

**Шифр «Солодке життя»**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ВИБУХОВОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ  
ПІДПРИЄМСТВ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ**

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| <b>ВСТУП</b> .....   | 3  |
| <b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ</b> .....   | 6  |
| 1.1. Апарати з горючим пилом та волокнами.....   | 6  |
| 1.2. Вибухопожежонебезпека підприємств цукрової галузі.....  | 8  |
| <b>РОЗДІЛ 2. НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ</b> .....  | 13 |
| 2.1. Законодавча та нормативна база забезпечення вибухової та пожежної безпеки підприємств.....  | 13 |
| 2.2. Аналіз Правил охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві.....   | 15 |
| <b>РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ВИБУХОВОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ</b> ..... | 18 |
| 3.1. Прогнозування розвитку аварій вибухонебезпечних об'єктів на підприємствах виробництва цукру.....  | 18 |
| 3.2. Заходи забезпечення вибухопожежонебезпеки на підприємствах  | 22 |
| <b>ВИСНОВКИ</b> .....  | 24 |
| <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b> .....  | 27 |

## ВСТУП

**Актуальність.** Розробка заходів, що ефективно забезпечують пожежну безпеку, може бути здійснена лише на підставі глибоких знань процесів горіння та вибуху, явищ, які супроводжують ці процеси, особливостей горіння газів, рідин та твердих речовин і матеріалів, вибухопожежних властивостей речовин та матеріалів, фізико-хімічних особливостей механізмів горіння, самозаймання й їх припинення.

Особливо небезпечними є виробництва за наявності великої кількості пожежовибухонебезпечних речовин та матеріалів, на яких виникнення навіть локальних пожеж або вибухів при несприятливому збігу обставин може привести, завдяки ланцюговому розвитку, до катастрофічних масштабів. В цих умовах важливою задачею є підвищення пожежної безпеки в країні, невід'ємною часткою якої є пожежна профілактика на промислових об'єктах, в т.ч. на підприємствах цукрової галузі.

Цукрова галузь України – одна із найстаріших галузей харчової промисловості, яка веде свій рахунок вже практично 200 років.

Проте, складна фінансова ситуація в країні позначилася на галузі: із 192-х заводів до сезону 2019/20 рр. збереглося тільки 32.

Виробництво цукру в Україні відбувається, в основному, з цукрових буряків. На теперішній час до 35% цукру виробляється з цукрової тростини, яку привозять з Куби. Понад половину цукру в Україні споживає населення, частина становить сировину для низки галузей харчової промисловості.

Станом на 10 грудня 2019 року зібрано 9,8 млн т цукрових буряків із площі 220 тис. га або 100% від прогнозу при середній урожайності 446 ц/га [1].

Пожежна безпека є одним із видів суспільної безпеки, який включає в себе комплекс суспільних відносин, що на нормативній основі забезпечує стан пожежобезпечної життєдіяльності суспільства, захищеність особи, матеріальних та культурних цінностей, суспільства і держави від пожеж та їх

наслідків. Цей факт пояснює підвищення інтересу з боку науковців до проблем вибухової та пожежної безпеки. Зокрема, ряд питань, що пов'язані з промисловою та техногенною безпекою у харчовій промисловості, розглядаються у роботах Шишкова В.З., Володченкової Н.В., Євтушенко О.В., Левченка О.Г., Михайлюка О.П. та інших. Проте проблема удосконалення пожежної безпеки підприємств цукрової галузі розглядаються недостатньо, тому актуальність роботи очевидна.

**Метою роботи** є проведення комплексного дослідження теоретичних та практичних аспектів удосконалення рівня пожежної безпеки підприємств цукрової галузі.

Для досягнення мети було поставлено наступні **завдання**:

- розглянути теоретичні аспекти роботи апаратів з горючим пилом та волокнами;
- охарактеризувати вибухопожежонебезпеку підприємств цукрової галузі;
- проаналізувати законодавчі та нормативно-правові акти з вибухопожежної безпеки підприємств галузі;
- спрогнозувати розвиток аварій вибухонебезпечних об'єктів на підприємствах виробництва цукру;
- запропонувати заходи забезпечення вибухопожежонебезпеки на підприємствах цукрової галузі.

**Об'єкт дослідження** – пожежна безпека підприємств цукрової галузі.

**Предметом дослідження** є сукупність теоретичних, науково-методичних положень і практичних рекомендацій щодо удосконалення пожежної безпеки підприємств цукрової галузі.

**Методи досліджень.** У ході виконання дослідження використано комплекс методів наукового пізнання: філософський (діалектичний), загальнонаукові (методи комплексного, формально-логічного і системного аналізу та синтезу) та порівняльно-правовий.

Наукова новизна дослідження полягає у проведеному комплексному дослідженні теоретичних та практичних аспектів удосконалення рівня пожежної безпеки підприємств цукрової галузі.

**Практичне значення** одержаних результатів. Одержані результати можуть бути використані при улаштуванні системи запобігання пожежі підприємств цукрової галузі, науковцями та дослідниками при написанні наукових статей, а також у навчальному процесі при викладанні відповідних дисциплін. Акт впровадження в навчальний процес додається.

**Структура і обсяг роботи.** Робота складається зі вступу, трьох розділів, що включають шість підрозділів, висновків, списку використаної літератури. Обсяг становить 29 сторінок друкованого тексту, крім того список використаних джерел (20 найменувань) на 3-х сторінках.

# РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБУХОПОЖЕЖОНЕБЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ

## 1.1. Апарати з горючим пилом та волокнами

В багатьох технологічних процесах, що здійснюються в різних галузях промисловості, зокрема, в цукровій промисловості, беруть участь тверді речовини та матеріали, що знаходяться в дисперсному стані (пил, порошки, волокна). У виробничих умовах ці речовини та матеріали можуть бути:

- сировиною (порошкова металургія, виробництво гуми);
- допоміжним технологічним матеріалом (паливо);
- проміжним або кінцевим продуктом (борошно, цукрова пудра тощо);
- побічними продуктами або відходами виробництва (борошняний, тютюновий, деревний пил, бавовняний пил та пух).

Усередині апаратів і в повітрі виробничих приміщень дисперсні матеріали утворюють аерозолі – системи, що складаються із твердих частинок, розподілених в газовому середовищі. Характерною ознакою аерозолів є їх нестійкість: під дією сили тяжіння частинки осідають на різних поверхнях, утворюючи осади (аерогелі), а під дією повітряних потоків ці пилові відкладення можуть знову переходити у завислий стан.

Пожежна небезпека технологічного обладнання в цьому випадку залежить від стану пилу: осілий пил може тліти та горіти; завислий пил може утворювати з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Для пожежної профілактики важливо знати умови переходу пилу з одного стану в інший. Цей перехід визначається швидкістю осідання твердої частинки, тобто мінімальною швидкістю газового середовища, за якою тверда частинка з певними властивостями починає осідати [2].

Розглянемо цей процес на прикладі осідання частинки кулеподібної форми. Відомо, що здатність твердої частинки до осідання із газового потоку буде залежати від її ваги та опору середовища. На цю частинку, що

знаходиться в потоці газу, діють: сила тяжіння, підйомна сила та сили тертя (опору середовища).

Силу тяжіння, яка дорівнює вазі частинки ( $G_T$ ), можна визначити із основного закону механіки:

$$F = G_T = m \cdot g, \quad (1.1)$$

$$\text{або } G_T = \rho_T \cdot V \cdot g, \quad (1.2)$$

де  $\rho_T$  - густина частинки,  $\text{кг/м}^3$ ;

$V$  – об'єм кулеподібної частинки, дорівнює  $V=4/3\pi R^3$  або  $1/6\pi d^3$ ;

$g$  – прискорення сили тяжіння,  $\text{м/с}^2$ .

Тоді:

$$G_T = \rho_T \cdot g \cdot \pi d^3/6, \quad (1.3)$$

Піднімальну силу, що згідно із законом Архімеда, дорівнює кількості газу ( $G_{\Pi}$ ), який витискається частинкою, також визначаємо з основного закону механіки:

$$G_{\Pi} = \rho_T \cdot g \cdot \pi d^3/6, \quad (1.4)$$

де  $\rho_T$  – густина газу, що витискається,  $\text{кг/м}^3$ .

Рівнодіючу сил тертя (опору середовища) визначаємо за формулою:

$$R = \rho_T \cdot \lambda \cdot F \cdot V^2/2, \quad (1.5)$$

де  $d$  – діаметр частинки,  $\text{м}$ ;  $\lambda$  – коефіцієнт опору середовища;  $F$  – площа поперечного перерізу частинки (для частинок кулеподібної форми  $F= \pi d^2 /4$ ),  $\text{м}^2$ .

При динамічній рівновазі частинки сила опору середовища дорівнює силі осідання частинки і визначається швидкістю осідання  $V_{oc}$ .

Після певних перетворень можна отримати вираз для визначення швидкості осідання:

$$V_{oc} = \sqrt{\frac{4(\rho_T - \rho_{\Pi}) \cdot d \cdot g}{3 \cdot \rho_{\Pi} \cdot \lambda}} \quad (1.6)$$

Таким чином, завислий пил не буде осідати, а осілий буде звихрюватися, якщо швидкість руху газового потоку буде більша, ніж швидкість осідання [2].

## **1.2. Вибухопожежонебезпека підприємств цукрової галузі**

На підприємствах з виробництва цукру мають місце наступні об'єкти підвищеної небезпеки:

- об'єкти, на яких утворюється горючий пил або волокно, здатні вибухати, самозайматися, займатися від джерела запалювання з подальшим поширенням горіння після його усунення (сушильне відділення – сушильний барабан, транспортери цукру);

- обладнання та лінійні частини газопроводів систем газопостачання природним і зрідженим газом, споруди на них та газокористувальне обладнання (газопровід високого та середнього тиску, котли котельні та ін.)

- парові і водогрійні котли, в тому числі содорегенераційні та ті, що працюють з високотемпературними органічними теплоносіями; посудини, що працюють під тиском понад 0,07 МПа (випарна станція, вакуум-апарати, ресивери на компресорній станції);

- трубопроводи пари та гарячої води з робочим тиском пари понад 0,07 МПа і температурою води вище 115 °С (трубопровід високого тиску Р-39 та трубопровід високого тиску Р-25);

- електроустановки та електрообладнання (генератори струму, трансформаторні підстанції продуктового цеху, сокоочисного цеху, компресорної, автогосподарства, ТЕЦ, сушки цукру, кагатне поле) [3].

При виробництві цукру виконують наступні види робіт підвищеної небезпеки:

- монтаж, демонтаж, ремонт, технічне обслуговування механізмів, устаткування підвищеної небезпеки (електричне устаткування мереж; технологічне обладнання напругою понад 1000 В);

- роботи в діючих електроустановках напругою понад 1000 В;



- зварювальні, газополум'яні роботи;
- зберігання балонів;
- роботи в колодязях, шурфах, траншеях, котлованах, бункерах, замкнутому просторі (ємкостях, боксах, топках);
- роботи верхолазні, що виконуються на висоті 5 метрів і більше над поверхнею ґрунту, з перекриття або робочого настилу та роботи, що виконуються за допомогою будівельних підйомників.

Серед професій, що надають право на пенсію за віком на пільгових умовах за списком №2: слюсар ремонту парогазотурбінного устаткування, машиністи котлів, машиністи парових турбін, старші машиністи котельного устаткування, вогнетривники, ізолювальники, апаратники гашення вапна, випалювач вапна, електрозварники ручного зварювання, електрогазозварники.

За твердженням І.Ф. Степанця зі співавторами [4], експлуатаційна надійність підприємства, тобто здатність до тривалого стійкого виконання технологічного процесу в заданих параметрах, може бути порушена внаслідок вибуху пилегазоповітряних сумішей, які можна поставити в один ряд з наслідками від землетрусів і пожеж. Вибухи часто викликають настільки сильні руйнування заводів і фабрик, що відновлення обходиться дорожче будівництва нового підприємства, так як розбирання і вивіз зруйнованих конструкцій займає багато часу і пов'язане із значними технічними труднощами.

Вражаючим фактором аварій на пожежо- та вибухонебезпечних об'єктах є: повітряна ударна хвиля, теплове випромінювання, пожежі, дія токсичних речовин, які утворюються внаслідок пожежі і вибуху. При вибухах ударна хвиля призводить не лише до руйнувань, але і до людських жертв. Ступінь і характер руйнувань багато в чому залежить, крім потужності вибуху, від технічного стану споруд, характеру забудови та рельєфу місцевості.

Не винятком є підприємства цукрової галузі. Основними небезпечними речовинами на даних підприємствах, що можуть становити потенційну небезпеку для персоналу, основних та допоміжних виробництв є використання як палива природного газу, паливно-мастильних матеріалів для транспорту, наявність цукрового пилу і формаліну. За певних умов (аварійних ситуацій) ці речовини можуть створювати вибухонебезпечні газо-та пилоповітряні суміші.

З точки зору вибухонебезпеки на цукрових заводах можна виділити наступні об'єкти:

- газорозподільний пункт (ГРП);
- котельня;
- автозаправочні станції (АЗС);
- сушарка для цукру;
- склади паливно-мастильних матеріалів;
- склад для зберігання формаліну.

Підприємства цукрової галузі відносяться до потенційно небезпечних об'єктів. Маса вибухонебезпечних речовин, що зберігаються і використовуються, не перевищують порогових значень, але при виникненні аварійних ситуацій та аварій, такої кількості вибухонебезпечних речовин достатньо для значних руйнувань як в середині об'єктів так і для руйнування будівель і споруд, травмування людей тощо.

Пожежну небезпеку представляють як пилові хмари, так і відкладення пилу на будівельних конструкціях та технологічному обладнанні. Обертання ж в технологічних процесах таких потенційно небезпечних речовин, як пластмаса, барвники, цукор тощо в дрібнодисперсному стані, створює загрозу вибуху усередині технологічного обладнання та у виробничих приміщеннях.

Велика кількість завислого пилу утворюється при роботі машин та агрегатів з механізмами ударної дії ( дробарки, млини, розрихлювачі), а також машин та установок, дія яких пов'язана з використанням повітряних

потоків (пневматичні системи транспортування, сепаратори, сушарки тощо) або при падінні подрібненої продукції з висоти (самопливні труби тощо).

Значну небезпеку для апаратів представляє накопичення осілого пилу, якому сприяє підвищена вологість повітря, конденсація вологи на стінках апаратів та трубопроводів, а також адгезійні властивості пилу. Осілий пил в машинах та апаратах накопичується в застійних ділянках, тупиках, на поверхнях з дефектами, в місцях різкої зміни діаметрів та гострих кутів. В осілому стані пил може утворювати осередки самозаймання, а при його звихренні утворюються вибухонебезпечні пило-повітряні суміші. Іскри від ударів металевих часток, що можуть попасти до машини, призводять до появи осередків тління, від яких займається і пил, що знаходиться в завислому стані. Місцевий спалах може викликати звихрення пилу у великому об'ємі і стати причиною наступного вибуху великої руйнівної сили.

Такий розвиток процесу, що представляє собою послідовні один за одним вибухи з послідовно зростаючою потужністю, можна спостерігати у всіх катастрофічних за своїми наслідками випадках пилових вибухів, що виникли на елеваторах, цукрових заводах та інших підприємствах, де наявне обертання горючого пилу [5].

На думку Володченкової Н.В. з співавторами [6, 7] та Левченка О.Г. з співавторами [8], оцінка ризику виникнення аварійних ситуацій на підприємствах харчової промисловості містить організацію та виконання таких завдань:

- визначення та обґрунтування мети та завдань аналізу ризику виникнення аварійних ситуацій;
- аналіз специфіки технологічного регламенту підприємства;
- визначення можливих джерел небезпеки;
- визначення усіх подій, що можуть бути причинами виникнення аварійних ситуацій;

- визначення можливих виражальних факторів, що виникають під час аварійних ситуацій;
- оцінка імовірності виникнення аварійних ситуацій;
- розробка та дослідження можливих сценаріїв розвитку можливих аварійних ситуацій;
- прогнозування імовірних масштабів і наслідків аварійних ситуацій за різноманітними сценаріями розвитку подій;
- розрахунок ризику аварійних ситуацій та прийняття рішення щодо його прийнятності;
- визначення заходів щодо зменшення ризиків виникнення аварійних ситуацій у випадку перевищення прийнятного рівня;
- розробка звітних документів щодо безпеки підприємства;
- розробка заходів із попередження виникнення аварійних ситуацій на підприємстві.

## **РОЗДІЛ 2. НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИБУХОПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ**

### **2.1. Законодавча та нормативна база забезпечення вибухової та пожежної безпеки підприємств**

Відповідно до ст. 57 Кодексу цивільного захисту України [9] та Порядку подання і реєстрації декларації відповідності матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з питань пожежної безпеки затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 5 червня 2013 р., № 440, початок роботи новоутворених підприємств, початок використання суб'єктом господарювання об'єктів нерухомості (будівель, споруд, приміщень або їх частин) здійснюється суб'єктом господарювання на підставі поданої декларації відповідності матеріально-технічної бази суб'єкта господарювання вимогам законодавства з питань пожежної безпеки, а для суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику (перелік суб'єктів господарювання з високим ступенем ризику визначається центральним органом виконавчої влади, який здійснює державний нагляд у сферах техногенної та пожежної безпеки, за погодженням із центральним органом виконавчої влади, що реалізує державну регуляторну політику, у сфері дозвільної системи і ліцензування господарської діяльності) – також за наявності позитивного висновку за результатами оцінки (експертизи) протипожежного стану підприємства, об'єкта чи приміщення (далі – оцінка протипожежного стану) [10].

Протипожежну безпеку суб'єктів господарювання контролює Державна служба надзвичайних ситуацій. Перевірки проводять відповідно із Законом України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» [11].

Правила пожежної безпеки, затверджені Наказом МВС України від 30.12.2014 № 1417 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України від 05 березня 2015 р. за № 252/26697 [12] встановлюють загальні вимоги з

пожежної безпеки до будівель, споруд різного призначення та прилеглих до них територій, іншого нерухомого майна, обладнання, устаткування, що експлуатуються, будівельних майданчиків, а також під час проведення робіт з будівництва, реконструкції, реставрації, капітального ремонту, технічного переоснащення будівель та споруд.

Вимоги будівельних норм [13] поширюються на проектування, монтування, перевірку відповідності і підтримання експлуатаційної придатності систем протипожежного захисту.

На основі Директиви 2014/34/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 26 лютого 2014 р. про гармонізацію законодавства держав-членів стосовно обладнання та захисних систем, призначених для використання в потенційно вибухонебезпечних середовищах, в Україні було розроблено Технічний регламент обладнання та захисних систем, призначених для використання в потенційно вибухонебезпечних середовищах. Цей Технічний регламент установлює суттєві вимоги до обладнання та захисних систем, призначених для використання в потенційно вибухонебезпечних середовищах, та вимоги до обігу такої продукції на ринку України [14].

Для координації та вдосконалення роботи, пов'язаної із забезпеченням пожежної безпеки та контролем за її проведенням у галузях сільського господарства, харчової промисловості та переробки сільгосппродукції діють Правила пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України [15].

Основними нормативно-правовими актами, що регулюють відносини у сфері виконання робіт в цукровій промисловості є: Конституція України, Закон України «Про охорону праці» та Правила охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві [16].

Правила охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві були прийняті 5 жовтня 2018 року за №1467 та зареєстровані в Міністерстві юстиції України 5 листопада 2018 року за № 1250/32702.

Правила встановлюють вимоги до безпечного виконання робіт для роботодавців та працівників під час виробництва цукру.

## **2.2. Аналіз Правил охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві**

На думку В.З. Шишкова та Я.В. Нирка [17], в Правилах охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві, взагалі відсутні «Специфічні вимоги до технологічних процесів (вибухо- та пожежонебезпечних)», які мали місце в Правилах охорони праці в цукровому виробництві 1997 року випуску.

Вогневі роботи на території підприємства, в цехах та установках необхідно проводити відповідно до вимог «Правил пожежної безпеки в Україні». Вогневі роботи можна проводити лише за наявності наряд-допуску, затвердженого власником підприємства. В аварійних випадках дозвіл (наряд-допуск) на проведення вогневих робіт може видавати начальник цеху або особа, яка його заміняє. В цьому випадку вогневі роботи потрібно проводити під безпосереднім керівництвом особи яка видала такий дозвіл (наряд-допуск) на їх проведення з повідомленням власника підприємства та служби охорони праці.

Вогневі роботи на діючих пожежонебезпечних об'єктах (сушіння та упакування цукру-піску, сушіння жому, склади упакованого та не упакованого цукру-піску силосного типу, мішкотари, гранульованого і сушеного жому та інших приміщеннях) з врахуванням місцевих умов допускаються у виняткових випадках, коли неможливо виконувати у спеціально відведених для цієї мети місцях. Вогневі роботи на пожежонебезпечних і вибухопожежонебезпечних об'єкта потрібно проводити тільки в денний час (за винятком аварійних випадків).

Апарати, машини, ємкості, трубопроводи та інше устаткування де потрібно проводити вогневі роботи повинні бути зупинені звільнені від пожежо-, вибухонебезпечних та токсичних продуктів, відключені заглушками від діючих апаратів і трубопроводів про що необхідно зробити запис в журналі встановлення та знімання заглушок) і підготовлені до проведення вогневих робіт. Пускова апаратура, призначена для включення

машин і механізмів, повинна бути знеструмлена та вжиті заходи, що виключають раптовий запуск машин та механізмів.

Місце для проведення вогневих робіт повинно бути обладнане необхідними засобами пожежогасіння. Майданчики, металоконструкції конструктивні елементи будівель, які знаходяться у зоні проведення вогневих робіт повинні бути очищені від пожежо- та вибухопожежо-небезпечних продуктів. Для проведення вогневих робіт потрібно призначити відповідальних осіб з числа фахівців цеху, які не зайняті в цей час веденням технологічного процесу, атестованих на право ведення вогневих робіт.

Під час проведення вогневих робіт потрібно здійснювати контроль за станом повітряного середовища в апаратах, комунікаціях, на яких проводяться зазначені роботи, а також у небезпечній зоні. Вогневі роботи дозволяється починати при відсутності пожежо- та вибухопожежонебезпечних речовин у повітряному середовищі або наявності їх не вище ГДК згідно з чинними санітарними та протипожежними нормами.

Газонебезпечні роботи необхідно проводити за наряд-допуском встановленої форми і тільки після виконання підготовчих робіт. Фахівці повинні пройти спеціальне навчання та перевірку знань в обсязі виконуваних на підприємстві газонебезпечних робіт.

Повторна перевірка знань проводиться не рідше 1 разу на три роки. З виконавцями газонебезпечних робіт потрібно проводити спеціальне навчання та перевірку знань в обсязі виконуваних робіт за спеціальної загальнопромисловою інструкцією з охорони праці, складеною для працівників що виконують газонебезпечні роботи. Повторна перевірка знань проводиться не рідше, ніж через 12 місяців, а позачергова перевірка - при виявленні низького рівня знань, порушенні вимог виробничих інструкцій, за вимогами Держпраці тощо. Зварювально-монтажні роботи на підприємствах необхідно виконувати згідно з вимогами чинних будівельних норм та правил, проектів виконання робіт, технологічних карт та нормативно-правових актів,



що регламентують вимоги безпеки під час виконання електрозварювальних робіт.

До зварювальних робіт на газонебезпечному обладнанні допускаються зварники, які пройшли спеціальне навчання, перевірку знань (атестацію) відповідно до вимог Правил атестації зварників, затверджених наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 19.04.96 № 61, зареєстрованих у Міністерстві юстиції 31.05.96 за № 262/1287 (НПАОП 0.00-1.16.96), та отримали посвідчення зварника про атестацію, де вказані умови всіх випробувань, атестаційні категорії та область поширення допуску на конкретні умови зварювання. Зварювальні роботи дозволяється виконувати за наявності технологічних карт, розроблених відповідальною особою за зварювальне виробництво і затверджених керівником підприємства. Зварники та їх помічники (монтажники тощо) зобов'язані під час виконання робіт застосовувати засоби індивідуального захисту передбачені нормативними документами, зокрема одягати спеціальний одяг і спеціальне взуття, користуватися захисною маскою зварника. У разі стельового зварювання необхідно користуватися подовженими рукавицями зварника (крагами) [17].

## **РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНІ ЗАХОДИ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ЩОДО УДОСКОНАЛЕННЯ ВИБУХОВОЇ ТА ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПІДПРИЄМСТВ ЦУКРОВОЇ ГАЛУЗІ**

### **3.1. Прогнозування розвитку аварій вибухонебезпечних об'єктів на підприємствах виробництва цукру**

Підприємства цукрової галузі відносяться до потенційно небезпечних об'єктів, оскільки маси вибухонебезпечних речовин, що зберігаються та використовуються, не перевищують порогових значень, але при виникненні аварійних ситуацій та аварій, такої кількості вибухонебезпечних речовин достатньо для значних руйнувань як в середині об'єктів так і для руйнування будівель та споруд, травмування людей тощо.

Із аналізу відомих промислових аварій видно, що вони відрізняються як за масштабом ураження, так і за сценаріями їх виникнення. Але поряд з цим і виявлені їх загальні риси: початок виникнення (за часом); залежність рівнів і масштабів ураження від значень енергетичних потенціалів технологічних блоків; приблизна рівність числа аварій за двома початковими подіями (вибуховим хімічним процесом в замкнених об'ємах апаратів і вибуховим процесом в атмосфері); значна кількість аварій, які викликані внутрішніми фізичними явищами; можливість ланцюгового розвитку аварій; взаємозв'язок виникнення (розвитку) вибухових процесів і пожеж.

Для цукрових заводів характерні такі види аварій як вибух (детонаційне горіння) та спалах.

В загальному випадку структурна схема розвитку аварії, де використовується природний газ наведена на рис. 3.1. Такий сценарій розвитку аварії найбільш часто спостерігається в котельні. Концентраційні межі вибуховості холодної суміші палива з повітрям під час запалювання від зовнішнього високотемпературного джерела – для природного газу: нижня межа вибуховості – 5...6 , %; верхня – 15...16 %.

Статистика вибухів показує, що відрив факелу від пальника і проскакування полум'я в пальник – це основні причини вибухів у котлії газозодах котлоагрегату з факельним спалюванням палива.

Склади безтарного зберігання цукрового піску по вибухопожежній небезпеці згідно НАПБ Б.03.002-2007 [18] відносяться до категорії Б. Вибух може статися за умови наявності в складі цукрового пилу із вибухонебезпечною концентрацією, та наявності у даний момент джерела запалення – іскри відкритого вогню, нагрітих до температури запалення деталей, що обертаються і рухаються, тощо. Вибухонебезпечна концентрація аерозолу цукру згідно даних різних досліджень знаходиться в дуже широких межах від 28 до 2000 г/м<sup>3</sup>.

Вибух цукрового пилу відбувається при раптовому з'єднанні горючої частини пилу з киснем повітря і виділенням великої кількості тепла і газоподібних продуктів, які нагріваються, розширюються і утворюють вибухову хвилю. Сила і інтенсивність вибуху залежать від багатьох факторів і досягають максимальних значень при відповідному відношенні горючої маси і кисню. Процес окислення протікає на поверхні твердих частинок пилу [19].

При оцінці наслідків вибуху можна виділити дві частини: аналітичну, при якій проводиться оцінка можливих рівнів руйнувань та оперативну – дії персоналу та оповіщення про загрозу аварії на підприємстві і суміжних підприємствах.

Для оцінки випадкових і навмисних вибухів широко використовується метод адекватності руйнувань, що викликані різними вибуховими речовинами та середовищами. За цим методом ступінь руйнування характеризується тротилівим еквівалентом, тобто визначають масу тротилу, яка повинна бути, щоб викликати даний рівень руйнування.

Рівні руйнування будівель при настанні вибуху наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

## Рівні руйнування будівель

| Категорія пошкоджень | Характеристика пошкоджень будівлі                | Надлишковий тиск, кПа | К         |
|----------------------|--|-----------------------|-----------|
| A                    | Повне руйнування будівлі                         | 70                    | 3,8...5,6 |
| B                    | Важкі пошкодження, будівля підлягає зносу        | 33                    | 5,6...9,0 |
| C                    | Середні пошкодження, можлива реставрація будівлі | 25                    | 9,6...28  |
| D                    | Розбито 90 % скла будівлі                        | 4                     | 28...56   |
| E                    | Розбито 50 % скла будівлі                        | 0,2                   | >56       |
| S                    | Розбито 5 % скла будівлі                         | 0,05                  | >56       |

Основними факторами, що впливають на небезпеку вибуху, є максимальний тиск і температура вибуху, швидкість наростання тиску при вибуху, тиск на фронті ударної хвилі, фугасні властивості [4].

В загальному випадку структурна схема розвитку аварії, де використовується природний газ, наведена на рис. 3.1.

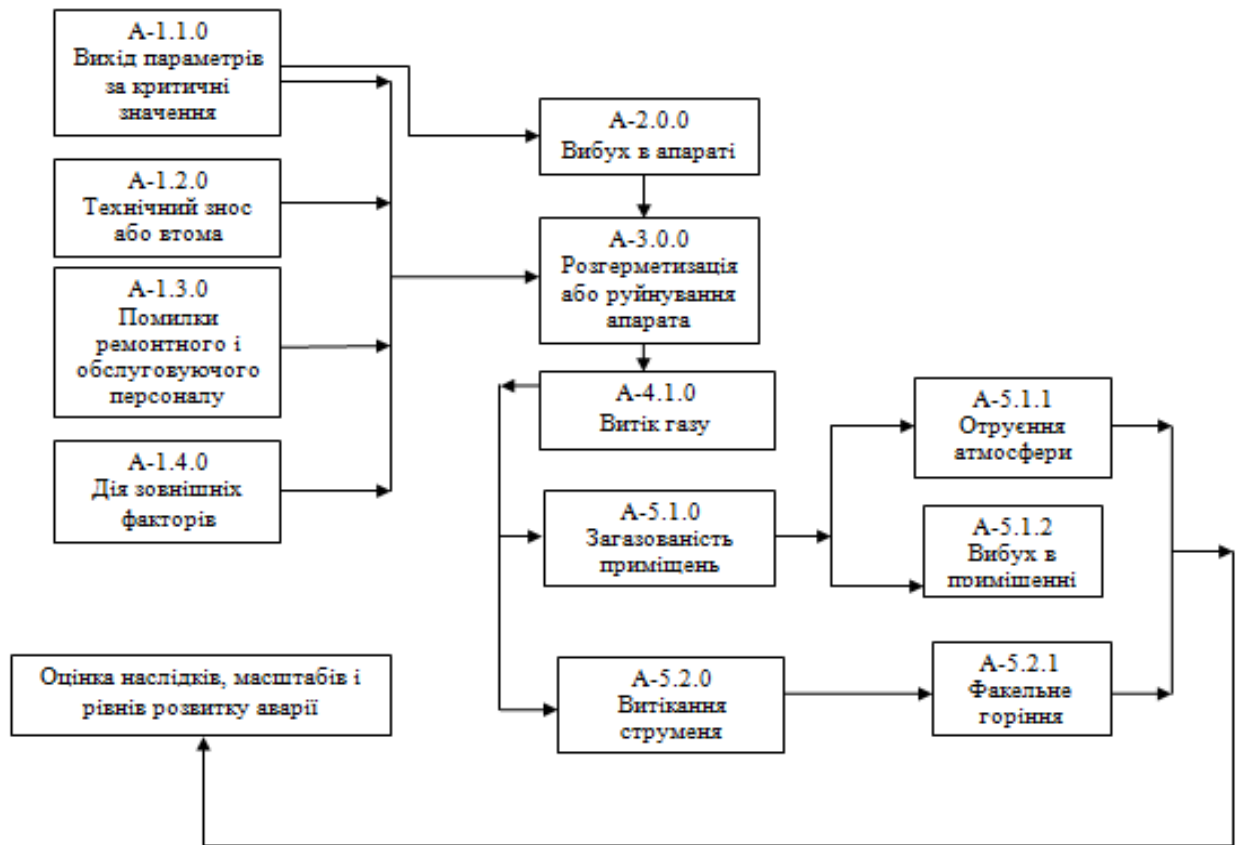


Рис. 3.1. Сценарій розвитку аварій блоку з використанням природного газу

З метою запобігання виникнення аварій, а також захисту працюючих і населення на випадок їх виникнення, зниження економічного збитку здійснюється розробка плану локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій (ПЛАС).

Підвищення рівнів безпеки праці на підприємствах цукрової промисловості передбачає розроблення сценаріїв виникнення аварій; постадійний аналіз умов розвитку аварій та масштабів їх наслідків; оцінку існуючих заходів, що перешкоджають виникненню й розвитку аварій; способи і засоби локалізації аварій; аналіз дій виробничого персоналу по усуненню аварійних ситуацій на відповідних стадіях їх розвитку.

### **3.2. Заходи забезпечення вибухопожежобезпеки на підприємствах**

Для зниження ризику виникнення пожежі або вибуху на підприємстві проводяться наступні заходи.

Застосування допоміжної або аварійної вентиляції як доповнення до основної. Вентиляція використовується, в першу чергу, для обміну повітряними масами і розгону існуючих горючих газів у приміщенні. Вентиляція, яка функціонує правильно, забезпечить гранично допустиму концентрацію газів та вибухонебезпечних парів.

За нормами допустима концентрація становить не більше 5% межі займання або вибуховості. Якщо основна вентиляція перестає працювати, то автоматично вмикається допоміжна. Вона виконує ті ж функції, і забезпечує пожежобезпеку в будівлі під час ремонту основної вентиляції. Однак, якщо основна вентиляція не працює на допустимий повітрообмін – аварійну вентиляцію вмикають разом із нею. Вимоги до основної й аварійної вентиляції зазначені у відповідних положеннях

Улаштування систем місцевого відсмоктування (систем аспірації) пилу з апаратів. Термін „аспірація” означає повітрообмін в машинах та апаратах через місцеві відсоси. Як пиловідділювачі використовують циклони та тканинні всмоктуючі фільтри [2].

Зниження напруження виробничої обстановки. Основна мета цього заходу – знизити ризик пожежонебезпечної або вибухонебезпечної ситуації. Для забезпечення захисту на виробництві, використовується два способи:

- додавання у повітря інертних речовин, які перешкоджатимуть займанню (інертна водяна пара, вуглекислий газ);

- застосування речовин, які загальмовують процес горіння (хладони). Процес зниження напруження виробничої обстановки або флегматизації включає в себе установку спеціальних балонів, які містять вищеописані речовини. Ці балони найкраще розмістити у запірну арматуру, яка спрацьовує автоматично тільки-но підвищується рівень загазованості приміщення і виникає ризик виникнення вибуху.

Вимірювання допустимої концентрації у виробничому приміщенні вибухонебезпечних газів і горючих парів з допомогою газоаналізаторів та індикаторів.

Зменшення або виведення джерел виникнення пожежі або вибуху [20]. Для досягнення мети цього заходу слід не допускати контакту речовин, що призведуть до займання передбачуваного контакту з можливими джерелами займання (розпеченим металом, продуктами горіння речовин, відкритим вогнем і т.д.); використовувати справне електроустаткування згідно з правилами; уникати перегріву обладнання, щоб запобігти його подальшому займанню або вибуху; використовувати засоби індивідуального захисту згідно з вимогами; застосовувати засоби захисту від ураження електричним струмом або статичною електрикою; проводити профілактичні бесіди з колективом, щоб запобігти виникненню аварійної ситуації через халатність окремих співробітників.

Застосування конструкцій, що відзначаються високою стійкістю та сприяють швидкій евакуації людей при аварійній ситуації. З цією метою можна скористатися вікнами або евакуаційними виходами, які обов'язково мають відкриватися назовні.

Щоб уникнути людських та матеріальних втрат, на підприємстві слід проводити навчання персоналу правильному застосуванню засобів індивідуального захисту, порядку дій у разі виникнення небезпечної ситуації.

## ВИСНОВКИ

Розробка заходів, що ефективно забезпечують пожежну безпеку, може бути здійснена лише на підставі глибоких знань процесів горіння та вибуху, явищ, які супроводжують ці процеси, особливостей горіння газів, рідин та твердих речовин і матеріалів, вибухопожежних властивостей речовин та матеріалів, фізико-хімічних особливостей механізмів горіння, самозаймання й їх припинення.

Особливо небезпечними є виробництва за наявності великої кількості пожежовибухонебезпечних речовин та матеріалів, на яких виникнення навіть локальних пожеж або вибухів при несприятливому збігу обставин може привести, завдяки ланцюговому розвитку, до катастрофічних масштабів. В цих умовах важливою задачею є підвищення пожежної безпеки в країні, невід'ємною часткою якої є пожежна профілактика на промислових об'єктах, в т.ч. на підприємствах цукрової галузі.

На основі вивчення й аналізу літературних джерел, проведеного у роботі, встановлено основні теоретичні аспекти, пов'язані з станом рівня вибухопожежобезпеки підприємств цукрової галузі. Великий внесок у розвиток теорії та практики безпеки праці та виробничого середовища, методів обґрунтування заходів з профілактики виробничого травматизму внесли вітчизняні вчені Шишков В.З., Володченкова Н.В., Гогіташвілі Г.Г., Голінько В.І., Євтушенко О.В., Кружилко О.Є., Левченко О.Г., Лисюк М.О., Лучко І.А., Ткачук К.Н. та інші.

В роботі розглянуто теоретичні аспекти роботи апаратів з горючим пилом та волокнами. Зокрема, показано, що завислий пил не буде осідати, а осілий буде звихрюватися, якщо швидкість руху газового потоку буде більша, ніж швидкість осідання.

У ході виконання наукової роботи проаналізовано законодавчу та нормативну базу з даної проблематики. Наголошено на відсутності вимог до вибухо- та пожежонебезпечних технологічних процесів у чинних Правилах



охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві від 5 жовтня 2018 року №1467.

З метою запобігання виникнення аварій, а також захисту працюючих і населення на випадок їх виникнення, зниження економічного збитку слід здійснювати розробку плану локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій (ПЛАС).

Підвищення рівнів безпеки праці на підприємствах цукрової промисловості передбачає розроблення сценаріїв виникнення аварій; постадійний аналіз умов розвитку аварій та масштабів їх наслідків; оцінку існуючих заходів, що перешкоджають виникненню й розвитку аварій; способи і засоби локалізації аварій; аналіз дій виробничого персоналу по усуненню аварійних ситуацій на відповідних стадіях їх розвитку.

Для зниження ризику виникнення пожежі або вибуху на підприємстві пропонуємо наступні заходи:

- застосування допоміжної або аварійної вентиляції як доповнення до основної. Крім того, варто влаштовувати системи місцевого відсмоктування (системи аспірації) пилу з апаратів. Як пиловідділювачі можна використовувати циклони та тканинні всмоктуючі фільтри;

- додавання у повітря інертних речовин, які перешкоджатимуть займанню (інертна водяна пара, вуглекислий газ);

- застосування речовин, які загальмовують процес горіння (хладони);

- вимірювання допустимої концентрації у виробничому приміщенні вибухонебезпечних газів і горючих парів проводити з допомогою газоаналізаторів та індикаторів;

- не допускати контакту речовин, що призведуть до займання передбачуваного контакту з можливими джерелами займання;

- використовувати справне електроустаткування згідно з правилами;

- уникати перегріву обладнання, щоб запобігти його подальшому займанню або вибуху;

- використовувати засоби індивідуального захисту згідно з вимогами;

– застосовувати засоби захисту від ураження електричним струмом або статичною електрикою;

– проводити профілактичні бесіди з колективом, щоб запобігти виникненню аварійної ситуації через халатність окремих співробітників;

– застосовувати конструкції, що відзначаються високою стійкістю та сприяють швидкій евакуації людей при аварійній ситуації.

Щоб уникнути людських та матеріальних втрат, на підприємстві слід проводити навчання персоналу правильному застосуванню засобів індивідуального захисту, порядку дій у разі виникнення небезпечної ситуації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Українські аграрії завершили збирання цукрових буряків врожаю 2019 року. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ukrsugar.com/uk/post/v-ukraini-zaversilosa-zbiranna-cukrovih-burakiv-vrozau-2019-roku>.

2. Михайлюк О.П., Олійник В.В., Мозговий Г.О. Теоретичні основи пожежної профілактики технологічних процесів та апаратів. Навчальний посібник – Харків, 2004. – 407с.

3. Перелік робіт з підвищеною небезпекою НПАОП 0.00-4.12-2005. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0232-05>.

4. Степанець І.Ф. Запобігання виникнення вибухів на підприємствах цукрової галузі / І.Ф. Степанець, О.П. Слободян, А.М. Матіящук // Цукор України. – 2011. – №4. – С. 23-26.

5. Лавренюк О.І., Баланюк В.М. Теорія розвитку та припинення горіння. Навчальний посібник. – Львів, 2007. – 126 с.

6. Володченкова Н.В. Аналіз ризику виникнення аварійних ситуацій на підприємствах харчової промисловості, як чинник підвищення небезпеки їх функціонування [текст]/ Н.В. Володченкова, О.В. Хиврич // Ukrainian food journal, volume 2, issue 1. – 2013. – С.75-79.

7. Володченкова Н.В. Моделювання просторово-часового розвитку (еволюції) ризику руйнувань небезпечних промислових об'єктів у надзвичайних ситуаціях [текст]/Н.В. Володченкова, О.В. Хиврич // Харчова промисловість. – 2012. – №13. – с.140-145.

8. Левченко О.Г. Вибухонебезпека виробничих об'єктів харчової промисловості до впливу повітряної вибухової хвилі / Н.В. Володченкова, О.В. Хиврич, О.Г. Левченко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2013. – № 51. – С.57-63.

9. Кодекс цивільного захисту України. Затв. ВР України від 02.10.2012 року, № 5403-VI.

10. Про затвердження критеріїв, за якими оцінюється ступінь ризику від провадження господарської діяльності та визначається періодичність здійснення планових заходів державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки Державною службою з надзвичайних ситуацій [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/715-2018-%D0%BF>.

11. Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/877-16>

12. Про затвердження Правил пожежної безпеки в Україні. Наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15>.

13. Системи протипожежного захисту ДБН В.2.5-56:2014 зі змінами.

14. Технічний регламент обладнання та захисних систем, призначених для використання в потенційно вибухонебезпечних середовищах [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1055-2016-%D0%BF>.

15. Про затвердження Правил пожежної безпеки в агропромисловому комплексі України [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0313-07>.

16. Правила охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві від 5 жовтня 2018 року №1467. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1250-18>.

17. Шишков В.З. Рекомендації щодо вдосконалення перегляду проекту «Правил охорони праці для працівників, зайнятих на цукровому виробництві» / В.З. Шишков, Я.В. Нирко // Цукор України. – 2018. – 7-8 (149-150). – С. 41-51.

18. НАПБ Б.03.002-2007. Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dnaop.com/html/32980/doc-91.03.002-2007>.

19. Домарецький В.А., Остапчук М.В., Українець А.І. Технологія харчових продуктів. – К. НУХТ, 2003.– 569 с.

20. Мітюк Л.О. Заходи забезпечення вибухопожежобезпеки на підприємстві / Л.О. Мітюк, В.І. Гасленко, А.М. Жадан, С.Ю. Перелай // Проблеми охорони праці, промислової та цивільної безпеки: Збірник матеріалів Тринадцятої Всеукраїнської науково-методичної конференції (з участю студентів), м. Київ, 10-12 листопада 2015 р. – К.: НТУУ —КПІ, 2015. – 475 с.