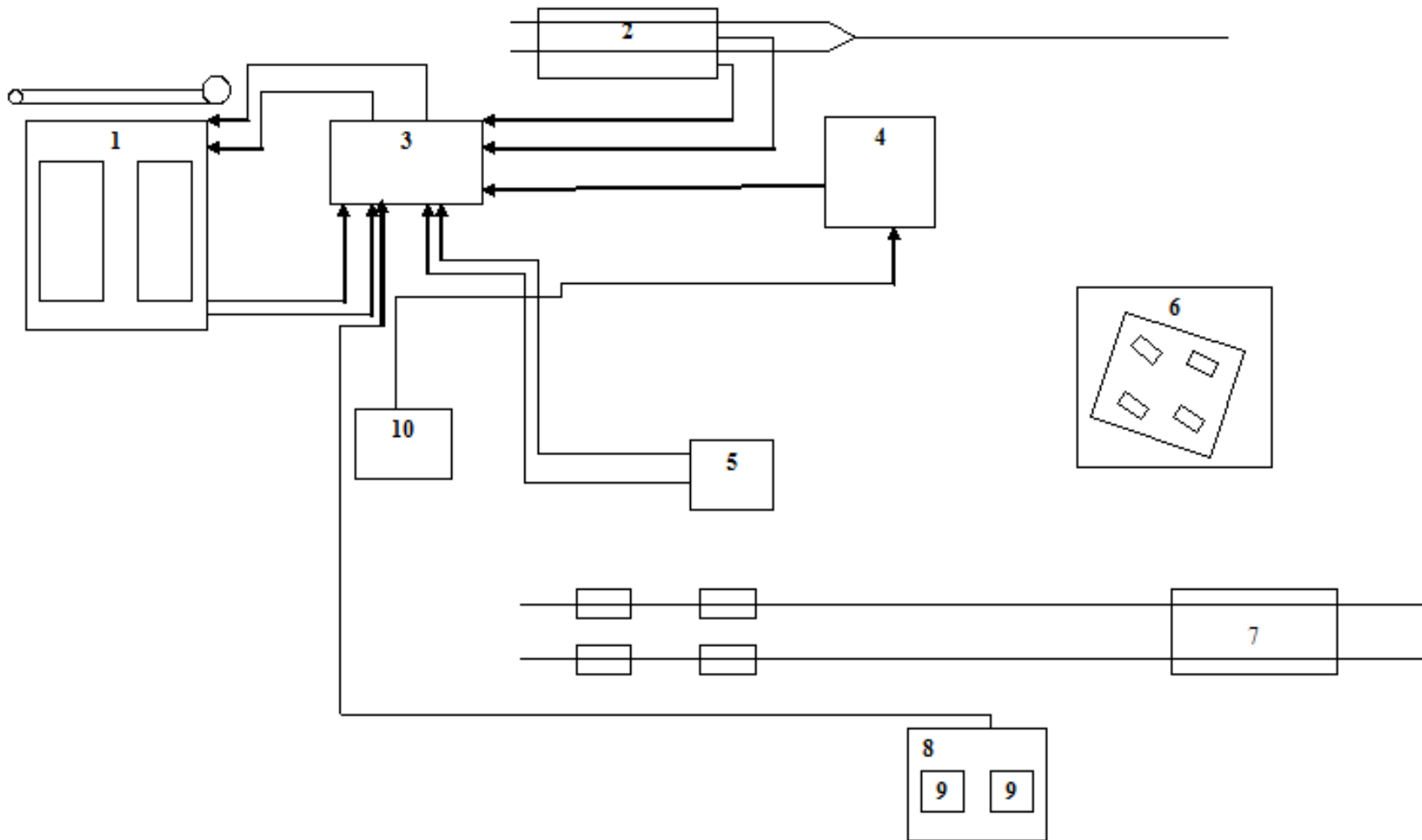
- рудний двір (бункери для руди і концентрату збагачення, коксового дріб'язку, колошникового пилу);
- вапняно-дробильне відділення (молоткові дробарки, грохоти);
- коксо-дробильне відділення (чотирьохвалкові дробарки);
- відділення випалу вапняку (конвеєрна машина КМ-14, вапняно-випалювальні печі ОПР-1);
- шихтове відділення;
- спікальне відділення (агломераційні машини).

Сирі матеріали – залізну руду, концентрат і інше доставляють з рудного двору трансферкара і вивантажують в прийомні бункера рудного відділення аглофабрики.

Колошниковий пил надходить з доменного цеху в хоперах і розміщується в прийомних бункерах. Звідси за допомогою системи транспортерів пил доставляється в бункери шихтового відділення. Застосований в якості палива коксовий дріб'язок подається в прийомні бункера цеху.

Антрацитовий штиб системою транспортерів подається в корпус дроблення коксу, де подрібнюється за допомогою чотирьохвалкових дробарок, які подрібнює шматки коксу до 3 мм.

Подрібнений дробарками антрацитовий штиб і коксовий дріб'язок системою конвеєрів передаються в шихтове відділення, де розвантажуються в коксові бункера. Суміш звичайного і доломітизованого вапняку з штабеля рудного двору за допомогою пластинчастих живильників і системи транспортерів направляється в вапняно-дробильне відділення аглоцеху, де завантажуються в прийомні бункери трьох молоткових дробарок. Після дроблення весь подрібнений вапняк транспортерами надходить в бункери, звідки подається для розсівання на грохоти. Після відсіву на грохотах вапняк подається в бункери шихтового відділення. Дозовані шихтові матеріали подають на два збірні конвеєри і подаються системою шихтових конвеєрів у спікальне відділення. Далі в барабанні змішувачі проводиться змішування, зволоження шихти і її згрудкування.



1 – спікальне відділення з агломашинами; 2 – прийомні бункери руди; 3 – шихтові бункери; 4 – корпус дроблення коксу; 5 – корпус дроблення вапняку; 6 – прийомні лійки вапняку; 7 – бункера доменного цеху; 8 – прийомні бункери колошникового пилу; 9 – вагони для агломерату; 10 – бункера приймання коксу

Рисунок 5.1 – Схема агломераційного цеху

Готовий агломерат, який надходить з палет подрібнюється в одновалковій зубчастій дробарці і потрапляє на стаціонарний колосниковий грохот для відсіву дрібних фракцій в бункер повернення, після чого готовий (придатний) агломерат по похилому стаціонарному і перекидному жолобах завантажується в спеціальні вагони (які мають назву хопери) та транспортується в доменний цех.

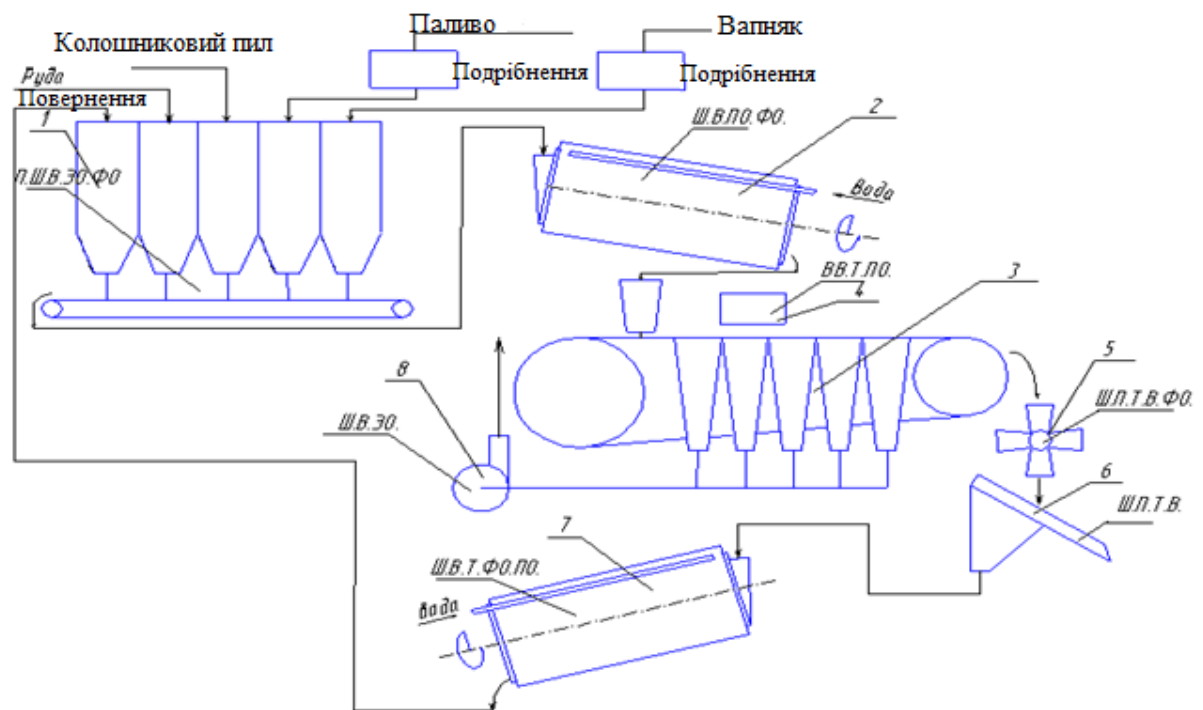
Повернення, відсіяне на стаціонарних грохотах, з бункера повернення видається живильниками в барабанні охолоджувачі, де змочується водою. Охолоджене повернення стрічковими конвеєрами прямує далі в шихтове відділення, де його далі використовують як сировину для агломерату.

5.1.2 Характеристика виробництва агломерату з точки зору шкідливих та небезпечних факторів

Агломераційний цех оснащено різноманітним механічним, електричним і підйимально-транспортним устаткуванням, обслуговування якого вимагає чіткого і неухильного дотримання виробничої санітарії.

Практично всі ділянки агломераційного цеху відрізняються одна від однієї за метеорологічними умовами. В процесі технологічних операцій агломераційного цеху створюються несприятливі умови для обслуговуючого персоналу. На ділянці спікання і транспортуванні гарячого агломерату теплове випромінювання набагато перевищує санітарні норми, має місце знижена вологість повітря, в той час як на інших ділянках виробництва температурні умови відповідають нормам.

Основними шкідливими виробничими факторами в агломераційному цеху є: виділення тепла від технологічного обладнання та готового агломерату; пил, що утворюється при дробленні вапняку та коксу, при пропусканні сипучих матеріалів через грохоти, при транспортуванні матеріалу через перевантажувальні вузли, транспортуванні сипучих матеріалів в бункери накопичувачі, при транспортуванні сипучих матеріалів з бункерів до барабана змішування шихти, при транспортуванні матеріалу від барабана змішування шихти до барабана згрудкування шихти, при отриманні готової продукції та рециклінгу повернення. Також утворення шумів низької і високої частоти, вібрації. Гучними шумами і вібрацією, рівні яких перевищують допустимі норми, супроводжується транспортування шихти, коксу, просипу, і т.д., сортування і дроблення агломерату або його компонентів [12]. На рис. 5.2 приведена апаратурно-технологічна схема агломераційного процесу з зазначення шкідливих та небезпечних факторів.



1 – шихтові бункера; 2 – змішувальний барабан; 3 – агломашина; 4 – запальний горн; 5 – дробарка; 6 – стаціонарний грохот; 7 – охолоджувальний барабан; 8 – екстаустер. П – пиловиділення; Т – тепловиділення; В – вібрація; ВР – шкідливі речовини; Ш - шум; ЕО – електрична небезпека; ПО – пожежна небезпека; ФО – фізична небезпека (рухомі частини).

Рисунок 5.2 – Апаратурно-технологічна схема агломераційного процесу

Забруднення повітря газами незначне, але під час спікання токсичні гази потрапляють в невеликій кількості в повітря з виробничого приміщення.

Основні технологічні операції агломераційного цеху супроводжуються виділенням значної кількості пилу. Пил в основному складається з оксидів заліза з домішкою інших речовин.

Несприятливі умови праці спричиняє використання вапна через забруднення повітря вапняним пилом. Пил також виділяється з транспортерів та пристроїв для перевантаження матеріалів.

Як правило, концентрація шкідливих речовин не є постійною протягом робочого дня. Вони збільшуються в кінці зміни, зменшуються під час обідньої перерви або швидко змінюються, що робить людину нестабільною діяльністю, яка в багатьох випадках є більш шкідливою, ніж безперервна, тому що часті і різкі коливання подразника призводять до неспроможності організму адаптуватися.

Розмір пилу коливається в широких межах, великі фракції осідають швидко, а дрібні тривалий час знаходяться в повітрі і саме вони негативно впливають на організм людини. Для боротьби з пилом в цеху використовуються різного роду фільтри, зрошувачі і пилососи. Вміст

деяких шкідливих речовин в повітрі робочої зони та характеристика агломераційного пилу наведена в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Зміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони аглоцеху

Найменування речовини	Концентрація речовини в повітрі, мг/м ³	ГДК, мг/м ³	Перевищення в кілька разів
Агломераційний пил	17,0	4,0	4,25
SiO ₂	6,1	-	-
CO	-	20,0	-
SO ₂	-	20,0	-
NO ₂	-	5,0	-

Небезпечними факторами агломераційного цеху є:

- захоплення працівників приводними механізмами та обертовими дробарками;
- отруєння газами (велика кількість шкідливих газів виділяється з шихти при аварійній зупинці ексгаустера);
- під час технічного обслуговування газовідвідної системи спікальних машин є серйозний ризик проникнення димових газів зі збірного димового борова;
- падіння з висоти;
- можливість отримання травм в результаті: руху машин і механізмів; рух виробничого матеріалу; викид гарячого шлаку з-під запального горна;
- ураження електричним струмом при обслуговуванні електрообладнання.

Правильно спроектоване і виконане освітлення на підприємствах забезпечує можливість нормальної виробничої діяльності.

Збереження зору людини, стан її центральної нервової системи і безпека праці значною мірою залежать від освітленості.

Приміщення, по можливості, повинне освітлюватися природним світлом, так як воно сприятливо впливає на психіку. Якщо природного освітлення недостатньо, то необхідно застосовувати штучне освітлення від різних світильників. Нормальна освітленість робочого місця залежить від характеру робіт і становить для приміщення оператора 400 лк, для загального освітлення 50 лк.

5.1.3 Заходи безпеки при обслуговуванні агломераційної машини

Основним обладнанням агломераційної фабрики є агломераційна машина. Це складний механізм, який має рухомі, обертові частини і частини, нагріті до високої температури. Обслуговування цієї машини

пов'язано з цілим рядом небезпек для обслуговуючого персоналу. Всі обертові і рухомі частини приводів та зубчасті передачі агломераційних машин мають надійні огородження та кожухи. Для зручного обслуговування влаштовані майданчики і сходи, огорожені поручнями.

Прорізи в підлозі для виходу завантажувальних гілок агломераційних машин повинні бути зашиті металевими листами, укладеними впритул до спікальних візків.

Стінки вакуум-камер і газовідводу труби зазвичай нагріті до температури 150°C, тому вони покриті теплоізоляцією. Завантажувальна частина агломераційної машини на всю ширину торцевої сторони в місці перегину стрічки закрита запобіжним металевим щитом. Під стрічкою в розвантажувальній частині влаштовані проходи для обслуговуючого персоналу. Ці проходи зверху і з боків огорожені листовим залізом.

Головна частина агломераційної машини в торці повинна бути огорожена запобіжним щитом.

Пускати агломашину можна тільки після подачі звукового і світлового сигналів. Прогорілі колосники палет замінюють при зупинці спікальних машин, так як робота при русі палет може привести до травми.

Розвантажувальна частина агломераційних машин є місцем найбільших пило- та газовиділень, а також тепловипромінювання. Ця частина відділена від спікальних частин машини стіною по всій висоті приміщення. Двері для проходу на робочу площадку розвантажувальної частини мають пристрої для закриття.

Розвантажувальна частина, дробарка агломерату, грохоти і жолоби укладені в герметизуючі кожухи, приєднані до загального укриття агломераційної машини з тим, щоб пил і газ з розвантажувальної частини і інших пристроїв відсмоктувати під дією розрідження експаустера. Між робочою площадкою розвантажувальної частини і майданчиком спікальних частин агломераційної машини організована звукова і світлова сигналізація і переговорний зв'язок. Жолоби для спуску агломерату після просівання зверху перекриті і влаштовані так, щоб агломерат не висипався повз вагонів. Для усунення застрягання агломерату нахил колосників не менше 45°. Ряди колосників на грохотах і листи на жолобах покладені з напуском. Чистити жолоби можна тільки після зупинки агломашини. Цю роботу виконують за допомогою довгих ломів і пік, через спеціальні люки в верхніх частинах жолобів. Для зручного і безпечного доступу до жолобів збоку від них влаштовані сходи і зручні площадки з поручнями.

5.1.4 Безпека при роботі з шихтовими матеріалами

Основними видами небезпеки при обслуговуванні прийомних і шихтових бункерів є: засипання людей в бункерах, опіки гарячим поверненням і колошникового пилом, падіння людей у бункери. Застрягання матеріалів в бункерах викликається недостатнім нахилом їх стінок і змерзанням матеріалів в зимовий час [12].

Для того щоб попередити застрягання матеріалів в бункерах, застосовують циліндричні бункера з конусним низом, які мають нахил не менше 60°. При спорудженні бункерів звичайного типу їх стінкам надають якомога більший ухил, інакше матеріали будуть затримуватися в ребрах, утворених з стику стінок бункерів.

Бункери для повернення, колошникового пилу, палива і флюсів зроблені закритими. Подача в бункера гарячих матеріалів (повернення, колошникового пилу) викликає опіки працюючих і значно погіршує умови праці, в зв'язку з чим повернення і колошниковий пил попередньо охолоджують.

Щоб уникнути наїздів рухомого складу на працюючих при в'їзді на бункера влаштовують сигналізацію.

Для безпечного обслуговування бункерів уздовж залізничних колій влаштовані ходові майданчики, розташовані на 200 – 300 мм вище рейок.

Для відтавання замерзлої в вагонах руди влаштовують спеціальні приміщення з обладнанням для нагрівання руди. У разі потреби шурування змерзлих в вагонах матеріалів користуються пневматичними молотками. При цьому робітники знаходяться на спеціальному настилі, прикріпленому до бортів вагона, і користуються запобіжними поясами і захисними окулярами.

Щоб усунути небезпеку падіння людей в бункера, над бункерами встановлюються запобіжні решітки. Грати - зварені з сталевих смуг, поставлених на ребро, що забезпечує рівну їх поверхню і попереджає падіння людей при пересуванні по ґратах.

Після закінчення розвантаження вагонів залізничні колії і ходові майданчики очищають від залишків матеріалів. При цьому місця роботи захищають сигналами зупинки і виставляють сигналістів для оповіщення людей про наближення складів.

5.1.5 Безпека при обслуговуванні запального горна та установок для дроблення і просіювання матеріалів

Запальні горни – це потужні джерела тепла і променевої енергії. Стіни запальних горнів агломераційних машин теплоізовані. Над сурмами влаштовані зонти з витяжними трубами, виведеними за межі будівлі. З боків горнів, для захисту від тепловипромінювання, влаштовують екрани. Щоб з-під запального горна не вибивалося полум'я, його встановлюють так, щоб задній край горна не перекривав передню вакуум-камеру агломераційної машини. Запальні сурми опалюються газом. Щоб забезпечити зручний доступ до пальників, влаштовуються спеціальні площадки з драбинами і поручнями. Управління засувками пальників забезпечується з підлоги приміщення. Підводи газу до запальників експлуатуються відповідно до вимог правил техніки безпеки в газовому господарстві металургійних заводів.

Основним видом небезпеки при експлуатації дробарок і грохотів є загарбання працюють механізмами приводу і обертовими валками дробарок.

Робота дробильних установок супроводжується пилоутворенням і шумом. З метою безпеки приводи дробарок і грохотів надійно огорожені. Дробильні агрегати будь-якого типу закриті міцними, герметичними кожухами. Для попередження доступу в зону обертових валків кришки люків в кожусі дробарок забезпечені блокуванням, що відключає двигун при відкриванні кришки. Щоб уникнути поломок дробильних пристроїв при попаданні разом з матеріалами шматків металу транспортери обладнані магнітними сепараторами [12].

Дробарки будь-якого типу звукоізолювані і обладнані пристроями, що усувають потрапляння пилу в робочі приміщення.

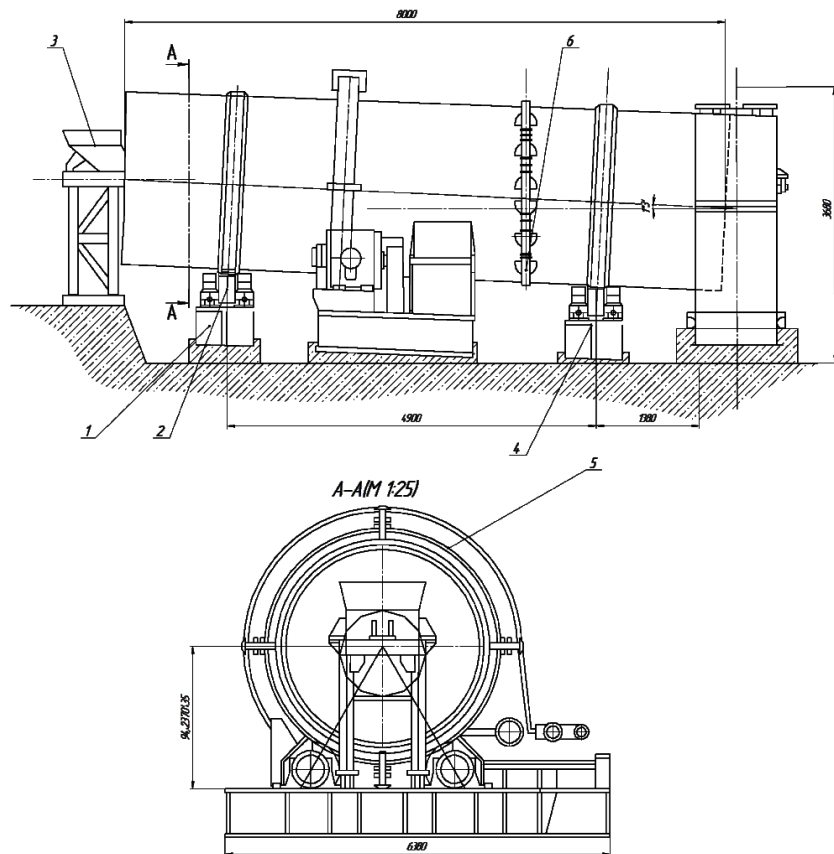
5.1.6 Безпека при експлуатації змішувальних барабанів та при транспортуванні матеріалів

Для попередження травматизму опорні ролики змішувальних барабанів (рис. 5.3), зубчасті вінці, шестерні, сполучні муфти і інші обертові частини механізмів огорожені кожухами. Змішувальні барабани огорожені ґратами з обох бічних сторін. Обслуговуючому персоналу забороняється заходити за огороження під час роботи змішувального барабана.

У змішувальний барабан подається холодна шихта і гаряче повернення. Під час змішування в барабані виділяється пар і велика кількість пилу. Щоб запобігти попаданню пари і пилу в атмосферу виробничих приміщень, отвори змішувальних барабанів з боку видачі шихти щільно закриті кожухами і обладнані витяжними трубами, виведеними назовні будівлі. Дверцята люка барабана змішувача, призначені для доступу обслуговуючого персоналу всередину при очищенні і ремонті. Чистити або ремонтувати змішувальний барабан, а також відбирати проби матеріалу безпосередньо з барабана під час роботи забороняється.

Щоб уникнути аварійних завалів матеріалами при роботі системи транспортерів влаштоване блокування, що зупиняє суміжні транспортери в разі зупинки одного з них.

Щоб уникнути прокидання матеріалів, ширина стрічки транспортерів більше її робочої частини приблизно на 60 - 80 мм, швидкість руху стрічки не перевищує 1,5 м/хв. Для попередження прокидання матеріалів на внутрішню частину холостої гілки над холостою гілкою транспортера встановлена спеціальна стеля. Конструкція пересувних розвантажувальних візків транспортерів виключає можливість їх перекидання і самовільного пересування. Барабани і бічні сторони візка закриті запобіжними щитами. Колеса розвантажувальних візків огорожені збоку і спереду.



1 – металеві бандажі; 2 – роликові опори; 3 – засипний апарат; 4 – упорні ролики; 5 – барабан; 6 – система зрошення

Рисунок 5.3 – Змішувальний барабан

5.1.7 Безпека при охолодженні та завантаженні агломерату

Охолоджувачі агломерату повинні забезпечувати зниження його температури не менше ніж до $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. На ділянці охолодження аглострічки забороняється прохід під охолоджувачами під час їх роботи.

Залізничні колії для навантаження агломерату в вагони вкривають шатром, відсмоктування газів з-під якого здійснюється спеціальним вентилятором. Розвантажувальні траншеї для агломерату повинні бути огорожені міцним бар'єром.

Відбір проб агломерату здійснюється спеціальними пробовідбірними пристроями на майданчиках, передбачених виключно для цієї мети і огорожені поручнями.

5.2 Безпека доменного виробництва

5.2.1 Улаштування доменного цеху

Доменні цеха в своєму складі мають: рудний двір , ливарний двір, бункерну естакаду і підбункерне приміщення [11]. План доменного цеху представлений на рис. 5.4.

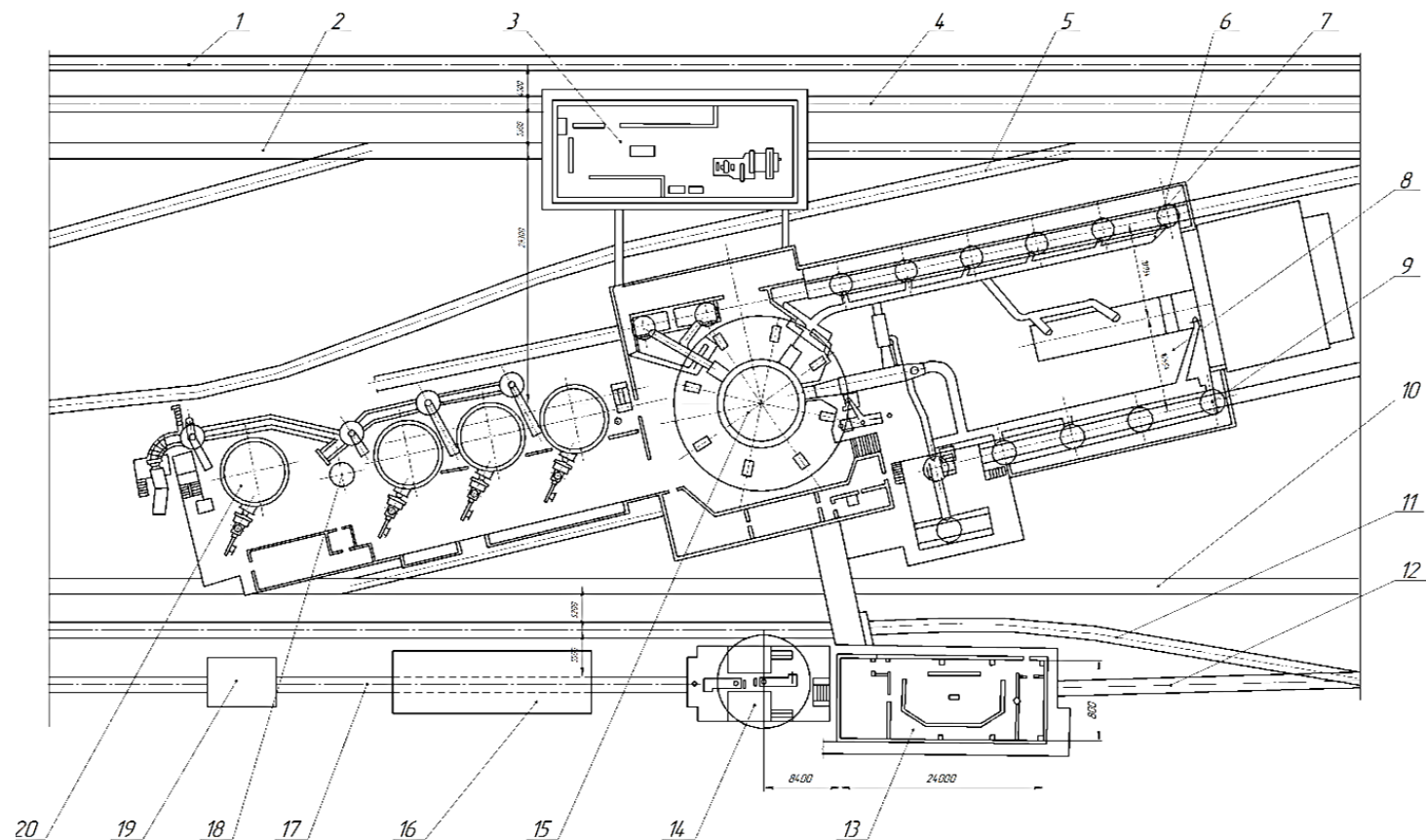
Рудний двір використовується для створення запасу сировини постійної якості і усереднення його. Руда розвантажується вагоноперекидачем в рудну траншею, звідки мостовим грейферним краном укладається в штабель висотою до 17 м. По довжині рудний двір займає весь фронт печей. Далі сировина з рудного двору надходить в підбункерного приміщення кожної печі, де відбувається його дозування і навантаження в скіпи для завантаження доменної печі. Шихтові матеріали в певній послідовності за допомогою скіпового підйомника через спеціальне засипне обладнання завантажують у доменну піч.

Бункерні естакади доменного цеху – це металеві, залізобетонні або змішаного типу споруди, що складаються з ряду бункерів для зберігання оперативного запасу шихтових матеріалів. Зверху бункера перекриваються ґратами з отворами 200 x 200 мм, через які відбувається завантаження, а знизу вони обладнані затворами для вивантаження матеріалів. Бункерні естакади споруджуються вздовж фронту доменних печей.

Ливарні двори доменного цеху слугують для розміщення жолобів для випуску чавуну та шлаку, механізмів, які обслуговують горн доменної печі, змінного устаткування та обладнання, засобів механізації і складання оперативного запасу допоміжних матеріалів. Для подачі допоміжних матеріалів в перекритті ливарного двору облаштовані отвори, під які подаються вагони з необхідним вантажем. По боках ливарного двору проходять транзитні залізничні колії для установки ковшів під чавун та шлак.

З рудного двору сировину подають до підбункерного приміщення кожної печі, де відбувається їх дозування і розвантаження в скіпи для завантаження доменної печі. Матеріали з перевантажувального вагону, розвантажують в рудні бункера. За допомогою барабанних затворів шихтові матеріали видають у дві кишені вагон-ваг і через воронку вивантажують в скіп.

У лінії подачі коксу для завантаження коксових бункерів застосовують конусовий перевантажувальний вагон. З горловини бункера, під якою розташований грохот, великий кокс надходить в воронку-ваги і потім, в скіп.



1 – залізничні колії для прибирання коксового дріб'язка; 2 – залізничні колії для прибирання шлаку; 3 – рудний двір; 4 – господарська залізнична колія; 5 – допоміжна залізнична колія; 6 – шлаковий жолоб; 7 – ківш для шлаку; 8 – ливарний двір; 9 – ківш для чавуну; 10,11 – залізничні колії для прибирання чавуну; 12 – залізничні колії для прибирання шлаку; 13 – машзал; 14 – сухий інерційний пиловловлювач; 15 – доменна піч; 16 – рукавний фільтр; 17 – залізнична колія; 18 – димова труба; 19 – приміщення ГУБТ; 20 – повітрянагрівач

Рисунок 5.4 – План улаштування доменного цеху

На мосту скіпового підйомника укладено два паралельні шляхи для переміщення двох скіпів. Для переміщення скіпів служить скіпова лебідка, розташована в машинному приміщенні доменної печі. З скіпа матеріал вивантажується в прийомну лійку завантажувального пристрою. Шихта завантажувється в доменну піч. Маневрування конусами завантажувального пристрою здійснюється лебідкою. Кисень вдувають в доменну піч через кільцевої повітропровід, а природний газ через фурменні прилади. Доменний газ відводять через газопроводи. Через чавунну і шлакову льотки випускають відповідно чавун і шлак. По жолобах чавун за допомогою пристрою для одноноскового розливання направляють в ківші чавуновозів. Рідкий чавун в ківшах подають на розливну машину для отримання твердого чушкового чавуну в міксері. Для розкриття чавунної льотки служить свердлильна машина, а для забивання гармата. Шлаки з шлакової льотки по жолобах через пристрої для одноноскового розливання зливають в чашу шлаковозу і подають на установку для грануляції шлаку.

5.2.2 Аналіз безпеки процесу та обладнання при виплавці чавуну у доменних печах

У доменному виробництві до найбільш вірогідних подій, які ініціюють виникнення аварійних ситуацій та інцидентів, відносяться: прогари горна і поду з виходом чавуну; прогари рам і холодильників чавунних льоток; неполадки на випусках чавуну; прогари і винос фурмених пристроїв з викидом матеріалів; заливка фурмених пристроїв; прогари фурм і несправності елементів фурмених пристроїв; прогари і розриви кожухів шахти і заплічок з викидом матеріалів; розриви і тріщини кожухів печей; вихід з ладу холодильників; несправності завантажувальних пристроїв; несправності в тракті транспортування доменного газу; несправності трактів холодного і гарячого дуття; вихід з ладу клапанів гарячого дуття; несправності в системах енерго- та пароводопостачання [13].

Доменна піч є високотемпературним агрегатом, який виплавляє чавун, а також споживає і виробляє газоподібне паливо, яке здатне в певних умовах вибухати, викликати пожежі і отруєння персоналу. Досить навести приклади вибухів доменних печей, явища порівняно рідкісного, але резонансного, так як воно зазвичай супроводжується людськими жертвами. Вибух доменної печі №7 Дніпровського металургійного комбінату (Україна) під час її роздування в 1993 р., у результаті якого загинуло понад 20 осіб. В середньому щорічно в світі вибухає одна доменна піч. У 2008 р – аварія на видувці печі D, Burns Harbor (США). На щастя, ніхто не постраждав (рис. 5.5). Вибухи доменних печей відбулися в різних частинах світу, в тому числі на металургійних підприємствах Австрії, Великобританії та США, відомих високим рівнем технології. Це

свідчить про те, що доменна плавка сьогодні залишається однією з найбільш небезпечних сучасних технологій виплавляння металу.



Рисунок 5.5 – Аварія на видувці доменної печі D, Burns Harbor (США) в 2008 г [13]

При зупинках доменних печей створюються умови для утворення і вибуху газо-повітряної суміші в міжконусному просторі засипного апарату.

Займання вибухонебезпечної суміші походить від іскор, що вириваються з розпечених шихтових матеріалів, що знаходяться в печі [14].

Вибухи ці можливі тільки при зупинках доменних печей, вони виключаються при дотриманні наступних запобіжних заходів:

1) при короткочасних зупинках (максимум дві години) необхідно подавати пар в міжконусний простір і протягом всього часу зупинки дуття підтримувати в ньому тиск вище атмосферного;

2) при тривалих зупинках дуття (більше двох годин) необхідно відкрити люки газового затвора і конуса, підпалити газ на поверхні шихти в печі і встановити суворий контроль за його горінням.

Для цього на шихтових матеріалах під колошником розводять багаття з дров або завантажують розпечений кокс. Повітря для горіння коксу надходить через відкриті люки на газовідводі.

Нагрівання дуття, що подається в доменну піч, проводиться в спеціальних апаратах – повітрянагрівачів.

Вибухи і хлопки в повітрянагрівачах відбуваються порівняно часто, вони виникають головним чином у зоні пальників під час запалювання газу (рис. 5.6).



Рисунок 5.6 – Вибух приміщення повітрянагрівачів і труби на тягу, доменна піч №3 НТМК Н. Тагіл 2012.04.08

Вибухи також відбуваються і при перемиканні повітрянагрівачів «на газ» і навіть під час переведення їх «на дуття». Причиною таких вибухів є утворення вибухонебезпечних газоповітряних сумішей внаслідок порушення правил та інструкцій по запаленню газу в пальниках або при переведенні повітрянагрівачів «на дуття».

З теоретичного аналізу випливає, що основними нормованими параметрами безпеки доменного процесу є: маса, склад і швидкість руху шихтових матеріалів, тиск, склад і температура дуття [12].

Доменні печі відносяться до категорії вибухопожежонебезпечних виробничих об'єктів, в яких використовуються, утворюються і транспортуються вибухонебезпечні і легкозаймісті речовини – рідини, гази, пил, а також рідкі чавун і шлак з температурою 900-1500 °С. Тому неодмінною умовою високопродуктивної та безаварійної їх роботи має бути чітке дотримання технології плавки в конкретних умовах.

У доменному виробництві вибухи виникають при контакті розплавленого металу і шлаку з водою.

Аналіз вибухів промислових газів, які відбуваються на підприємствах чорної металургії показує, що майже 30 % від загальної кількості вибухів припадає на технологічні комплекси доменних печей, які включають повітрянагрівачі, пиловловлювачі і скрубери з прилеглими газопроводами, причому близько 90% цих вибухів доводиться на пуско-зупинні операції, в тому числі: до 60% вибухів на доменних печах виникає

при виконанні пускових операції і близько 40% – при виконанні операції по зупинці печей [15].

Окремі операції доменного процесу супроводжуються небезпечними виробничими факторами. Випуск чавуну з доменної печі завжди становить небезпеку травмування горнового навіть при вкрай незначних відхиленнях процесу від заданих норм. Це постійно повторюваний фактор.

Основними причинами прориву металу в районі чавунної льотки є [16]: незадовільна якість кладки чавунної льотки, недостатня стійкість вогнетривких матеріалів, які йдуть на футеровку горна і поду; незадовільний контроль стану печі з боку обслуговуючого персоналу і несвоєчасне вжиття заходів щодо недопущення виходу з ладу вогнетривкої кладки горна і поду.

Недостатнє просушування і ненадійне закриття чавунної льотки спричиняє розмивання маси чавуном і аварійного передчасного випуску [16].

Недостатня сушка набивання головного жолобу, чавунних і шлакових жолобів в більшості випадків веде до закипання чавуну в жолобах, викидів чавуну і шлаку, а в окремих випадках до вибухів [16].

Розрив кожуха доменних печей відносяться до рідкісних, але при цьому важких аварій. Основними причинами розриву кожухів є їх перегрів внаслідок виходу з ладу вогнетривкої кладки і холодильників, несвоєчасне і недостатнє охолодження кожухів, мала міцність кожуха внаслідок неправильного підбору і недостатньої товщини кожуха, низька якість зварних швів, висока напруга в кожусі в наслідок теплового розширення вогнетривкої кладки і недостатня якість заповнення компенсаційного зазору між кладкою і кожухом, а також перегрів кожуха внаслідок проникнення газу в зазор між кожухом і кладкою при зсипання і ущільненні засипки в нижній частині затвору [16].

Періодично відбуваються прогари повітряних фурм на доменних печах. Такий фактор називають випадково-періодичним.

При аналізі частоти розподілу кількості аварійних ситуацій в доменному виробництві по шести позиціях [14-16] встановлено, що на прогари і несправності елементів повітряних фурм; розриви, тріщини, прогари кожуха доменної печі доводиться 34% аварій.

Отже, основними причинами виникнення аварійних ситуацій в доменному процесі є: порушення технологічного режиму роботи обладнання і агрегатів, недостатній рівень професійних знань персоналу та організації виробництва, порушення технологічних інструкцій, незадовільний контроль технологічного процесу, порушення регламенту ревізії технічних пристроїв, неякісний ремонт і налагодження обладнання [14-16].

Рівень безпеки доменного виробництва є середнім. Близько 21 % від загального часу роботи доменний процес буде відбуватися з відхиленнями, які можуть привести до виникнення аварійних ситуацій.

5.3 Безпека мартенівського виробництва

5.3.1 Планування та облаштування мартенівського цеху

Продуктивність сучасних мартенівських цехів надзвичайно збільшилася. Це збільшення пов'язане як з удосконаленням технології та збільшенням числа печей в цеху, так і з ростом ємності печей [11].

Планування, технічне оснащення мартенівських цехів залежать від продуктивності цеху, призначення продукції цеху, типу шихти, обраного процесу і прийнятого технологічного потоку.

Технологічний потік визначається способом подачі шихти, яких два: а) рейкова подача шихти; б) кранова подача шихти.

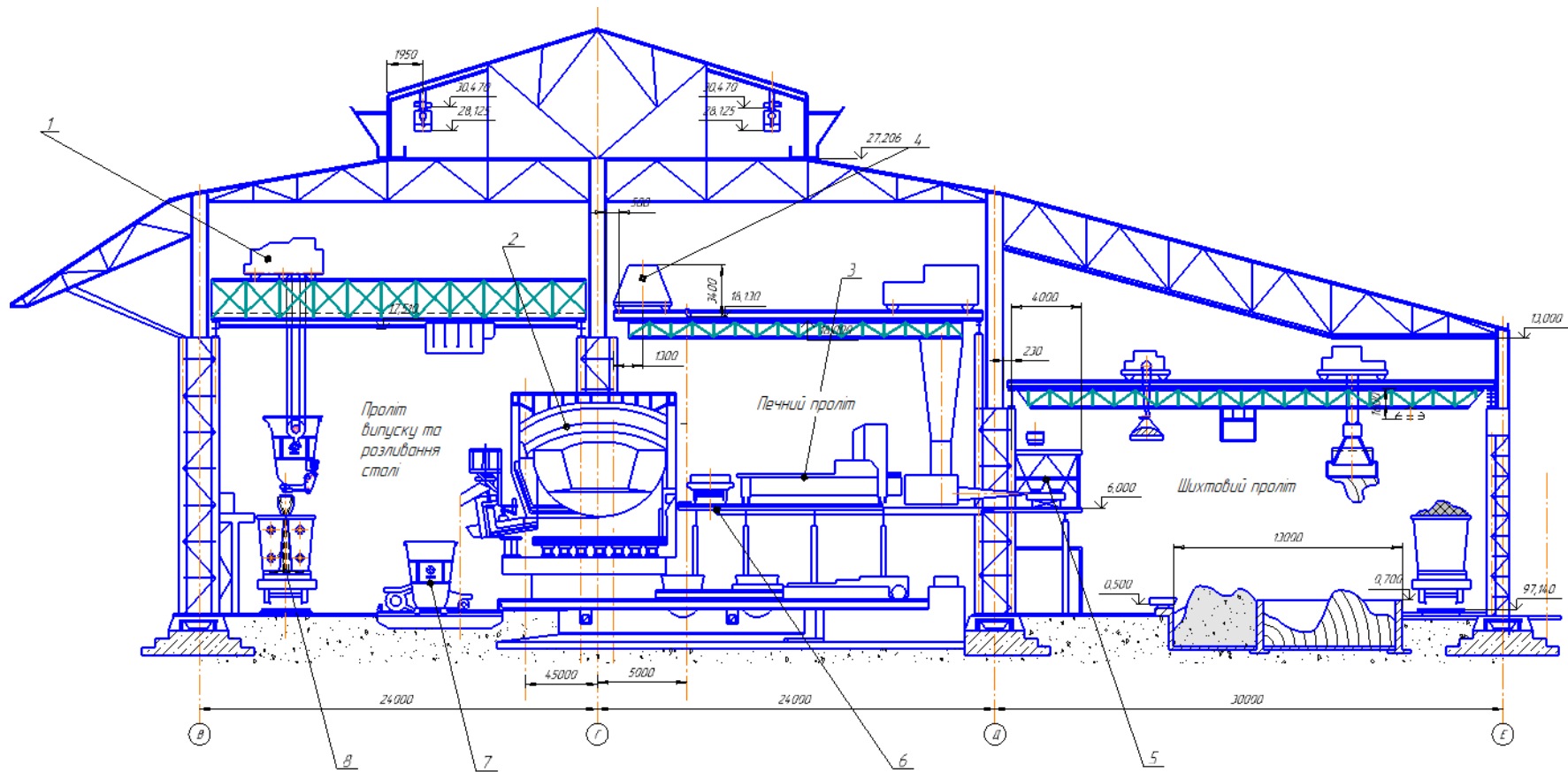
Сучасне планування мартенівських цехів країн здійснюється головним чином за рахунок першого типу, тобто на основі рейкової подачі шихти. Схема сучасного мартенівського цеху представлена та розріз головної будівлі цеху наведені на рис. 5.7 і на рис. 5.8.

Головна будівля сучасного мартенівського цеху складається з шихтового прольоту, пічного і розливного прольотів. Тверда шихта збирається на шихтові двори в мульди, які поставлені на візки. Зібраний состав з мульдами подається в шихтовий прольот по залізничних коліях. Зі шихтового прольоту состави з мульдами по залізничним шляхах передаються в пічної проліт на шлях, що проходить попереду печей.

Мульди з шихтою беруться з візків хоботом підлоги завалочної машини, вносяться в піч, матеріали висапаються, а порожня мульда ставиться на колишнє місце на платформу. Машиною завалення обслуговуються дві-три печі. Вона не тільки завантажує мартенівську піч твердими шихтових матеріалів, а й пересуває состави з шихтою і порожняк.

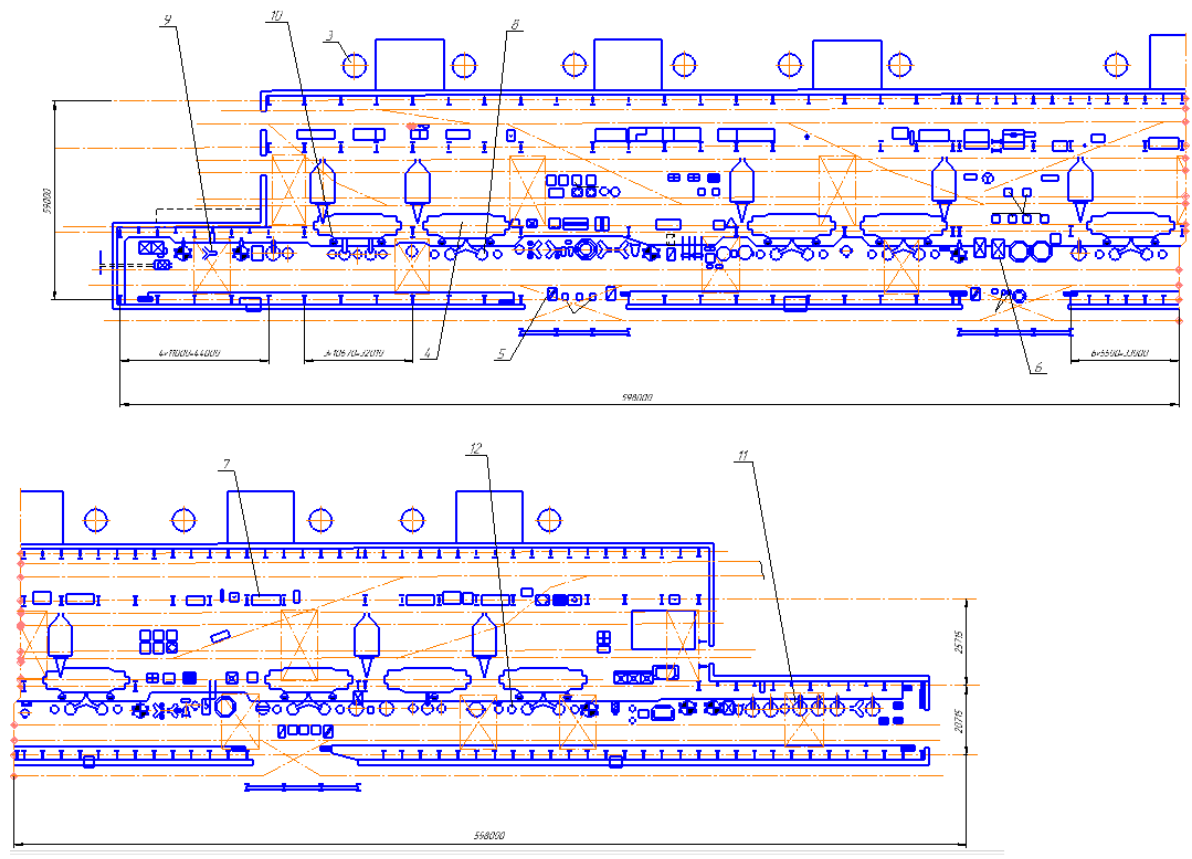
Чавун з міксера видається в чавуновозні ковші. Електровоз транспортує їх до мартенівських печей по спеціальному шляху, що розташовано уздовж колон, шихтового прольоту. Для заливки чавуну в піч ківш знімається з лафета візка мостовим краном пічного прольоту, підноситься до відповідної печі і чавун заливається в піч через заливний жолоб, встановлений в робочому вікні.

Пічний проліт обладнаний заливним краном вантажопідйомністю 125/35 т. Для нових цехів великої продуктивності з печами ємністю понад 500 т, оскільки в цих цехах використовуються чавуновозні ковші ємністю 125-140 т, заливальні крани проектується вантажопідйомністю 180 т. Крім заливки чавуну в піч, ці крани виконують всі підйоми при допоміжних роботах і ремонтах печей. Число заливальних кранів в 2,5-3 рази менше числа печей.



1 – розливний кран; 2 – мартенівська піч; 3 – завальна машина; 4 – залівний кран; 5 – чавуновіз; 6 – робоча площа 7 – шлаковіз; 8 – виливниці

Рисунок 5.7 – Розріз мартенівського цеху



1 – кімната відпочинку розливальників; 2 – розливальна площадка; 3 – димова труба; 4 – мартенівська піч; 5 – грейфер; 6 – консольний кран; 7 – пост керування; 8 – сталерозливний ківш; 9 – сталевипускний розливний жолоб; 10 – бункер-дозатор для розкислювачів; 11 – сушка ковша; 12 – чаша для зливу шлаку з печі

Рисунок 5.8 – План мартенівського цеху

Готова сталь випускається в один або по подвійному жолобу в два ковша, що стоять на спеціальних стендах. Після закінчення випуску сталерозливний ківш переноситься мостовим сталерозливним краном до сталерозливного майданчику, де сталь розливають у виливниці, які установлені на візках. Розливний проліт мартенівських цехів з печами великої ємності обладнаний кранами вантажопідйомністю на траверсах 350 т і допоміжних підйомах 75/15 т. В даний час для обслуговування печей ємністю 800-1000 т створюються крани вантажопідйомністю 420-560 т. Число кранів зазвичай в три рази менше числа печей.

Состав зі злитками в виливницях передають до відділення роздягання зливків. Після роздягання состав з гарячими зливками відправляється в відділення нагрівальних колодязів прокатного цеху.

До головної будівлі цеху з боку шихтового прольоту безпосередньо примикають приміщення котлів-утилізаторів.

Для забезпечення розливного прольоту мартенівського цеху зібраними складами з виливницями існує двір виливниць в однопрогінній або двопрогінній будівлі, обладнаний необхідним числом кранів вантажопідйомністю від 15 до 25 т.

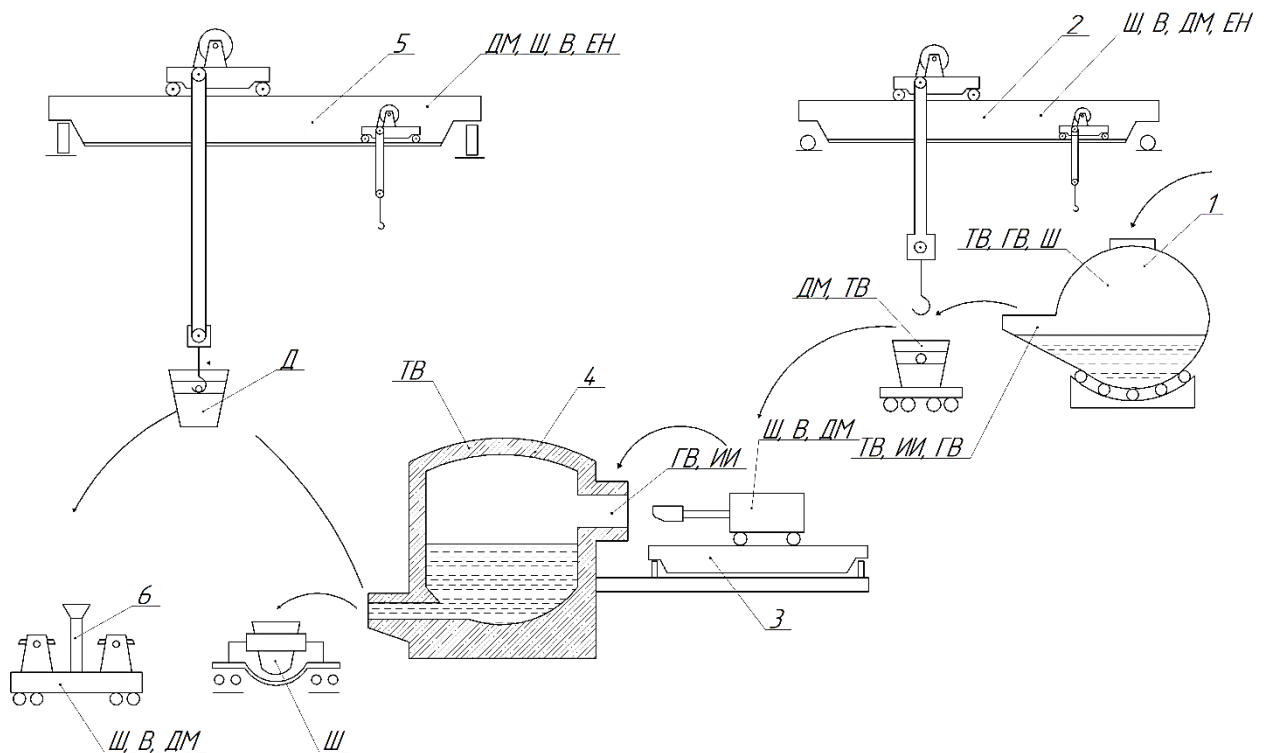
5.3.2 Безпека технології мартенівського виробництва та обладнання

Аналіз технологічного процесу отримання сталі в мартенівських печах показав, що при виплавці сталі в печах виникають шкідливі і небезпечні виробничі фактори, які впливають на умови праці робітників (рис.5.9). До числа таких факторів належать теплові і світлові випромінювання, виділення пилу і газу в виробниче приміщення, шум і вібрація [12].

Інфрачервоні випромінювання впливають на функціональний стан людини, його центральну нервову систему, серцево-судинну систему. Відзначається різке частішання серцебиття, підвищення максимального й зниження мінімального артеріального тиску, частішання подиху, підвищення температури тіла й посилення потовиділення, захворюваність серцево-судинної системи й органів травлення. Світлові випромінювання можуть викликати цілий ряд патологічних змін у стані очей.

Проникаючи в організм при подиху, через пори шкіри, пил може викликати різні професійні захворювання. Мартенівський пил відноситься до пилу неорганічного походження. До її складу входять залізо, хром, нікель, марганець, мідь. Ці речовини, залежно від концентрації, можуть впливати на організм працюючого.

У повітря робочої зони попадають наступні газоподібні речовини: CO, SO₂, NO та ін.



ТВ – теплові виділення; ИИ – інфрачервоне випромінювання; ГВ – газовиділення; ПН – пожежна небезпека; ЕО- електронезбезпека; ДМ – рухомі механізми; Ш – шум; В – вібрація

1 – міксер; 2 – завальний кран; 3 – завальна машина; 4 – мартенівська піч; 5 – розливний кран; 6 – виливниці

Рисунок 5.9 – Шкідливі та небезпечні фактори мартенівського виробництва

Оксид вуглецю (II) є продуктом неповного згорання палива або утворюється в результаті фізико-хімічних реакцій у процесі плавки. CO надходить в організм людини через дихальні шляхи. Через утворення карбоксигемоглобіну різко знижується здатність крові переносити кисень до тканин, може настати кисневе голодування. Головним чином, це впливає на функції центральної нервової системи. Сірчаний ангідрид має дратівну дію. При контакті з біологічними органами він викликає запальну реакцію, причому в першу чергу страждають органи подиху, шкіра й слизові оболонки ока.

Оксид азоту (II) попадає в організм через дихальні шляхи й утворює в крові метгемоглобін. У робітників може виникнути кашель, задуха, задишка. У важких випадках може розвинути набряк легенів. Спостерігаються також головні болі, серцева слабкість.

Шкідливий вплив шуму виражається в порушенні функції слуху й змінах нервової системи в результаті її перенапруги. Робота в умовах сильного шуму може викликати головний біль, запаморочення, ослаблення уваги до навколишнього оточення, нерідко знижує гостроту сприйняття сигналів. Особливу небезпека являє собою спільний вплив шуму й вібрації, яке може привести до захворювань серцево-судинної системи, розширенню вен, захворюванню плечових суглобів і до інших порушень.

На безпеку процесу впливають порядок завалювання шихти в піч і розташування шихтових матеріалів на подині печі.

Нормованими параметрами мартенівської плавки є маса шихтових матеріалів. Перевищення параметрів плавки по масі вихідних матеріалів призводить до різного роду відхилень.

Основні фізичні та хімічні процеси плавлення відбуваються за високою температурою. Підвищення нормованих параметрів температури різко знижує стійкість вогнетривкої кладки печі; зниження температури збільшує тривалість плавки, зменшує швидкість обмінних процесів.

Таким чином, спостерігається зниження безпеки процесу: в першому випадку виникає можливість вибуху, а в другому збільшується час дії теплових випромінювань на робочий персонал.

Нормальне ведення мартенівської плавки пов'язане з дотриманням певних газодинамічних параметрів. У робочому просторі печі над ванною з високою швидкістю проходить величезна кількість газів, тому в певні періоди плавки потрібно нормування параметрів газового потоку.

Жорстка відповідність геометричним параметрам робочого простору мартенівської печі має величезне значення для забезпечення безпеки процесу. Ванна печі знаходиться під впливом великого гідростатичного тиску розплавленого металу: при порушенні цілісності ванни виникає ймовірність екстремальних відхилень, пов'язаних з проривом вогнетривкої кладки і викидом сталі з печі.

Футеровка подини, відкосів і стін мартенівської печі повинна задовольняти основній вимозі безпеки – забезпечення непроникності для розплавлених металу та шлаку.

Заправку печі проводять тільки з боку непрацюючої головки печі, тому перед кожним перекиданням клапанів подають звуковий сигнал. При перших звуках сигналізації персонал печі віддаляється від робочих вікон, щоб уникнути отримання опіків від полум'я, яке викидається через них. У період перекидання клапанів і зміни напрямку газу і полум'я в робочому просторі печі робітники припиняють проведення операцій по завалці шихти.

При проведенні завалювання контролюють вологість матеріалів. При необхідності шихту підсушують, для чого мульди витримують в печі і повільно повертають; просушку залізної руди і бокситу здійснюють в спеціальних сушільних установках. При заливці чавуну ківш підвішують над жолобом так, щоб висота падіння струменя була мінімальною, а потужність її не викликала переповнення жолоба-чавуном; поворот ківшу виконують плавно.

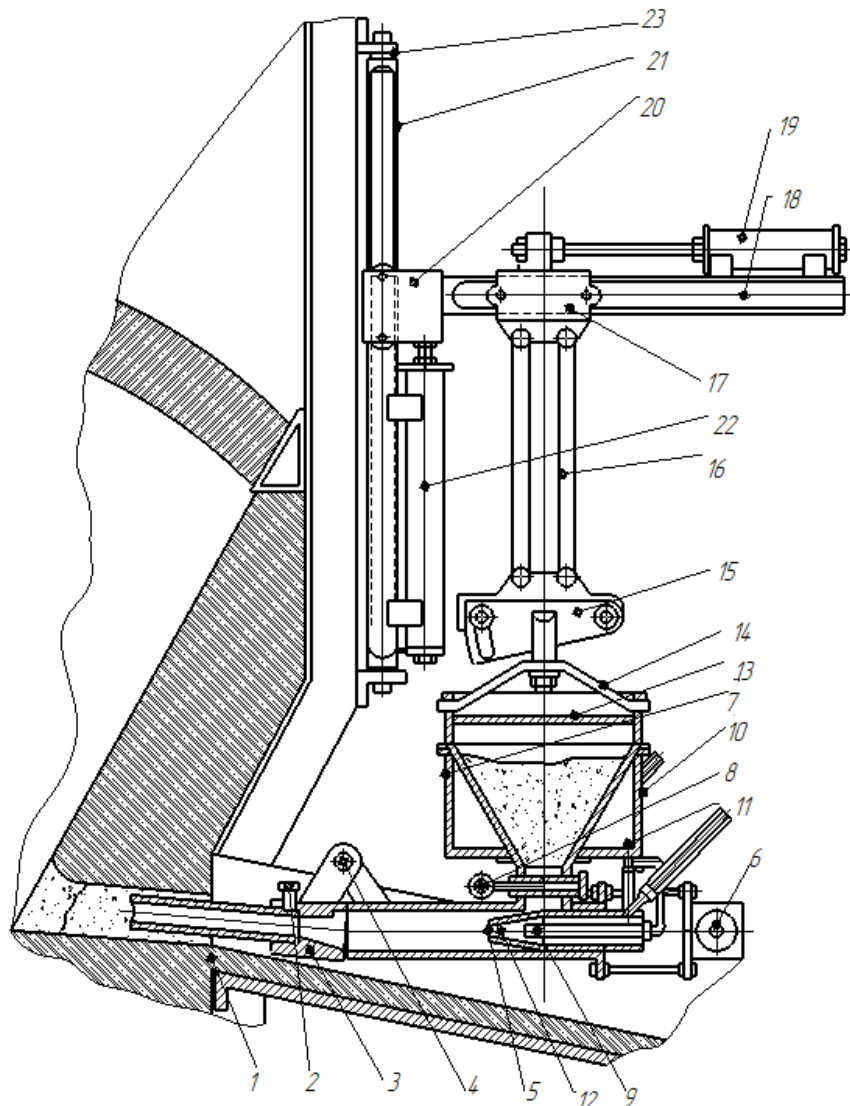
Злив чавуну з ківшів, що мають на поверхні застиглу кірку, може привести до аварії. Під час зливу чавуну обслуговуючий персонал віддаляють від ківшу і жолобів на безпечну відстань.

Шлак під робочий майданчик спускають через отвір у підлозі робочого майданчика, яке зазвичай закрито відкидною кришкою. Коробки і ківші для шлаку систематично перевіряють на відсутність вологи, через небезпеку

вибуху. Перед завантаженням руди в піч подають звуковий сигнал, а обслуговуючий персонал віддаляється від печі на безпечну відстань.

Для попередження прориву металу через випускний отвір приймають особливі заходи, що забезпечують його ретельне закладення. Оброблення цього отвору проводять, перебуваючи збоку від жолоба і захищаючи обличчя запобіжною сіткою або щитком.

Для підвищення безпеки операції випуску сталі з печі застосовують пристрій для заправки і розкриття сталевипускного отвору мартенівської печі (рис.5.10).



1 - пробійник зазубреним робочим кінцем; 2 – болтом; 3 – втулка; 4 – важель шарніра; 5 – ежектор-зволожувач; 6 – пневмовібратор; 7 -воронкоподібним бункером; 8 – засувка; 9 – сітка; 10 - циліндричний бак; 11 – автоматичний мембранний клапан; 12 – повітряне сопло; 13 – сопло для води; 14 – дужка; 15 - секторний шарнір; 16 – паралельні важелі; 17 – каретка; 18 – горизонтальна консольна балка; 19 – пневмоциліндр; 20 – каретка; 21 – вертикальна балка; 22 – пневмоциліндр; 23 – підшипник

Рисунок 5.10 – Пристрій для заправки і розкриття сталевипускного отвору

Для заправки вогнетривкої кладки мартенівської печі служать заправні машини: стрічкові, самохідні і стрічкові підвісні [6].

У розливному прольоті проводиться випуск сталі в сталерозливні ковші. Сталь з ковшів розливають по виливницям за допомогою розливних кранів вантажопідйомністю 320 т.

У цеху спостерігається велика концентрація залізничних потоків на порівняно невеликих ділянках.

Таким чином, основним технологічним обладнанням мартенівського цеху є вантажно-розвантажувальні машини. Для забезпечення безпеки при експлуатації вантажопідіймальних машин служать запобіжні пристосування і пристрої: гальма, обмежувачі ходу і підйому, блокування, звуковий сигнал.

Всі частини вантажопідіймальних машин, що представляють небезпеку при експлуатації (зубчасті, ланцюгові та черв'ячні передачі; муфти з болтами або шпонками; канатні блоки підвіски крюка; тролейні проводи та інші доступні і знаходяться під напругою частини електрообладнання), огорожені. Для створення безпечних умов роботи вантажопідіймного пристрою необхідно забезпечувати міцне захоплення вантажу, що піднімається, що виключає його зісковзування і падіння. Для цього застосовуються гаки з запобіжними пристроями: замки, засувки, карабіни.

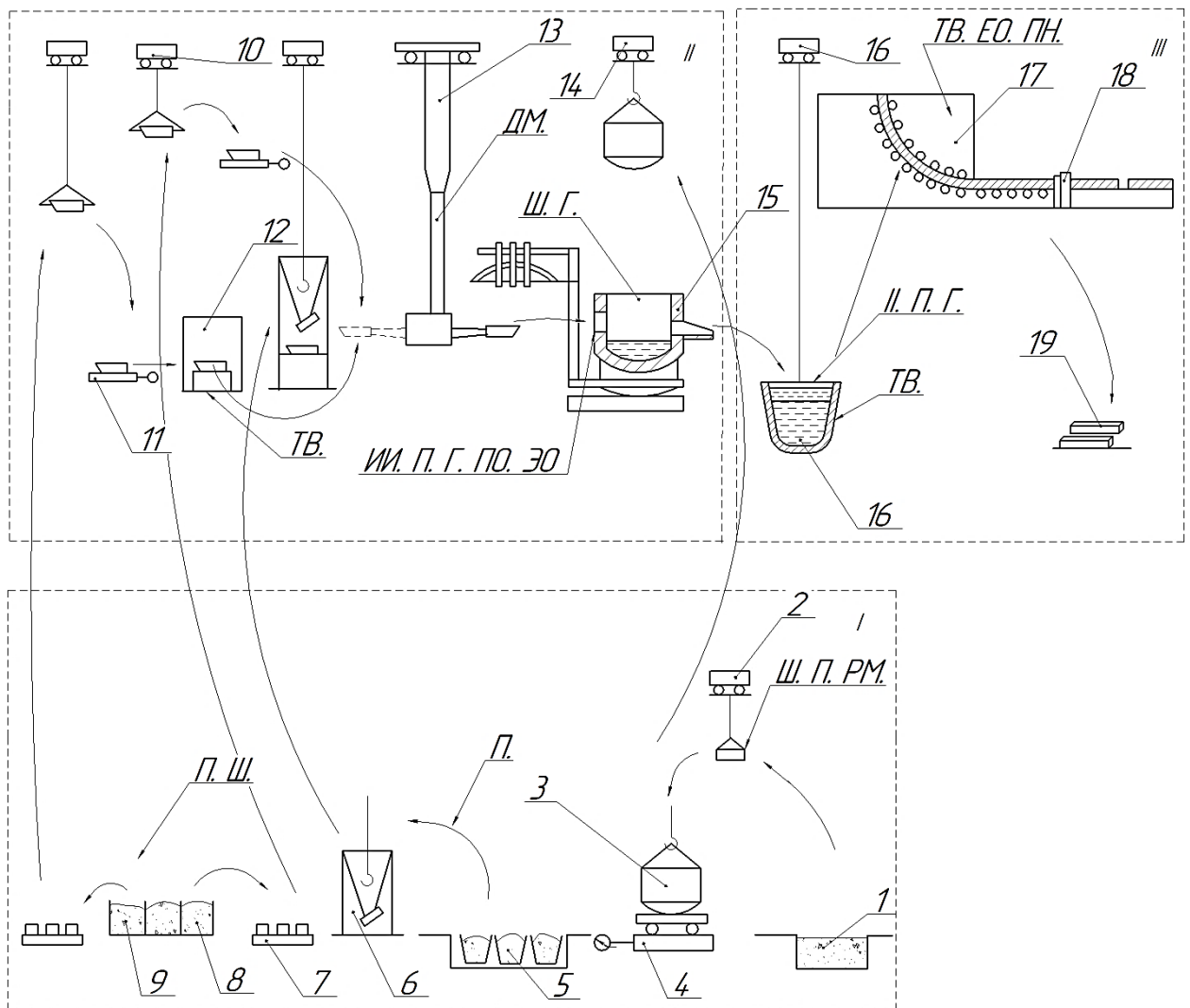
При виплавці сталі в мартенівських печах застосовується природний газ як паливо і кисень для продувки ванни. Гази є горючими, і тому велике значення має дотримання техніки безпеки при їх застосуванні.

5.4 Безпека електросталеплавильного виробництва

5.4.1 Устаткування та вантажопотік електросталеплавильного цеху

Електросталеплавильний цех складається з шихтового прольоту, плавильно-розливного відділення, в яких відведено спеціально обладнані ділянки для певного технологічного процесу. Апаратурно-технологічна схема електросталеплавильного виробництва наведена на рис. 5.11. При цьому в розливному відділенні розташовуються ділянки: ремонту і набирання ковшів і склад вогнетривів [11].

Відведені спеціальні приміщення для розміщення різних матеріалів, необхідних для забезпечення безперебійної роботи цеху, а також кімната відпочинку для робітників, які працюють на виробництві.



I – шихтовий проліт; II – плавильне відділення; III – розливне відділення; П – пил; Ш – шум; ЭО – електрообладнання; ПО – пожежна небезпека; Г – газовиділення; ТВ – тепловиділення; ИИ – інфрачервоне виділення; ДМ, РМ – небезпека механізмів та машин, які підіймаються та рухаються; 1 – бункери для брухту; 2 – магнітний кран; 3 – баддя; 4 – ваги на платформі; 5 – бункери для шлакоутворюючих матеріалів; 6 – переносний бункер; 7 – мульди; 8 – бункер для коксу; 9 – бункер для феросплавів; 10 – кран мульдо-магнітний; 11 – ваги; 12 – піч для прожарювання феросплавів; 13 – кран мульдо-завантажувальний; 14 – кран мостовий завантажувальний; 15 – піч ДСП; 16 – кран мостовий розливний; 17 – машина безперервного лиття заготовок; 18 – ножиці; 19 – сляби

Рисунок 5.11 – Апаратурно-технологічна схема електросталеплавильного виробництва

Для подачі матеріалів у пічний проліт передбачаються передавальні візки.

У пічному прольоті розташовуються ділянки:

- сталеплавильна;
- позапічної обробки;
- обслуговування агрегату комплексної обробки сталі;
- розливна;

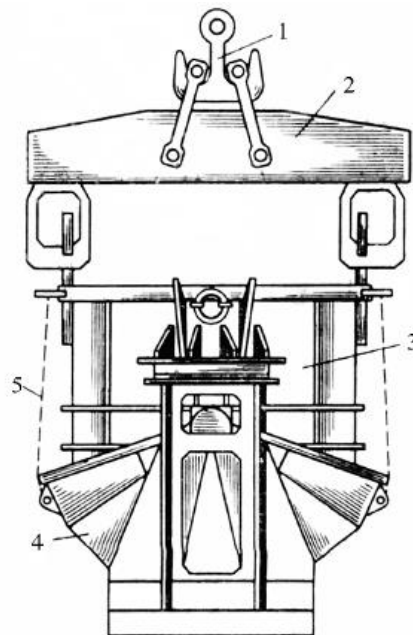
- гартування матеріалів;
- підготовки сталерозливних ковшів до прийому металу з печі.

Завдання цеху:

Всі вантажно-розвантажувальні і допоміжні роботи в шихтовому прольоті сучасних цехів виконуються спеціальними, так званими магнітний, мостовими кранами з двома підйомними лебідками на одному візку. Головна лебідка оснащується знімним мульдовим захватом на 3-4 мульди або траверсою з двома гаками; допоміжна лебідка може працювати зі знімним електромагнітом. Випускається два типи таких кранів: вантажопідйомністю 10/5 та 30/15 т.

Завантажувальні саморозвантажні цебри застосовують для механізованого завантаження шихти зверху в відкриту піч. Застосовують два типи завантажувальних цебер: з пластинчастим днищем і з днищем у вигляді грейфера з жорсткими щелепами, що розкриваються.

Сучасні цехи з печами місткістю 50т і більше в даний час оснащуються грейферними цебрами. Вони позбавлені недоліків цебер з пластинчастим днищем (рис. 5.12).



1 – гак, 2 – траверса, 3 – корпус, 4 – щелепи, 5 – канати.

Рисунок 5.12 – Завантажувальна машина грейферного типу:

Цебер складається з корпусу 3 і днища у вигляді двох щелеп 4, шарнірно прикріплених до корпусу. Розкриття щелеп відбувається тільки після докладання тягнучих зусиль до канатів 5 за допомогою допоміжного підчеплення крана. До корпусу бадді приварені крюки, за які за допомогою траверси 2 цебер підвішується до гака 1 головного підйому крана. Недолік грейферної цебри – необхідність розкривати її високо над подиною печі – вище верхнього зрізу корпусу печі, що створює значні ударні навантаження на подину печі при високому падінні лома. Транспортування

завантажувальних цебер з шихтового прольоту в пічний здійснюють на самохідних візках з дистанційним управлінням.

Завантажувальний об'єм цебер приблизно дорівнює об'єму електропечі.

У пічному прольоті розташовуються дугові печі і допоміжне обладнання, необхідне для проведення металургійних процесів і для обслуговування печі як агрегату з численними механізмами і складними енергетичним господарством.

При встановленні печей на нульовій позначці істотно знижується вартість будівлі, проте необхідно спорудження глибоко приямку під жолобом, куди відпускається сталерозливних ківш під час випуску плавки, і заглиблення для розміщення шлакової чаші і механізму нахилу печі.

Через небезпеку ґрунтових вод облицювання заглиблення повинне бути водонепроникною, що складно, дорого і, загалом, не виключає з плином часу проникнення води в приямок. Установка печей на рівні підлоги набула поширення для печей малої місткості в ливарних цехах.

Установка печей вище нульової позначки, незважаючи на збільшення вартості будівлі, має ряд переваг: зручно обслуговувати нижні механізми печі; якнайкраще організувати прибирання шлаку; з'являється додаткова площа під робочою площадкою, яка може бути використана під складські приміщення. Тут можна розташувати ремонтні служби, вдається краще скомпонувати електричне обладнання в пічних підстанціях. Нарешті, відпадає турбота про рівень ґрунтових вод в зоні випуску сталі з печі. У сучасних електросталеплавильних цехах дугові печі завжди розташовуються на високому фундаменті, висота якого визначається, перш за все, місткістю печі.

Для обслуговування печі споруджують робочу площадку, що представляє собою металеву конструкцію з опорних колон, поздовжніх і поперечних балок і настилу. Настил робиться із залізобетонних плит або викладається з вогнетривкої цегли.

Висота робочого майданчика повинна бути такою, щоб висота від настилу до порога печі становила 0,7-0,8 м. Ця висота зручна для роботи сталеварів. Висота майданчика над нульовою позначкою повинна бути достатньою для проходу залізничних вагонів, не менше 4,8 м згідно габариту.

Ширина і довжина печей робочого майданчика визначаються кількістю печей і відстанню між ними, кількість отворів в робочому майданчику для передачі завантажувальних цебер, взаємним розташуванням отворів і печей. На майданчику повинні розташовуватися пости керування печами, стелажі для мульд і коробів, пристрої для збирання електродів та інше обладнання, необхідне для плавки сталі. Робоча площадка повинна бути досить просторою для вільного маневрування машини завалення з мульдою на хоботі. При цьому розміри майданчика повинні бути мінімальними, в іншому випадку необґрунтовано зростає вартість будівлі.

У електросталеплавильному цеху шлаки, що утворюються при розплавленні і в окислювальному періоді, видаляються з печі через завантажувальне вікно; шлаки доведення, що формуються в ковші під час

випуску або після закінчення його, поступають в розливний (роздатковий) проліт. Сюди надходять також шлаки відновного періоду при двошлаковому процесі. Відповідно шлакові чаші встановлюються в пічному прольоті під завантажувальним вікном кожної печі та в розливному прольоті, де в них зливають шлак з сталерозливних ковшів після закінчення розливання сталі.

5.4.2 Загальні вимоги безпеки до технологічних процесів та виробничого обладнання

У сучасних електросталеплавильних цехах широко впроваджено механізацію трудомістких робіт та автоматизацію керування виробничими процесами.

Магнітні матеріали для плавки в електропечах розвантажуються з вагонів у шихтовому дворі та занурюються у засіки та завалочні бадді за допомогою мостових кранів, забезпечених електромагнітами; немагнітні матеріали (феросплави та інші) – кліщами самозахоплюючого типу; сипучі матеріали – грейферами.

При обслуговуванні основних агрегатів електросталеплавильного цеху необхідно керуватися правилами безпеки, що враховують особливості пристрою та експлуатації електропечей. Так, сталевари, їх підручні, слюсарі та водопровідники, що працюють поблизу струмопровідних частин печі, повинні добре знати правила електробезпеки. Ця вимога пред'являється до них під час складання іспитів та присвоєння кваліфікаційного розряду. Усі роботи на склепінні печі (ремонт склепіння, ущільнення охолоджувальних пристроїв, підгвинчування та перепуск електродів тощо) повинні виконуватись тільки після вимкнення печі.

Щоб запобігти передчасному включенню печі в ланцюг приводу масляного вимикача встановлюється розетка освітлювального типу. Після вимкнення печі черговий на пульті повинен вийняти з розетки штепсельну вилку та передати сталевару; Тільки за цієї умови сталевар може дозволити роботу склепінню печі. Після закінчення робіт сталевар перевіряє відсутність на склепінні печі людей та сторонніх предметів і повертає штепсельну вилку черговому на пульті та дає команду на включення печі [12].

Завалення шихти в піч. Під час завалки шихти в піч інші роботи на ній припиняються і робітники повинні знаходитись на безпечній відстані від печі. Завалочну баддю слід опускати в піч як можливо нижче, щоб зменшити силу удару металевого брукту об подину і запобігти вилітанню шматків шихтових матеріалів. Відкривання замку бадді має здійснюватися при закритому вікні завалки. У разі необхідності розрівнювання шихти, завантаженої в піч, цю операцію слід робити зі спеціального майданчика; після закінчення завалки включення печі в роботу повинно проводитися за дозволом чергового електрика та сталевару.

Розплавлення шихти. У процесі розплавлення шихти можливі її обвали, а також викиди полум'я, шлаку та металу з робочого простору печі. Тому ніхто з осіб обслуговуючого персоналу не повинен знаходитись у зоні

завалочного вікна. Додаткова завалка шихти, або так звана «підвалка», повинна проводитися на неповністю розплавленій шихті при закритому вікні завалки і знаходженні робітників від печі на безпечній відстані. Попередньо потрібно подивитися в піч та визначити стан шихти.

Якщо в середині ванни шихта розплавилася до появи рідкого металу, а на укосах печі є ще багато нерозплавленої шихти, необхідно остудити метал, завалюючи на його поверхню вапно і залізну руду, після чого, дотримуючись зазначених вище запобіжних заходів, почати «підвалку» шихти. Рівномірність розплавлення шихти повинна регулюватися поворотом ванни печі, а наприкінці розплавлення, коли на схилах вже залишається мало шихти – потрібно зіштовхувати її спеціальними гачками або скребками. Перш ніж приступити до виконання цієї операції, необхідно відключити піч, підняти електроди і для створення видимості в печі видалити газу через підняту заслінку вікна завалки або підняте склепіння. Щоб уникнути опіків до огляду печі, можна приступити не раніше, ніж через 3-5 хв після її відключення.

Зазначені запобіжні заходи повинні дотримуватися і при взятті проб. Проби на хімічний аналіз слід відбирати перед початком періоду кипіння – при зняттю навантаженні печі, а наприкінці плавлення – при вимкненій печі та піднятих електродах. Ложка та стаканчик для проби мають бути сухими.

Обробку порога від шлаку та металу, а також остаточну заправку його можна проводити через 3-5 хв після вимкнення печі.

Окислювальний період плавки. Щоб уникнути викидів з печі шлаку і металу, кількість руди, що завантажується в піч, визначається в залежності від температури ванни. Не можна подавати велику кількість руди у недостатньо прогрійтий метал. При подачі вручну невеликої кількості добре просушених або прожарених матеріалів, необхідних по ходу плавки, робітники повинні знаходитися збоку вікна завалки і після закидання матеріалів швидко відходити вбік. Під час подачі в розплавлену ванну додаткових матеріалів з лопати необхідно суворо дотримуватися інтервалів і черговості підходу до завалочного вікна, не допускаючи травмування робітників, що стоять поруч.

Інструмент, що вводиться в піч, щоб уникнути ураження електричним струмом, не повинен стикатися із залізним ломиком, покладеним на зубці гребінки завалочного вікна. При подачі в піч кисню через завалочне вікно за допомогою футерованої трубки необхідно користуватися переносним запобіжним щитом з прорізом для подачі трубки, причому робітник, який подає в піч кисень, повинен бути забезпечений спецодягом і рукавицями, не забрудненими мастилом.

При подачі кисню в піч через склепіння опускання та підйом фурми повинні бути механізовані. Подача кисню через склепіння має проводитися добре теплоізолюваними трубопроводами, розташованими біля колон пічного прольоту біля печей.

Під час роботи печі необхідно стежити за нормальним станом її порога, попереджаючи випадки потрапляння на майданчик розплавленого металу або шлаку підсипкою та заправкою порога сухим матеріалом.

Відновлювальний період плавки. Операції скачування шлаку та перемішування металу дуже трудомісткі. На заводі більшості підприємств ці роботи механізовані шляхом застосування спеціального пристрою для електромагнітного перемішування металу під кожухом подини. Застосування цього пристрою дозволило не тільки скасувати ручне перемішування металу у ванні, але й значною мірою механізувати скачування шлаку. За наявності електромагнітного перемішування метал просуває шлак до порога у міру того, як перед ним утворюється вікно чистого металу. Шлак знімається гребком лише з тієї частини дзеркала ванни, що знаходиться між вікном та найближчими електродами. Завдяки цьому при електромагнітному русі металу завантаження шлаку прискорюється вдвічі.

При перемішуванні металу і скачуванні шлаку вручну необхідно дотримуватися певних запобіжних заходів. Крім захисних окулярів, для захисту особи від випромінювання, а також бризок металу та шлаку, працюючі повинні надіти густу металеву сітку. Інструменти, які вводяться в розплавлений метал, повинні бути ретельно прогріті.

Скачування шлаку повинно проводитися в сухі і прогріті ковші, причому поблизу шлакового ковша під робочим майданчиком не повинно бути води і вогкості. Сторонніх осіб під час завантаження шлаку печі не повинно бути. Осаджування шлаку в ковші повинно проводитися лише сухими матеріалами. Подаючи в піч додаткові матеріали (вапняк, руду, феросплави та інші), необхідно стежити за тим, щоб у піч не потрапили сирі матеріали, від яких може статися вибух та викид з печі шлаку та металу.

Випуск плавки. До початку обробки льотки сталевар повинен переконатися в тому, що сталерозливний ківш знаходиться у встановленому місці; що жолоб добре просушений, прогрітий і вогнетривка футеровка знаходиться у повній справності; що для обробки льотки є необхідний інструмент.

Для попередження працюючих під робочим майданчиком та в розливному прольоті про майбутній нахил печі для випуску плавки необхідно двічі подати сигнал: перший раз – наперед до нахилу печі, а другий - безпосередньо перед нахилом печі.

Збір, встановлення та зміна електродів. Для збору електродів та установки електродів біля електропечі повинен бути встановлений спеціальний верстат з коробом, який буде опущено під робочий майданчик, та з циліндричними напрямними для встановлення та затиску електродів. Дно короба має бути суцільним, а стінки можуть бути ґратчастими. Затискач електродів при збірці повинен проводитися рівномірно.

Зміна електродів проводиться за допомогою мостового крана, і для підвіски їх повинен застосовуватися сталевий строп із 10-кратним запасом міцності. Строп повинен мати пристосування, що виключає можливість вискакування гака з дужки ніпеля та зі зіву гака крана. Електроди повинні вільно переміщатися у отворах склепіння, не торкаючись кладки склепінь та ущільнювальних кілець. Електроізоляція затискачів електроутримувачів має бути цілком надійною. Щоб уникнути надмірного розігріву

електроутримувачів, зазори між кільцями ущільнювачів і електродами повинні мати хороше ущільнення.

5.5 Безпека конвертерного виробництва

5.5.1 Улаштування конвертерного цеху

Конвертерний цех складається з наступних відділень: відділення шихтових магнітних матеріалів (відділення скрапу); міксерне відділення (відділення переливу рідкого чавуну); відділення десульфурації чавуна; завантажувальний проліт; конвертерний проліт; ківшевий проліт; відділення розливання сталі [11].

Відділення шихтових магнітних матеріалів (відділення скрапу). Металевий брухт в підготовленому вигляді надходить в скрапне відділення з скрапоразделочного цеху. Зберігання сталевого брухту в засіках відділення шихтових магнітних матеріалів конвертерного цеху має провадитися за сортами; великоваговий, легкий, пакетований. Запас брухту в скрапному відділенні має становити не менше ніж на добу роботи цеху.

У скрапному відділенні проводять коригування маси брухту. Відділення обладнане магнітними кранами для розвантаження брухту з вагонів у засіки і навантаження в совки. Перестановку совків у відділенні на самохідні скраповози здійснюють спеціальними кранами, передача їх у завантажувальний проліт конвертерного цеху після зважування - самохідними скраповозами.

Для підвищення частки металобрухту в шихті конвертерної плавки в скрапних відділеннях можуть споруджуватися ділянки для підігріву брухту в совку.

Міксерне відділення (відділення переливу рідкого чавуну). Міксерному відділення, або відділення переливу призначено для безперебійного постачання конвертерного цеху рідким чавуном.

У міксерному відділенні чавун зберігається у нагрітих футерованих ємкостях - міксерах. Нормативний запас чавуну в міксерах повинен становити не менше 8 годин роботи конвертера.

Місткість міксерів може бути від 600 до 2500 т. Міксер для 200 т конвертера складає 1300т. Наявність міксерів дозволяє створити буферну ємність, що згладжує можливу нерівномірність надходження рідкого чавуну з доменного цеху в конвертерний; усереднити температуру і хімічний склад чавуну; видалити доменний шлак.

Відділення десульфурації чавуна. Відділення розташовується в потоці по шляху проходження чавуновозних ковшів з доменного цеху в конвертерний або між відділенням переливу чавуну (міксерних відділенням) і завантажувальним прольотом конвертерного цеху, призначене для видалення сірки з чавуну. Після закінчення продування заміряють температуру, відбирають пробу, відкривають ворота боксу і ківш подають у завантажувальний проліт на ділянку скачування шлаку.

Завантажувальний проліт. Основне призначення завантажувального прольоту – прийом і завалка в конвертер чавуну і скрапу, а також прийом і зберігання феросплавів і вогнетривів. Для забезпечення швидкої завалки та усунення простоїв конвертерів транспортування та завантаження кожного виду матеріалів у конвертер проводиться окремими механізмами і машинами.

У завантажувальному прольоті встановлюють наступне технологічне і кранове обладнання: крани заливальні і напівпортальні, машини для скачування шлаку, ковші шлакові, стенди для шлакових ковшів, стенди та пальник для чавуновозних ковшів (останні відносять до відділення переливу – міксерному).

Конвертерний проліт. У конвертерному прольоті встановлена основна частина цехового устаткування, з якого до технологічного та підйомно – транспортного відносяться: конвертери, сталево– і шлаковози, машини подачі кисню, відсічення шлаку, ломки футеровки конвертерів, пристрої для ремонту футеровки конвертерів, крани для зміни і ремонту фурм, задіяні на ділянці феросплавів. У конвертерному прольоті розташовані також газовідвідний тракт і система подачі сипучих матеріалів (це обладнання не відноситься до технологічного).

Ковшовий проліт. У ковшовим прольоті встановлюється наступне технологічне і кранове обладнання: ковші сталерозливних і чавуновозних, пальники для сушіння ковшів, стенди механізовані й машини для ломки футеровки ковшів, стенди стаціонарні для сталерозливних ковшів, крани мостові. У прольоті розміщується і яма для ремонту ковшів. У прольоті є тупиковий залізничний шлях, призначений для підвозу вогнетривів і вивезення сміття.

Відділення розливання сталі. Відділення обслуговується розливочними кранами різної вантажо-підйомністю, що забезпечує підйом і транспортування заповненого сталерозливного ковша. Відділення розливання сталі на злитки прилаштовується до конвертерного. Відділення безперервного лиття заготовок (ВБЛЗ) складається з наступних прольотів: позапічної обробки, роздаткового, машин безперервного лиття заготовки, машин газового різання, передачі заготовок. У прольоті позапічної обробки обробляють рідку сталь на установках комплексної доведення. Після позапічної обробки ківш на сталевоза передається в роздатковий проліт, де сталерозливні ковші розливальні краном знімають зі сталевозом і встановлюють на стенди МБЛЗ.

Після розливання плавки з ковшів шлак зливають у встановлені на стендах шлакові чаші, після чого ковші відправляються сталевозом на ремонт футеровки або підготовку до наступної плавці. У прольоті МБЛЗ розміщується головна частина машини з розливної майданчиком, на ній розміщуються візки для передачі проміжних ковшів з резервної позиції в робочу, пристрої для розігріву проміжних ковшів, пости керування МБЛЗ та інше допоміжне обладнання. Під робочим майданчиком розміщені кристалізатори з механізмами хитання, зони вторинного охолодження,

пристрої для відділення запалів, електроприміщення, насосно-акумуляторна станція, приміщення розводки води і стислого повітря.

У прольоті для виконання підйомно-транспортних операцій встановлюють мостові крани з поворотним гаком.

У прольоті машин газового різання здійснюється розріз заготовок газокисневими різачками високого тиску на мірні довжини і передача їх з транспортного рольгангу в проліт передач.

5.5.2 Безпека конвертного виробництва

Забезпечення промислової безпеки киснево-конвертерного виробництва є невід'ємною вимогою конкурентоспроможності металургійного підприємства та багато в чому залежить від вибору системи управління ризиками, яка передбачає: наявність інформації про що відбулися аварійних ситуаціях і причини їх виникнення; проведення моніторингу технічного стану обладнання; розробку методики оцінки ризику виникнення аварійних ситуацій для вибору заходів щодо зниження їх рівня. Так, досвід експлуатації технологічного обладнання та агрегатів киснево-конвертерних цехів показує, що тривалість їх безпечної роботи визначається рівнем технології та технічного оснащення, головними складовими яких є:

- якість чавуну, металевого брухту та інших шихтових матеріалів;
- раціональність технології виплавки та розливки сталі;
- ефективність використовуваних систем газоочищення та охолодження;
- якість вогнетривів, які використовуються для футерування конвертерів;
- техніка випуску продуктів плавки (сталі та шлаку);
- технічний стан та надійність основного технологічного обладнання.

Тобто суттєве значення в організації стабільної роботи киснево-конвертерного цеху має стандартизація виробництва. На сьогодні підвищити техногенну безпеку роботи кисневих конвертерів можна за рахунок вдосконалення та оптимізації технології і технологічних прийомів, до яких можна віднести:

- комбіновану продувку, що забезпечує економію шлакоутворюючих присадок, чавуну, феросплавів і підвищення виходу придатного металу;
- технологію плавки з рафінуванням і доведенням складу металу в ковші;
- оптимізацію режиму продувки, що забезпечує зменшення втрат металу з виносом і викидами;
- десульфуріацію чавуну у розливному ковші та доставку рідкого чавуну з доменного цеху до конвертерів в ковшах міксерного типу з метою збереження температури чавуну;
- збільшення частки брухту в шихті та попередній його нагрів;
- введення твердих вуглецевих добавок в агрегат;

- збільшення ступеня допалювання CO до CO₂ в порожнині конвертера;
- утилізація конвертерних газів в газгольдері без допалювання CO з подальшим їх використанням для енергетичних і технологічних потреб металургійного підприємства;
- застосування відходів в якості шлакоутворюючих.

Також серед шляхів підвищення безпеки праці робітників киснево-конверторних цехів є постійне дотримання оптимальних режимів плавки, зокрема теплового і шлакового, та режиму дуття.

У зв'язку з великою інтенсивністю процесу тривалість плавки при виробництві сталі в конвертерах значно менша, ніж в мартенівському або електросталеплавильному виробництвах. Різко підвищена частота плавок, отже, збільшено число небезпечних операцій заливки чавуну в конвертер і випуску готової сталі. Від чіткості виконання цих операцій багато в чому залежить безпека праці.

Подачу кисню у ванну і відведення продуктів згорання здійснюють за допомогою водоохолоджуваної фурми і каміна, несправність яких представляє величезну небезпеку, оскільки зіткнення розплавленого металу з водою наводить до вибухів.

Процес конвертерної виплавки сталі супроводиться викидами розплавленого металу і шлаку. Крім того, процес продування супроводиться виділенням великої кількості відходів продування у вигляді розжарених газів і мелкодисперсного пилу. Для уловлювання пилу необхідне спорудження спеціальних дорогих установок. Вживанням кисню в технологічному процесі і наявністю в киснево-конвертерному цеху багаточисельних киснепроводів обумовлюються специфічні особливості організації в нім робіт.

Необхідність доставляти в киснево-конвертерний цех в одиницю часу і вивозити з нього значно більше чавуну, руду, вогнетриви і інші матеріали, чим з інших сталеплавильних цехів, різко підвищує інтенсивність роботи залізничного транспорту.

Тому основними умовами безпеки є спеціалізація залізничних колій і відсутність перетину цих шляхів іншими.

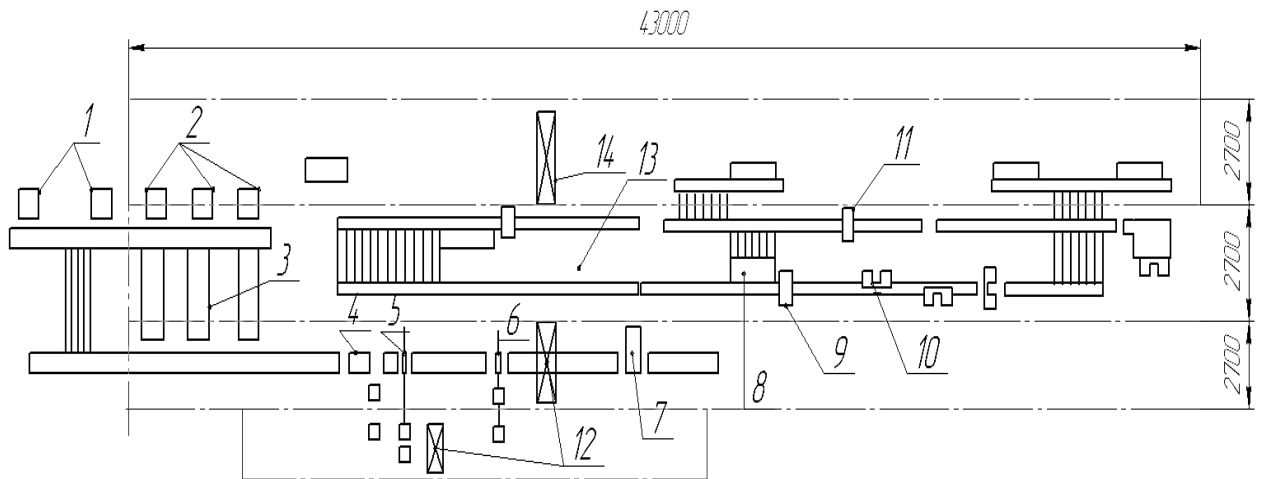
Унаслідок інтенсивності виробничих операцій і переробки великих кількостей розплавленого металу створюються високі теплові напруги на робочих місцях, що вимагає постійного контролю за станом аерації і роботою систем механічної вентиляції. Виробничі процеси в цеху автоматизовані на 75%.

5.6 Безпека прокатного виробництва

5.6.1 Безпека технологічного процесу прокатки

У цехах гарячої прокатки виробляються сляби і блюми, листовий і сортовий прокат. Злитки, що надходять зі сталеплавильних цехів, проходять через нагрівальні колодязі та потім надходять на слябінг або блюмінг. Перед

подальшою прокаткою сляби і блюми проходять машину вогневого зачищення або їх попередньо прохолоджують на складі, а потім зачищають різакми. Зачищений метал знову підігрівають і направляють на подальшу обробку: сляби на стан гарячої прокатки листа; блюми – на розкатний стан. Листовий метал після стану гарячої прокатки направляють у цех холодної прокатки для подальшої прокатки або, після охолодження на складі гарячекатаних рулонів, на різання, упакування і відправлення споживачам. Блюми, після прокатки на заготовочному стані, ріжуть на мірні довжини, зачищають, нагрівають, а потім направляють на дрібносортні стани для прокатки на кутову, швелерну, круглу й ін. сталь.



I-проліт основного обладнання; II – машинний зал; III – проліт оздоблювального обладнання; IV – проліт складу готової продукції; 1 – завантажувальні пристрої; 2 – штовхачі; 3 – нагрівальні печі; 4 – кліть із вертикальними валками; 5 – чорнова дуо-реверсивна кліть; 6 – чистова універсальна кліть кварто; 7 – правильна машина; 8 – кантувач; 9 – розмітний візок; 10 – ножиці з похилими ножами; 11 – дискові ножиці; 12, 13, 14 – крани вантажопідйомністю відповідно 75-15; 20/5 та 15т.

Рисунок 5.12 – Схема розташування обладнання двоклітьового стану 2800

Сучасні безперервні стани гарячої прокатки в ряді випадків не можуть забезпечити спеціальних вимог, пропонованих до тонколистового металу — рівномірної товщини за шириною; гладка поверхня; гарні механічні властивості, що забезпечують штампування деталей великих розмірів і т.п. Для одержання листового металу з зазначеними властивостями його після гарячої прокатки направляють на подальшу обробку в цехи холодної прокатки (рис. 5.13). У цехах холодної прокатки роблять тонколистовий метал, жерсть, оцинковані листи, листи з електротехнічних сталей та ін. Якщо цехи гарячої і холодної прокатки розташовані близько один до одного, то метал передають з першого цеху в другий по тунелю гарячекатаних рулонів. У цеху холодної прокатки на складі гарячекатаних рулонів метал остигає. Охолоджені рулони очищають від окалини в агрегатах

безперервного травлення і подають на стан холодної прокатки, де одержують заданий по товщині метал. При холодній прокатці через рясне змочування масляною емульсією на поверхні металу утворюється жирова плівка, що видаляється після пропускання металу через агрегати електролітичного знежирення. Потім метал піддається термічній обробці у відділенні ковпакових печей і дресируванню (виправленню). Випрямлений метал ріжуть на мірні довжини, сортують, упаковують у дерев'яну або в м'яку тару та відправляють замовникові.

Прокатне виробництво характеризується складністю і розмаїтістю механічного устаткування, у зв'язку з чим у виробничому процесі мають місце небезпечні фізичні фактори, фізико-хімічні фактори є основними тільки при нагріванні металу перед прокаткою, вогневому зачищенню поверхні прокату та термообробці, холодній прокатці та нанесенні захисних покриттів. У прокатному виробництві для нагрівання злитків і заготівель перед прокаткою і для термічної обробки напівпродукту та готової продукції застосовують різні типи нагрівальних пристроїв. Великі злитки перед прокаткою на блюмінгу чи слябінгу нагрівають у рекуперативних нагрівальних колодязях з різним напрямком полум'я. При розташуванні пальника в центрі подини полум'я спрямоване нагору. Вдаряючись об кришку колодязя, воно розтікається по її поверхні, омиває злитки зверху вниз, після чого димові гази ідуть через канали в нижній частині двох бокових стін. Таке розташування полум'я при недостатці повітря на горіння палива може привести до утворення вибухонебезпечних газоповітряних сумішей і їх вибуху при відкриванні кришки колодязя. У новій конструкції нагрівальних колодязів пальник розташований у верхній частині камери, унаслідок чого напрямок руху полум'я і газів, що відходять, зовсім інше: полум'я виходить з пальника у верхній частині, омиває злитки, вдаряючись об протилежну стінку камери, змінює напрямок, і продукти згоряння віддаляються вниз також з однієї сторони. Тому у випадку недостатці повітря для горіння газу залишки палива підуть у лежаки («борова») та будуть викинуті через трубу в атмосферу, але вже в охоложеному виді. Таким чином, виключається можливість вибуху газів безпосередньо в робочій камері нагрівального колодязя.

Значно підвищують безпеку процесу нагрівання злитків системи автоматизації нагрівальних колодязів, що регулюють температуру в колодязях і рекуператорах, необхідне співвідношення обсягів палива й повітря, тиск газів у камері, відключення газу при відкриванні кришок колодязя і переключення газових і повітряних клапанів. У багатозонних методичних печах, що застосовуються для нагрівання заготівель, напрямок потоку полум'я і продуктів згоряння протилежний напрямку руху металу. При недостатці повітря для горіння палива виникає підсмоктування повітря через вікно й завантажувальний отвір. У випадку надлишкового тиску в печі відбувається згоряння газу поза робочим простором і вибивання полум'я з-під кришок вікон. Конструктивні особливості нагрівальних печей виключають імовірність вибуху газу в робочому просторі печі.

Визначену небезпеку являє операція видалення шлаку з нагрівальних колодязів. З технологічної точки зору рідке шлаковидалення є більш кращим, однак воно не забезпечує повної безпеки цього процесу, тому що при цьому можливі екстремальні відхилення, що обумовлені наявністю розплавленого металу чи шлаку. Таким чином, небезпечними факторами процесу нагрівання злитків і заготівель є вибивання полум'я з-під кришок нагрівальних пристроїв, особливо при перекиданні клапанів регенеративних колодязів, виплески розплавленого шлаку і вибухи при контакті розплавленого шлаку з водою чи вологим матеріалом. Подача вихідних матеріалів від нагрівальних пристроїв до прокатних станів є в основному безпечною операцією. Однак при транспортуванні злитків з не застиглою серцевиною злитковозами до прийомного рольганга блюмінга чи слябінга можливі виплески рідкого металу. Ступінь небезпеки виробничого процесу при гарячій прокатці металу значно вищий, ніж при холодній, що порозумівається високою температурою металу, що прокочується. Основними небезпечними факторами при холодній прокатці є порушення режиму прокатки, що викликається руйнуванням оброблюваного металу, поломками чи несправністю сполучних пристроїв, валків, натискних механізмів, що направляють проводок й ін. При гарячій прокатці додатковими факторами є температурний режим нагрівання металу, що прокочується, режим прокатки, швидкість його охолодження при деформації і т.д.

При різанні металу на ножицях гарячого та холодного різання небезпечними є локальні зони частин механізму, що рухаються й обертаються. У випадку різання металу дисковими пилами площа небезпечної зони різко зростає.

Значно підвищує фактор небезпеки виробничого процесу використання в потоці машин вогневого зачищення металу. Разом з тим, цей процес дуже впливає на поліпшення умов праці, сприяючи ліквідації небезпечних і шкідливих факторів на інших стадіях процесу. При вогневому зачищенні металу можливий вибух газів. Інші технологічні операції (охолодження, таврування, складування металу) особливого впливу на рівень безпеки виробничого процесу не роблять, за винятком термічної обробки.

5.6.2 Безпека нагрівальних пристроїв

Використання як палива доменного, коксового та природного газів у нагрівальних пристроях прокатних цехів сполучено з небезпекою утворення вибухонебезпечних сумішей і їхнього запалення. Джерелами запалення вибухової суміші в прокатному цеху є відкрите полум'я, електрична іскра, нагрітий метал і т.д. Вибухова суміш газів з повітрям звичайно утворюється при порівняно низькій температурі. У прокатних цехах газ з гарячим повітрям стикається лише в пристроях пальника нагрівальних печей і колодязів; в інших випадках газ і повітря можуть змішуватися в холодному стані, і тому усяке влучення повітря в газ чи газу в закритий простір з повітрям може призвести до утворення вибухонебезпечної суміші [17].

Найбільше часто спостерігаються вибухи в боровах нагрівальних колодязів. Якщо температура в борові вище 500 °С (температура запалення газу), вибухова суміш не утворюється, тому що при цій температурі газ, що змішується з залишками повітря, згоряє. При температурі нижче 500°С і наявності в боровах повітря утворюється б8 вибухова суміш, що при подальшому надходженні в насадку регенератора вибухає. При одночасному перекиданні газових і повітряних клапанів ця суміш може вибухнути в збірному димовому борові. Вибухи в регенеративних колодязях при перекиданні клапанів запобігають усуненням підсмоктувань повітря в регенератори і борова. Не допускається одночасний перекид газове та повітряного клапанів. Повітряний клапан включають на 10–15с пізніше газового. Сушіння і розігрів нагрівальних колодязів проводять доти, поки температура в газових лежах і насадках не піднімається до температури запалення газу, при цьому газ, що потрапив у боров, відразу ж згоряє, не встигнувши утворити гримучу суміш. Порушенням параметрів безпеки в нагрівальних пристроях є вибивання полум'я і газів з-під кришок нагрівальних колодязів і печей. Для попередження вибивання полум'я і газів необхідно забезпечувати встановлений режим горіння палива в робочому просторі, а також щільне прилягання кришки до стінок печі. При сильному вибиванні з вікон печей полум'я і газів дуття і тягу регулюють так, щоб тиск у робочому просторі печі на рівні поду при максимальній продуктивності не перевищував 33 Па. Для герметичності кришки люків газових перекидних клапанів ущільнюють просмоленним азбестом. Борова ущільнюють газонепроникною масою і засинають просмоленою дрібною рудою і глиною з піском. При застосуванні рекуперативних нагрівальних колодязів і методичних печей імовірність вибуху газоповітряних сумішей менше. При посадці злитків у камери колодязів і видачі їх існує небезпека падіння злитків на робочу площадку чи залізничні колії, що може призвести до аварії.

Для запобігання падіння злитків змінні керни кліщів крана виготовляють з жароміцної зносостійкої сталі чи наплавляють їхніми твердими сплавами і періодично замінюють. Для горіння газу повітря в нагрівальні колодязі і печі подають вентиляторами під тиском через інжекційні пальники. Щоб уникнути вибухів газу у повітропроводах і вентиляторах у випадку раптової зупинки вентиляторів приймаються наступні міри. У разі потреби відключення повітря на підводах дуття в кожному пальнику встановлюють засувки, а на колекторі, що розводить, – загальну швидкодіючу засувку. На повітропроводах перед кожною піччю встановлюють автоматично діючі клапани чи інші пристосування для автоматичного відсічення газу. На кінцях повітропроводів кожної нагрівальної печі установлюють свічі, що виведені назовні будинку, через які продувають повітропровід після зупинки вентилятора. Подавати газ і дуття в пальники можна після того, як вентилятор почне працювати з повним числом оборотів. При застосуванні пальників з попереднім змішуванням газу й повітря в співвідношеннях, що викликають небезпеку вибухів, суміш повинна мати надлишок газу, а недостатнє для горіння повітря додається

безпосередньо в пальники печі. При цьому забезпечується безперервність дії змішувачів. Для попередження вибуху у випадку зупинки змішувачів підведення газоповітряної суміші обладнають автоматично діючими зворотними клапанами безпосередньо після пальників. Попередження зворотного удару полум'я в пальниках з попереднім змішуванням газу та повітря, а також у інжекційних пальниках досягається тим, що швидкість виходу пальної суміші перевищує швидкість її запалення. При експлуатації прокатних станів можливі наступні небезпеки: захоплення валками чи обертовими шпинделями і сполучними муфтами частин одягу та кінцівок вальцювальника й механічні ушкодження осколками, що відлітають, при прокатці металу й окалини. Усі сполучні шпинделі, муфти і корінні вали прокатних станів обгороджують з боків ґратчастими або суцільними щитами чи кожухами, а на сортових і дровових станах муфти і корінні вали обгороджують ще і зверху. На високошвидкісних станах, де виникає небезпека розриву сполучних муфт, запобіжні кожухи повинні бути дуже міцними, щоб витримувати удари шматків муфт, що розірвалися. Сполучні шпинделі всіх прокатних станів, крім блюмінгів і слябінгів, обов'язково обгороджують. Шпинделі блюмінгів і слябінгів звичайно обгороджують міцним бар'єром і влаштовують площадки з поручнями для зручності обслуговування. При відхиленні параметрів процесу прокатки від заданих, наприклад, нерівномірному нагріванні злитків і заготівель, неправильному калібруванню чи розточенню валків, різної швидкості обертання валків, виникає нерівномірність деформації з різними проявами, наприклад, скривлення розкату в горизонтальній і вертикальній площинах, руйнування металу й т.д. Скривлення кінців розкату може призвести до виникнення ударів, поломці устаткування і травмування персоналу. Усунення неправильного виходу розкату з валків досягається дотриманням режиму нагрівання злитків і заготівель. Подавати для прокатки нерівномірно нагріті заготівлі неприпустимо. Варто проводити ретельне настроювання стану, установлювати проводки і лінійки в точно передбаченому місці. Застосовувати вивідні проводки без бічних лінійок неприпустимо. При виході з останніх клітей дрібносортних безупинних і лінійних станів розкат може відхилитися від прямолінійного напрямку. Тому що швидкість прокатки в названих клітках досягає 60–70 м/с, такий розкат створює небезпечну ситуацію. Для її усунення на рольгангах станів, що відводять, установлюють борта належної висоти, а рольганги обгороджують високими бортами. На дрібносортних станах лінійного типу прокатка з великою швидкістю збільшує небезпеку травмування. У цьому випадку можливі порушення процесу: вихідний з валків метал збиває проводки, трубки, лінійки і ножі, застряє у валках та іде в яку-небудь сторону й нагору, загортається вузлом чи петлею. Тому робочі місця вальцювальників для захисту від петлі, що створюється металом між клітками, обов'язково обгороджують запобіжними стінками. Устя прийомних жолобів перекривають так, щоб виключити можливість викиду металу, що прокочується, за борт жолоба. На крупно- та середньосортних станах

лінійного типу для запобігання виходу розкату убік прокатне поле відгороджується міцними суцільними бортами з нахилом убік розкату. При наявності довгих розкатів чи петель і при відсутності у станів достатніх площ улаштовують підвісні жолоби чи підземні кишені з розширенням устя, а в необхідних випадках - з установкою роликів. Для забезпечення умов безпеки в процесі прокатки повинна бути справною валкова арматура (направляючі коробки з пропусками, вивідні проводки, бруси, проводові столи, лінійки й ін.), що призначені для правильної подачі розкату у валки і його вихід з валків. Валкова арматура є одним з важливих засобів безпеки, тому що попереджає можливість виникнення різних відхилень при прокатці – улучення розкату на бурти валків, згортання, скривлення і неправильного руху розкату при виході з валків. Прокатка на блюмінгу, слябінгу, товстолистових станах супроводжується викидами часток окалини з великою швидкістю, осколків металу та бризків шлаку. Частки, що відлітають, руйнують заскління посад управління і можуть травмувати операторіввальцювальників і персонал, що знаходиться біля станів. Для видалення окалини з поверхні розкату на рольгангу, що підводить, установлюють пристрої гідравлічної чи механічної дії з надійним захистом від окалини, що відлітає. Для захисту від часток, що відлітають при прокатці, окалини, осколків металу та бризків шлаку перед валками на станині встановлюють екрани – міцні сітчасті щити чи густі ланцюгові завіси. З цією же метою уздовж лінії стану, проти прорізу в станині робочих рольгангів установлюють щити з густої, міцної сітки, що знімаються. Проміжок між валками з боку, протилежному сполучним шпинделям, закривають запобіжним щитом. Поломка валків, натискних пристроїв і запобіжних склянок блюмінга зв'язана з виникненням великих зусиль, що перевищують припустимі. Для попередження цих поломок необхідно точно дотримувати режим обтиснень. Для безпечного переходу через рольганги, транспортери, конвеєри обладнають перехідні містки, настил яких футерують вогнетривкою цеглою для захисту від теплових впливів. При холодній листовій прокатці можливі обриви смуги як на заправочній, так і на робочій швидкості стану. Шматки листової сталі, що відлітають, мають високу швидкість розльоту й можуть вразити працюючих. Для попередження обриву смуг при холодній прокатці варто підвищувати якість і пластичні властивості катаної листової сталі, що застосовується як підкат. На нових дрібносортних і дровових станах нескінченної прокатки встановлена стикозварювальна машина, і вони мають також опалювальну петлеву яму, яка розташована між піччю і станом. Нагріті заготівлі по виходу з печі зварюються встик, утворюючи нескінченну заготівлю, що надходить на прокатку. У момент зварювання заготівля притримується, а стан поступово витягає її з петлевої ями; після чергового зварювання в ямі знову утвориться петля і прокатка йде безперервно. При ручному керуванні процесом можливі затримки у видачі заготівлі, що можуть призвести до розриву нескінченної заготівлі, збоєм у режимі прокатки, збільшенню числа початкових періодів прокатки. Для зменшення травмонебезпечних ситуацій при подачі металу у валки по можливості

намагаються не переривати ланцюг нескінченної прокатки. Для цього піч обладнають внутрішньогрубним рольгангом видачі та машиною для автоматичного поштучного укладання на нього заготівель. Безпека роботи на лінії прокатки металу насамперед залежить від уважності, пильності та дисципліни працюючих. Безпечна робота може бути забезпечена тільки за умови точного виконання правил і інструкцій з техніки безпеки і технологічних інструкцій. До роботи вальцювальниками прокатних станів, як правило, допускаються особи не молодше 18 років, що пройшли медичний огляд та навчання за спеціальністю і володіють безпечними прийомами праці. Перед початком роботи на стані вальцювальник перевіряє наявність і справність огорожень, освітлення, інструмента, вентиляції, правильність установки вступної і вивідної арматури, подачу води до валків, наявність і справність чалочних пристосувань. При прокатці металу небезпечні ситуації можуть виникнути при порушенні режимів прокатки, настроюванні стану, несправності засобів автоматики, аваріях устаткування й огорожувальних пристроїв. При обтисненні металу, особливо в перших пропусках, можливі викиди рідкої серцевини злитка й відлітання окалини на значні відстані. Для запобігання цього на обтискних станах застосовуються міри захисту. Злитки подають на прокатку нагрітими до визначеної температури відповідно до затвердженої технологічної інструкції; перед валками влаштовують завіси; вікна поста керування заскляють небитким жаротривким склом.

Маніпулятори, що армовані броньовими плитами, підлягають частим ремонтам через обрив кріпильних болтів. При зміні останніх можливі опіки рук, тому що ремонт протікає в обмежений термін, і болти не встигають остигати. При обслуговуванні прокатних станів особливу увагу варто звертати на огороження частин і механізмів, що обертаються, а також на своєчасне змащення підшипників і муфт шпindelів. Огляд поверхні валків, заміну та виправлення валкової арматури, промір калібрів і перехід на інші профілі прокату виконують тільки при повній зупинці кліті. Для запобігання захоплення валками у випадку падіння вальцювальника на відкриті кліті та калібри валків їх закривають щитами. Щоб уникнути захоплення рук валками при настроюванні пропусків, вступні коробки сортових станів виконують без бічних регулювальних болтів. Перевіряють калібри і зазори між валками тільки в напрямку, протилежному захопленню, під час перерв у процесі прокатки, використовуючи спеціальні пристосування з довгими рукоятками. Вивчення причин нещасних випадків у прокатному виробництві показує, що значна частина їх зв'язана із самим процесом прокатки на старих станах лінійного типу. У нових цехах безупинної прокатки травматизм, що зв'язаний безпосередньо з прокаткою, майже цілком ліквідований. На станах, де застосовується ручна праця, можливі наступні ситуації: травмування робітників розкатом, що вийшов убік від кліті; захоплення вальцювальника петлею металу; удар переднім чи заднім кінцем розкату; придавлювання вальцювальника до арматури валків. Для виключення таких випадків застосовують биркову систему чи встановлюють біля стану вимикач, що розмикає пусковий ланцюг двигуна рольганга. Застосування автоматичних

обведень запобігає ударам кінцем розкату при зустрічній прокатці в одній кліті. При переході з прокатки одного типорозміру на інший чи з прокатки однієї марки сталі на іншу роблять переналагоджування стану, що полягає у встановленні іншого умовного положення валків для визначених швидкостей і натягів. При настроюванні стану можливі випадки травмування металом, що прокочується, унаслідок його вибивання через неправильну установку направляючих проводок, придавлювання рук вальцювальників між подушками валків через непаралельність осей чи неправильне кріплення подушок валків у прокатної кліті. Паралельність осей валків у вертикальній площині вальцювальник перевіряє візуально за розподілом охолоджувальної емульсії чи води уздовж бочки валка. При цьому мається небезпека влучення часток емульсії і води на незахищені частини обличчя й в очі вальцювальника. Тому дану операцію виконують із застосуванням засобів захисту очей. Запуск стану проводять обережно, особливо коли прокатні валки обладнані підшипниками рідинного тертя, щоб уникнути пробуксовки обертового робочого валка, що може з'явитися причиною утворення на валках наварів, а далі - порушення режимів прокатки і створити небезпечну ситуацію. Особливу увагу вальцювальник повинний приділяти розігріву знову встановлених у кліть валків і підтримці відповідного темпу прокатки, тому що порушення теплового режиму валків унаслідок їхнього охолодження, особливо в холодний час року, призводить до браку металу, що прокочується. Особливу небезпеку викликає операція збирання недоката і браку з прокатних валків, тому вона виконується при цілком розібраних електросхемах механізмів і при відключеному головному двигуні стану. Збирання недокатів і браку роблять спеціальними чалочними пристосуваннями (лапами, ланцюгами з гаками) з дотриманням розроблених схем стропування. Під час планових зупинок і під час переходу на інший профіль старший вальцювальник бере в оператора бирку на право ремонту і управління. Перед пуском стану подається звуковий сигнал, що повинний бути чутний на всіх робочих місцях. Особи, що не мають до прокатки безпосереднього відношення, відходять від робітників клітей на безпечну відстань. При подачі першої заготівлі вальцювальник уважно стежить за проходом через кліть її першого кінця, тому що при настроюванні стану можливе викидання прокату убік. Під час роботи стану не можна перевіряти і поправляти привалкову арматуру, а також знаходитися усередині огороження клітей. Не можна брати смугу безпосередньо гаком крана; застряглий розкат варто забирати ланцюгом, що підвішений на гаку. При необхідності заміни калібрів на клітях, а також ремонту чи огляду стану вальцювальник зупиняє стан, переключає сигналізацію відповідної групи клітей на заборону прокатки – червоний колір - і бере бирку в оператора. Зміна прокатних валків проводиться при їхньому зносі та переході з одного профілю на інший. У станів зі станинами з кришками, які знімаються, зміна валків значно спрощується, тому що валки виймають з робочої кліті краном через верх прорізу в станині. Найбільш трудомісткою і небезпечною є операція зміни валків при станині закритого типу. У цьому випадку

застосовують спеціальні перевалочні муфти, С-образні траверси і возики. З їхньою допомогою роблять виїмку й установку валків окремо. Возики дозволяють провести перевалку валків комплектно. Якщо валки невеликі, їхню зміну роблять більш безпечним засобом – шляхом встановлення запасної кліті. Перевалки прокатних валків, що виконуються без дотримання вимог безпеки, часто є причиною нещасних випадків. Перевалки роблять вальцювальники, їм допомагають підкранові робітники і машиністи крана. Перед перевалкою валків вальцювальники підготовляють весь інструмент і чалочні пристосування, забирають огородження і беруть в оператора бирку на право управління станом. Щоб уникнути передчасного чи випадкового пуску стану всі пускові пристрої стану та допоміжних агрегатів на час перевалки валків чи при ремонті заціпаються на ключ, що зберігається в особі, відповідальній за ремонт. Перед завалкою валків вальцювальник перевіряє якість калібрування, опуклість і її розташування за довжиною бочки валків. При перевалці можливі неполадки через засмічення емульсійних сопів, тому під час виконання цієї операції, коли в кліті немає валків, включають подачу емульсії; при виявленні засмічених сопів їх прочищають і тільки після цього завалюють нові робочі валки у кліть. Особлива уважність, чіткість і обережність потрібна від вальцювальника при вивалі поламаного валка. При вивалі верхнього опорного валка з поламаною шийкою необхідно установити місце зламу. Для безпечного і швидкого звалювання таких валків уживають наступних заходів: двома косинцями, покладеними уздовж верхнього опорного валка, зварюють опорні подушки з двох сторін, щоб при звалюванні не упала відламана частина валка з подушкою; у просвіті опорних подушок заводять перевалочні стропи, за допомогою крана стягають їх в обхват подушок і бочки валка; перевіряють надійність обхвату та приступають до звалювання валків на малому ході перевалочного візка; по закінченні звалювання краном остаточно стягають і вирівнюють стропи, що обхоплюють обидві подушки і бочку опорного валка. При всіх ремонтних роботах деталі й зняте чи приготовлене для установки устаткування, особливо валки, підшипники, підвіски, варто укласти міцно та надійно. Після перевалки і ремонтів постійні огородження на клітях і допоміжних механізмах установлюють на свої місця, люки і прорізи в плитовому настилі ретельно закривають, інструменти і пристосування забирають, робочу площадку очищають і підмітають. Перед пуском робочих валків стану, натискного пристрою, лінійок кантователів, рольгангів подають попереджувальний сигнал.

Для підтримки чистоти і порядку в цеху всі недокати й обріз збирають у спеціальні короби чи в строго відведене місце, а потім їх вивозять з цеху. Під час перевалки валків, збирання браку і недокатів повинна бути погоджена робота між операторами і вальцювальниками. Для усунення небезпечних моментів і полегшення праці вальцювальників кліті станів обладнають лінійками, вступними і вивідними проводками. Лінійки і проводки повинні строго відповідати профілю і діаметру валків і надійно кріпитися. Направляючі лінійки запобігають можливість улучення смуги в

простір поза калібром і тим самим попереджають небезпеку серйозних поломок механізмів, у першу чергу – прокатних валків.

Серйозну увагу необхідно звертати на точність установки лінійок проводок. Останні повинні щільно прилягати своїм кінцем до поверхні валка, щоб смуга правильно входила в калібр і при її виході дотримувалася необхідний кут. Якщо проводка погано прилягає до валянь чи має несправності, при прокатці метал може потрапити під проводку та вибити її. При цьому може відбутися замотування смуги навколо валка, що створить небезпечну ситуацію. Іноді під проводку попадає полонка від кінця смуги, унаслідок чого кінець проводки піднімається, і смуга, що прокочується, виходить нагору чи убік. Щоб проводки були надійними, їх необхідно ретельно підготовляти.

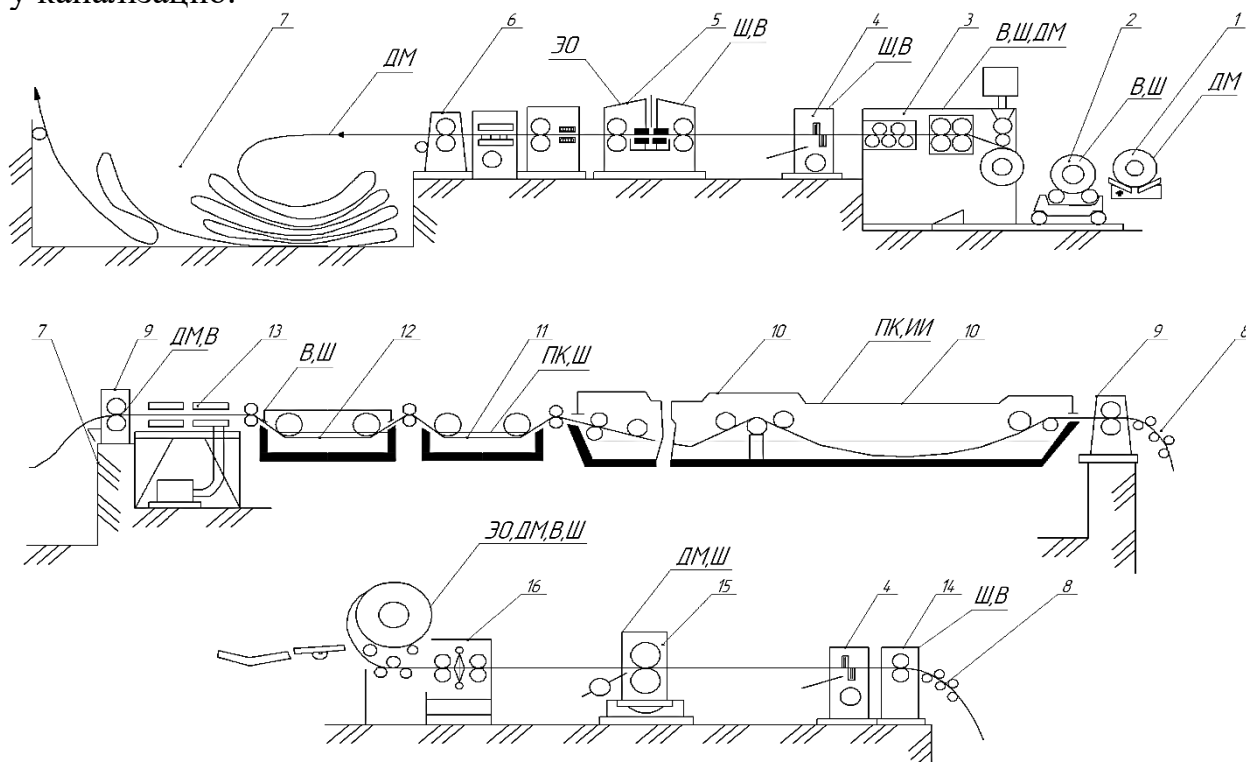
Для запобігання скупчення окалини на проводках у них роблять спеціальні отвори для провалювання окалини вниз. Під час обертання валків кріпити і змінювати проводки й іншу привалкову арматуру забороняється. Бруси, що застосовуються для закріплення проводок, в основному із сталі. Їх виготовляють досить масивними, щоб не виходили прогини і вібрації при прокатці.

Особливої обережності необхідно дотримуватися також при виконанні вальцювальником таких небезпечних операцій, як подача переднього кінця прокату на барабан моталки; витяг кінців смуги при обривах; згортання і розрізування обривів смуги на габаритні розміри, транспортування й укладання їх у касету; збирання обрізи і шламу з напрямку моталки; зачищення валків від наварів. Навари видаляють з поверхні валків при повній зупинці стану, при виключеному лінійному контакторі кліті, на якій виробляється зачищення валків. Перед зачищенням перекривають подачу емульсії і технологічного змащення, очищають від бруду і змащення робоче місце, з якого буде вироблятися зачищення. Зачищення робиться тільки з боку виходу смуги двома робітниками, один із яких зачищає, а інший знаходиться на пульті управління. При заливанні олії в шарнірні муфти шпинделів варто застосовувати такі змащення, що тримаються тривалий час. До шпинделів забезпечується безпечний доступ для обслуговування; улаштовуються спеціальні площадки для мастильника. Мастильник повинний погоджувати свою роботу з оператором. Щоб уникнути травмування під час надягання рулону смуги на розмотувач вальцювальнику забороняється:

- знаходитися на рухливому настилі чи ґратах перекриття рулоноподаючого пристрою;
- заглядати у зів робочих валків у зоні руху смуги з вихідної сторони кліті; ставати на смугу ногами;
- визначати рукою натяг смуги;
- робити вимір товщини смуги під час її руху ручним мікрометром.

5.6.3 Безпека процесу травлення металу

У травильному відділенні відбувається очищення гарячекатаної смуги від окалини (рис.5.13). Травильне відділення розміщують ізольовано від прокатних цехів, прорізи в стіні для подачі листів оснащують стулками, що щільно закриваються, або влаштовують повітряні завіси (у випадках інтенсивного руху транспортних засобів). Стіни та підлогу травильного відділення виконують з кислотостійких матеріалів. Для стоку води та травильних створів підлозі надається ухил у бік каналів для відведення рідин у каналізацію.



1 – конвеєр подачі рулонів; 2 – візок; 3 – розмивач та травильна машина; 4 – ножиці; 5 – стикозварювальна машина; 6 – ролики, що тягнуть; 7 – петльова яма; 8,9 – травильні ролики та ролики, що тягнуть; 10 – травильна яма; 11, 12 – ванна; 13 – установка для сушіння смуги; 14 – ролики, що тягнуть; 15 – дискові ножиці; 16 – пристрій, який промаслює та моталка роликів типу

Рисунок 5.13 – Апаратурно-технологічна схема прокатного виробництва

Металеві конструкції будівлі та обладнання фарбують захисними фарбами для запобігання корозії.

Характерними видами травматизму на ділянці травлення є опіки кислотою або кислотним розчином, паром та гарячою водою та механічними пошкодженнями листами металу при їх завантаженні та вивантаженні з травильних ванн.

Процес травлення металу супроводжується виділенням шкідливих газів і аерозолів кислотного розчину. Концентрація аерозолу сірчаної кислоти в повітрі робочої зони становить 1,1 -1,3 мг/м³, (ПДК= 1мг/м³).

Ділянку травлення доцільно ізолювати від інших цехів, обладнуючи прорізи в перегородках (стінах), що відокремлюють травильне відділення від цеху щільними стулками або повітряними завісами. Стіни та підлоги в травильних відділеннях виконують із кислотостійких матеріалів.

Кислоти зберігаються в спеціальних сховищах із кислотостійких матеріалів, розташованих поза цехом. Перекачування кислот та їх розчинів, а також подачу кислот із сховищ та витратних резервуарів у травильні ванни проводять насосами по трубопроводами.

Витратні ємності для кислот та рідких лугів забезпечені рівнемірами, переливними трубами та витяжними трубками, виведеними вище даху цеху. Для попередження розбризкування, при приготуванні розчинів, кислоту слід подавати в травильні ванни після їх наповнення водою.

При зануренні металу в травильні ванни з гарячим розчином робітники повинні бути за межами зони можливих викидів розчину.

Робітники травильних ділянок повинні працювати в кислотостійкому одязі та користуватися захисними засобами (окулярами закритого типу, гумовим взуттям та рукавичками тощо).

Для запобігання зустрічних вантажопотоків та вантажопотоків, що перехрещуються, ванни лужного розплаву, що має високу температуру, розташовують в торці травильного відділення, так як перенесення металу над цими ваннами може викликати викиди гарячого розплаву внаслідок попадання крапель води або травильних розчинів. Для зручності та безпеки обслуговування ванн відстань між ними має бути не менше 1,5 м. Дерев'яні настили навколо ванн роблять суцільними, без відкритих отворів. Висота бортів ванн над підлогою або робочим настилем повинна бути не нижче 800 мм, а ширина бортів не більше 400-450 мм, так як широкі борти ускладнюють обслуговування ванн при зануренні та витяганні листів.

Подачу рулонів до травильних ванн та прибирання після травлення проводять за допомогою кранів, рольгангів, розмотувачів. Розкручування рулонів магнітом крана забороняється.

Занурення металу в лужні ванни гарячого розплаву машиніст електрокрана проводить, після того, як робітники віддаляться із зони розплаву (не менше ніж на 12-15 м).

Питання до самоконтролю:

1. Назвіть основні принципи безпеки агломераційного виробництва та обладнання.
2. Перелічіть основні небезпеки ведення доменного процесу.
3. Наведіть основні небезпечні фактори сталеплавильного виробництва.
4. Які небезпечні фактори діють на робітників травильного відділення прокатного виробництва?
5. Перелічіть особливості забезпечення безпеки виробничого процесу у машинобудівництві.
6. Назвіть основні фактори, які впливають на безпеку автотранспорту.

РОЗДІЛ 6. БЕЗПЕКА ПРОЦЕСУ ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Сучасна централізована система теплопостачання в своєму складі має наступні елементи: джерела тепла, теплові мережі і місцеві системи споживання. До місцевих систем споживання відносять системи опалення, вентиляції та системи гарячого водопостачання. В якості джерел тепла для централізованого теплопостачання використовують: теплоелектроцентралі (ТЕЦ) і районні котельні (РК). В теплоелектроцентралі відбувається комбіноване вироблення тепла і електроенергії. Технологічні ланки ТЕЦ наступні (рис. 6.1):

- тепло водяної пари використовують для отримання електроенергії при розширенні пари в турбінах;
- тепло відпрацьованої пари, використовують для нагріву води в теплообмінниках.
- які складають устаткування теплофікації ТЕЦ. Гаряча вода застосовується для теплопостачання.

В роботі зазначено, що ТЕЦ доцільно споруджувати лише при теплових навантаженнях більше 400 Гкал/г, а РК - 150÷200 Гкал/г.

У парові котли подається хімічна знесолена вода, одержувана в цеху хімічної водоочистки і природний газ. Газ є основним видом палива, а в аварійних ситуаціях використовується дизельне паливо, яке знаходиться в сховищі ТЕЦ, що складається з чотирьох баків загальною ємністю 90 тис.м³. У котлах, в результаті хімічної реакції горіння палива, вода, що протікає в екранних трубах котла, перетворюється на пару. Пар по трубопроводу надходить в турбіну, де потенційна енергія пари перетворюється в механічну роботу обертового ротора. В генераторі механічна робота ротора перетворюється в електричну енергію [18]. Електроенергія через трансформатори передається в лінії електропередачі. Частина відпрацьованої пари в турбіні надходить в мережевий підігрівачі і гріє воду на опалення і гаряче водопостачання.

Залежно від характеру теплових навантажень котельні поділяють розділяють наступним чином: промислові, опалювальні, промислово-опалювальні.

Робота опалювальної котельної. Принципова тепла схема опалювальної котельної наведено на рис. 6.2. Вода зі зворотної лінії теплових мереж з невеликим тиском поступає на всмоктування мережного насоса 2. Туди ж підводиться вода від підживлювального насоса 6, що компенсує

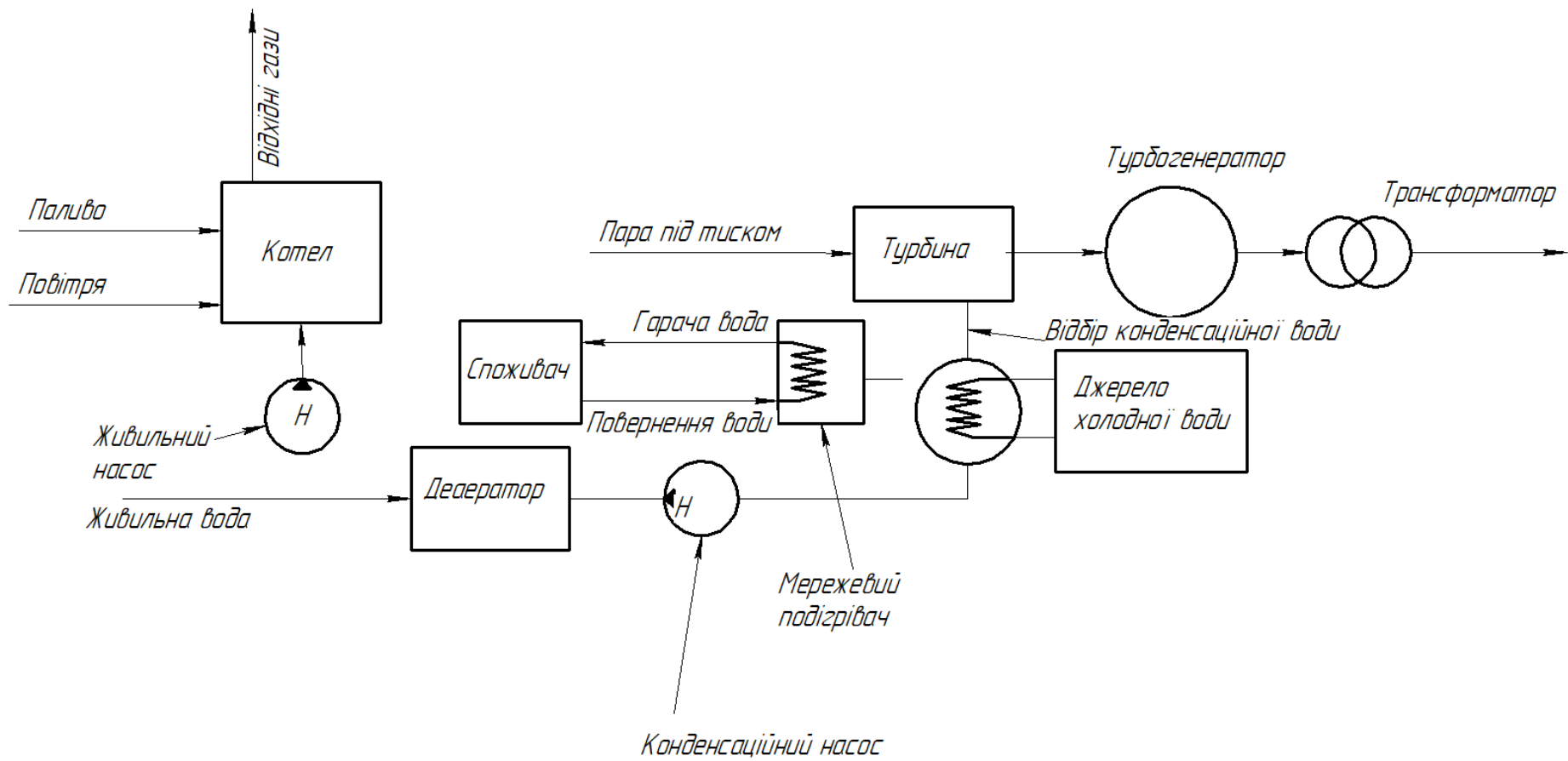


Рисунок 6.1 – Технологічна схема роботи ТЕЦ на природному газі

втрати води в теплових мережах. На всмоктування насосу 2 подається і гаряча вода, тепло якої частково було використано в теплообмінниках 9 і 4 для підігріву, відповідно, хімічно очищеної і сирої води. Для забезпечення заданої з умов попередження корозії температури води перед котлом в трубопровод за мережним насосом подають за допомогою рециркуляційного насоса 12 необхідну кількість гарячої води, що вийшла з водогрійного котла 1.

При всіх режимах роботи теплової мережі, окрім максимального – зимового, частину води із зворотної лінії після мережного насоса 2, минаючи котел, подають по перепускній лінії в подавальну магістраль, де вона, змішавшись з гарячою водою з котла, забезпечує задану розрахункову температуру в подавальній магістралі теплових мереж. Вода, призначена для заповнення витоків в теплових мережах, заздалегідь подається насосом сирої води 3 в підігрівач сирої води 4, де вона підігрівається до температури $18 \div 20$ °C і потім прямує на хімводоочистку. Хімічно очищена вода підігрівається в теплообмінниках 8, 9 і 11 і деаерується в деаераторі 10 (рис. 6.3).

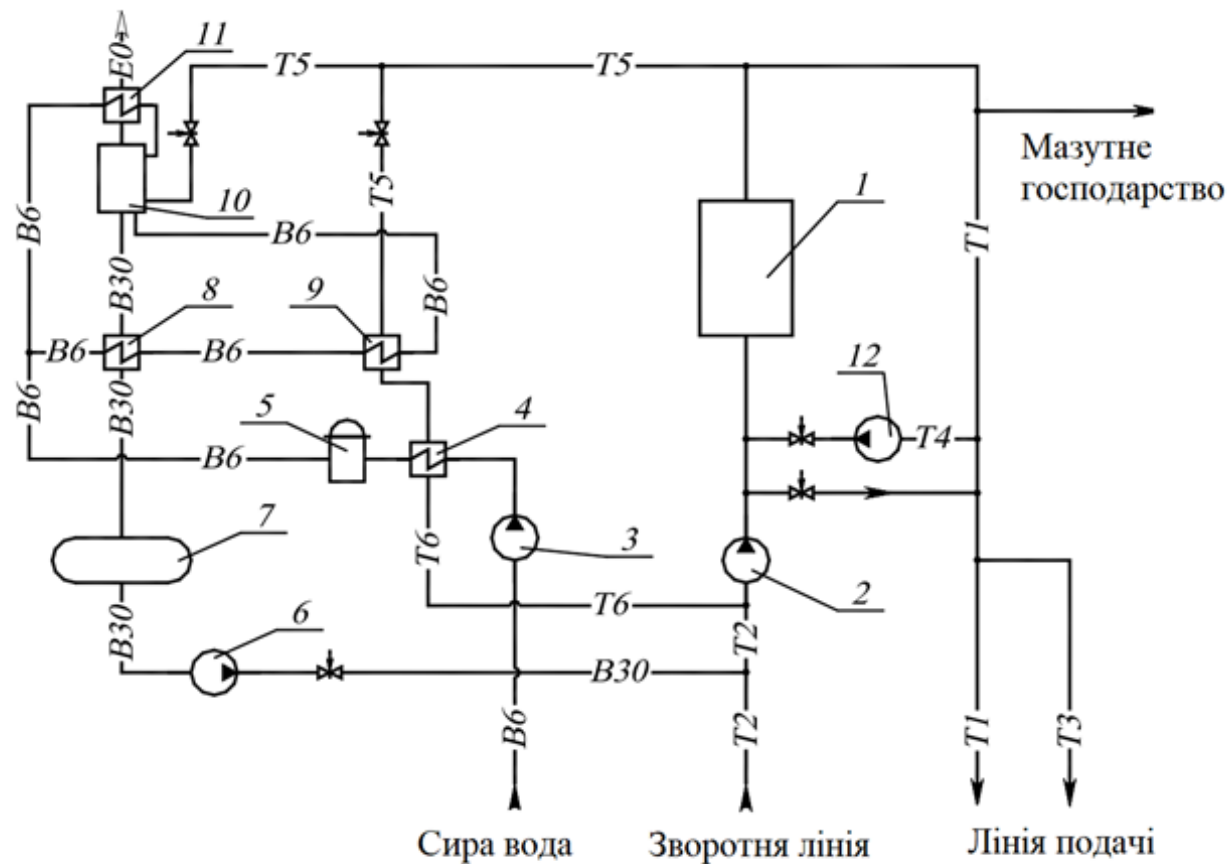
Воду для підживлення теплових мереж з бака деаерованої води 7 забирає підживлювальний насос 6 і подає в зворотну лінію.

Необхідність застосування аераторів у котельній обумовлено необхідністю досягнення довговічності та якості роботи гідравлічної системи. Через загазованості води виникають різні несправності в системі. Деякі з них можуть привести до витоків води або газу або зовсім вивести систему з ладу. Наявність газових бульбашок у воді призводить до неякісної роботи насосів, форсунок і погіршує функції гідравлічної системи. Встановити деаератор в котельні вийде дешевше, ніж часто ремонтувати систему.

Деаератор застосовують в усіх котельнях, так як налагоджує стабільну і правильну роботу системи. В котельній, яка розглядається у кваліфікаційній роботі застосовують хімічну деаерацію. При цьому в воду додають реагенти, внаслідок чого з води віддаляються зайві гази. Деаератори мають загальний двоступінчастий пристрій. Таким чином, в бак потрапляє вода, де вона протікає через мембрани, а потім очищається від домішок. Хімічна вода, яка знаходиться в баку, не дає утворюватися різним природним домішкам в теплоносії.

В енергетичній галузі є кілька видів установок, які класифікують за наступними параметрами:

- за видами палива, яке використовується;
- за видами енергоносіїв;
- за типами будови;
- за видами автоматизації.



1 – водогрійний котел; 2 – мережний насос; 3 – насос сирі води; 4 – підігрівач сирі води; 5 – хімовдоочистка; 6 – підживлювальний насос; 7 – бак деаерованої води; 8 – охолоджувач деаерованої води; 9 – підігрівач хімічноочищеної води; 10 – деаератор; 11 – охолоджувач випару; 12 – рециркуляційний насос

Рисунок 6.2 – Схема роботи котельні з водогрійними котлами



Рисунок 6.3 – Загальний вигляд деаератору

Газові котельні мають наступні переваги: використання маловагої обладнання для паливної подачі і шлаковидалення, достатньо доступне паливо (газ), можливість автоматизувати робочі процеси.

Твердопаливні котельні мають такі переваги: низька ціна котельного обладнання та доступність палива (вугілля, торф, брикети і т.д.). Але в таких установках відсутня автоматизація подачі палива і своєчасне видалення продуктів переробки, золи та шлаків.

Рідкопаливні котельні працюють за рахунок відпрацьованих мастил, мазуту, нафти і дизельного палива.

Котельні установки за видами енергоносіїв поділяють на наступні види:

- парові котельні мають у якості енергоносія гарячу пару та застосовуються в промисловій діяльності для забезпечення процесів виробництва;

- водогрійні котельні використовують для постачання гарячої води житлових, комунальних і промислових будівель. Вода в них нагрівається до + 115 °С;

- комбіновані котельні. Тут задіяно поєднання парового і водогрійного котельного обладнання для покриття потреб підприємства.

Для централізованого теплопостачання водогрійні котли виконуються як водотрубними, так і газотрубними.

Питання до самоконтролю:

1. Назвіть основні ланки теплоелектроцентралі.
2. Наведіть основний принцип роботи опалювальної котельної.
3. Яке призначення аераторів?
4. Назвіть небезпечні фактори, які можуть виникати при виробленні теплової енергії.
5. Наведіть засоби безпеки, які необхідно використовувати для безпечного ведення процесу вироблення теплової енергії.

РОЗДІЛ 7. БЕЗПЕКА ПРОЦЕСУ ТА ОБЛАДНАННЯ В МАШИНОБУДІВНІЙ ГАЛУЗІ ПРОМИСЛОВОСТІ

7.1 Безпека праці в ливарному виробництві

При здійсненні технологічного процесу в ливарних цехах на всіх стадіях обробки матеріалів можлива поява небезпечних і шкідливих виробничих факторів [19]:

- пил конденсації;
- виділення пари і газів;
- надмірне виділення теплоти;
- надмірні теплові випромінювання;
- підвищений рівень шуму і вібрації;
- наявність електромагнітних випромінювань;
- підвищене значення напруги в електричних мережах;
- наявність машин і механізмів, що рухаються, та рухомі частини виробничого устаткування.

Пил ливарних цехів за дисперсним складом належить до дрібних і найдрібніших фракцій, який тривалий час знаходиться у повітрі робочої зони. Особливо небезпечний цей пил з точки зору сприяння виникнення професійного захворювання – силікозу тому, що містить до 99% двоокису кремнію. Такий пил утворюється при вибиванні відливок, у процесі приготування формувальних сумішей та виготовленні форм.

При плаванні легуваних сталей і кольорових металів у повітря робочої зони можуть виділятися токсичні аерозолі конденсації, серед яких найбільш токсичними є аерозолі оксидів марганцю, цинку, ванадію, нікелю і багатьох інших металів та їх з'єднань.

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

Окисел вуглецю є основним шкідливим виробничим чинником у чавуноливарних і сталеливарних цехах. Джерела виділення - вагранки й інші плавильні агрегати, залиті форми в процесі їх охолодження, сушильні печі, агрегати поверхневої підсушки форм та інші. Наприклад, концентрація окислу вуглецю в колошникових газах вагранок досягає 15%. Кількість окислу вуглецю, що виділяється при заливці чавуну і сталі, залежить від часу перебування відливки в цеху і маси відливок. (При заливці чавуну у форми для отримання відливок масою 10-2000 кг виділяється 40-500 г CO на 1 т залитого металу).

Вуглекислий газ. Його використовують для прискореної хімічної сушки (твердіння) піщано-глиняних форм. Він не токсичний, проте при високій концентрації його в повітрі робочої зони зменшується вміст кисню, що може викликати обтяжливе відчуття і навіть явище задухи (асфіксію).

Надмірне виділення теплоти спостерігається у відділеннях плавки металу, заливки, сушки форм і стрижнів, вибивки відливок, термічної обробки, а також при виконанні ряду допоміжних операцій. На робочому майданчику мартенівських печей, на колошниковому майданчику вагранок і у місцях випуску розплавленої сталі і чавуну, температура повітря може перевищувати $+30^{\circ}\text{C}$ при температурі зовнішнього повітря $+20^{\circ}\text{C}$.

Втрати теплоти основним технологічним устаткуванням - плавильними агрегатами становлять 14-62% загальної потреби теплоти, яка йде на розплавлення металу, а виділення теплоти при розливанні металу - близько 3000 МДж/т.

Інтенсивність теплового випромінювання на деяких робочих місцях досягає високих значень ($0,5-2,1\text{кВт}/\text{м}^2$). Відомо, що інтенсивність менше $0,7\text{кВт}/\text{м}^2$ не викликає неприємного відчуття, якщо діє протягом декількох хвилин, а понад $3,5\text{кВт}/\text{м}^2$ вже через 2с викликає опік.

Крім того, дія теплового потоку на організм залежить від спектральної характеристики випромінювання. Найбільшу проникаючу здатність в організмі має інфрачервоне проміння з довжиною хвилі до 1,5 мкм (не поглинаються шкірним покривом), а найбільш негативно діють на шкіру хвилі з довжиною понад 1,5 до 3 мкм.

Вібрація - у ливарних цехах джерелами загальної вібрації є струси підлоги та інших конструктивних елементів будівлі внаслідок ударної дії вибивних решіток, пневматичних, формувальних, відцентрових та інших машин, а джерелами локальної вібрації - пневматичні обрубні молотки, трамбівки та ін. Параметри загальної і локальної вібрації регламентуються ГОСТ 12.1.012-90.

Шум - найбільші рівні шуму характерні для ділянок формування, вибивання відливок, зачистки обрубкування і деяких інших. Вони можуть досягати значень до 118 Дб на частоті 500Гц(при роботі завантажених інерційних решіток).

Ультразвук у ливарних цехах застосовують для обробки рідких розплавів, очищення відливок, в установках і системах очищення газів та ін. Для цього використовують генератори з діапазоном частот 18-22кГц.

Електромагнітні поля у ливарних цехах генеруються електротермічними установками для плавлення і нагрівання металу, сушіння форм і стрижнів та ін.

Джерела іонізуючих випромінювань у ливарному виробництві застосовують для плавлення, виявлення дефектів у відливках, контролю і автоматизації технологічних процесів та ін.

Основними джерелами небезпеки **ураження електричним струмом** у ливарних цехах є: електропечі, машини і механізми з електроприводом (конвеєри, підйомно-транспортні пристрої, помольне та інше устаткування для приготування формувальних і стрижневих сумішей і т.ін.).

Ливарні цехи оснащені транспортними і вантажопідйомними механізмами, машинами для приготування формувальних і стрижневих сумішей, пристроями для вибивання відливок. Виконання будь-якої операції

на зазначеному устаткуванні пов'язано з небезпекою травмування обслуговуючого персоналу через наявність небезпечних зон.

Окрім загальноприйнятих засобів колективного захисту, в ливарних цехах застосовуються ЗІЗ:

- для ремонтних і аварійних робіт - ізолюючі костюми;
- для виконання технологічних операцій в робочому режимі - інші ЗІЗ, передбачені ГОСТ 12.4.011-75, у тому числі:
 - засоби захисту органів дихання - респіратор ШБ-1;
 - спеціальний одяг для захисту від підвищеної температури;
 - спеціальне взуття для захисту від підвищених температур, віброзахисне взуття;
 - засоби захисту рук - спеціальні рукавиці;
 - засоби захисту голови - наголовний щиток, захищає від ультра- й інфрачервоного випромінювання, бризок розплавленого металу й іскор;
 - засоби захисту органів слуху - навушники;
 - захисні дерматологічні засоби - очищувачі шкіри.

До роботи в ливарних цехах допускаються особи, не молодше 18 років. До робіт, пов'язаних з обслуговуванням плавильних агрегатів, установок електротермічного нагрівання (при використанні генераторів УВЧ і СВЧ), а також при розливанні металу, вибиванні і обрубуванню відливок не допускаються жінки.

Під час прийому на роботу в ливарні цехи робітники повинні проходити попередній медичний огляд, а потім періодичні огляди згідно з порядком, встановленим Міністерством охорони здоров'я.

Не рідше одного разу на квартал адміністрація зобов'язана проводити повторний інструктаж робітників з техніки безпеки.

До робіт з обслуговування парових котлів, ємностей, що працюють під тиском, і підйомно-транспортного устаткування допускаються особи, які мають необхідну теоретичну і практичну підготовку і відповідне посвідчення на право обслуговування зазначених об'єктів.

7.2 Безпека праці при ковальсько-пресових роботах, термічній обробці, при зварюванні і паянні

Санітарно-гігієнічні умови праці в ковальсько-пресових цехах характеризуються наявністю в повітрі виробничого приміщення шкідливих токсичних речовин: масляного аерозолю, що утворюється при змазуванні штампа, і продуктів згоряння змащувальних матеріалів (мінеральних масел, масел тваринного походження, сухого мила і консистентних змащувальних матеріалів, воску, емульсій, водних розчинів мила, синтетичних масел, графітних змащувальних матеріалів); сірчаного газу, окису вуглецю, сірководню та ін. Концентрації пилоподібних частинок, окалини та графіту, які здуваються стислим повітрям з поверхні матриць, штампів і поковок, в

повітрі робочої зони можуть становити 3,9-4,1 мг/м³, за пресами можуть досягати 22-138 мг/м³ (за відсутності місцевих відсмоктувань) [19].

Виділення токсичних – газів від нагрівальних печей в молотових і пресових прольотах досягають 3-7 г СО при спалюванні 1 кг природного газу і 2,2-5,2 г SO₂ при спалюванні 1 кг мазуту. При спалюванні 1 м³ природного газу утворюється NO – 0,21 г, NO₂ – 0,21 г; при спалюванні 1 кг мазуту СО – 58 г, NO – 0,33 г, NO₂ – 0,33 г, SO₂ – 0,714 г. У цех потрапляє до 10% загальної кількості шкідливих речовин, які виділяються при згоранні палива.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються значними виділеннями теплоти, яка передається випромінюванням і конвекцією. Інтенсивність теплового випромінювання біля нагрівальних печей, пресів і молотів становить 1,4-2,1 кВт/м², у місцях складування заготовок, пультів управління і кабін кранівників 1-1,95 кВт/м², у місцях складування виробів після кування 0,5-1 кВт/м²; на робочих місцях при нагріванні металу на високочастотних установках 0,24-0,3 кВт/м², виділення теплоти від електропечей – до 2,2 мДж/год на 1 кВт потужності печі.

Ковальсько-пресові цехи характеризуються підвищеним шумом і вібрацією. Амплітуда коливань шабота молота досягає 7-8 мм, фундаменту молота 0,56-0,08 мм, жорсткого фундаменту молота – до 1,2 мм

Рівень звукової потужності кувального молота в ковальському цеху може досягати, дБ

Частота Гц	63	123	250	500	1000	2000	4000	8000
рівень, дБ	123	124	121	121	121	115	115	106

Небезпека ураження електричним струмом виникає при використанні печей опору для нагріву заготовок.

Існує небезпека виникнення пожеж через накопичення масла в приямках під пресами і молотами. Температура самозаймання нафтових мастил становить 250-400 °С, мазуту – 380-420 °С.

Пожежа може виникнути при обробці легкозаймистих металів (наприклад, наявність магнію відносить приміщення до категорії А з пожежної небезпеки).

Щоб уникнути самозаймання використаного обтирального матеріалу (кінців, дрантя, ганчірок та ін.) його треба зберігати оддалік нагрітих предметів, опалювальних пристроїв, електроустаткування в металевих ящиках, які щільно закриваються. Використаний обтиральний матеріал повинен забиратися з ящика не рідше одного разу за зміну.

При запуску газових нагрівальних печей внаслідок неправильного запалювання, при раптовому зупиненні дуття, при проникненні газу у виробниче приміщення, а також при проникненні повітря всередину газових комунікацій може статися вибух. Щоб уникнути вибуху газопроводи виготовляють з цільнотягнутих труб, які з'єднуються зварюванням, при цьому не дозволяється використовувати різьбові і фланцеві з'єднання. Цехову

газопровідну мережу обладнують перекриваючими і вимикаючими пристроями, регуляторами тиску і продувними свічками.

На дільницях приготування технологічних змащувальних матеріалів, які містять горючі речовини (гас, масла, спирти та ін.) для запобігання вибуху встановлюють вибухобезпечне електроустаткування. Такі дільниці обладнують приточно-витяжною вентиляцією для запобігання утворення в повітрі вибухонебезпечних концентрацій зазначених речовин.

При пакетуванні лому та відходів чорних і кольорових металів на пакетувальних пресах необхідний контроль і видалення вибухонебезпечних предметів, який здійснюється під керівництвом спеціально навченого контролера-піротехніка.

Створюють небезпечні умови і можуть призвести до травм:

- несправність молота або преса;
- недостатній або надмірний нагрів заготівок;
- порушення технологічного процесу;
- неправильне кріплення штампа;
- використання невідповідного або несправного інструмента і пристосувань;
- погана організація робочого місця;
- недостатні знання і досвід;
- відсутність дисципліни з виконання вимог техніки безпеки.

Звичайно, причинами травмування працюючих на молотах і пресах можуть бути:

- поломка штока поршня і штампа внаслідок їх недостатнього прогрівання або виникнення тріщин;
- підйом молота на висоту;
- роз'єднання штока з падаючими частинами молота і подальшого удару поршня об верхню кришку циліндра;
- зрив поршня зі штока;
- поломка кришки циліндра молота внаслідок удару поршня;
- вибух трубопровода від утворення конденсату в циліндрі;
- застосування неправильних прийомів роботи при вилученні заготовки, яка залипилася в штампі;
- виліт клинів, сухарів, підкладок та ін., які закріплюють штамп;
- неправильні прийоми роботи на підйомно-транспортних механізмах;
- відсутність безпечних проходів, проїздів і т.д.

У заготовчих відділеннях характерними травмами є [19]:

- ушкодження робітників при видаленні обв'язувального дроту;
- удари заготовками при їх переміщенні по роликовому конвеєру і кінцями прутків при різанні;
- порізи рук об гострі кромки і задирки заготівок.

Основними шкідливими та небезпечними виробничими чинниками при термічній обробці можуть бути:

1. Підвищена загазованість або запыленість повітря робочої зони токсичними газами, які можуть належати до складу контрольованих

атмосфер і початкових газів. Це окисел вуглецю CO, аміаку NH₃, діоксид сірки SO₂, сірководень H₂S, бензол C₆H₆ та ін. Поява різкого запаху деяких газів, наприклад, аміаку, сірчистих газів, пропану, є попередженням про неполадки.

У процесах термічної обробки можуть застосовуватися ціаністі солі (KCN, NaCN та ін.), які є найсильнішими отрутами. У наявності вологи, кислот, а також вуглекислоти, що містяться в повітрі, ціаністі солі виділяють ціаністий водень (синильна кислота HCN), що викликає швидку задуху внаслідок паралічу тканин дихальних органів.

При роботі з розплавами солей може відбуватися їх випаровування та розбризкування в результаті хімічних реакцій, що протікають як на оброблюваному матеріалі, так і на поверхні розділу робочих середовищ і атмосфери (реакції з киснем, вологою). При цьому пари лугів, дрібні краплі водяної пари в поєднанні з карбонатами, нітратами, гідроокисами та ін. солями можуть бути причиною респіраторних подразнень, неприємних дій на слизову оболонку та очі;

2. Підвищена температура матеріалів або поверхні устаткування, підвищений рівень теплового випромінювання. Опіки можна отримати при викидах розплавів унаслідок порушення технологічного процесу, при спалахуванні гартівних масел, при спалахах горючих газів, які використовуються як контрольовані атмосфери. При дотику до нагрітих виробів або частин печей, при дотику до зовнішніх частин устаткування (дверці, ручки і т.д.), температура яких підвищилася унаслідок виходу з ладу теплоізоляції. Можливий опік очей при експлуатації плазмових, електронно-променевих, оптичних та ін. печей, які працюють при дуже високих температурах. Перегрів і опіки працюючих можливі також через інтенсивне теплове випромінювання.

3. Підвищене значення напруги в електричних мережах Електротермічне устаткування має струмоведучі частини безпосередньо в робочому просторі, часто без електричної ізоляції. Це небезпечно при можливості контакту з ними в момент завантаження або переміщення виробів.

4. Підвищена напруженість електромагнітних полів.

5. Підвищений рівень шуму при роботі деяких видів печей.

6. Машини і механізми, що рухаються.

7. Можливість вибуху або запалювання при застосуванні в процесі термічної обробки масил.

При зварюванні в зону дихання працюючих можуть потрапляти зварювальні аерозолі, які містять у своєму складі оксиди різних металів: марганцю, хрому, нікелю, міді, титану, алюмінію, заліза, вольфраму та ін.

Кількість і склад зварювальних аерозолів, їх токсичність залежить від хімічного складу зварювальних матеріалів і зварюваних металів та виду технологічного процесу.

Випромінювання електричної дуги при зварюванні, якщо не захищати очі, може призвести до їх ураження – електрофтальмії або катаракти.

Робота на висоті без відповідних запобіжних засобів і огорож може призвести до падіння працюючих.

При паянні утворюється аерозоль флюсів і припою, які містять свинець, кадмій, цинк, олово, вуглеводні, окисел вуглецю та ін.

7.3 Організація безпечної роботи при механічній обробці матеріалів, безпека в гальванічних цехах

При механічній обробці металів, пластмас та інших матеріалів на металорізальних верстатах (токарних, фрезерних, свердлувальних, шліфувальних, заточувальних та ін.) виникає ряд фізичних, хімічних, психофізіологічних і біологічних небезпечних і шкідливих виробничих чинників [19]:

- частини виробничого устаткування, вироби і заготовки, що рухаються;
- стружка оброблюваних матеріалів;
- уламки інструментів у разі їх руйнування;
- висока температура поверхні деталей та інструментів;
- підвищена напруга в електромережах або статичної електрики, через яку може відбутися замикання через тіло людини.

При обробці крихких матеріалів (чавуну, латуні, бронзи, графіту, карболіту, текстоліту та ін.) при високих швидкостях різання стружка від верстата розлітається на відстань 3-5 м. Металева стружка, яка утворюється особливо при різанні пластичних металів (легованих сталей), має високу температуру (400-600 °С), велику довжину, створює серйозну небезпеку не тільки для працюючого на верстаті, але і для осіб, що перебувають поблизу верстата. Найпоширенішими у верстатників є травми очей. Так при токарній обробці від загального числа виробничих травм пошкодження очей перевищує 50%, при фрезеруванні - 10% і близько 8% при заточуванні інструменту і шліфуванні. Очі ушкоджуються стружкою, що відлітає, частинками пилю матеріалу, що оброблюється, уламками ріжучого інструмента і частинками абразиву.

Шкідливими фізичними виробничими чинниками, характерними для процесу різання, є підвищена запыленість і загазованість повітря робочої зони; високий рівень шуму і вібрації; недостатня освітленість робочої зони; підвищена пульсація світлового потоку. За відсутності засобів захисту запылення повітряного середовища в зоні дихання верстатників при точінні, фрезеруванні і свердлінні крихких матеріалів може перевищувати гранично допустимі концентрації. При обробці латуні і бронзи кількість пилю в повітрі приміщення відносно невелика (14,5-20 мг/м³). Проте деякі сплави (латунь ЛЦ40С) містять свинець, тому токсичність пилю, що утворюється при їх обробці, слід оцінювати з урахуванням кількості в сплаві свинцю та його гранично допустимої концентрації. Розмір пилових частинок у зоні дихання коливається в широкому діапазоні - від 2 до 60 мкм. При обробці латуні, бронзи, карболіту, графіту на високих швидкостях різання ($v = 300-400$ м/хв.)

кількість пилових частинок розміром до 10 мкм складає 50-60% загального їх числа.

У процесі механічної обробки полімерних матеріалів відбуваються механічні і фізико-хімічні зміни їх структури (термічна деструкція). При роботі тупим різальним інструментом відбувається інтенсивне нагрівання, внаслідок чого пил і стружка перетворюються на пароподібний і газоподібний стани, а іноді виникає займання матеріалу, наприклад, при обробці текстоліту. Таким чином, при обробці пластмас в повітря робочої зони поступає складна суміш пари, газів і аерозолів, що є хімічно шкідливими виробничими чинниками.

Продукти термічної деструкції (граничні і неграничні вуглеводні, ароматичні вуглеводні) можуть викликати наркотичну дію, зміни з боку ЦНС, судинної системи, кровотворних органів, внутрішніх органів, а також шкірно-трофічні порушення. Аерозолі нафтових масел, які належать до складу мастильно-охолоджуючих рідин (МОР), можуть викликати подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, призводить до зниження імунітету.

До шкідливих психофізіологічних виробничих чинників процесу обробки матеріалу різанням можна віднести фізичні перевантаження при установці, закріпленні і зніманні великогабаритних деталей, перенапруження зору, монотонність праці.

До біологічних чинників відносять хвороботворні мікроорганізми і бактерії, які активізуються при роботі з МОР.

У **гальванічних цехах** при підготовці поверхні деталей перед нанесенням покриттів широко застосовують механічні методи очищення поверхні: шліфування, обробка струменями води з домішками піску та дробу, струменеві очищення з використанням металевого пилю, карборунду і рубаного дроту. Ці методи характеризуються наявністю підвищеної запыленої металевим пилом, підвищеним рівнем шуму і вібрації, і в більшості випадків підвищеною температурою поверхонь виробів і обладнання.

Процеси приготування електродів, нанесення і обробки поверхонь вимагають застосування різноманітних хімічних речовин.

Це солі нікелю, міді, цинку, кадмію та ін. металів, солі хрому, хромовий ангідрид, нітрат натрію, ціаністий натрій і калій.

7.4 Особливості безпеки автоматизованих ліній і робото-технічних комплексів

При експлуатації РТК (робото-технічних комплексів) можлива дія на обслуговуючий персонал різних потенційних небезпек і шкідливостей. Джерелами їх можуть бути як безпосередньо ПР (промислові роботи), так елементи основного і допоміжного устаткування.

ПР відрізняються тим, що при їх роботі потенційно небезпечною може бути зона, куди переміщується робочий орган. Розмір і конфігурація небезпечної зони істотно залежать від планування РТК.

З точки зору забезпечення безпеки обслуговуючого персоналу розрізняють три типи планувань:

1. Комплекси, в яких виключена можливість появи оператора в межах робочої зони ПР при його автоматичній роботі. Як правило, це комплекси з круговою огорожею, при розкритті дверей якої посилається командний сигнал на зупинку ПР.

2. Комплекси з поєднанням робочої зони оператора і небезпечної зони ПР. У цьому випадку застосовуються спеціальні заходи захисту обслуговуючого персоналу. У ПР, які працюють за жорсткою програмою, поява людини в небезпечній зоні повинна викликати автоматичне блокування роботи. При використанні ПР з гнучким (адаптивним) управлінням (кінематичні параметри руху задаються в узагальненому вигляді і уточнюються лише в процесі роботи в результаті обробки інформації, що надходить) зупинка робота повинна проводитися тільки на тій ділянці, де знаходиться оператор.

3. Комплекси з розділенням робочої зони (робітник уздовж фронтів верстатів, а ПР з тилу). Поява людини в робочій зоні ПР повинна викликати автоматичне відключення робота.

Небезпека роботи на ПР обумовлена тим, що ПР - автоматичні машини. Іноді вони можуть виходити з ладу і створювати небезпечні ситуації. Крім того:

- при програмуванні і навчанні оператору часто необхідно знаходитися в робочій зоні ПР;
- неминучість виконання ручних операцій: зміна інструмента, прибирання відходів і т.п. (профілактика, ремонт);
- велика різноманітність моделей ПР;
- низька підготовленість операторів.

Небезпечна дія ПР на працюючого можлива на таких стадіях роботи:

1.Переміщення і монтаж ПР. Високе розміщення центра ваги робота може призвести до перекидання його – необхідне надійне кріплення.

2.Складання і підготовка до роботи іноді вимагає виконання монтажних роботи на значній висоті.

3.Програмування (навчання) – вимагає присутності людини в небезпечній зоні.

4.Випробування (дослідження) програми – коректування помилок програм здійснюється в спеціальному режимі із зменшеною швидкістю, як правило, без навантаження (наприклад, при електрозварюванні за відсутності струму). Часто потрібне перебування оператора в небезпечній зоні.

5. Пусконаладжувальні роботи – кількісна перевірка і налагодження параметрів технологічного процесу в робочому режимі. Оператор періодично з'являється в робочій зоні.

б. Автоматична реалізація програми.

Оператор може здійснювати завантаження і розвантаження деталей в тару і накопичувачі, замінювати інструмент, проводити профілактику, контролювати якість продукції. Зупинення робота при реалізації програми може ввести оператора в оману. Вона може виявитися лише тимчасовим перериванням, очікуванням в процесі роботи, а не виконанням команди "Стоп!".

Для безпечної експлуатації ПР велике значення має їх надійність ПР.

Найхарактернішими випадками відмови ПР, які впливають на безпеку експлуатації, можуть бути:

- під час навчання здійснив незапрограмовані дії;
- при відключенні гідростанції може бути раптовий стрибок маніпулятора, після закінчення робочого циклу;
- раптові переміщення маніпуляторів при подачі енергії;
- помилки в програмі;
- помилки у реалізації програми через кліматичні чинники (теплота, вогкість);
- збої через перевантаження;
- поломки елементів конструкцій.

При роботі з РТК можлива дія на обслуговуючий персонал таких потенційних небезпек і шкідливостей:

1. Небезпека отримання механічних травм - можливе травмування деталлю, що випала з захватів через поломку, перевищення вантажопідйомності і допустимих параметрів деталей, недостатнього зусилля закріплення;

- можливе травмування рухомими частинами ПР при знаходженні оператора в небезпечній зоні.

Ця небезпека збільшується при низькій надійності управління і відсутності контролю за операціями, які виконує робот.

2. Небезпека ураження електричним струмом, особливо для машин, які мають електропривод та для зварювальних і складальних роботів.

3. Небезпека травмування робочим тілом або шлангом, що від'єднався при розгерметизації гідравлічних або пневматичних систем.

4. Небезпека виникнення пожеж або вибухів при роботі в агресивному, вибухонебезпечному середовищі або поблизу легкозаймистих речовин. Загоряння може відбутися в результаті тертя або виникнення іскри при короткому замиканні або при накопиченні зарядів статичної електрики.

5. Небезпека отримання термічних опіків при роботах, пов'язаних з литвом, куванням, термообробкою і т.п.

6. Небезпека дії підвищеного рівня шуму і вібрації при механічних рухах ПР.

На підставі проведеного аналізу можуть бути розроблені заходи щодо забезпечення безпеки РТК що складаються з:

- загальних питань безпеки РТК;
- вимог до ПР;

- організації РТК, умови експлуатації ПР і РТК.

Загальні питання безпеки повинні враховувати наявність великої зони пересування робочих органів:

- одночасного руху по декількох координатах;
- високі швидкості переміщення виконавчих пристроїв;
- органічний взаємозв'язок з роботою технологічного устаткування.

Основними вимогами до конструкції ПР з точки зору охорони праці є:

- захватний пристрій повинен утримувати об'єкт маніпулювання при раптовому відключенні живлення, якщо випадання об'єкта може привести до небезпечних або шкідливих наслідків;

- зниження швидкості переміщення ПР до 0,3м/с під час навчання або наладки.

Рекомендується передбачити в ЧПУ ПР можливість передачі на пульт навчання інформації про режими роботи, спрацьовування блокувальних пристроїв ПР і устаткування комплексу, про поточний номер кадру програми і про виконання рухових і технологічних команд.

Електроустаткування повинне бути оснащене пусковою апаратурою, яка незалежно від положення органів управління виключає мимовільне включення устаткування при відновленні раптово зниклої напруги.

При спрацьовуванні пристроїв блокування управління повинне переводитися автоматично на ручний режим роботи.

Крім того, повинен бути забезпечений режим аварійної зупинки, який призводить до припинення рухів робота незалежно від режиму його роботи і виконуваних дій. Органи аварійної зупинки повинні бути розташовані в легкодоступному місці, мати чіткі покажчики і пояснювальні написи.

Вимоги до організації РТК:

-раціональне планування, що виключає, можливість одночасного знаходження людини і механізмів ПР в одному і тому самому місці робочого простору;

-забезпечення вільного, зручного і безпечного доступу персоналу до ПР і його органів управління і аварійного відключення.

Бажано органи управління і аварійних блокувань розміщувати на загальному пульті управління і дублювати уздовж фронту устаткування по трасі можливих переміщень обслуговуючого персоналу.

Відстані огорожі РТК від меж небезпечної зони повинне бути не менше 0,8 м.

У разі використання паралельно двох пультів необхідно передбачати пристрої блокування, які б виключали можливість паралельного управління одним і тим самим устаткуванням від різних пультів.

Питання до самоконтролю:

1. Наведіть небезпечні фактори, які виникають у ливарному виробництві.

2. Назвіть особливості санітарно-гігієнічних умов праці в ковальсько-пресових цехах.
3. Наведіть основи організації безпечної роботи при механічній обробці матеріалів.
4. Які особливості безпеки автоматизованих ліній і робото-технічних комплексів?

РОЗДІЛ 8. БЕЗПЕКА ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

При експлуатації транспортних засобів на лінії можуть мати місце такі **основні небезпечні й шкідливі фактори [20,21]:**

- наїзди проїзних транспортних засобів;
- наїзди при зціпленню, розціпленню автомобілів з причепом (напівпричепному), запуск двигуна, мимовільному рухові транспортних засобів;
- термічні фактори (пожежі, вибухи при подачі палива в карбюратор двигуна саме течею, перевірка наявності палива в бочці з застосуванням відкритого вогню, витік газу з газобалонної установки, опіки паром, водою з радіатора);
- злочинні дії пасажирів і інших осіб;
- падіння піднятого кузова автомобіля-самоскида, що перекидаються кабіни вантажного автомобіля, вивішених на домкраті частин автомобілів;
- підвищені рівні шуму та вібрації;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (вуглецю й азоту оксидів, акролеїну, вуглеводнів аліфатичних граничних, формальдегіду, метил меркаптанів).

Перед пуском двигуна необхідно пер переконатися, що автомобіль загальмований стояночним гальмом, а важіль перемикачів передач (контролера) поставлений у нейтральне положення. Пуск двигуна повинен здійснюватися за допомогою стартера, використовувати пускову рукоятку дозволяється тільки у виняткових випадках. При пуску двигуна автомобіля пусковою рукояткою необхідно, крім вимог раніше згаданих додатково дотримуватися наступних вимог:

- установити упорні колодки з обох сторін колеса;
- пускову рукоятку прокручувати знизу вгору;
- не брати рукоятку в обхват;
- при ручному регулюванні випередження запалювання встановити пізні запалювання;
- не виключаючи запалювання, повернути колінчатий вал, переконавшись, що важіль перемикачів передач перебуває в нейтральному положенні, включати запалювання;
- не застосовувати ніяких важелів і підсилювачів, що діють на пускову рукоятку або храповик колінчатого валу.

Забороняється здійснювати пуск двигуна шляхом буксирування автомобіля й перемикачів ланцюга живлення стартера. Перед пуском двигуна автомобіля, підключеного до системи підігріву, відключити й від'єднати елементи підігріву. Управляти транспортними засобами на території підприємства дозволяється тільки особам, призначеним наказом і маючим посвідчення на право керування відповідним видом транспортного засобу.

Швидкість руху транспортних засобів по території підприємства не повинна перевищувати 10 км/год, а в приміщеннях – 5 км/год. Для організації безпечного руху по території підприємства складається схематичний план (схема) руху транспортних засобів і працівників, виїздів, в'їздів і т.п. Цей план (схема) доводиться до всіх працюючих і вивішується при в'їзді на територію підприємства. Під час руху автомобіля по території підприємства (при обкатці, випробуванні й т.п.) забороняється знаходження на ньому осіб, що не мають до цього прямого відношення.

Заправлення автомобілів варто проводити відповідно до вимог правил технічної експлуатації стаціонарних, контейнерних і пересувних автозаправних станцій [20].

При заправленні автомобіля забороняється:

- палити й користуватися відкритим вогнем;
- проводити ремонтні й регулювальні роботи;
- заправляти автомобіль паливом при працюючому двигуні;
- допускати перелив і розлив палива;
- перебувати пасажиром у кабіні, салоні або кузові.

Власник зобов'язаний випускати на лінію технічно-справні транспортні засоби, повністю укомплектовані, що підтверджується підписом у шляховому аркуші особи, відповідального за випуск автомобіля на лінію й водія. Водій може виїжджати на лінію тільки після проходження медичного огляду й відповідної оцінки про це в шляховому листі.

Проїзд у кузовах вантажних автомобілів, не обладнаних для перевезення пасажирів, дозволяється тільки особам, що супроводжують (отримуючим) вантажі, за умови, що вони забезпечені місцем для сидіння, розташованим нижче рівня бортів.

Вимоги безпеки при експлуатації транспортних засобів. Щоб уникнути виникнення пожежі на автомобілі забороняється:

- подавати при несправній паливній системі бензин у карбюратор з ємності самопливом за допомогою шланга або іншим способом;
- робити ремонт паливної системи при працюючому або гарячому двигуні, включеному запалюванні;
- залишати в кабінах і двигуні забруднені маслом або паливом використані обтиральні матеріали;
- підігрівати двигун і інші агрегати відкритим вогнем, а також користуватися ним безпосередньо в близькості від приладів системи живлення двигуна (у т.ч. від паливних баків);
- палити й користуватися відкритим вогнем при визначенні наявності палива в баку, а також при заправленні автомобілів з додаткових ємностей.

При змушеній зупинці автомобіля на узбіччі або на краю проїзної частини дороги для проведення ремонту водій зобов'язаний включити аварійну світлову сигналізацію, одягти сигнальний жилет і встановити знак аварійної установки або миготливий червоний ліхтар на відстані не ближче 20 м до транспортного засобу в населених пунктах і 40 м за їхніми межами. Перед вивішуванням частини автомобіля домкратом необхідно встановити

його на горизонтальну не слизьку площадку за межами проїзної частини дороги, зупинити двигун, включити знижену передачу, загальмувати автомобіль гальмом стоянки, установити під колеса упорні колодки, вивести людей із салону (кузова), кабіни, закрити двері. При вивішуванні автомобіля на ґрунтовій поверхні необхідно вирівняти місце установки домкрата, покласти під домкрат міцну дерев'яну підставку площею не менш 0,1 м² або дошку. Забороняється встановлювати домкрат на випадкові предмети.

При експлуатації автомобілів працюючих на стислому природному або зрідженому нафтовому газі, повинні виконуватися вимоги інструкції по їхній експлуатації заводів-виробників і Правил охорони праці на автомобільному транспорті.

Запуск двигуна (карбюраторного) варто робити на паливі одного виду: на газі або бензині.

Для підігріву двигуна й системи живлення, усунення льодових утворень і пробок дозволяється застосовувати тільки гарячу воду, повітря або пару. Перед включенням запалювання, освітлювальних електричних приладів і запуском двигуна після меж змінного відстою або тривалого зберігання автомобілів необхідно не менш чим на 3 хв відкрити для провітрювання капот, люки відсіків балонів і двері (в автобусах), багажне відділення (у легкових автомобілях), після чого переконатися в герметичності газової апаратури, трубопроводів і з'єднань системи живлення. Видаткові й магістральні вентилі необхідно відкривати повільно, щоб уникнути гідравлічного удару, а закривати – не додаючи більших зусиль, щоб не ушкодити ущільнювачі.

У процесі експлуатації автомобіля, що працює на газовому паливі, повинні щодня, при випуску на лінію й при поверненні їх з лінії, підлягають огляду з метою перевірки герметичності й справності газової апаратури, а також надійності кріплення газових балонів і кронштейнів. Перевірку герметичності з'єднань газового встаткування й визначення місць витоку газу проводять за допомогою спеціальних приладів (газоіндикаторів, шукачів витікання) або мильної емульсії. На легкових автомобілях (ГАЗ - 24 - 07) і на модифікаціях необхідно перевіряти також стан гумового ущільнювача й дренажного шланга заправного пристрою. При виявленні витоку газу з балонів через вентилі, запобіжний клапан або іншу арматуру на лінії й неможливості її усунення необхідно випустити газ із балонів в атмосферу в безпечному місці як найдалше від людей і джерел вогню. Випуск газу повинен відбуватися при непрацюючому двигуні й відключеній «масі».

До робочого місця водія автомобіля встановлюються такі вимоги:

- огороження робочого місця водія в салоні легкового автомобіля-таксі (захисний екран) та автобуса, якщо воно передбачено, повинно бути у справному стані;

- вітрове та бокове скло не повинно мати тріщин та затемнень, не допускається використовувати додаткові предмети або наносити покриття, що обмежують оглядовість з місця водія, погіршують прозорість скла;

- бокові стекла повинні плавно пересуватися від руки або склопідйомних механізмів;

- на сидінні та спинці сидіння не допускаються провали, рвані місця, виступці пружини та гострі кути; сидіння та спинка повинні мати справне регулювання, що забезпечує зручну посадку водія;

- ручки біля дверного прорізу, замки усіх дверей кузова або кабіни, а також привід керування дверима, сигналізація роботи дверей (відкрито, зачинено), аварійні виходи автобусів та пристрої приведення їх у дію повинні бути справними;

- підлога кабіни (салону) автомобіля повинна застилатися килимком, що не має випадкових отворів та інших пошкоджень;

- рівні звуку і еквівалентні рівні звуку в кабінах вантажних автомобілів не повинні перевищувати 70 дБА, у салонах легкових автомобілів та автобусів – 60 дБА;

- вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони водія у кабіні (салоні) не повинен перевищувати граничнодопустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

Вимоги безпеки під час технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів. **У місцях виконання та під час виконання робіт технічного обслуговування та ремонту транспортних засобів** можуть мати місце такі **основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори**:

- падіння вивішених частин транспортних засобів при технічному обслуговуванні та ремонті підвіски, коліс, мостів тощо;

- падіння кузова автомобіля-самоскида при технічному обслуговуванні та ремонті гідروпідйомника;

- падіння перекидної кабіни вантажного автомобіля;

- падіння деталей, вузлів, агрегатів, інструменту;

- падіння працівників на поверхні, з висоти (буфера, драбини, естакади, площадок) в оглядову канаву;

- напруженість праці через вимушену робочу позу в оглядовій канаві;

- наїзди автомобілів: внаслідок самовільного руху, при запуску двигуна, в'їзді (виїзді) у зону ремонту, русі на оглядовій канаві та конвеєрі;

- термічні фактори (пожежі при зливанні пально-мастильних матеріалів з автомобілів, митті ними деталей, вузлів, агрегатів, зберіганні та залишенні їх на робочих місцях);

- осколки металу, що відлітають при випресовуванні та запресовуванні шкворнів, пальців, підшипників, валів, вісей, при рубанні металу;

- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (акролеїну, вуглецю оксиду, вуглеводнів аліфатичних граничних тощо);

- знижена температура повітря у холодний період року;

- недостатнє освітлення.

Під час виконання шиномонтажних робіт можуть мати місце такі **небезпечні та шкідливі виробничі фактори**:

- виліт замкового кільця при накачуванні чи підкачуванні шини;

- розрив покришки при накачуванні шини;

- падіння вивішеної частини автомобіля;
- самовільний рух автомобіля;
- падіння працівників при відкручуванні чи закручуванні гайок кріплення коліс;
- падіння колеса чи шини;
- ураження електричним струмом;
- знижена температура повітря в холодний період року.

Під час виконання вулканізаційних робіт можуть мати місце такі небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- термічні фактори (пожежі, вибухи вулканізаційних апаратів, опіки рук);
- ураження електричним струмом;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (пилу гуми, парів бензину).

Під час виконання зварювальних робіт можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- термічні фактори (пожежі, вибухи паливних баків, ацетиленових генераторів, барабанів з карбідом кальцію);
- ураження електричним струмом;
- падіння працівників;
- падіння деталей, вузлів і агрегатів;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (аерозолів марганцю та його сполук, аерозолів інших металів тощо);
- знижена температура повітря в холодний період року.

Питання до самоконтролю:

Які основні небезпечні й шкідливі фактори можуть мати місце при експлуатації транспортних засобів на лінії?

Перелічіть, що забороняється проводити під час заправлення автомобіля бензином та газом.

Наведіть основні вимоги безпеки при експлуатації транспортних засобів.

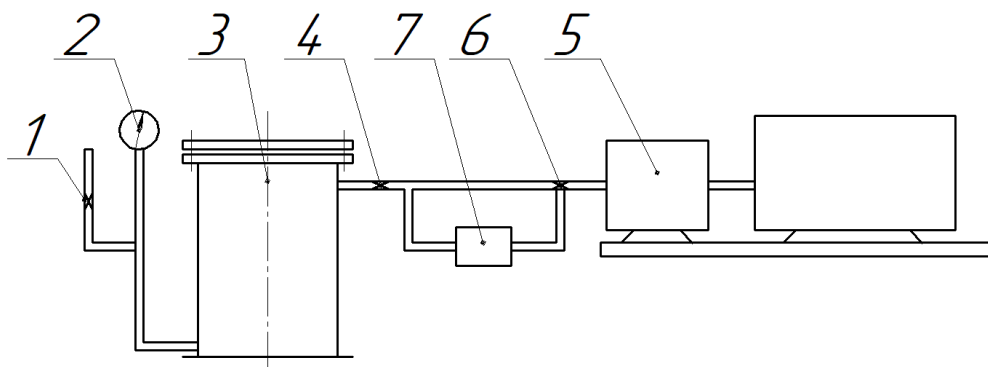
Назвіть основні вимоги, які встановлюються до робочого місця водія автомобіля.

РОЗДІЛ 9. ПРАКТИЧНІ ЗАВДАННЯ

9.1 Розрахунок герметичності фланцевих з'єднань

Для безпечної роботи важливе значення має герметичність обладнання і комунікацій. Через нещільності відбувається витікання в навколишнє середовище і підсмоктування повітря в обладнання, що знаходиться під розрядженням. При цьому збільшується небезпека отруєння і виникнення пожежі [22].

Якщо переробляють токсичні речовини, то передбачається випробування апаратів на герметичність (міцність). Випробування герметичності апаратів проводять на установці, яка наведена на рис. 9.1.



1 – вентиль; 2 – манометр; 3 – теплообмінник; 4 – вентиль; 5 – компресор; 6 – кран; 7 – випаровувач

Рисунок 9.1 – Схема експериментальної установки для визначення герметичності фланцевих з'єднань

Герметичність оцінюється величиною негерметичності, m :

$$m = \frac{\Delta P}{P_{\text{п}} \cdot \tau}, \quad (9.1)$$

де ΔP – зміна тиску в апараті за час випробування, кгс/см^2 (МПа);

$P_{\text{п}}$ – початковий тиск, кгс/см^2 (МПа);

τ – тривалість випробування, кгс/см^2 (МПа).

Якщо відомі коефіцієнт негерметичності апаратів, їх об'єм і кількість, можна визначити продуктивність L , $\text{м}^3/\text{год}$, вентиляційних установок, яку необхідно забезпечити для утворення безпечної концентрації парів і газів в виробничому приміщенні:

$$L = \frac{\sum G_i \cdot 10^6}{q_{\text{ГДК}} - q_{\text{пр}}} \quad (9.2)$$

де G_i – кількість шкідливих речовин, які виділяються з i -го апарату в наслідок його негерметичності, $\text{кг}/\text{год}$;

$q_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація шкідливої речовини в повітрі виробничого приміщення, мг/м³;

$q_{пр}$ – концентрація шкідливої речовини в припливному повітря, для розрахунків приймаємо $q_{пр} = (0,1 - 0,3) q_{ГДК}$, мг/м³.

Кількість шкідливих речовин, які надходять з апаратів, визначають за формулою:

$$G_i = 23,6mV \cdot P_{п} \sqrt{\frac{M_p \cdot M_i}{T_p \cdot T_i}}, \quad (9.3)$$

де V – об'єм апарату, м³;

M_p, M_i – молекулярна маса, відповідно робочого газу і газу, який використовують для проведення дослідження апаратів на герметичність;

T_p, T_i – температура, відповідно робочого газу і газу, який використовують для проведення дослідження апаратів на герметичність, °К.

Посудина визнається тією, що витримала дослідження на міцність і придатною до експлуатації, якщо падіння тиску за 1 год не перевищує 0,1% для токсичних речовин і 0,2 % для вибухонебезпечних речовин.

Завдання 9.1

За формулами (9.1)-(9.3) розрахувати повітрообмін, який необхідно створити для зниження концентрації шкідливих речовин до гранично допустимої. Побудувати графік залежності $m=f(\Delta P)$.

№	Робочий газ	$P_{п}$, кгс/см ²	ΔP , кгс/см ²	τ , год	ГДК, мг/м ³	V , м ³	t_p , °С	t_i , °С
1	H ₂ S	4,6	0,05;0,08;0,1;0,3	0,2;0,4;0,8;1,2	10	5	35	15
2	CO	2,0	0,25;0,3;0,45;0,9	0,2;0,5;1,1;1,3	20	3	30	15
3	C ₁₂ H ₂₀	4,0	0,15;0,21;0,35;1,0	0,1;0,3;1,5;1,7	0,00015	5	20	10
4	NO	4,5	0,1;0,3;0,5;0,7	0,1;0,2;0,4;0,7	5	4	30	25
5	NH ₃	5,0	0,2;0,3;0,4;0,5	0,3;0,5;1,0;1,4	20	6	40	18
6	CH ₄	5,5	0,7;0,9;1,1;1,2	0,4;0,6;1,2;1,5	100	8	20	40
7	C ₂ H ₈	6,0	0,5;0,6;0,7;0,8	0,05;0,1;0,3;0,5	150	7	25	35
8	H ₂ S	5,8	1,0;1,1;1,2;1,4	0,1;0,2;0,4;0,6	10	10	35	21
9	C ₆ H ₆	6,2	1,2;1,4;1,6;1,8	0,3;0,5;0,7;0,9	100	9	40	30
10	ClO ₂	5,2	0,2;0,4;0,6;0,8	0,1;0,2;0,6;0,8	0,1	6	60	18

Приклад розв'язання завдання

За формулами (9.1)-(9.3) розрахувати повітрообмін, який необхідно створити для зниження концентрації шкідливих речовин до гранично допустимої.

Вихідні дані:

№	Робочий газ	P_n , кгс/см ²	ΔP , кгс/см ²	τ , год	ГДК, мг/м ³	V, м ³	t_p , °C	t_i , °C
1	Cl	3,5	0,1;0,2;0,3;0,5	0,3;0,5;1,0;1,2	1	2	40	20

Розв'язання:

За формулою (9.1) розраховуємо коефіцієнт негерметичності, m , для $\Delta P=0,1$ кгс/см², $P_n=3,5$ кгс/см² та $\tau=0,3$ год.

$$m = \frac{\Delta P}{P_n \cdot \tau} = (0,1)/(3,5 \cdot 0,3) = 0,095$$

За формулою (9.2) розраховуємо кількість шкідливих речовин, які надходять з апаратів при $m=0,095$:

$$G_i = 23,6mV \cdot P_n \sqrt{\frac{M_p \cdot M_i}{T_p \cdot T_i}} = 23,6 \cdot 0,095 \cdot 2 \cdot 3,5 \sqrt{\frac{71 \cdot 28,97}{313 \cdot 293}} = 0,241 \text{ кг/год}$$

За формулою (9.3) розраховуємо продуктивність вентиляційної установки:

$$L = \frac{0,241 \cdot 10^6}{1-0,1} = 267777 \text{ м}^3/\text{год}$$

Аналогічним чином розраховуємо вищенаведені показники для наступних вихідних значень τ та ΔP . Розраховані дані заносимо до таблиці.

τ , год	ΔP , кгс/см ²	m	G_i , кг/год	L , м ³ /год
0,3	0,1	0,095	0,241	267777
	0,2	0,114	0,275	305555
	0,3	0,286	0,690	766666
	0,5	0,476	1,148	125555
0,5	0,1	0,057	0,137	152222
	0,2	0,114	0,274	304444
	0,3	0,171	0,412	457777
	0,5	0,285	0,687	763333
1	0,1	0,0285	0,068	75555
	0,2	0,0571	0,137	152222
	0,3	0,0857	0,206	228888
	0,5	0,142	0,342	380000
1,2	0,1	0,023	0,055	61111
	0,2	0,047	0,113	125555
	0,3	0,071	0,171	190000
	0,5	0,119	0,287	318888

9.2 Розрахунок герметичності сальникових ущільнювачів

Основними, широко поширеними в хімічній промисловості ущільнювачами, є сальникові. Їх застосовують у тих випадках, коли

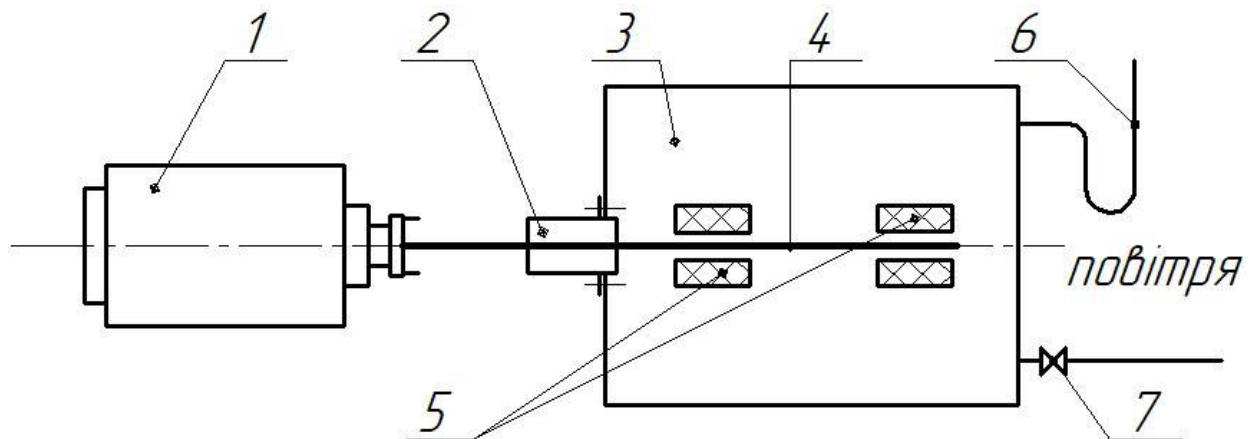
необхідно забезпечити герметичність у місцях введення в апаратуру та в деталі машини, що рухаються. Герметичність цих пристроїв забезпечується властивістю вузьких зазорів, утворених ущільнюючими поверхнями, чинити високий гідравлічний опір руху середовища [22].

Витік газу через зазор між поверхнями валу та сальника визначається за формулою:

$$G = A \frac{\delta^3 D \cdot \Delta P}{l \cdot \eta} \quad (9.4)$$

- де G – кількість газу, який витікає за 1 с, $\text{см}^3/\text{с}$;
 A – розрахунковий коефіцієнт;
 δ – ширина зазору, см ;
 D – середній діаметр зазору, см ;
 ΔP – різниця тисків на початку та наприкінці зазору, $\text{кгс}/\text{см}^2$;
 l – довжина втулки, см ;
 η – коефіцієнт динамічної в'язкості середовища, $\text{кгс} \cdot \text{с}/\text{см}^2$.

Визначення витікання через сальникові ущільнення проводять на установці, яка наведена на рис. 9.2.



1 – муфта; 2 – втулка; 3 – посудина; 4 – вал; 5 – опори; 6 – манометр; 7 – вентиль

Рисунок 9.2 – Схема установки для визначення витікання через сальникові ущільнення

За експериментальними даними витік газу знаходять за формулою:

$$Gf = (\delta^3), \quad (9.5)$$

де f – коефіцієнт тертя, приймається в межах $f=0,05-0,1$.

Розрахунковий коефіцієнт A визначається згідно залежності:

$$A = \frac{G_{\text{ср}} \cdot l \cdot \eta}{\delta^3 \cdot D \cdot \Delta P} \quad (9.6)$$

Довжина втулки (сальника) обирається за умов $l=(1,5-2)d$ (де d – діаметр валу, см).

Завдання 9.2

Визначити величину витоку газу за експериментальними даними. Побудувати залежність $G = f(\delta)$. Встановити значення коефіцієнту A за наступних умов:

ширина зазору $\delta = 0,05 ; 0,08 , 0,1; 0,2; 0,3; 0,5; 0,8$ см

середній діаметр зазору $D = 40$ мм

різниця тисків на початку та наприкінці зазору $\Delta P = 20; 40; 60; 80; 100$ кПа

довжина втулки $l = 36$ мм

коефіцієнт динамічної в'язкості середовища $\eta = 26$ кг · с/см²

Приклад розв'язання завдання

Визначити величину витоку газу за експериментальними даними. Встановити значення коефіцієнту A за наступних умов:

ширина зазору $\delta = 0,1 ; 0,2 , 0,3; 0,4; 0,5;$ см

середній діаметр зазору $D = 5$ см

різниця тисків на початку та наприкінці зазору $\Delta P = 60; 80; 100; 120; 140$ кПа

довжина втулки $l = 5,0$ см

коефіцієнт динамічної в'язкості середовища $\eta = 20$ кг · с/см²

Розв'язання

1. Встановлення величини витоку газу за експериментальних даних, см³/с:

$$G = \frac{(\delta^3)}{f}$$

$$G_1 = \frac{(\delta^3)}{f} = \frac{0,1^3}{0,05} = \frac{0,001}{0,05} = 0,02 \text{ см}^3/\text{с}$$

$$G_2 = \frac{(\delta^3)}{f} = \frac{0,2^3}{0,05} = \frac{0,008}{0,05} = 0,16 \text{ см}^3/\text{с}$$

$$G_3 = \frac{(\delta^3)}{f} = \frac{0,3^3}{0,05} = \frac{0,027}{0,05} = 0,54 \text{ см}^3/\text{с}$$

$$G_4 = \frac{(\delta^3)}{f} = \frac{0,4^3}{0,05} = \frac{0,064}{0,05} = 1,28 \text{ см}^3/\text{с}$$

$$G_5 = \frac{(\delta^3)}{f} = \frac{0,5^3}{0,05} = \frac{0,125}{0,05} = 2,5 \text{ см}^3/\text{с}$$

2. Визначаємо значення розрахункового коефіцієнта:

$$A = \frac{G_{\text{ср}} \cdot l \cdot \eta}{\delta^3 \cdot D \cdot \Delta P}$$

Для цього знаходимо середнє значення величини витoku газу:

$$G_{\text{cp}} = \frac{0,02+0,16+0,54+1,28+2,5}{5} = 0,9 \text{ см}^3/\text{с}$$

Тоді величина коефіцієнта А буде приймати такі значення:

$$A(60) = \frac{0,9 \cdot 5 \cdot 20}{0,2^3 \cdot 5 \cdot 60} = 37,5$$

$$A(80) = \frac{0,9 \cdot 5 \cdot 20}{0,2^3 \cdot 5 \cdot 80} = 28,1$$

$$A(100) = \frac{0,9 \cdot 5 \cdot 20}{0,2^3 \cdot 5 \cdot 100} = 22,5$$

$$A(120) = \frac{0,9 \cdot 5 \cdot 20}{0,2^3 \cdot 5 \cdot 120} = 18,75$$

$$A(140) = \frac{0,9 \cdot 5 \cdot 20}{0,2^3 \cdot 5 \cdot 140} = 16,07$$

Завдання 9.3

Визначити величину розрахункового коефіцієнта А при, кгс/см², ΔР: 50; 70; 80; 100; 110; 130. Якщо експериментальним шляхом були визначені значення параметру $G = 2; 5; 7 \text{ см}^3/\text{с}$. Довжина втулки $l = 15,0 \text{ см}$

$$\eta = 60 \text{ кг} \cdot \text{с}/\text{см}^2$$

$$D = 10 \text{ см}$$

Завдання 9.4

Визначити величину різниці тисків на початку та наприкінці зазору, якщо величина витoku газу через зазор між поверхнями валу та сальника становить, $G = 2,2; 3,5; 4,0 \text{ см}^3/\text{с}$ ($\eta = 40 \text{ кг} \cdot \frac{\text{с}}{\text{см}^2}$, $D = 7 \text{ см}$, $l = 0,16 \text{ м}$, $\delta = 5 \text{ мм}$, $A = 26$).

Завдання 9.5

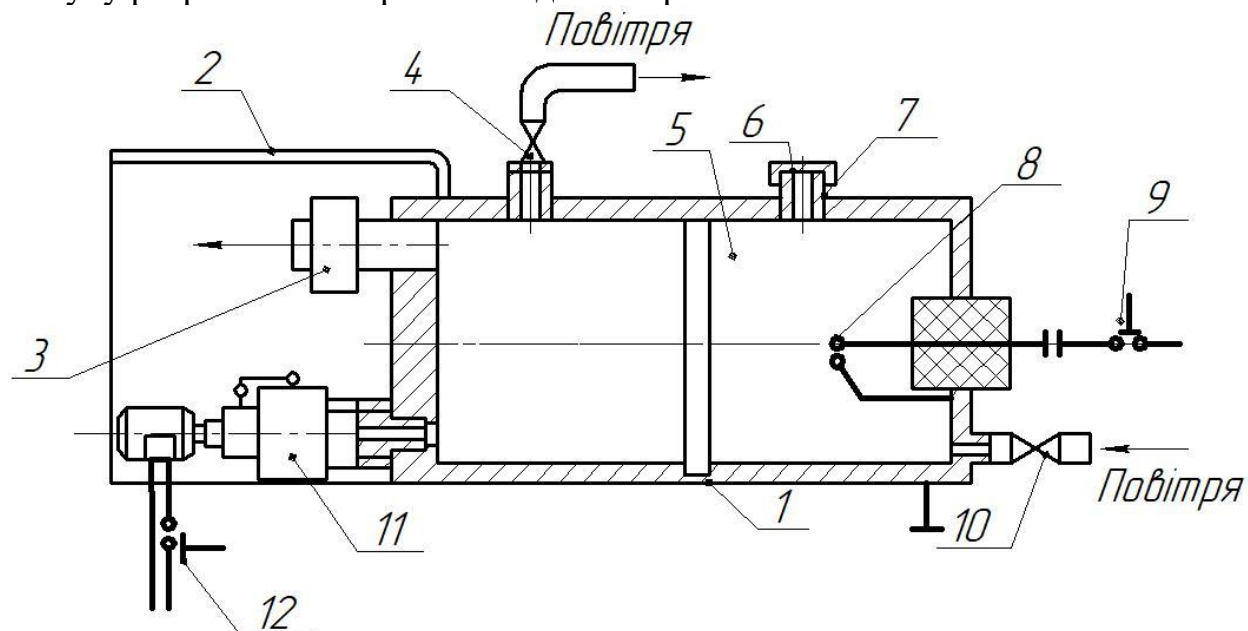
Визначити величину коефіцієнта А, та побудувати залежності $G = f(\delta)$ та $A=f(G_{\text{cp}})$. Вихідні дані:

№ варіанта	δ, мм	D, см	ΔР, кПа	l, см	η, кгс/см ²	G, см ³ /с
1	0,6	8,0	10;20;40	10	30	0,5;1,0;1,5
2	0,8	10,0	15;30;50	15	40	0,7;1,2;1,7
3	1,0	9,0	20;25;40	20	60	0,5;0,6;1,5
4	1,1	7,0	80;100;120	18	50	1,5;2,0;5,0
5	1,2	5,0	110;120;130	16	40	2,2;3,5;4,0
6	1,4	4,0	70;80;90	14	30	1,5;1,7;2,0
7	1,5	3,0	75;90;60	12	20	1,6;2,0; 1,4
8	1,6	2,0	50;65;75	10	25	1,3;1,35;1,4
9	1,7	1,5	80;95;100	13	35	0,5;0,75;1,0
10	1,8	2,5	65;80;100	8	50	1,5;1,75;2,5

9.3 Захист апаратів і машин від руйнувань розривними мембранами

Для запобігання руйнуючій дії вибуху в апаратах, як правило, застосовують розривні мембрани. Мембрани – це пластини з чавуну, міді, алюмінію або інших матеріалів. Вони повинні бути розраховані на міцність так, щоб при підвищенні тиску в посудині не більше ніж на 25% проти робочого тиску вони руйнувалися і давали вихід назовні. Розрахунком визначають два параметри мембрани: діаметр та товщину. Діаметр мембрани (штуцера під мембрану) повинен бути таким, щоб її пропускна здатність була рівною або більшою за кількість надлишкових газів, що утворюються в одиницю часу під час вибуху [22].

Схема установки для дослідження захисту апаратів від руйнування при вибуху розривної мембрани наведена на рис. 9.3.



1 – запобіжний клапан; 2 – втулка для закріплення змінної діафрагми; 3 – змінна діафрагма; 4,10 – штуцера для продувки; 6 – пробка; 7 – штуцера для зливу горючої рідини; 8 – свіча запалення; 9 – кнопка включення запалення; 11 – механічний індикатор тиску; 12 – тумблер включення двигуна індикатора тиску

Рисунок 9.3 – Схема установки для дослідження захисту апаратів від руйнування при вибуху розривної мембрани

Прохідний отвір мембрани (F) розраховують наступним чином:

- для до критичного режиму течії, тобто при $\frac{P_c}{P_m} > 0,5$

$$F = \frac{1,73 \cdot 10^{-3} (P_{max} - P_M) \left(\frac{\Delta P}{\Delta \tau}\right)_{cp} \cdot \left(\frac{V_a}{V_0}\right)^{-1/3}}{(P_{max} - P_M) P_c \sqrt{\frac{P_{max} \left[1 - \left(\frac{P_c}{P_M}\right)^{\frac{k-1}{k}}\right]}{\rho}}}$$

- для критичного та надкритичного режимів витікання, тобто $\frac{P_c}{P_M} < 0,5$

$$F = \frac{4,17 \cdot 10^{-3} (P_{max} - P_M) \left(\frac{\Delta P}{\Delta \tau}\right)_{cp} \cdot \left(\frac{V_a}{V_0}\right)^{-1/3}}{(P_{max} - P_M) P_c \sqrt{\frac{P_{max}}{\rho}}}$$

де F – прохідний перетин мембрани, який віднесено до 1 м об'єму апарата, $\text{м}^2/\text{м}^3$;

P_{max} – максимальний тиск вибуху, $\text{кгс}/\text{см}^2$ (МПа);

P_M – тиск, який руйнує мембрану, $\text{кгс}/\text{см}^2$ (МПа);

$\left(\frac{\Delta P}{\Delta \tau}\right)_{cp}$ – середня швидкість збільшення тиску при вибуху а

експериментальній ємності, $\text{кгс}/\text{см}^2 \cdot \text{с}$;

V_a – об'єм апарата, м^3 ;

V_0 – об'єм експериментальної ємності, в якій визначають величину

$\left(\frac{\Delta P}{\Delta \tau}\right)_{cp}$, м^3 ;

P_c – тиск середовища, до якого надходять продукти згорання (вибуху) з апарата (при скиданні в атмосферу приймаємо $P_c = 1 \text{ кгс}/\text{см}^2$;

ρ – густина продуктів вибуху $\text{кг}/\text{м}^3$;

k – показник адіабати.

Товщину мембрани, виконану у вигляді півсфери визначають за формулою, см:

$$\delta = \frac{\Delta P_M \cdot r \cdot k_1}{2(\sigma_r - k_2 \Delta P_M)}$$

де ΔP_M – перепад тиску, при якому відбувається руйнування мембрани, $\text{кгс}/\text{см}^2$;

$$\Delta P_M = P_M - P_c$$

r – радіус мембрани, см;

k_1, k_2 – коефіцієнти, які враховують пружні властивості мембрани (для чавуну $k_1 = 1, k_2 = 0$; для вуглецевих та низьковуглецевих сталей $k_1 = 1,18, k_2 = 0,5$; для алюмінію та міді, бронзи та титану $k_1 = k_2 = 1$);

σ_r – тимчасовий опір розриву матеріалу мембрани, $\text{кгс}/\text{см}^2$.

Таблиця 9.1 – Тимчасовий опір розриву матеріалу мембрани

Матеріал	Марка	Тимчасовий опір, σ_r , МПа
Чавун		100-300
Сталь	Ст.5	530
	Ст. 45	560-590
	Ст.20х	480
	Ст.40хн	880-980
Алюміній	Al-4	260
	D16	540
Мідь		260-360
Титан	Вт.3	1100
Бронза	ОТФ1	240

Приклад розв'язання завдання

Визначити товщину мембрани зі сталі марки Ст.5. Перепад тиску, при якому відбувається руйнування мембрани становить 140 кгс/см². Радіус мембрани дорівнює 1 см.

Розв'язання

Приймаємо коефіцієнт адиабати для сталі $k_1 = 1,18$, $k_2 = 0,5$.

За табл.9.1 обираємо для сталі марки Ст.5 величину тимчасового опіру розриву матеріалу мембрани 530 МПа.

Таким чином, товщина мембрани буде становити:

$$\delta = \frac{\Delta P_M \cdot r \cdot k_1}{2(\sigma_r - k_2 \Delta P_M)} = \frac{140 \cdot 1 \cdot 1,18}{2(530 - 0,5 \cdot 140)} = 0,179 \text{ см}$$

Завдання 9.6

Визначити товщину мембрани, яку виготовляють з матеріалу А та матеріалу Б при змінній величині її радіусу. Побудувати залежності для двох матеріалів $\delta = f(r)$ та зробити висновки. Вихідні дані наведені в табл.

№ варіанта	Перепад тиску, ΔP_M , МПа	Радіус, r , см	Матеріал А	Матеріал Б
1	2	3	4	5
1	150	1,0;1,5;2,0;2,5	Алюміній	Мідь
2	200	0,5;0,7;0,9;1,1	Чавун	Алюміній
3	300	0,3;0,5;0,8;1,0	Чавун	Мідь
4	250	1,1;1,3;1,5;2,0	Ст.5	Алюміній
5	350	0,4;0,6;0,8;1,0	Ст.45	Ст.40хн
6	500	0,2;0,25;0,3;0,35	Ст.20х	Чавун

Продовження табл.

1	2	3	4	5
7	600	0,4;0,6;0,8;1,0	Мідь	Алюміній
8	800	0,25;0,3;0,35;0,4	Бронза	Ст.45
9	1000	0,2;0,25;0,5;0,7	Титан	Алюміній
10	900	0,4;0,5;0,7;0,9	Титан	Бронза

Завдання 9.7

Визначити товщину мембрани, яка виготовлена зі сталі марки Ст.5 ($\sigma_{\tau} = 530$ МПа) та з міді ($\sigma_{\tau} = 360$ МПа). Якщо перепад тиску, при якому відбувається руйнування мембрани 15000 кПа, радіус мембрани: 0,5; 1,5; 2,0; 2,5 см.

Завдання 9.8

Визначити товщину мембрани, яка виготовлена зі сталі марки алюмінію ($\sigma_{\tau} = 260$ МПа) та з чавуну ($\sigma_{\tau} = 100$ МПа). Якщо перепад тиску, при якому відбувається руйнування мембрани 60000 кПа, радіус мембрани: 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 см.

Завдання 9.9

Визначити величину тиску, P_m , при якій відбудеться руйнування мембрани, виготовленої зі сталі марки Ст.20х ($\sigma_{\tau} = 480$ МПа). Товщина мембрани, мм: 1; 2; 3, радіус мембрани, см: 0,25. $P_c = 101,3$ кПа

9.4 Захист апаратів від перенавантаження запобіжним клапаном

Для зниження тиску в апараті до його робочого тиску, якщо є можливість перевищення його внаслідок будь-яких порушень технологічного процесу, встановлюють запобіжні клапани. Установка запобіжного клапана не обов'язкова, якщо робочий тиск в апараті дорівнює або більше тиску джерела живлення і в посудині виключена можливість підвищення тиску внаслідок хімічної реакції або підвищення температури [22].

Кількість запобіжних клапанів, їх розміри та пропускна здатність повинні бути обрані так, щоб в апараті не міг виникнути тиск, що перевищує робочий більш ніж на 0,05 МПа для посудин з тиском до 0,3 МПа, на 15% для посудин з тиском від 0,3 до 6 МПа та на 10 % для посудин з тиском більше 6 МПа.

Розрахунок запобіжних клапанів проводиться для всіх газів за формулою:

$$G = 1.59\alpha FB\sqrt{P_1 - P_2}$$

де G – пропускна здатність клапана, кг/год;

α – коефіцієнт витрати газу;

F – найменша площа перетину клапана в проточній частині, мм²;

B – коефіцієнт, який залежить від типу середовища, для рідини $B=1$;
 P_1 – максимальний надлишковий тиск попереду запобіжного клапана, кгс/см²;
 P_2 – надлишковий тиск за запобіжним клапаном, кгс/см²;
 ρ – густина середовища для параметрів P_1 та t_1 , кг/м³;
 t_1 – температура середовища попереду запобіжного клапана, °С.

Завдання 9.10

Розрахувати пропускну здатність запобіжного клапана при зміні максимального надлишкового тиска попереду клапана та при відомих температурі середовища, t_1 , та площі перетину клапана F . Вихідні дані наведені в таблиці. Густина газу необхідно знайти за довідниками.

№ варіанта	P_1 , кгс/см ²	t_1 , °С	P_2 , кгс/см ²	F , мм	α	Газ
1	0,15;0,3;0,4;0,5	20	100	20	0,6	Cl ₂
2	0,25;0,5;0,75;1,0	40	95	18	0,7	CO
3	2,0;2,5;2,7;3,0	60	85	16	0,95	CO ₂
4	2,5;3,0;4,0;5,0	50	75	14	0,6	NH ₃
5	4,1;4,3;4,8;5,1	30	90	12	0,8	SO ₂
6	4,4;4,6;4,8;5,2	25	80	10	0,6	Cl ₂
7	5,1;5,3;5,5;5,7	15	70	8	0,7	SO ₃
8	4,2;5,2;5,8;6,0	70	98	6	0,94	CO ₂
9	3,5;3,7;3,9;4,1	80	87	10	0,6	CO
10	1,2;1,4;1,6;2,0	100	99	12	0,7	H ₂

9.5 Розрахунок необхідного повітрообміну

Для досягнення безпеки робітників під час ведення виробничого процесу необхідно забезпечити надходження достатньої кількості свіжого повітря, яке буде подаватися у приміщення для розбавлення до припустимих показників шкідливої речовини, яка потрапляє у робочу зону, у зв'язку із щілинами у системі, де зберігаються або обертаються в технологічному обладнанні шкідливі речовини.

Об'єм (м³) на одиницю часу (на годину), який потрапляє у приміщення свіжого повітря, необхідного, що до розбавлення шкідливих речовин, які випаровуються у робоче середовище, до гранично допустимих концентрацій, визначають за наступним виразом:

$$L = \frac{1000 \cdot q}{C_{ГДК} - C_{пр}}$$

де q – маса шкідливих речовин, які потрапляють у робоче приміщення в одиницю часу, г/год;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація шкідливих речовин за санітарними нормами, $мг/м^3$;

$C_{ПР}$ – зміст шкідливих речовин у повітрі що потрапляє у приміщення із зовні, $мг/м^3$.

Згідно із санітарними нормами, рівень $C_{ПР}$ не повинна перевищувати 30% $C_{ГДК}$. Найбільш припустимий (кращий) варіант – $C_{ПР} = 0$.

Приклад розв'язання завдання

Розрахувати необхідний повітрообмін для розбавлення парів розчину ксилолу 0,2%, які надходять до приміщення цеху протягом 1 год. Кількість розчину у ємності дорівнює 3 кг.

Розв'язання

Знаходимо за довідковими даними ГДК розчину ксилолу, $C_{ГДК} = 50$ $мг/м^3$. За вихідними даними кількість розчину у ємності дорівнює 3 кг тобто 3000 г.

Визначимо скільки у грамах (q , г) становить 0,2%, для чого запишемо:

$$\begin{array}{rcl} 3000 \text{ г} & - & 100\% \\ X & - & 0,2\% \end{array}$$

Отже, маса парів ксилолу, яка потрапляє в робоче приміщення за одиницю часу становить – 6,0 г/год.

Таким чином, необхідна кількість повітрообміну становить:

$$L = \frac{1000 \cdot q}{C_{ГДК} - C_{ПР}} = \frac{1000 \cdot 6,0}{50 - 0} = 120 \text{ м}^3/\text{год}$$

Завдання 9.11

Розрахувати необхідний повітрообмін для розбавлення парів шкідливої речовини, яка надходить до приміщення цеху протягом 1 год. Кількість розчину у ємності наведена в таблиці вихідних даних.

№ варіанта	Шкідлива речовина	$C_{ГДК}$, $мг/м^3$	$C_{ПР}$, $мг/м^3$	Кількість речовини, що потрапляє у приміщення за годину, %	Кількість розчину у ємності, кг
1	Азот діоксиду	2	0,01	0,1	100
2	Амміак	20	0,001	1	50
3	Барія хлорид	0,3	0	0,2	10
4	Бутан	300	0,01	0,1	30
5	Динітротолуол	1	0,01	0,3	50
6	Ізобутилен	100	0,03	0,1	40
7	Кислота азотна	2	0,001	0,01	50
8	Кислота масляна	10	0,001	0,05	50
9	Моно-бензилтолуол	1	0,001	0,2	30
10	Нітробензол	3	0,002	0,1	50

Завдання 9.12

У складському приміщенні зберігаються розчинники (Р-4, НП-А та інші). Газоаналізатором УГ-2 визначена наявність в повітрі робочої зони наступних речовин, що входять до складу розчинників: толуол, ксилол, ацетон, бутил-ацетат та ін. Визначити кількість повітря, яку необхідно ввести в приміщення, щоб концентрація парів цих речовин у повітрі не перевищувала гранично допустиму концентрацію (ГДК). Вважати, що концентрація парів шкідливих речовин в припливному повітрі, що подається у приміщення, не перевищує 0,1 ГДК. Вихідні дані, необхідні для розрахунку наведені в таблиці вихідних даних.

Пояснення до розв'язання задачі. В зв'язку з тим, що в повітря одночасно надходять пари декількох шкідливих речовин, необхідно врахувати, що якщо ці речовини односпрямованої дії, то кількість повітря, яку необхідно подати у приміщення, приймають за тією шкідливою речовиною, яка потребує більшого об'єму повітря для розбавлення до ГДК. Тобто, необхідно провести розрахунок кількості повітря (L) за кожною забруднюючою речовиною. Якщо речовини односпрямованої дії, то необхідно підсумувати значення L , розраховані для кожної окремої речовини.

Речовина	ГДК, мг/м ³	Маса шкідливої речовини, q, г/год									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ацетон	200	0,20	0,40	0,10	0,20	0,50	0,40	0,20	0,30	0,10	0,60
Бензин - розчинник	300	-	0,30	0,40	0,10	0,50	0,20	0,10	0,50	0,60	0,40
Бутилацетат	200	0,20	-	0,50	0,40	-	0,60	0,20	0,40	0,10	0,15
Толуол	50	0,04	0,01	-	0,02	0,01	-	0,04	-	0,05	0,01
Ксилол	50	0,04	0,02	0,02	0,10	0,03	0,08	-	0,06	0,05	0,02

9.6 Оцінка можливості вибуху газо- та повітряної суміші

Практика експлуатації показала, що утворення вибухонебезпечних концентрацій сумішей відбувається досить швидко і не завжди представляється можливим уникнути вибуху. Тому нарівні з заходами для запобігання вибуху технологічного порядку вживають заходи по захисту інженерних систем і споруд від руйнування у випадку виникнення вибуху. Для оцінки наслідків можливого вибуху, потрібно знати надлишковий тиск, що розвивається при вибуху в об'ємі приміщення. Розглянемо випадок вибуху газо- чи пароповітряної суміші. Нехай у цій суміші вибухонебезпечною є речовина, у складі якої присутні вуглець, водень,

кисень, азот, галогени [23]. Для цього випадку надлишковий тиск вибуху, кПа:

$$P_v = 0,333 \cdot (P_m - B)(1 + 4,84 \cdot \beta) m \cdot z / V \cdot \rho, \quad (9.7)$$

де P_m – максимальний тиск вибуху при стехіометричному співвідношенні горючої речовини й окиснювача, кПа;

B – атмосферний тиск, кПа;

β – безрозмірний коефіцієнт, що залежить від складу горючої речовини;

m – маса газу чи пару, кг;

z – коефіцієнт участі (для газів $z = 0,5$, для пару $z = 0,3$);

V – вільний об'єм приміщення, м³;

ρ – густина газу чи пари за нормальних умов (довідкові дані), кг/м³.

Максимальний тиск вибуху знаходиться по формулі, кПа:

$$P_m = B \cdot T_g \cdot M / (T_0 \cdot N), \quad (9.8)$$

де T_g – теоретична температура горіння речовини (таблиця 9.2), К;

T_0 – початкова температура суміші, К;

M – число молів початкової суміші;

N – число молів продуктів вибуху.

Коефіцієнт, що залежить від складу речовини:

$$\beta = C + 0,25 \cdot H - 0,25 \cdot G - 0,5 \cdot K, \quad (9.10)$$

де C, H, G, K – кількість у молекулі горючої речовини атомів відповідно вуглецю, водню, галогенів, кисню.

Таблиця 9.2 – Нижча робоча теплота згоряння Q_p^H і теоретична температура горіння t_r деяких газів

Речовина	Нижча робоча теплота згоряння, Q_p^H , МДж/м ³	Температура горіння t_r , °С
Ацетилен	56	2620
Бутан	119	2115
Водень	10,75	2230
Метан	35,8	2030
Оксид вуглецю	12,65	2370
Пентан	146,5	2120
Пропан	91,5	2125
Пропилен	85,7	2210
Сірководень	23,4	1850
Сірковуглець	47,7	1990
Етан	64	2100

У випадку, якщо в складі речовини присутні інші елементи, чи є суміш горючих речовин, для визначення надлишкового тиску вибуху застосовується формула, кПа:

$$P_v = 0,33 \cdot m \cdot Q \cdot V \cdot z / (V \cdot \rho_v \cdot T_0), \quad (9.11)$$

де Q – нижча робоча теплота згоряння речовини або суміші (табл. 9.2), кДж/кг;

ρ_v – густина повітря за робочих умов, кг/м³.

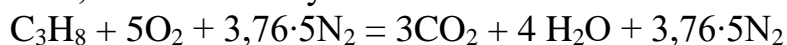
Приклад розв'язання завдання

Визначити надлишковий тиск, що розвивається при вибуху 5 кг пропану у виробничому приміщенні з вільним об'ємом 30 м³. Температура повітря в приміщенні 15°C, атмосферний тиск 100 кПа.

Розв'язання

Надлишковий тиск вибуху визначимо за формулою (9.7), якщо для пропану $\rho = 2,004$ кг/м³ та $z = 0,5$.

При складанні реакції горіння враховуємо, що на 1 моль кисню в повітрі приходиться 3,76 молей азоту:



Звідси $M = 24,8$, $N = 25,8$.

Теоретична температура горіння за табл. 9.2 становить 2398 К. Отже, максимальний тиск вибуху:

$$P_m = 100 \cdot 2398 \cdot 24,8 / (288 \cdot 25,8) = 800,37 \text{ кПа.}$$

Коефіцієнт, що залежить від складу речовини, формула (9.10):

$$\beta_{C_3H_8} = C + 0,25 \cdot H = 3 + 0,25 \cdot 8 = 5.$$

Отже, $P_v = 0,333(800,37 - 100)(1 + 4,84 \cdot 5)5 \cdot 0,5 / (30 \cdot 2,004) = 244,4$ кПа.

Завдання 9.13

Знайти надлишковий тиск вибуху виходячи з даних наведених у таблиці. Атмосферний тиск – 750 мм рт. ст.

№ вар.	Речовина	Маса газу чи пару, кг	Вільний об'єм приміщення, м ³	Початкова температура суміші, °С
1	Водень	10	120	20
2	Оксид вуглецю	4	200	25
3	Пропан	3	140	27
4	Метан	7	100	18
5	Етан	2,5	60	15
6	Бутан	5	80	22
7	Пентан	20	250	28
8	Етилен	30	500	12
9	Ацетилен	15	240	32
10	Пропилен	1,5	150	16

Завдання 9.14

Знайти надлишковий тиск вибуху для окремої речовини чи суміші, маса яких наведена в таблиці. Вільний об'єм приміщення 750 м^3 .

№ вар.	Речовина чи суміш	Атмосферний тиск, кПа	Маса, кг	Температура повітря, °С
1	Сірководень	99,5	2,3	22
2	Сірковуглець	98	4	18
3	$50\% \text{CH}_4 + 50\% \text{H}_2$	100	7	24
4	$40\% \text{C}_2\text{H}_6 + 60\% \text{CO}$	101,2	11	23
5	$30\% \text{C}_2\text{H}_2 + 70\% \text{C}_3\text{H}_8$	100,8	14	20
6	$20\% \text{CO} + 80\% \text{H}_2$	102,3	3	25
7	$30\% \text{CH}_4 + 30\% \text{C}_2\text{H}_4 + 40\% \text{CO}$	101,8	6	21
8	$10\% \text{H}_2\text{S} + 15\% \text{C}_3\text{H}_8 + 75\% \text{C}_4\text{H}_{10}$	102,2	15	19
9	$70\% \text{C}_2\text{H}_2 + 30\% \text{H}_2$	100,3	1,5	18
10	$50\% \text{H}_2 + 40\% \text{CO} + 10\% \text{H}_2\text{S}$	98,8	1	23

Завдання 9.15

Приміщення відносять до вибухонебезпечних, якщо надлишковий тиск вибуху в ньому може перевищувати 5 кПа. Використовуючи умови задачі 9.14 визначити максимальну масу речовини чи суміші, для якої переміщення не буде вважатися вибухонебезпечним.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Манідіна Є.А., Белоконь К.В., Куріс Ю.В. Ведення документації та навчання з охорони праці : для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра денної і заочної форм навчання спеціальності 263 «Цивільна безпека» освітньо-професійна програма «Охорона праці». Запоріжжя : ЗНУ, 2021. 150 с.
2. Тарасов В.К. Безпека технологічних процесів і обладнання : навч. посібник. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 164 с.
3. Показники, що характеризують технічний рівень виробництва на підприємстві. URL: https://stud.com.ua/22873/ekonomika/pidpriyemstvo_rinkovomu_seredovischi;
4. Вимоги безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0097-18#Text>.
5. Технічний регламент знаків безпеки і захисту здоров'я працівників. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1262-2009-%D0%BF#Text>.
6. Тупикові упори мостових та козлових кранів. URL: <https://kzpto.com.ua/uk/tupikovi-upori/>
7. Порядок видачі дозволів на виконання робіт підвищеної небезпеки та на експлуатацію (застосування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1107-2011-%D0%BF#Text>.
8. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-07>.
9. Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05>.
10. Правила охорони праці під час зварювання металів. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0063-13#Text>.
11. Авдеев В.А., Друян В.М., Кудрин Б.И. Основы проектирования металлургических заводов : справочное издание. Москва : Интермет Инжиниринг, 2002. 464 с.
12. Безопасность труда в основных производственных процессах черной металлургии : справочник / П.Д. Ефанов, Н.Н. Карнаух. Москва: Металлургия, 1981. 245 с.
13. Тубольцев Л.Г., Голубых Г.Н., Суцев С.П., Блинников В.В. Обеспечение промышленной безопасности металлургического производства. *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии*: сб. научн. тр. Дніпропетровськ.: ІЧМ НАН України, 2011. Вип. 23. С. 305-324.
14. Взрывы в доменных цехах. Взрывы газов в межконусном пространстве. URL : http://ohrana-bgd.ru/metal/metal1_07.html.
15. Большаков В.И., Голубых Г.Н., Можаренко Н.М., Тубольцев Л.Г. Промышленная безопасность доменных печей при задувке и выдувке. *Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии*: сб. научн. тр ІЧМ. 2007. Вып.14. С.290–309.

16. Васильев Г.А. Вилисов Г.В. Безопасность труда в доменном производстве.. Москва : Металлургия, 1988. 141 с.
17. Скорочений курс лекцій «Охорона праці в галузі» : для студентів спеціальності МО / Г.І. Чижиков, С.А. Гончарова, Ю.К. Доброносів. Краматорськ : ДДМА, 2004. 144 с.
18. Беляев Л.А. Турбины тепловых и атомных электрических станций : конспект лекций. Томск. 2009. 142 с.
19. Денисенко А.Ф. Охорона праці в галузі : конспект лекцій. Суми : СумДУ, 2008. 137 с.
20. Правила охорони праці на автомобільному транспорті. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1299-12#Text>.
21. Вимоги техніки безпеки при експлуатації транспортних засобів. URL: <https://oppb.com.ua/news/vymogy-tehniky-bezpeky-pry-ekspluatsiyi-transportnyh-zasobiv>.
22. Тарасов В.К. Безопасность технологических процессов и оборудования : методические указания к выполнению практических занятий для студентов специальности 7.070801 «Охрана труда и экология металлургического оборудования». Запорожье : ЗГИА, 2003. 26 с.
23. Тарасов В.К., Кожемякін Г.Б., Кутузова І.О. Безпечна експлуатація інженерних систем і споруд : навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА спеціальностей 183 «Технології захисту навколишнього середовища», 263 «Цивільна безпека». Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 160 с.

Навчально-методичне видання
(українською мовою)

Манідіна Євгенія Анатоліївна
Белоконь Каріна Володимирівна

БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ОБЛАДНАННЯ

Навчально-методичний посібник
для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра
спеціальності 263 «Цивільна безпека»
освітньо-професійної програми «Охорона праці»

Рецензенти: *В.С. Манідін, О.М. Фостащенко*
Відповідальний за випуск *Г.Б. Кожемякін*
Коректор *Є.А. Манідіна*