

Дніпродзержинський державний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ОЦІНКА НЕБЕЗПЕК ГАЗОВОГО ГОСПОДАРСТВА ХЛІБОПЕКАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вступ. В більшості міст або населених пунктів працюють хлібопекарські підприємства, які забезпечують населення хлібобулочними та кондитерськими виробами. Виробництво хлібобулочних виробів пов'язано з використанням автономного газового господарства, що включає систему газопроводів, котельню та виробничі печі, які належить хлібопекарні. Небезпека таких підприємств, що розташовані біля житлових будівель та інших комунальних об'єктів та забудов, полягає у ймовірності аварій та аварійних ситуацій, пов'язаних з газовим господарством, і, як наслідок, утворення небезпечних газоповітряних сумішей.

Аварії, пов'язані з вибухом газоповітряних сумішей, в більшості випадків супроводжуються викидами з апаратури значної кількості вибухонебезпечних речовин, руйнуваннями обладнання або конструкцій, пожежами. Аварії, як правило, є наслідком відхилення параметрів технологічного режиму від нормальних. Цьому сприяють раптове припинення подачі тепло- або електроенергії, вихід з ладу устаткування, засобів контролю і управління процесами, а також порушення правил або помилкові дії обслуговуючого персоналу. Аналіз аварій, що завершуються вибухом газоповітряних сумішей в приміщеннях і на відкритих установках, показує, що більшість з них є наслідком помилок або неправильних дій обслуговуючого персоналу, несправності або недосконалості обладнання, контрольно-вимірювальних приладів та приладів автоматики [1].

Найбільш частими причинами утворення вибухонебезпечної концентрації газоповітряної суміші на хлібопекарських підприємствах можуть бути: недостатнє вентильовання топки і газоходів; подача газу в пальник до внесення або утворення запального факела; відрив полум'я переносного запального пристрою в топці при включенні пальників; спроба розпалювання сусіднього пальника від працюючого без застосування запального факела; повторне включення пальників після відриву запального або основного факела без попередньої вентиляції топки і газоходів; неправильне або передчасне відкриття кранів перед пальниками; неправильне продування газопроводів перед пуском котла в роботу.

Причинами вибухів і загазованості при включенні пальникових пристроїв також є: несправність запальника або неправильна його установка; помилки обслуговуючого персоналу в фіксації положення запірної газової арматури та її нещільності; включення пальникових пристроїв при відключеній або несправній автоматичній контролі полум'я; неправильна оцінка показань контрольно-вимірювальних приладів або їх несправність.

Під час експлуатації котла причинами згасання факела, загазованості топки і вибуху від розжарених поверхонь обмурівки можуть бути: короткочасне припинення подачі газу; відрив полум'я в результаті різкого зростання розрідження в топці; згасання факела в разі несправності регулятора тиску газу або клапана «газ-повітря», засмічення газовихідних отворів, зупинка димососа або вентилятора, а також неправильні дії персоналу при регулюванні теплової потужності пальників.

Навіть незначні витоки газів в погано вентильованому приміщенні можуть створювати вибухонебезпечні суміші.

Причинами аварій і несправностей котлів на хлібопекарських підприємствах найчастіше є: заводський брак в котлі, що не виявлений при внутрішньому огляді і гідравлічному випробуванні; незадовільний стан обладнання внаслідок неякісного монта-

жу або ремонту, а також через зношування або погану якість матеріалу, з якого виготовлені окремі вузли; відкладення накипу, міжкристалічна і хімічна корозія; технічна несправність показчиків рівня води, продувальної і поживної арматури, живильних і сигнальних пристроїв; порушення режиму роботи пальників; вібрація арматури, гарнітури і трубно системи котла.

Причинами загазованості і вибухів при розпалюванні пальників можуть також бути: неправильна установка або несправність запального пристрою; нещільність запірних пристроїв і помилки персоналу в фіксації їх положення; несправність способів вимірювання або неправильна оцінка їх показань; включення пальників при несправній або відключеній автоматиці контролю полум'я; зрив, відрив, проскакування полум'я.

Причинами згасання факела можуть бути: короткочасне припинення подачі газу; зрив полум'я при різкому зростанні розрідження в топці; зміна концентрації газу менше нижньої або більше верхньої меж займання; неправильна дія експлуатаційного персоналу при регулюванні теплової потужності пальників.

Пошкодження котлів, що призводять до вибуху: перевищення робочого тиску в котлі; спуск води з котла; зайва підпитка котла водою та її спінювання; надмірний перегрів окремих місць поверхонь нагріву в топці при великій довжині факела.

Постановка задачі. Проаналізувати ймовірні аварійні ситуації та аварії, кількісно оцінити масштаби зон ураження, їх наслідки при порушенні герметичності газопроводів заводської мережі, при гасінні полум'я в горілці парового котла у разі розгерметизації газопроводу природного газу в приміщенні виробничих печей.

Результати роботи. В якості об'єкта дослідження обрано газове господарство хлібопекарського підприємства, що включає систему газопроводів, котельню та виробничі печі. Функціями газового господарства є забезпечення природним газом підрозділів підприємства, а саме: котельні, що працюють на газовому паливі, та виробничі печі хлібного цеху.

Котли та печі обладнані системою автоматичного керування і регулювання, а також автоматикою безпеки, які забезпечують безаварійну роботу котлів та пальників. Подача газу на котел або піч негайно припиняється пристроєм захисту (здвоєний електромагнітний клапан) при: неприпустимому підвищенні або зниженні тиску газу; згасанні полум'я пальника; неприпустимому зниженні тиску повітря; зниженні рівня води в барабані парового котла (для котельні); відсутності тяги. Для безпечної експлуатації обладнання та газопроводів передбачено продувальні газопроводи.

В якості палива в газовому господарстві хлібопекарських підприємств використовується природний газ. Основним паливим елементом у складі природних газів є метан CH_4 , вміст якого в природному газі сягає 75-98%. Інші газоподібні сполуки вуглеводнів входять до складу газу в кількості від 0,5 до 10%. Нижча теплота згоряння сухого природного газу для більшості родовищ України становить 33600-35700 кДж/м³. Характеристики котельної наведено у табл.1. Деякі фізичні властивості метану наведено у табл.2.

Таблиця 1 – Характеристика котельної

| Категорія вибухопожежної та пожежної небезпечності відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 | Класифікація зон всередині і зовні приміщення для вибору та встановлення електрообладнання | | Група виробничого процесу за санітарною характеристикою (СНіП 2.09.04-87) |
|---|--|--|---|
| | Клас вибухонебезпечності або пожежної безпеки за ПУЕ* (ДНАОП 0.00-1.32-01) | Категорія й група вибухонебезпечної суміші за ГОСТ 12.1.011-78 | |
| Г | 2 | ІА-ІІ | 2а |

*ПУЕ – правила устаткування електрообладнання

Таблиця 2 – Фізичні характеристики метану [2]

| Характеристики | Значення |
|--|----------------------------------|
| Молекулярна маса | 16,04 |
| Щільність | 0,7168 кг/м ³ при 0°C |
| Температура кипіння | -161,58°C |
| Коефіцієнт дифузії газу в повітрі | 0,196 см ² /с |
| Теплота: | |
| - утворення | 74,8 кДж/моль |
| - згоряння | 802 кДж/моль |
| Температура: | |
| - горіння | 2043°C |
| - спалаху | 645-800°C |
| - самоспалаху | 537°C |
| Концентраційні межі поширення полум'я: | |
| - у повітрі | 5,28-14,1% (об.) |
| - у кисні | 5,1-61% (об.) |
| Максимальний тиск вибуху | 706 МПа |
| Максимальна швидкість підвищення тиску | 18 МПа/с |
| Нормальна швидкість поширення полум'я | 0,338 м/с |
| Мінімальна енергія загоряння: | |
| - у повітрі | 0,28 мДж |
| - у кисні | 0,0027 мДж |

Порушення герметичності ділянки газопроводу небезпечно створенням вибухопожежонебезпечної ситуації і загазованості території, поблизу якої прокладено газопровід.

Найбільш вірогідним і поширеним варіантом порушення герметичності фланцевих з'єднань є відсутність герметичності між поверхнями прокладки і фланця. Такі порушення герметичності не становлять небезпеки на відкритому майданчику, так як природний газ легший за повітря і при незначних витоках не здатний накопичуватися і створювати вибухонебезпечні газоповітряні суміші.

Велику небезпеку становить так зване «видавлювання» прокладки, тобто витік газу утворюється в результаті порушення цілісності прокладки і викиду сегмента прокладки з фланцевого з'єднання. Така ситуація можлива для фланцевих з'єднань трубопроводів та арматури природного газу з дефектною прокладкою. Витоки і викиди горючих газів, які відбуваються в разі «видавлювання» прокладок, небезпечні утворенням вибухонебезпечної суміші в районі витоку.

Порушення цілісності зварних швів може бути незначним (точковим або у вигляді невеликої тріщини), так звані «свищі» і, навпаки, з повним або частковим руйнуванням зварного шва.

Руйнування зварних швів обумовлені наявністю внутрішніх напружень в неправильно призначеному звареному шві і, як правило, трапляються під час зміни температури газопроводів. Руйнування зварних швів небезпечні інтенсивним витоком горючих газів з утворенням вибухонебезпечної газоповітряної суміші в районі витоку.

Порушення цілісності тіла труби або трубопроводної арматури можливе в результаті корозійного або утомного зносу металу, а також у разі неякісного виготовлення. Ступінь порушення цілісності може бути як незначним, що супроводжується витоком газу, нездатним утворити вибухонебезпечну газоповітряну суміш, так і вельми значним і небезпечним утворенням потужного факела або вибухонебезпечної хмари.

Руйнування газопроводу можливе в результаті зовнішнього механічного впливу під час проведення ремонтних робіт або аварії транспортного характеру. Механічні руйнування газопроводів і газової трубопровідної арматури відрізняються високою небезпекою, так як характеризуються значними викидами горючих газів, які можуть супроводжуватися утворенням потужного факела або вибухонебезпечної хмари.

Виникнення ініціатора вибуху або пожежі може статися з наступних причин: порушення правил пожежної безпеки; виконання ремонтних робіт іскроутворюючим інструментом; проведення вогневих робіт.

У разі порушення герметичності ділянки трубопроводу відбудеться викид газу, який може призвести до утворення пожежовибухонебезпечної суміші газу з повітрям, вибуху або пожежі з утворенням факела. Вибух суміші газу з повітрям або масштаби пожежі, утворення вогняного факела, можливі тільки при наявності зовнішнього ініціатора.

Обсяг газу, який видаляється, залежить від розмірів отвору, що утворився при порушенні герметичності газопроводу, тривалості виходу газу з отвору і надлишкового тиску в ушкодженому трубопроводі.

Розглядаючи причини порушення герметичності ділянки газопроводу природного газу, слід зазначити, що в трубопроводі в процесі його експлуатації не створюється такий тиск, що здатний призвести до порушення герметичності трубопроводу по тілу труби. Тому найбільш ймовірним порушенням герметичності газопроводу з причини виходу технологічних параметрів за межі критичних значень слід вважати порушення герметичності фланцевих з'єднань і сальникових ущільнень запірної арматури.

Порушення герметичності ділянки газопроводу з причини корозійного зносу найбільш ймовірне в результаті впливу на нього ззовні (атмосферні фактори). В результаті помилок обслуговуючого персоналу, а також в результаті впливу зовнішніх факторів можливе руйнування трубопроводу природного газу по всьому перетину.

Грунтуючись на результатах обстеження об'єкта, очевидно, що аварія з руйнуванням трубопроводу по всьому перетину набагато менш ймовірна, ніж порушення герметичності по фланцевих з'єднаннях та сальникових ущільненнях арматури. Однак, така аварія найбільш небезпечна за своїми масштабами і тому кількісні характеристики аварії на трубопроводі природного газу розглядаються для випадку руйнування газопроводу по всьому перетину. Схему постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварії наведено в табл.3.

Таблиця 3 – Схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварійної ситуації (аварії) при розгерметизації ділянки газопроводу природного газу та при гасінні полум'я в горілці парового котла

| Стадії розвитку аварійної ситуації (аварії) | Основний принцип аналізу умов виникнення аварійної ситуації (перехід на іншу стадію) та її наслідки | Засоби та заходи попередження, локалізації аварії |
|---|---|--|
| 1 | 2 | 3 |
| Порушення герметичності фланцевих з'єднань та сальникових ущільнень запірної арматури | Старіння матеріалу прокладки призводить до розшарування і руйнування фланцевих прокладок. Старіння матеріалу зварних швів призводить до утворення «свищів» та до розтріскування і руйнування швів. | Своєчасне, з використанням необхідних методів контролю, проведення огляду та випробовувань газоліну. Ремонт та розвиток арматури. Дотримання графіку періодичних ремонтів. |

Продовження таблиці 3

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Помилки ремонтного та обслуговуючого персоналу | Обслуговуючий персонал в достатній мірі підготовлений та забезпечений експлуатаційно-технічною документацією. До помилок персоналу слід віднести порушення при ремонті та ревізії запірної арматури, при ущільненні фланцевих з'єднань. | Дотримання графіків періодичної перевірки знань персоналу, проведення інструктажів та підвищення кваліфікації прийнятих працівників. Контроль якості виконання ремонтних робіт. |
| Корозійний знос матеріалу | Враховуючи інертність природного газу, корозія газопроводу вірогідніша ззовні. Ступінь корозії контролюється періодичними оглядами. | Огляди, випробування і ревізія трубопроводів проводяться відповідно до нормативних вимог. |
| Дія зовнішніх факторів | Транспортні аварії, природні фактори. | Заздалегідь неможливо передбачити будь-які міри щодо попередження небезпечного впливу зовнішніх факторів. |
| Порушення герметичності ділянки газопроводу природного газу до газорозподільної підстанції | З метою попередження порушення герметичності газопроводу необхідно проводити його періодичні огляди і випробування згідно з нормативними вимогами. | Контроль технічного стану газопроводу. Своєчасне, з використанням необхідних методів контролю, проведення оглядів і випробувань. |
| Створення вибухонебезпечної концентрації. Вибух, пожежа. Руйнування будівельних конструкцій. Травмування людей. | Утворення вибухонебезпечної концентрації природного газу можливе при його вмісті в повітрі від 5 до 15%. Вибух суміші природного газу з повітрям можливий тільки при наявності джерела вибуху. | Необхідне негайне оповіщення диспетчера, охорони, керівництва і персоналу підприємства. Виклик підрозділів газової та пожежно-рятувальної служб, швидкої допомоги. |
| Вихід аварії за територію підприємства | Сила вибуху та його руйнівна дія залежить від кількості викидів, погодних умов і тривалості викиду від моменту руйнування до вибуху. | Необхідно негайне оповіщення керівництва і персоналу підприємства. Виклик підрозділів газової та пожежно-рятувальної служб, швидкої допомоги, рятувальних підрозділів, оперативної групи МНС. |

Розрахунок радіусів зон руйнувань різного ступеня у разі вибуху суміші природного газу з повітрям проводився за затвердженою методикою [7]. Результати розрахунків радіусів руйнування і кількісна оцінка показників вибухонебезпечності при порушенні герметичності газопроводів заводської мережі, при гасінні полум'я в горілці парового котла, у разі розгерметизації газопроводу природного газу в приміщенні виробничих печей наведено в табл.4-6.

Таблиця 4 – Кількісна оцінка показників вибухонебезпечності при розгерметизації газопроводу

| № з/п | Найменування параметра, позначення | Од. вим. | Показник |
|-------|---|----------|----------|
| 1 | Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E | кДж | 626263 |
| 2 | Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_B | – | 5,17 |
| 3 | Загальна приведена маса пилу, m | кг | 13,61 |
| 4 | Троїловий еквівалент вибуху, W_T | кг | 3,74 |
| 5 | R_1 | м | 0,62 |
| 6 | R_2 | м | 0,92 |
| 7 | R_3 | м | 1,57 |
| 8 | R_4 | м | 4,62 |
| 9 | R_5 | м | 8,04 |

Таблиця 5 – Кількісна оцінка показників вибухонебезпечності при гасінні полум'я в горілці парового котла

| № з/п | Найменування параметра, позначення | Од. вим. | Показник |
|-------|---|----------|----------|
| 1 | Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E | кДж | 11075 |
| 2 | Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_B | – | 1,35 |
| 3 | Загальна приведена маса пилу, m | кг | 0,24 |
| 4 | Троїловий еквівалент вибуху, W_T | кг | 0,55 |
| 5 | R_1 | м | 0,17 |
| 6 | R_2 | м | 0,26 |
| 7 | R_3 | м | 0,44 |
| 8 | R_4 | м | 1,31 |
| 9 | R_5 | м | 2,20 |

Таблиця 6 – Кількісна оцінка показників вибухонебезпечності при розгерметизації газопроводу природного газу в приміщенні виробничих печей

| № з/п | Найменування параметра, позначення | Од. вим. | Показник |
|-------|---|----------|----------|
| 1 | Енергетичний потенціал вибухонебезпечності, E | кДж | 43674 |
| 2 | Відносний енергетичний потенціал вибухонебезпечності, Q_B | – | 2,13 |
| 3 | Загальна приведена маса пилу, m | кг | 0,95 |
| 4 | Троїловий еквівалент вибуху, W_T | кг | 2,18 |
| 5 | R_1 | м | 0,43 |
| 6 | R_2 | м | 0,64 |
| 7 | R_3 | м | 1,10 |
| 8 | R_4 | м | 3,20 |
| 9 | R_5 | м | 5,60 |

R_1 – радіус зони повного руйнування будівель і смертельної небезпеки для людей, на межі якої надлишковий тиск по фронту ударної хвилі, $\Delta P \geq 100$ кПа;

R_2 – радіус зони сильних руйнувань будівельних конструкцій, обвалення цегляних стін і смертельної небезпеки для людей, $\Delta P = 70$ кПа;

R_3 – радіус зони слабких руйнувань будівельних конструкцій, для відновлення яких потрібно їх часткове розбирання, і смертельної небезпечності для людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 28$ кПа;

R_4 – радіус зони слабких руйнувань (руйнування віконних прорізів, покриттів) і важкого травмування людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 14$ кПа;

R_5 – радіус зони часткового руйнування скління, нижній поріг ураження людей на відкритій місцевості, $\Delta P = 5$ кПа.

Висновки. 1. Основною складовою технологічного середовища хлібопекарських підприємств є природний газ, а також пара. Виходячи з цього, основними небезпеками є:

- загазованість топки печі і приміщення внаслідок розгерметизації газопроводу і згасанні полум'я пальника, що може стати джерелом вибуху і пожежі;
- викид пари і гарячої води при порушенні герметичності барабана або руйнуванні паропроводу, а також водяного контура котлів.

2. Чинники, що впливають на обладнання котельної, можуть бути внутрішніми і зовнішніми.

Внутрішні чинники:

- надмірне підвищення тиску і температури при порушеннях норм технологічного процесу;
- зміни рівнів в обладнанні вище або нижче обумовлених в регламенті;
- вибух газу в топці печі або в приміщенні;
- корозія металу.

Зовнішні чинники:

- пожежа поблизу обладнання;
- вибух поблизу обладнання;
- падіння предметів, що летять, включаючи літаки;
- землетрус.

3. Аналіз інформації про аварії в котельних показує, що вони (аварії) відбувалися із-за порушення норм технологічного режиму (тиск, температура, рівень води в котлі), вибухів всередині обладнання і на території виробництва.

4. У результаті аналізу технологічної схеми, обладнання, систем контролю і регулювання виявлено, що вони відповідають вимогам регламенту і нормам по проектуванню котельних і пічних установок, що працюють на газовому паливі, а саме:

- у разі згасання (обриву) полум'я в топках котлів або печей, розгерметизації газопроводу, зміні тиску газу, підвищенні тиску пари, що призводять як до загазованості топки котлів і приміщення, так і дії ударної хвилі, а також руйнування барабана, котельна і виробничі печі обладнані системою безпеки;
- котельна і виробничі печі забезпечені системою безпеки для відключення подачі палива до пальників при відхиленні параметрів безпеки за допустимі межі.

Аварії, пов'язані з подачею природного газу до пальників.

При виникненні даних аварійних ситуацій спрацьовує система автоматичного блокування по газу.

Механічне пошкодження, корозійний і втомний знос можливі в разі порушень термінів технічного огляду і неруйнівного контролю властивостей металу (діагностики), що у свою чергу можливо за відсутності контролю за термінами огляду і діагностики з боку Держгірпромнагляду.

Заходи, передбачені нормами і правилами по запобіганню механічному пошкодженню котлів і обладнання, випробування і огляд котлів і трубопроводів, значно знижують ймовірність порушення герметичності обладнання внаслідок зносу або під впливом зовнішніх чинників. Проте, оскільки стан котлів і допоміжного устаткування бага-

то в чому залежить від сумлінності обслуговуючого персоналу, повністю виключити можливість ушкоджень не можна.

Аварії, пов'язані з паровим середовищем.

Для створення даних аварійних ситуацій, при недотриманні термінів огляду і діагностики обладнання, потрібний збіг одночасно трьох причин: відсутність оператора, несправність живильних пристроїв, відсутність або несправність сигналізатора граничних рівнів і водовказівного приладу, що маловірогідно.

5. Відповідно до розрахунків аварії із вибухом газоповітряної суміші можуть виходити за межі підприємства, що несе загрозу поблизу розташованим будівлям і населенню.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бесчастнов М.В. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение / Бесчастнов М.В. – М.: Химия, 1991. – 360с.
2. Краткая химическая энциклопедия. Т.5. / гл. ред. Кнунянц И.Л. – М.: Советская энциклопедия, 1967. – 288с.
3. Дослідження пожеж: довідк.-метод. посіб. / [Степаненко С.Г., Білкун Д.Г., Яник Я.М., Тимошук Ю.Т.]. – К.: Пожінформтехніка, 1999. – 224с.
4. Файнхельт Ф. Надежность и техническое обслуживание. Математический подход / Файнхельт Ф., Франкен П. – М.: Радио и связь, 1988. – 220с.
5. Кузьмичев В.Е. Законы и формулы физики: справочник / Кузьмичев В.Е. – К.: Наукова думка, 1989. – 260с.
6. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов и средства их тушения: справочник в 2 книгах / [А.Н.Баратов, А.Я.Корольченко, Г.Н.Кравчук и др.]. – М.: Химия, 1990. – 496с.
7. Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств: НАОП 1.3.00-1.01-88. – М.: Металлургия, 1988. – 60с.

Надійшла до редколегії 01.12.2014.

УДК 613.81:663.41

ЛЕВЧУК К.О., к.е.н., доцент
РОМАНЮК Р.Я., к.т.н., ст. викладач

Дніпродзержинський державний технічний університет

ПІДЛІТКОВИЙ АЛКОГОЛІЗМ: ПРИЧИНИ, ОЗНАКИ ТА НАСЛІДКИ

Вступ. За рівнем споживання алкоголю українці є серед світових лідерів. Більше, ніж в Україні, п'ють, наприклад, в Угорщині, Шотландії, Росії і Молдові, де за різними оцінками вживають від 16 до 22 літрів алкоголю на душу населення за рік [1].

Щорічно українців стає менше приблизно на півмільйона. Близько 400 тисяч людей вмирають від серцево-судинних захворювань, які, в основному, є результатом нездорового способу життя і, перш за все, вживання алкоголю. Зміни виникають в організмі людини при вживанні будь-якої кількості алкоголю. Проте масштаби цих змін і їх наслідки залежать від кількості і частоти його вживання.

Дослідження показують, що 20% українців вживають алкоголь понад допустиму норму. Споживання починається в ранньому віці і збільшується з роками. Найбільша кількість осіб, що зловживають спиртним, виявлено в наймолодшій віковій групі – 18-29 років.

Думки наркологів стосовно безпечних доз алкоголю різняться. Європейські фахів-