

## **ВПЛИВ ГАЗОНАПОВНЮВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ І ПУНКТІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У роботі розглядається вплив газонаповнювального пункту Деражнянської філії ПрАТ «Хмельницькгаз» на навколишнє середовище. На основі проведених досліджень запропоновано природоохоронні заходи спрямовані на підвищення екологічної безпеки і зменшення негативного впливу на довкілля газонаповнювального пункту Деражнянської філії ПрАТ «Хмельницькгаз».*

**Ключові слова:** скраплений вуглеводневий газ, газонаповнювальна станція, газонаповнювальний пункт, забруднення атмосферного повітря, викиди забруднюючих речовин, заходи екологічної безпеки.

### **Abstract**

*The paper examines the environmental impact of the gas filling station of the Derazhnya branch of the private joint-stock company «Khmelnytskyi Gas». Based on the conducted research, environmental protection measures are proposed to increase environmental safety and reduce the negative impact on the environment of the gas filling station of the Derazhnya branch of the private joint-stock company «Khmelnytskyi Gas».*

**Keywords:** liquefied hydrocarbon gas, gas filling station, gas filling station, atmospheric air pollution, pollutant emissions, environmental safety measures.

### **Вступ**

Газонаповнювальні станції (ГНС) та газонаповнювальні пункти (ГНП) скраплених вуглеводневих газів (СВГ), є важливою частиною газового господарства і призначені для прийому, зберігання та постачання скрапленим газом населення, комунально-побутових, промислових та сільськогосподарських споживачів. Кількість ГПС та ГНП в Україні зростає. Вони є об'єктами підвищеної промислової і екологічної небезпеки, на яких постійно повинні проводитися попереджувальні заходи із підвищення безпеки експлуатації. Основна небезпека ГПС та ГНП полягає в тому, що вони працюють зі зрідженими газами, такими як пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан, сірководень та їх робочі суміші. Ці гази легко переходять із рідкої фази в газову, і потім, змішуючись з атмосферним киснем, утворюють вибухонебезпечний газ. Аналіз аварій, пов'язаних із СВГ, показує, що наслідки, а саме: вибухи і пожежі, можуть набувати катастрофічних масштабів із травмуванням і загибеллю людей. Ймовірність їх виникнення обумовлена порушенням правил експлуатації, норм промислової і екологічної безпеки та помилками обслуговуючого персоналу. Саме тому неприпустимо навіть найменше порушення експлуатаційних норм обладнання, оскільки це може призвести до негативних та непоправних наслідків. Зона ураження при аварії на газонаповнювальних станціях і пунктах може бути від кількох метрів, у разі невеликої аварії, до кількох сотень метрів, при значному витoku газу.

**Метою роботи** є обґрунтування екологічної безпеки газонаповнювальних станцій і пунктів на прикладі газонаповнювального пункту Деражнянської філії приватного акціонерного товариства «Хмельницькгаз» та розробка природоохоронних заходів.

### **Загальні відомості про скраплені гази**

До скраплених вуглеводневих газів (СВГ) відносяться вуглеводні, які за нормальних умов перебувають у газоподібному стані, а при відносно невеликому підвищенні тиску (без зниження температури) переходять у рідкий стан. При зниженні тиску ці вуглеводневі рідини випаровуються і переходять у парову фазу, тобто перевозити та зберігати такі вуглеводні можна як рідини, а контролювати, регулювати та спалювати як горючі гази. У газоподібному стані скраплені вуглеводні значно важчі за повітря. Густина скраплених газів відносно води становить  $0,52...0,58 \text{ г/см}^3$ , тобто

вони майже вдвічі легші за воду. В'язкість газів дуже мала, що полегшує їх транспортування трубопроводами, але сприяє витокам. Коефіцієнт об'ємного розширення скраплених газів дуже великий. При підвищенні зовнішньої температури гази значно розширюються, тому категорично забороняється повністю заповнювати резервуари скрапленими газами, необхідно залишати вільними 15% від їхньої місткості. Основними компонентами, що входять до складу СВГ, що отримуються з природних газів нафтових і газоконденсатних родовищ, є пропан і бутан. Скраплений вуглеводневий газ (пропан-бутан) має значно вищу теплоту згоряння - 22000-28500 ккал/м<sup>3</sup>, а природний газ (метан) виділяє значно менше тепла: 7600-8600 ккал/м<sup>3</sup>. СВГ є гарним моторним паливом і використовуються у двигунах внутрішнього згоряння. Наявність у скраплених газах значної кількості етану та метану неприпустимо, оскільки це призводить до різкого збільшення пружності парів. Неприпустимо і наявність у них значної кількості пентану та його ізомерів, оскільки це призводить до різкого зниження пружності парів та підвищення точки роси [1-4]. Залежно від вмісту встановлені марки СВГ, які наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 - Характеристика скраплених вуглеводневих газів [2]

| Показник  | Норма для марок   |  |                         |
|---|---|--|-------------------------|
|   | ПТ<br>(пропан технічний)                                    | СПБТ<br>(суміш пропану і бутану<br>технічного) | БТ<br>(бутан технічний) |
| 1. Масова частка компонентів, %:                                |   |  |                         |
| - сума метану, етану і етилену                                  | Не нормують   | не більше ніж 6,0                              | не більше ніж 5,0       |
| - сума пропану і пропілену                                      | не менше ніж 75   | не менше ніж 34                                | не більше ніж 40        |
| - сума бутанів і бутиленів                                      | Не нормують   | не більше ніж 60                               | не менше ніж 60         |
| 2. Об'ємна частка рідкого залишку за 20°C, %, не більше         | 0,7   | 1,6  | 1,8                     |
| 3. Вміст води і луку  | Відсутній   | Відсутній                                      | Відсутній               |
| 4. Тиск насичених парів надлишковий, МПа, за температури:       |   |  |                         |
| +45°C, не більше  | 1,6   | 1,6  | 1,6                     |
| -20°C, не менше   | 0,16  | -  | -                       |
| 5. Масова частка сірководню і меркаптанової сірки, %, не більше | 0,013   | 0,013  | 0,013                   |
| у тому числі сірководню, не більше                              | 0,003   | 0,003  | 0,003                   |
| 6. Інтенсивність запаху, балів, не менше                        | 3   | 3  | 3                       |
| 7. Густина за температури 20°C, кг/м <sup>3</sup>               | Не нормують   | в межах 490-580                                | в межах 510-630         |
| 8. Фізико-хімічні властивості:                                  |   |  |                         |
| - агрегатний стан при нормальних умовах                         | газоподібний  | газоподібний                                   | газоподібний            |
| - колір   | безбарвний  | безбарвний                                     | безбарвний              |
| 9. Вибухо- та пожежонебезпечність                               | обумовлена наявністю основних компонентів пропану та бутану |  |                         |
| 10. Токсичність   | обумовлена властивостями компонентів СВГ                    |  |                         |

Для визначення інтенсивності запаху скрапленого газу допускається використання кількісних хроматографічних та фотоелектрокалориметричних методів. Для всіх марок скраплених газів за масової частки меркаптанової сірки 0,002% і більше, інтенсивність запаху не визначається. За масової частки меркаптанової сірки менше 0,002% або інтенсивності запаху менше 3 балів, скраплені гази повинні одоризуватися за встановленими методиками.

Основними складовими СВГ є пропан (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) і бутан (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>). Залежно від пори року пропан і бутан змішуються в необхідних співвідношеннях. Застосування різних марок скраплених газів комунально-побутового споживання представлено у таблиці 2.

Гранично допустима концентрація (ГДК) парів насичених аліфатичних вуглеводнів C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub> (у перерахунку на вуглець), у тому числі бутану, пропану, ізобутану становить 300 мг/м<sup>3</sup>, (4 кл. небезпеки); ненасичених вуглеводнів - 100 мг/м<sup>3</sup>, (4 кл. небезпеки); оксиду вуглецю — 20 мг/м<sup>3</sup>, (4 кл. небезпеки).

У виробничих приміщеннях і на відкритих майданчиках повинен проводитись періодичний контроль вмісту вуглеводнів у повітрі робочої зони згідно з ГОСТ 12.1.005. Для визначення вмісту вуглеводнів у повітрі робочої зони використовують аналізатори типу «УГ-2» або системи автоматичного захисту та сигналізації типу «АЗІЗ», «Логіка» та аналогічні прилади, які атестовані і метрологічно повірені згідно з чинними вимогами до вимірювальної апаратури [4].

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати гранично допустимих

концентрацій, встановлених ГОСТ 12.1.005.

Скраплені гази мають помірну здатність подразнювати слизові оболонки та мають помірну шкірно-резорбтивну дію. Скрапленим газам не властивий кумулятивний ефект, вони не здатні викликати сенсибілізацію організму. За багаторазовою дією 50%-ної суміші (за об'ємом) скраплені гази мають негативний інгаляційний вплив.

Таблиця 2 - Застосування різних марок СВГ комунально-побутового споживання [2]

| Системи газопостачання                                | Марки СВГ, що застосовуються для помірного клімату згідно з ГОСТ 16350 |  |
|---|--|--|
|   | Літній період<br>(з 1 квітня по 1 жовтня)                              | Зимовий період<br>(з 1 жовтня по 1 квітня) |
| Газобалонна:  |  |  |
| з зовнішнім розміщенням балонів                       | СПБТ   | ПТ   |
| з розміщенням балонів у приміщенні, портативні балони | СПБТ, БТ   | СПБТ, БТ                                   |
| Групові установки:                                    |  |  |
| без випарників  | СПБТ   | ПТ   |
| з випарником  | СПБТ, БТ   | ПТ, СПБТ, БТ                               |

Скраплені гази діють на організм наркотично. Ознаками наркотичної дії є нездужання і запаморочення голови, потім настає сп'яніння, яке супроводжується безпричинною веселістю, втратою свідомості. Пари скраплених газів швидко накопичуються в організмі під час дихання і також швидко виводяться через легені.

Скраплені гази, що потрапили на тіло людини, спричиняють обморожування у вигляді опіків та плямисту пігментацію шкіри. Пари скрапленого газу можуть накопичуватися в низьких місцях, а також у таких, які не провітрюються. Якщо в цих місцях вміст кисню нижче допустимого, скраплені гази можуть викликати задуху.

У місцях з концентрацією газу вище ГДК індивідуальними засобами захисту є протигази марки А згідно з ГОСТ 12.4.121 з коробкою коричневого кольору та марки БКФ згідно з ГОСТ 12.4.121 з коробкою захисного кольору, шлангові ізолювальні протигази з примусовим поданням чистого повітря або аналогічні згідно з ГОСТ 12.4.034.

Заходи першої допомоги в разі гострого отруєння:

- за інгаляційного отруєння потерпілого евакуюють із забрудненої зони, звільняють від одягу та обкладають грілками;
- за порушення дихання дають кисень, за відсутності дихання негайно роблять штучне дихання;
- у разі попадання на шкіру — забруднену ділянку змивають теплою водою;
- у разі попадання на слизові оболонки очей – їх негайно промивають великою кількістю теплої води.

Скраплені гази утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші, якщо концентрація парів пропану становить від 2,1% до 9% (за об'ємом), нормального бутану від 1,5% до 8,5% (за об'ємом), ізобутану від 1,8% до 8,4% (за об'ємом) за тиском 0,1 МПа і температури від 15-20°C. Концентраційні межі займистості для скраплених газів конкретного складу визначаються за методикою згідно з ГОСТ 12.1.044.

Для контролю вибухонебезпечних концентрацій скраплених газів у виробничих приміщеннях використовують сигналізатори з загальними технічними вимогами згідно з ДСТУ 3377 та налагоджуванням порогу спрацювання - 20% від нижньої межі розповсюдження полум'я.

Під час загоряння використовують: порошкові, повітряно-пінні та вуглекислотні засоби пожежогасіння, водяну пару, сухий пісок, азбестове полотно.

У виробничих приміщеннях необхідно виконувати вимоги санітарної гігієни згідно з ГОСТ 12.1.005. Усі виробничі приміщення повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією згідно ГОСТ 12.4.021, яка забезпечує десятикратний обмін повітря за одну годину та чистоту повітря робочої зони виробничих приміщень.

Щоб запобігти забрудненню повітря виробничих приміщень, необхідно забезпечити герметичність смностей, обладнання, комунікацій та засобів відбирання проб відповідно до ДНАОП [5].

### Загальна характеристика ГПС і ГНП

ГНС розташовуються за межами міста на спеціально відведених спланованих майданчиках із

підвітряного боку переважаючих вітрів, щоб можливі виділення газів не потрапили в зону житлових, громадських і виробничих будівель і споруд.

На ГНС передбачено одночасне зливання скраплених газів із залізничних цистерн з різним відсотковим співвідношенням пропану та бутану.

Для зберігання газу на станції встановлюються горизонтальні циліндричні резервуари. Кожен резервуар обладнаний двома запобіжними клапанами, показниками рівня та рівномірними трубками.

До складу будь-якої ГНС входять: база зберігання зі зливною естакадою, компресорна дільниця, насосна дільниця із зливним відділенням, наповнювальна дільниця із складом балонів, дільниця огляду балонів, випарна установка. Розміщення резервуарів може бути надземне, засипне та підземне. На рисунку 1 показано надземне і засипне (або обвалуване) розміщення резервуарів.



а)



б)

Рис. 1. Розміщення резервуарів ГНС: а) наземне, б) засипне (обвалуване)

На ГНС здійснюються такі операції:

- 1) прийом скраплених газів від постачальника у залізничних цистернах;
- 2) злив скраплених газів у власні сховища;
- 3) зберігання скраплених газів у надземних та підземних резервуарах, балонах тощо;
- 4) розлив скраплених газів у балони, автоцистерни;
- 5) доставка скраплених газів споживачам у балонах та автоцистернах;
- 6) заправка автотранспорту, який працює на скрапленому газі;

- 7) прийом порожніх та видача наповнених балонів;
- 8) технологічне обслуговування та ремонт обладнання на станції;
- 9) злив невиварених залишків з порожніх балонів, що мають деякі несправності;
- 10) ремонт балонів і їх огляд.
- 11) регазифікація (випаровування) скраплених газів;
- 12) змішування парів скраплених газів із повітрям;

Приклад технологічної схеми ГНС з надземною установкою резервуарів, наведено на рисунку 2. Резервуари пов'язані між собою наповнювальними, витратними та парофазними колекторами. Налив скраплених газів у балони та автоцистерни здійснюється не тільки насосами, але й за рахунок підвищеного тиску у видатковому резервуарі бази зберігання, створюваного газовими компресорами. Для зливу залишків, що не випарувалися, і повного спорожнення балони з'єднують трубопроводом зі зливним резервуаром, в якому підтримують знижений тиск.

Безпечна робота ГНС забезпечується установкою на обладнанні та трубопроводах запірної та запобіжної арматури. На всіх ділянках трубопроводів, обмежених запірними пристроями, повинні бути запобіжні клапани. На трубопроводах парової фази, що йдуть до всмоктуючого і напірного колекторів компресорів, як основна запірна арматура використовуються фланцеві крани з мастилом, а як запобіжна - сталеві пружинні клапани.

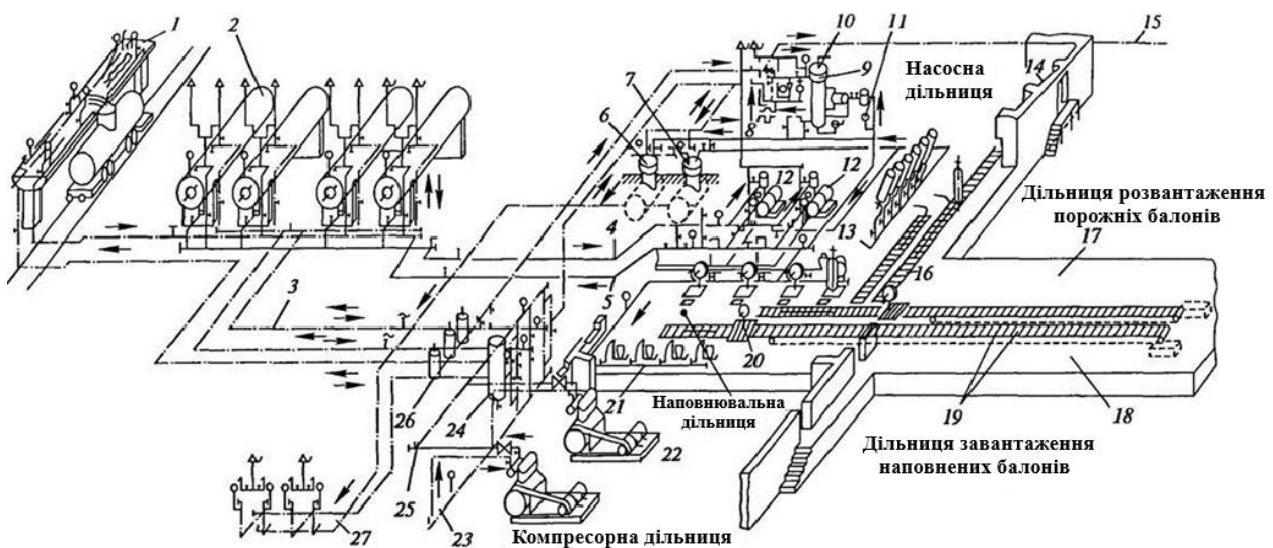


Рис. 2. Технологічна схема ГНС з надземною установкою резервуарів:

1 - зливна естакада; 2 - база зберігання; 3 - електропривод; 4 - всмоктуючий колектор; 5 - напірний колектор; 6 - видатковий резервуар випарника; 7 - резервуар невиварених залишків; 8 - скидний клапан; 9 - випарник; 10 - підведення теплоносія (пар 0,2 МПа); 11 - відведення конденсату; 12 - насоси; 13 - зливна рампа балонів; 14 - відділення миття, огляду та фарбування балонів; 15 - трубопровід у котельню; 16 - ділянка розбракування балонів; 17 - склад-навіс для порожніх балонів; 18 - склад-навіс для наповнених балонів; 19 - завантажувальний та розвантажувальний транспортери; 20 - ділянка контролю балонів; 21 - ділянка заповнення дрібних балонів; 22 - компресор; 23 - всмоктуючий колектор; 24 - масловідділювач; 25 - напірний колектор; 26 - конденсатозбірник; 27 - колонки для наповнення автоцистерн.

Потужність ГНС залежить від потреби в скраплених газах. Потужність ГНС, що обслуговує район радіусом 50–60 км із населенням 1 млн людей, рекомендується 20–30 тис. тонн на рік. Якщо споживачі знаходяться на більшій відстані від ГНС, то влаштовуються проміжні пункти обміну балонів. Річна потужність ГНС визначається шляхом підсумовування існуючих газових споживачів:

$$Q = n_1q_1 + n_2q_2 + \dots + n_nq_n,$$

де  $Q$  – перспективна потреба газу району на рік, т.;

$n_1, n_2, \dots, n_n$  – споживачі газу;

$g_1, g_2, \dots, g_n$  – річна норма споживання газу споживачами, т.

В якості проміжних пунктів централізованого розподілу газу використовуються газонаповнювальні пункти (ГНП) та проміжні склади балонів (ПСБ). При цьому на ГНП передбачається наповнення балонів скрапленими газами, що надходять із ГНС. На ПСБ передбачається зберігання та розподіл споживачам балонів, наповнених скрапленими газами на ГНС.

До складу ГНП входять: резервуари для зберігання скраплених газів, зливні колонки для зливу скраплених газів з цистерн в резервуари, обладнання для наповнення балонів або резервуарів і зливу невикористаних залишків із балонів, вантажно-розвантажувальні дільниці для прийому та відправлення балонів, дільниці для складування наповнених та порожніх балонів.

У складі ПСБ передбачаються дільниці для складування наповнених і порожніх балонів і вантажно-розвантажувальні дільниці для прийому та відправлення балонів.

ГНП та ПСБ розташовуються в межах території населених пунктів із підвітряного боку.

### Основна частина

Компанія ПАТ «Хмельницькгаз» інтегрована до групи НАК «Нафтогаз України». Деражнянська філія приватного акціонерного товариства «Хмельницькгаз» розташована в місті Деражня, Хмельницької області. В історії розвитку підприємства був створений промисловий майданчик № 1, який містив викиди № 1-35, але в процесі розвитку підприємства був запущений в експлуатацію промайданчик № 2 із джерелами викидів № 36-72. У зв'язку з зменшенням потужності підприємства промайданчик № 1 був виведений з експлуатації. На підприємстві використовується СВГ комунально-побутового споживання марки СПБТ (суміш пропану і бутану технічного) [6].

Схема промислового майданчика № 2 газонаповнювального пункту Деражнянської філії приватного акціонерного товариства «Хмельницькгаз» представлена на рисунку 3. Забруднення атмосферного повітря на території ГПН здійснюється в результаті зливу, наливу, зберігання СВГ та перевірки обладнання. При зливі СВГ з залізничної цистерни використовується два рукави рідкої фази СВГ та один рукав парової фази СВГ. Під час від'єднання рукавів в атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. При наливі СВГ в автоцистерни використовується рукав рідкої фази СВГ та рукав парової фази СВГ. Під час від'єднання рукавів в атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. При зберіганні СВГ в ємностях 1 і 2 відбувається природне випаровування. Викид відбувається через дві металеві свічі (дихальні клапани). В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. На резервуарах ємностей 1 і 2 розміщені чотири запобіжні клапани. Щомісячно проходить перевірка клапанів методом підриву. Викид СВГ здійснюється протягом 0,5 секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Щомісячно проходить перевірка восьми трубопроводів рідкої фази СВГ. Викид СВГ здійснюється протягом 0,5 секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень.

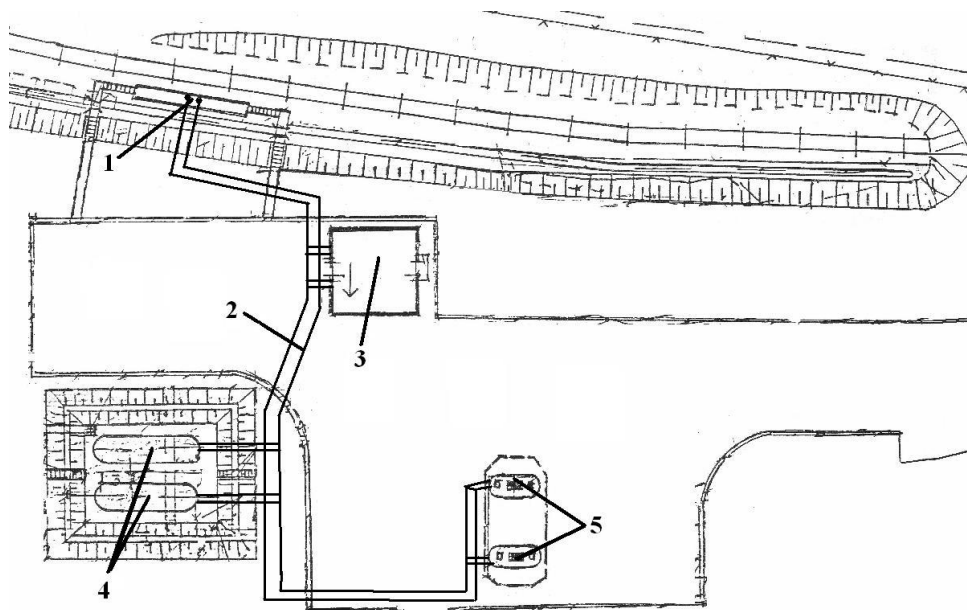


Рис. 3. Схема промислового майданчика №2 газонаповнювального пункту Деражнянської філії ПАТ «Хмельницькгаз»: 1 – естакада (джерела № 36-38); 2 – трубопровід (джерела № 55-62); 3 – насосно-компресорне відділення (джерела № 63-72); 4 – ємності № 1,2 (джерела № 43-54); 5 – наповнювальні колонки №1,2 (джерела № 39-42)

Щомісячно проходить перевірка клапанів на конденсатозбірниках (залпове джерело). Викид СВГ здійснюється протягом 0,5 секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Щомісячно проходить перевірка клапанів на насосах. Викид СВГ здійснюється протягом 0,5 секунди. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Викид СВГ здійснюється і під час ремонту насосів. На протязі року кожен насос ремонтується один раз. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Викид здійснюється під час ремонту компресорів. На протязі року кожен компресор ремонтується один раз. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень. Викид здійснюється під час опосвідчення резервуарів. Опосвідчення проводиться один раз в чотири роки. Викид відбувається через дихальні клапани резервуарів. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень [6, 7]. Викид здійснюється під час дренажу резервуарів. Дренаж проводиться один раз в місяць. Викид проходить через дихальні клапани резервуарів. В атмосферне повітря потрапляють пропан, бутан, етан, метан, етилмеркаптан та сірководень [6, 7].

Джерелами викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря на промисловому майданчику № 2 газонаповнювального пункту є:

Джерело № 36 - рукав № 1 рідкої фази зливу,  $H = 4,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 37 - рукав № 2 рідкої фази зливу,  $H = 4,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 38 - рукав парової фази зливу,  $H = 4,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 39 - колонка № 1 рукав рідкої фази,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $T = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 40 - колонка № 1 рукав парової фази,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 41 - колонка № 2 рукав рідкої фази,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 42 - колонка № 2 рукав парової фази,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 43 - ємність № 1, свіча №1,  $H = 8,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,076 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 44 - ємність № 1, свіча №2,  $H = 8,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,076 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 45 - ємність № 2, свіча №1,  $H = 8,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,076 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 46 - ємність № 2, свіча №2,  $H = 8,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,076 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 47 - ємність № 1, запобіжний клапан №1,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 48 - ємність № 1, запобіжний клапан №2,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 49 - ємність № 1, запобіжний клапан №3,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 50 - ємність № 1, запобіжний клапан №4,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 51 - ємність № 2, запобіжний клапан №1,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 52 - ємність № 2, запобіжний клапан №2,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 53 - ємність № 2, запобіжний клапан №3,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 54 - ємність № 2, запобіжний клапан №4,  $H = 2 \text{ м}$ ,  $D = 0,05 \text{ м}$ ,  $W = 3,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 55 - перевірка трубопроводу № 1 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 56 - перевірка трубопроводу № 2 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 57 - перевірка трубопроводу № 3 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 58 - перевірка трубопроводу № 4 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 59 - перевірка трубопроводу № 5 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 60 - перевірка трубопроводу № 6 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 61 - перевірка трубопроводу № 7 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 62 - перевірка трубопроводу № 8 рідкої фази,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 63 - перевірка запобіжного клапану конденсатозбірника №1,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 64 - перевірка запобіжного клапану конденсатозбірника №2,  $H = 1 \text{ м}$ ,  $D = 0,025 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 65 - перевірка запобіжного клапану насосу №1,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 66 - перевірка запобіжного клапану насосу №2,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 67 - перевірка запобіжного клапану насосу №3,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,5 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 68 - ремонт насосу №1,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,3 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 69 - ремонт насосу №2,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,3 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 70 - ремонт насосу №3,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,3 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 71 - ремонт компресору №1,  $H = 0,5 \text{ м}$ ,  $D = 0,3 \text{ м}$ ,  $W = 1,5 \text{ м/с}$ ,  $t = 20^\circ\text{C}$ .

Джерело № 72 - ремонт компресору №2, H = 0,5м, D = 0,3м, W = 1,5 м/с, t = 20°C.

Перелік шкідливих забруднюючих речовин, які викидаються джерелами № 36-72 газонаповнювального пункту в атмосферне повітря, їх ГДК та потужність викиду наведені в таблиці 3 [6].

Таблиця 3 - Перелік забруднюючих речовин, які викидаються в атмосферне повітря протягом року

| № п/п  | Найменування речовин                          | Тип речовини | ГДК, мг/м <sup>3</sup> |         |       | Клас небезпеки | Вміст у СВГ, % | Викид речовин, т/рік |
|--------|---|--------------|------------------------|---------|-------|----------------|----------------|----------------------|
|        |   |              | ГДКрз                  | ГДКсд   | ГДКмр |                |                |                      |
| 1      | Пропан C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>          | Газ          | 300                    | -       | 60    | 4              | 60,74          | 3,1755               |
| 2      | Бутан C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>          | Газ          | 300                    | 50      | 200   | 4              | 33,85          | 1,779                |
| 3      | Етан C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>            | Газ          | 300                    | -       | 50    | 4              | 3,2            | 0,1682               |
| 4      | Метан CH <sub>4</sub>                         | Газ          | 7000                   | 20      | 50    | 4              | 1,01           | 0,0684               |
| 5      | Етилмеркаптан C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> S | Аерозоль     | 0,8                    | 0,00005 | -     | 2              | 0,013          | 0,00077              |
| 6      | Сірководень H <sub>2</sub> S                  | Газ          | 10                     | 0,008   | 0,008 | 2              | 0,003          | 0,00016              |
| ВСЬОГО |   |              |                        |         |       |                |                | 5,19203              |

Пропан C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> - не є високотоксичним хімічним газом, але становить серйозну небезпеку як задушливий газ (асфіксант), витісняючи кисень у закритих приміщеннях. Високі концентрації викликають запаморочення, головний біль та порушення дихання.

Бутан C<sub>4</sub>H<sub>10</sub> – низькотоксичний газ, діє як задушлива речовина (асфіксант) із серйозними порушеннями центральної нервової системи (запаморочення, сонливість, непритомність). Вдихання великої кількості газу може викликати головний біль, запаморочення, нудоту, сонливість, стан сп'яніння, а у важких випадках - порушення серцевого ритму, судоми та навіть смерть через задуху (асфіксію).

Етан C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> - не є токсичним у хімічному розумінні, але діє як задушливий газ, витісняючи кисень із повітря, що викликає кисневе голодування (гіпоксію). При високих концентраціях виникають головний біль, нудота, блювота та запаморочення.

Метан CH<sub>4</sub> не є токсичним, але становить смертельну небезпеку як задушливий газ. Він витісняє кисень у закритих приміщеннях, викликаючи гіпоксію, запаморочення, втрату свідомості, а при високих концентраціях призводить до зупинки дихання та смерті.

Сірководень H<sub>2</sub>S – це надзвичайно токсичний газ, який за рівнем небезпеки для людини близький до синильної кислоти. Його головна небезпека полягає в тому, що при високих концентраціях він паралізує нюховий нерв, через що людина перестає відчувати запах «тухлих яєць» і втрачає здатність вчасно розпізнати смертельну загрозу. Токсичність проявляється через порушення тканинного дихання та ураження нервової системи. При низькій концентрації відбувається подразнення очей та дихальних шляхів, нежить, кашель, головний біль, нудота. При середній концентрації з'являється «металевий» присмак у роті, посилення головного болю, можливі судоми та втрата свідомості. Висока концентрація спричиняє миттєву зупинку дихання, судоми та летальний результат протягом декількох хвилин або навіть секунд.

Етилмеркаптан C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>S – високонебезпечна, летка безбарвна рідина з надзвичайно різким, неприємним запахом. В малих концентраціях пари меркаптанів викликають рефлекторну нудоту і головну біль внаслідок неприємного запаху. При середніх концентраціях меркаптани, так як і сірководень, впливають на центральну нервову систему, викликаючи судоми, паралічі. При високих концентраціях діє як наркотик, викликаючи головний біль, запаморочення, нудоту та порушення координації рухів. Тривалий вплив або висока концентрація можуть призвести до виникнення алергічних реакцій, ураження нирок, печінки і легенів. Ефективним засобом захисту від інтоксикації організму меркаптанами є використання бензимидазолмістких сполуки для їх нейтралізації.

Етилмеркаптан є одним із перших промислових одорантів. Основним недоліком є його хімічна нестабільність. Вона проявляється у тому, що речовина легко окислюється, і може взаємодіяти із оксидами феруму, які утворюються під час корозії внутрішньої частини газопровідних труб, з утворенням диетиленсульфіду. Дисульфід, мають менш виражений запах ніж у етилмеркаптана, що

знижує експлуатаційні властивості одоранту.

У таблиці 4 наведено основні фізичні і токсикологічні властивості деяких меркаптанів.

Таблиця 4 – Фізичні і токсикологічні властивості деяких меркаптанів

| № п/п | Назва речовини, хімічна формула                    | Фізичні властивості   | Загальний характер дії на організм людини  |
|-------|--|---|--|
| 1     | Метилмеркаптан<br>$\text{CH}_3\text{SH}$           | Горючий, токсичний газ,<br>$T_{\text{кип.}}=5,95^\circ\text{C}$ , $T_{\text{пл.}}=123^\circ\text{C}$ , $\rho=0,87$<br>мг/мл                       | Поріг сприйняття запаху $0,0001-0,0003 \text{ мг/м}^3$ . При загазованості $1-3 \text{ мг/м}^3$ у працюючих з'являється головний біль і в одиничних випадках – нудота. |
| 2     | Етилмеркаптан<br>$\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$   | Рідина, $T_{\text{кип.}}=35^\circ\text{C}$ , $T_{\text{пл.}}=147^\circ\text{C}$ .<br>Розчинність у воді $1,5\%$ ( $20^\circ$ ), $\rho=0,84$ мг/мл | Помірно подразнює шкіру. Запах відчутний при $C = 0,00019$ мг/л. Концентрація до $0,016$ мг/л серйозних наслідків не викликає/   |
| 3     | Пропілмеркаптан<br>$\text{C}_3\text{H}_7\text{SH}$ | Рідина, $T_{\text{кип.}}=67,6^\circ\text{C}$ , $T_{\text{пл.}}=111^\circ\text{C}$ ,<br>$\rho=0,84$ мг/мл  | В організмі окислюється до сульфату, частково перетворюється в етилсульфат.  |

Наявність етилмеркаптану в повітрі визначають газоаналізатором промислових хімічних викидів ГПХВ-2 з індикаторною трубкою, діапазон вимірів якого становить  $1-25 \text{ мг/м}^3$  або ж універсальним приладом газового контролю УПГК СІ «ЛИМБ» з діапазоном вимірів  $1-50 \text{ мг/м}^3$ .

Існує проблема пошуку так званого «ідеального» одоранту з низьким вмістом сірки (або взагалі без неї). Одним із можливих варіантів вирішення екологічної проблеми одоризації газу є відмова від токсичних меркаптанів і перехід на нетоксичні сигналізатори витоку газу [7].

Одоранти повинні відповідати наступним вимогам: наявність різкого запаху, який має викликати у людини стан тривоги; бути неагресивним по відношенню до металів; інертним по відношенню до компонентів скрапленого вуглеводневого газу; малорозчинним у воді; а також мати низьку собівартість виробництва. Для підвищення екологічної безпеки при одоризації газу пропонується використання кротонового альдегіду.

Кротоновий альдегід  $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$  ( $\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ ) відноситься до класу ненасичених альдегідів, представляє собою прозору рідину з різким запахом; при горінні розкладається на  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{CO}_2$ . Вибухонебезпечні концентрації парів в повітрі становить  $2,95-15,5\%$ ; при зберіганні на повітрі швидко димеризується [8]. Розчиняється в етанолі, діетиловому ефірі, ацетоні, бензолі. При  $5^\circ\text{C}$  в  $100 \text{ г}$  води розчинність становить  $5 \text{ г}$ , при  $18^\circ\text{C}$  -  $18,1 \text{ г}$ ; утворює ізотропну суміш з вмістом кротонового альдегіду  $75,7\%$  і температурою кипіння  $84^\circ\text{C}$ .

Найбільша концентрація кротонового альдегіду, яка спостерігається у атмосферному повітрі, становить  $C = 0,02007 \text{ мг/м}^3$ . ГДК речовини  $C_{\text{ГДК}} = 0,025 \text{ мг/м}^3$  (таблиця 5).

Таблиця 5 – Опис шкідливих речовин

| Найменування речовини   | ГДК, $\text{мг/м}^3$ |
|-------------------------|----------------------|
| Етантіол(етилмеркаптан) | $3 \cdot 10^{-5}$    |
| Кротоновий альдегід     | 0,025                |

Викиди кротонового альдегіду не впливають негативно на зміну параметрів НПС та на здоров'я людей, які проживають на відстані  $300 \text{ м}$  від території проммайданчика.

Найбільша концентрація етантіолу (етилмеркаптану), яка спостерігається у атмосферному повітрі дорівнює  $C = 0,00205 \text{ мг/м}^3$ . ГДК речовини становить  $C_{\text{ГДК}} = 3 \cdot 10^{-5} \text{ мг/м}^3$ .

Розраховані величини концентрацій викидів етантіолу (етилмеркаптану) на межі санітарно-захисної зони перевищують гранично допустимі значення. Отже, вони здійснюють значний вплив на навколишнє природне середовище та на здоров'я людей, які перебувають у робочій зоні ГРС та на тих, хто проживають на відстані  $300 \text{ м}$  від території проммайданчика (межі санітарно-захисної зони).

У європейських країнах в якості одорантів використовуються меркаптани або ж сульфіді, найпоширеніші серед них наведено у таблиці 6.

Тетрагідротіофен (ТГТ)  $\text{C}_4\text{H}_8\text{S}$  є основним одорантом, який використовується в Європі та Китаї завдяки своїй надійності та хімічній стійкості.

Це високоєфективний, стабільний сірковмісний гетероциклічний одорант (CAS 110-01-0), який додають до скрапленого вуглеводневого газу (СВГ) та природного газу для надання їм різкого, характерного запаху. Це дозволяє вчасно виявити витоки завдяки чутливості людського нюху, забезпечуючи безпеку.

Основні характеристики тетрагідротіофену:

1) на відміну від меркаптанів, ТГТ стійкий до окислення, не розкладається в газопроводах і не викликає корозії обладнання.

2) має сильний, специфічний запах, який легко розпізнається навіть у низьких концентраціях, що відповідає міжнародним стандартам (ISO 13734).

3) зазвичай додається у дуже малих кількостях: близько 10–50 мг/м<sup>3</sup> для природного газу, а в Китаї - 20 мг/м<sup>3</sup>.

4) використовується як індивідуально, так і в сумішах (наприклад, із меркаптанами) для одоризації, особливо ефективний для тривалого транспортування. Транспортується та зберігається у металевих бочках.

Таблиця 6 – Одоранти європейських країн

| Країна         | Одорант   | Частка одоранта в газотранспортній системі, % |
|----------------|---|---|
| Австрія        | Тетрагідротіофен  | 93  |
| Чехія          | Тетрабутилмеркаптан + диметилсульфід                        | 90  |
| Німеччина      | Тетрагідротіофен  | 55-70   |
| Швейцарія      | Тетрагідротіофен  | 100   |
| Іспанія        | Тетрагідротіофен  | 100   |
| Франція        | Тетрагідротіофен  | 100   |
| Нідерланди     | Тетрагідротіофен  | 100   |
| Норвегія       | Тетрагідротіофен  | 100   |
| Польща         | Тетрагідротіофен  | 100   |
| Угорщина       | Тетрагідротіофен + тетрабутилмеркаптан                      | 100   |
| Ірландія       | Тетрабутилмеркаптан+диметилсульфід                          | 100   |
| Італія         | Тетрагідротіофен  | 50  |
|                | Тетрабутилмеркаптан + ізопропілмер-каптан+N-пропілмеркаптан | 50  |
| Швеція         | Тетрагідротіофен  | 99  |
| Великобританія | Тетрабутилмеркаптан+диметилсульфід                          | 100   |

Газове господарство та обладнання ГНС і ГНП, також страждають від хімічної і електрохімічної корозії металів, який взаємодіє із корозійним середовищем. Захист газопроводів від корозії поділяється на пасивний та активний [9, 10].

Для захисту від корозії підземних сталевих промислових трубопроводів, підземних сховищ газу; об'єктів проммайданчиків, складів підземних резервуарів і сталевих технологічних трубопроводів, заглиблених або обвалованих ґрунтом поверхонь резервуарів, а також внутрішніх поверхонь резервуарів, дотичних до шару води передбачаються ізоляційні покриття. Всі види ізоляційного покриття повинні забезпечити безаварійну, надійну роботу об'єктів протягом визначеного терміну. Пасивний захист передбачає ізоляцію газопроводу. При цьому використовують протикорозійне покриття на основі бітумно-полімерних, бітумно-мінеральних, полімерних, етиленових і бітумно-гумових мастик.

Протикорозійне покриття повинно мати достатню механічну міцність, пластичність, хорошу прилипання до металу труб, мати діелектричні властивості, а також не руйнуватися від біологічного впливу і не містити компоненти, що викликають корозію металу.

Методи активного захисту в основному зводяться до створення такого електричного режиму для газопроводу, при якому корозія трубопроводу припиняється.

Катодний захист передбачає надання газопроводу негативного потенціалу щодо навколишнього середовища за допомогою джерела постійного струму. Негативний полюс джерела струму приєднується до газопроводу, а позитивний - до заземлювача (аноду). При цьому анодне заземлення поступово руйнується, захищаючи газопровід. В якості анодного заземлення установок катодного захисту застосовують залізокремнієві, вуглеграфітні, графітопластові, сталеві та чавунні електроди. Тип анодного заземлення вибирають залежно від питомого опору, глибини промерзання ґрунту, розташування інших підземних металевих конструкцій [9, 10].

При протекторному захисті ділянка газопроводу перетворюється на катод не за рахунок джерела живлення, а за рахунок використання протектора, який з'єднаний провідником з газопроводом і утворює з ним гальванічну пару, в якій газопровід є катодом, а протектор - анодом. В якості протектора використовується метал з більш негативним потенціалом, ніж у заліза.

Газонаповнювальні станції і пункти є небезпечними об'єктами для навколишнього природного

середовища та для здоров'я людей через викиди в атмосферу великої кількості забруднюючих речовин і можливість виникнення аварійних ситуацій.

Аварії на ГНС і ГНП можуть статися із декількох причин:

- 1) несправність обладнання, в тому числі через корозійне пошкодження;
- 2) помилка обслуговуючого персоналу;
- 3) непередбачені техногенні та природні фактори.

Незалежно від чинника, що спричинив аварію, розгортається наступний сценарій. Витік рідкого газу, його випаровування призводить до утворення гримучої суміші (суміш пропану-бутану з повітрям). Вибух стається, коли вміст газу в повітрі становить від 1,8% до 9,5%. Для детонації такої суміші достатньо найменшої іскри або статичного заряду увімкненого вимикача світла. Якщо аварію вдається локалізувати, і газ не запалюється, то можна уникнути негативних наслідків, а газ, що утворився, природним шляхом розчиняється у повітрі. Якщо при витокі і випаровуванні газу має місце фактор займання, то тоді газ просто вибухає. Можуть почати горіти пошкоджені ємності, внаслідок чого можуть виникнути і інші вибухи. Також, вогонь може перекинутися на інші ємності, що є найнебезпечнішим сценарієм аварії з усіх можливих, які можуть статися. Дуже добре, коли аварія обходиться без жертв, у цьому випадку страждає лише обладнання. Однак, досить важко передбачити наслідки, особливо якщо вони трапляються внаслідок непередбачених обставин. До непередбачуваних факторів можна віднести практично всі техногенні та природні впливи на ГНС та ГНП, які не можна передбачити та запобігти. Стандартного сценарію розвитку небезпечних подій не існує, це може бути ураган, удар блискавки, автомобільна аварія. При проектуванні ГНС та ГНП завжди враховується можливість виникнення небезпечної ситуації та необхідність її локалізації.

## Висновки

Для зменшення ймовірності виникнення екологічно небезпечних аварійних ситуацій, потрібно постійно проводити заходи, щодо забезпечення безпеки роботи ГНС та ГНП.

Бажаним є максимальне використання сучасного обладнання, яке має додатковий захист від витоків газу та систему автоблокування подачі газу. Адже старе обладнання не тільки може зламатися в результаті природного зносу, а й просто не зреагувати на витік. Статистика аварій на ГНС і ГНП показує, що в результаті практично будь-якої аварії страждає не тільки обслуговуючий персонал але і сторонні особи.

Навчання та інструктаж персоналу є основними для забезпечення безпеки, оскільки без кваліфікованих працівників робота ГНС та ГНП практично неможлива. Так як обладнання постійно модернізується, то подібний інструктаж має здійснюватись для всього персоналу.

Інструктаж із теоретичної та матеріальної частини має проводитися фахівцями із відповідними сертифікатами. Саме ці фахівці відповідають за підготовленість робітників, приймають у них іспити та видають їм допуск до роботи. Дана система показала свою ефективність, оскільки сертифікований фахівець відповідає перед законом за підготовленість кожного робітника.

В Україні інструктаж зазвичай проводиться формально відповідальною особою або керівником. Проте нерідкі випадки, коли сам керівник або відповідальна особа не знає всіх нюансів роботи з новим обладнанням, що може призвести до його пошкодження чи аварії.

Оскільки, ГНС і ГНП можуть мати різні розміри та модифікації, то технічний контроль працездатності обладнання кожної дільниці має індивідуальний характер. Зазвичай, технічний контроль передбачає перевірку герметичності ємностей для зберігання СВГ, трубопроводів, заправного обладнання, роботи вимірювального обладнання та інших вузлів ГНС та ГНП. Обслуговуючий персонал, повинен самостійно стежити за технічним станом обладнання, і при виявленні несправності негайно припинити роботу та одразу повідомити про це керівництво. При виявленні несправності або сильного зносу обладнання, робота газонаповнювальної станції чи пункту або його окремих вузлів повинна бути припинена, до того моменту, поки несправність не буде усунена. Оскільки, більшість ГНС та ГНП перебувають у власності газових компаній, то вони зацікавлені у мінімізації витрат. Тому, підвищення рівня технічної і екологічної безпеки є основним завданням для того, щоб скоротити витрати до мінімуму.

Найбільш поширеним додатковим заходом щодо підвищення технічної і екологічної безпеки є встановлення високочутливих датчиків газу. При накопиченні в повітрі потенційно вибухонебезпечної кількості газу вони подають відповідний сигнал. Це допомагає своєчасно виявити

витік, локалізувати його та уникнути аварії. Встановлюють такі датчики у всіх потенційно можливих місцях витоку. Звичайно, відповідна кількість датчиків передбачена технікою безпеки, але додаткові датчики значно підвищують рівень безпеки, що запобігає серйозним аваріям. Крім цього, як додатковий засіб підвищення рівня безпеки можуть використовуватися і портативні датчики газу з автоматичною сигналізацією. Оскільки, всі роботи відповідно до вимог техніки безпеки повинні проводитися двома робітниками, то для кожної пари працівників достатньо одного датчика. Це також допомагає вчасно виявити потенційно небезпечні скупчення вибухонебезпечного газу, і відповідно запобігти вибуху.

Дотримання правил техніки безпеки, проведення своєчасних технічних оглядів, це два основні заходи підвищення екологічної безпеки, які допомагають уникнути більшості аварій, зберегти людські життя, звести ймовірність аварій і травм до мінімуму та знизити екологічні та економічні втрати.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.5-20:2018 Газопостачання. З урахуванням Зміни № 1. Діючий. Дата прийняття: 15.11.2018.
2. ДСТУ 4047-2001 Газу вуглеводневі скраплені паливні для комунально-побутового споживання. Технічні умови. З Поправкою (ІПС № 3-2007) та Зміною (ІПС № 11-2013) Діючий. Дата прийняття: 27.07.2001.
3. СОУ 49.2-20077720-001:2014 Налив, зливання та перевезення скраплених вуглеводневих газів у залізничних вагонах-цистернах. Загальні технічні вимоги. Діючий. Дата прийняття: 13.08.2014.
4. Наказ від 03.06.2002 № 332 Про затвердження Інструкції про порядок приймання, зберігання, відпуску та обліку газів вуглеводневих скраплених для комунально-побутового споживання та автомобільного транспорту. Діючий. Дата прийняття: 03.06.2002.
5. ДНАОП 0.00-1.07.-94 «Правила будови та безпечної експлуатації посудин, що працюють під тиском», К., Держнаглядохоронпраці, 1994 р.
6. Звіт по інвентаризації викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря Деражнянської філії ПАТ «Хмельницькгаз».
7. ДСП № 201-97 Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць від забруднення хімічними та біологічними речовинами (видання офіційне), К., 1997 р.
8. МВ Х08.075-2000 «Методика виконання вимірювань концентрації етилмеркаптану (одоранту) у скрапленому пазі», зареєстрована Харківським ДЦСМС 12.06.2000.
9. ВБН В.2.3-00018201.01.01.01-96 Система антикорозійного захисту об'єктів нафтогазового комплексу. Основні положення. Загальні вимоги. К., Державний комітет нафтової, газової та нафтопереробної промисловості України, 1996 р.
10. ДСТУ Б В.2.6-193:2013 Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування. Недіючий. Дата прийняття: 08.08.2013.

**Васильківський Ігор Володимирович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [igor.vntu@gmail.com](mailto:igor.vntu@gmail.com)

**Тітов Тарас Сергійович** – канд. хім. наук, доцент кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

**Дідусенко Софія Русланівна** – студ. групи ТЗД-226, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [sonyadidusenko05@gmail.com](mailto:sonyadidusenko05@gmail.com)

**Igor V. Vasykivskiy** – Ph.D., Docent, Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [igor.vntu@gmail.com](mailto:igor.vntu@gmail.com)

**Taras S. Titov** – Ph.D. (Chem.), Associate Professor of the Department of Ecology, Chemistry and Environmental Protection Technologies, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

**Sofia R. Didusenko** – student, Faculty of Civil Engineering, Civil and Ecological Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [sonyadidusenko05@gmail.com](mailto:sonyadidusenko05@gmail.com)