



УДК 334.72

## THE LABOR PROTECTION AND FIRE SAFETY ON THE BIOENERGETIC OBJECTS

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА НА БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ ОБ'ЄКТАХ

Garmash S.N. / Гармаш С.М.

с. agr. s., as. prof. / к. с. - з. н., доц.

ORCID: 0000-0002-2658-162X

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Gagarin avenue, 8, 49005  
Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, пр. Гагаріна, 8, 49005

Semenov N.I. / Семенов М.І.

magіstr/master

Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Gagarin avenue, 8, 49005  
Український державний хіміко-технологічний університет, Дніпро, пр. Гагаріна, 8, 49005

**Анотація.** В роботі встановлено основні джерела забруднюючих речовин при виробництві біогазу: склади зберігання сировини; бункери для змішування сировини; пальники для аварійного спалювання надлишків біогазу; біоставки; когенераційна установка; двигуни внутрішнього згорання автотранспорту. Встановлено зони ризику біогазових установок та токсичні речовини у повітрі робочої зони. Розроблено рекомендації для створення безпечних умов праці та пожежної безпеки: моніторинг атмосферного повітря, стану ґрунтів та підземних вод. Показана доцільність впровадження програми BioGasAtex для проведення розрахунку ризику на біогазових об'єктах та системи керування охороною праці згідно з міжнародним стандартом.

**Ключевые слова:** біогаз, джерела забруднення, зони ризику, охорона праці, пожежна безпека, організаційно-технічні заходи

**Вступ.** Згідно з прогнозом Європейської Комісії, наведеного в Дорожній Kartі з розвитку відновлюваних джерел енергії, у 2020 році в Європейському Союзі з відновлюваних джерел буде вироблено 120 млн. т н.е. теплової енергії, що становитиме близько 18% загального обсягу виробництва. З них близько 75% – з біомаси. Згідно з прогнозом Європейської ради у 2030 році з відновлюваних джерел буде вироблено близько 50% загального обсягу споживаної теплової енергії [1].

Біогазові установки використовуються для отримання енергії з відновлюваних джерел та впровадження безвідходних технологій переробки біомаси з метою виробництва метану та зменшення викидів парникових газів при максимальному використанні сировини. Біогаз – горюча газова суміш, яка складається з 50 ÷ 70% метану, що утворюється з органічних сполук протягом мікробіологічного анаеробного процесу. До складу біогазу входять 30 ÷ 40% вуглекислого газу і невеликі кількості сірководню, аміаку, водню та оксиду вуглецю [3]. Україна в наступний час має понад 15 біогазових установок. Наприклад, біогазова станція підприємства «Орель-Лідер» в Дніпропетровській області працює з 2013 року. За чотири роки підприємством «Орель-Лідер» утилізовано 135 тис. т курячого посліду і вироблено 50 млн. м<sup>3</sup> біогазу, від якого отримано 150 млн. кВт зеленої енергії. Потужність біогазової станції складає 5 МВт/год.

Основними джерелами забруднюючих речовин в атмосферне повітря при



виробництві біогазу для отримання електроенергії є: склади зберігання сировини; бункери для змішування сировини; пальники для аварійного спалювання надлишків біогазу; біоставки (накопичувачи кінцевого зберігання фільтрату); когенераційна установка та ін. [2].

### **Аналіз небезпечних виробничих факторів біоенергетичних об'єктів.**

Біогаз виробляється за допомогою анаеробного зброджування органічної частини відходів, що піддаються біологічному розкладанню з подальшим спалюванням його в генераторах для отримання електричної та теплової енергії. При змішуванні компонентів сировини від бункерів завантаження та змішування в атмосферне повітря надходять забруднюючі речовини: оксиди азоту, аміак, сірководень, оксид вуглецю, метан, меркаптани (метилмеркаптан та етилмеркаптан). В процесі спалювання біогазу в навколишнє середовище надходять оксиди азоту, оксиди сірки, оксиди вуглецю, метан. Після сепарації продуктів бродіння рідку фракцію перекачують в біоставок для накопичення кінцевого фільтрату, при зберіганні якого в атмосферне повітря надходять оксиди азоту, аміак, сірководень, оксид вуглецю, метан, меркаптани. Для завезення сировини та вивезення твердих біодобрив використовується автотранспорт, від двигунів внутрішнього згорання якого в атмосферне повітря виділяються оксиди вуглецю, оксиди азоту, речовини у вигляді твердих суспендованих частинок (сажа), оксиди сірки.

Біогаз в суміші з повітрям в пропорції від 5% до 15% при наявності джерела запалення з температурою 600 °С або більше може призвести до вибуху. Відкритий вогонь небезпечний при концентраціях біогазу в повітрі більше 12 %. Метан відноситься до 4-го класу небезпеки, гранично допустима концентрація складає 300 мг/м<sup>3</sup> у повітрі робочої зони. При експлуатації установок необхідно керуватися вимогами державних стандартів за пожежною безпекою [5, 6]. Токсична дія метану у звичайних умовах визначається головним чином нестачею кисню. Накопичення метану у повітрі до 25-30 %, що відповідає зниженню концентрації кисню з 21 до 15-16 %, супроводжується відчутними ознаками кисневого голодування: підвищення пульсу, збільшення об'єму дихання, послаблення уваги, порушення координації рухів.

При вдиханні сірководень паралізує нюхові нерви, і людина перестає відчувати запах газу. При проникненні у внутрішні середовища організму, механізм токсичної дії спрямований на ураження нервової та кровотворної системи, кістковий мозок. Характерна вражаюча дія на слизові оболонки.

Аміак діє на слизові оболонки верхніх дихальних шляхів і очей. У разі легкого отруєння з'являються сухість, біль у горлі, чхання, кашель, захриплість, легка нудота. Гостре отруєння аміаком викликає утруднене дихання, сильний кашель, втрату голосу, спазм голосової щілини, запаморочення, почервоніння обличчя, пітливість, набряк повік. При високій концентрації аміаку в повітрі виробничих приміщень з'являється пекучий біль у горлі, рясне сльозотеча і сильна різь в очах, у потерпілого спостерігається сильне нервове збудження, різке розлад дихання, спад серцевої діяльності, похолодання кінцівок. Експлуатація об'єкта при дотриманні вимог з охорони довкілля не має шкідливого впливу на фауну та її біорізноманіття.



**Організація безпечної експлуатації біогазових установок.** Грунтуючись на міжнародній базі даних, більшість смертельних випадків відбувається через недооцінку ризиків і відсутності належних робочих процедур. Необхідні конкретні тренінги (навчання) для співробітників, що працюють в системі біогазових установок. Біогазова установка повинна бути автоматизована. У обов'язковий обсяг автоматизації входить датчик загазованості (газоаналізатор), при спрацьовуванні якого у приміщенні автоматично включаються системи оповіщення персоналу (сигнальні лампи, електричні дзвінки та ін.) і відбувається аварійне відключення систем біогазової установки. Зокрема спрацьовує запобіжний клапан, який перекриває подачу газу; при спрацьовуванні будь-якого теплового реле в ланцюгах живлення насосів циркуляційного, водяного або завантажувального включаються системи аварійного оповіщення персоналу. Для створення оптимальних та безпечних умов праці необхідно здійснення:

- моніторингу атмосферного повітря в межах санітарно-захисної зони та надавання отриманих результатів до Департаменту агропромислового розвитку, екології та природних ресурсів;
- моніторингу стану ґрунтів в межах санітарно-захисної зони;
- системи моніторингових спостережень за складом підземних вод по периметру майданчика з врахуванням потоку підземних вод;
- замірів шуму на території санітарно-захисної зони.

На випадок аварійної ситуації (перевиробництва біогазу) комплекс повинен бути обладнаний аварійними пальниками (факелами), які дозволять спалювати надлишок біогазу при критичному підвищенні тиску.

З метою попередження впливу вібрації машини з динамічним навантаженням (вентилятори, насоси, агрегати) встановлюються на окремі фундаменти. Джерела коливань ізолюють від опорних поверхонь гумовими, пружинними або комбінованими віброізоляторами.

До можливих зон ризику біогазових установок відносяться: ревізійний отвір в реакторі для мішалки; незворушне оглядове вікно; запобіжник гранично високого тиску; місце виведення повітря з газгольдера; місце подачі повітря в газгольдер.

Для проведення розрахунку ризику на біогазових об'єктах доцільно використати програму BioGasAtex, яка допоможе вирішити проблеми, пов'язані із запобіганням вибуху при виробництві біогазу. Програма дозволяє визначити зони ризику для виникнення вибухонебезпечних середовищ і класифікувати ці області [4]. Необхідно впровадження системи керування охороною праці на біогазових установках згідно з міжнародним стандартом [7].

**Висновки.** В роботі встановлено основні джерела забруднюючих речовин при виробництві біогазу для отримання електроенергії: склади зберігання сировини; бункери для змішування сировини; пальники для аварійного спалювання надлишків біогазу; біоставки для накопичування кінцевого зберігання фільтрату; когенераційна установка; двигуни внутрішнього згорання автотранспорту. Встановлено можливі зони ризику біогазових установок.

Розроблено рекомендації для створення безпечних умов праці та пожежної



безпеки: моніторинг атмосферного повітря, стану ґрунтів та підземних вод.

Для організації безпечної експлуатації біогазових установок необхідні конкретні тренінги для співробітників.

Біогазова установка повинна бути автоматизована. Показана доцільність впровадження програми BioGasAtex для проведення розрахунку ризику на біогазових об'єктах та системи керування охороною праці згідно з міжнародним стандартом.

#### Литература:

1. Розвиток та комерціалізація біоенергетичних технологій у муніципальному секторі в Україні. Використання біомаси у муніципальному секторі. Практичний посібник. – Київ, 2016. – 168 с.
2. Эдер Б., Шульц Х. Биогазовые установки. Практическое пособие. – 2011. – 170 с.
3. Гармаш С.Н. Анаэробная биоконверсия органических отходов в биогаз // Вопросы химии и химической технологии. – 2013. – № 5. – С. 35-38.
4. BiogasAgriAtex. New Methods of Risk Assessment Explosion on Biogas Plants // Applied Mathematical Sciences. – 2014. – Vol. 8. – no. 132. – P. 6599–6619.
5. ГОСТ 53790 – 2010 Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам. – М.: Стандартинформ, 2011. – 16 с.
6. ГОСТ 12.1.004-91. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования. – 50 с.
7. OHSAS 18001:2007 «Occupational health and safety management systems – Requirements». – Міжнародний стандарт системи менеджменту гігієни і безпеки праці.

#### References:

1. Rozvitok ta komercializaciya bioenergetichnix texnologij u municipalnomu sektori v Ukraїni. vikoristannya biomasi u municipalnomu sektori. praktichnij posibnik [Development and commercialization of bioenergy technologies in the municipal sector in Ukraine. Use of biomass in the municipal sector. Practical guide], Kiiv, 2016, 168 s.
2. Eder B., Shulc X. (2011). Biogazovye ustanovki. prakticheskoe posobie [Biogas plants. Practical guide], 170 p.
3. BiogasAgriAtex, New Methods of Risk Assessment Explosion on Biogas Plants in *Applied Mathematical Sciences*, 2014, issue 132, vol. 8, pp. 6599-6619.
4. GOST 53790–2010 Energetika biootxodov. obshhie texnicheskie trebovaniya k biogazovym ustanovkam. [Energy waste. General technical requirements for biogas plants], Moscow, 2011, 16 s.
5. GOST 12.1.004-91. Mezhhgosudarstvennyj standart. sistema standartov bezopasnosti truda. pozhnaya bezopasnost. obshhie trebovaniya [Interstate standard. Occupational safety standards system. Fire safety. General requirements].
6. OHSAS 18001:2007. Mizhnarodnij standart sistemi menedzhmentu gigieni i bezpeki praci. [Occupational health and safety management systems – requirements].
7. Garmash S.N. (2013). Anaerobnaya biokonversiya organicheskix otxodov v biogaz [Anaerobic bioconversion of organic waste into biogas] in *Questions of chemistry and chemical technology, Dnipro*, no. 5, pp. 35-38.



**Abstract.** The paper identifies the main sources of pollutants in the production of biogas for electricity generation: storage facilities for raw materials; bins for mixing raw materials; burners for incineration of biogas surplus; biocontainers for accumulation of final storage of filtrate; cogeneration unit; internal combustion engines of motor vehicles. Possible risk zones for biogas plants established.

Recommendations for creating safe working conditions and fire safety developed: monitoring of atmospheric air, the state of soils and underground waters.

To organize the safe operation of biogas plants, specific training is need for the employees.

Biogas installation must be automate. The expediency of introducing the BioGasAtex program for calculating the risk of biogas installations and the system of management of labor protection according to the international standard demonstrated.

**Key words:** biogas, sources of pollution, risk zones, labor protection, fire safety, organizational and technical measures testing.

Статья отправлена: 13.10.2018 г.

©Гармаш С.М.