ОГЛЯД ВПЛИВУ ВИРОБНИЦТВА БІОЕНЕРГЕТИКИ НА ЗДОРОВ'Я ПРАЦІВНИКІВ ТА ДОВКІЛЛЯ

Кудінова О. В., студ. (група ОН-71, ІЕЕ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. У статті проаналізовано інформацію щодо впливу виробництва біоенергетики на здоров'я працівників та довкілля. Зазначено, що встановлено Європейські норми стосовно викидів діоксиду сірки, діоксиду азоту та пилу під час роботи електричних станцій, які використовують біопаливо. Проаналізовано можливі ризики виникнення нещасних випадків та надзвичайних ситуацій на біоенергетичних установках. Запропоновано заходи з безпеки використання сировини та установок на біопаливі.

Ключові слова: біомаса, біогаз, нормування викидів, профілактичні заходи.

Abstract. Information about the impact of power plants on the health of employees and the environment was given in the article. The reasons of occurrence of emergency situations at operation of power equipment were specified. A number of measures were proposed to reduce the risks of occupational diseases when using biogas.

Keywords*:* biomass, biogas, emission rationing, preventive measures.

Вступ. Нині швидко зростає виробництво електричної енергії з використанням альтернативних джерел. Таке виробництво зумовлено низкою причин, серед яких найважливіша – відновлювана енергетика може сприяти зменшенню забруднення повітря та загальмувати процеси, які пов'язано зі зміною клімату. Прогнозується, що саме можливі змінення у кліматі вплинуть на здоров'я людей у всьому світі. За прогнозами World Health Organization 2030 року багато смертей будуть спричинені наслідками кліматичних змін у всьому світі [1]. Серед основних причин таких негативних наслідків:

– недоїдання в дитячому віці (більш як 95 000 осіб);

– поширення захворювань малярією (до 60 000 осіб) та діареєю (до 48 000 осіб):

– негативний вплив підвищених температур повітря на людей похилого віку (більш як 38 000 осіб).

Заходом для пом'якшення цих наслідків є зменшення забруднювачів атмосфери [2]. Одним зі способів скорочення викидів в атмосферу парникових газів (зокрема вуглекислого газу), які виявляють негативну дію на клімат і спричиняють глобальне потепління, є поступова відмова від традиційних джерел енергії та розширення технологій відновлюваної енергетики.

Мета статті – огляд способів впровадження енергетичних установок, які працюють на біопаливі, та аналіз їх впливу на здоров'я працівників та очищення довкілля.

Аналіз стану питання. Як показує досвід країн Європейського Союзу, кожен тип виробництва відновлюваної енергії створює певні небезпечні та

шкідливі виробничі чинники під час будівництва, експлуатації та обслуговування енергетичних об'єктів. Законодавство про контроль за викидами спрямоване на запобігання, зменшення та усунення забруднень, які виникають унаслідок промислової діяльності. Наприклад, Директива Європейського Парламенту та Ради Європейського Союзу про промислові викиди [3] встановлює граничні значення викидів щодо діоксиду сірки для котлів залежно від їх на біомасі (виражені у міліграмах на нормальний кубічний метр (мг/Нм^3)* відповідно до загальної номінальної теплової потужності, вираженої у мегават (МВт):

– (50 – 100) МВт – 200 мг / Нм^3;

– (100 – 300) МВт – 200 мг / Нм^3;

– 300 МВт і більше – 200 мг / Нм^3.

* нормальний кубічний метр Нм^3 – несистемна одиниця виміру кількості речовини, яка в газоподібному стані займає один кубічний метр за «нормальних умов» (тиск – 1013,25 кПа, температура – 0 °С).

Встановлено обмеження щодо діоксиду азоту:

– (50 – 100) МВт – 300 мг / Нм^3;

– (100 – 300) МВт – 250 мг / Нм^3;

–300 МВт і більше – 200 мг / Нм^3.

Встановлено обмеження щодо пилу:

– (50 – 100 МВт) – 30 мг / Нм^3;

– (100 – 300) МВт – 20 мг / Нм^3;

– 300 МВт і більше – 20 мг / Нм^3.

Оскільки викиди від спалювальних установок на біомасі можуть мати вплив на здоров'я людини, такі законодавчі акти необхідні, хоча їх ефективність ще не достатньо перевірена.

Методики, матеріали і результати досліджень. В 2019 році у світі було нараховано 822 000 прямих та 382 000 непрямих робочих місць у галузях технологій твердої біомаси та біогазу [4]. Така статистика охоплює не лише робочі місця на електростанціях, а й роботи з приготування їжі та опалення на паливі з біомаси. У професійних умовах випадкове витікання сірководню в біогазових установках призводить до серйозних проблем зі здоров'ям і навіть до летальних наслідків. Проживання поблизу електростанцій, які працюють на біомасі, призводить до підвищеного ризику захворювань органів дихання [5].

Біомаса, як відновлюваний енергоносій, створює для України чудові перспективи, а можливості її використання в енергетиці є дуже різноманітними. Але справжнім універсалом і найефективнішим енергоносієм з усіх біоенергій є біогаз, який отримують з відтворюваної сировини та органічних відходів. Біогаз можна застосовувати по-різному:

– на місці його виробництва як паливо;

– з біогазу можна виробляти енергію та використовувати відхідне тепло, яке при цьому утворюється;

– біогаз, доведений до якості природного газу (біометану), можна подавати в загальну газорозподільну мережу, яка дає змогу транспортувати біогаз до споживачів та енергонакопичувачів.

До виробництва біоенергії використовують різні види палива з біомаси: сільськогосподарські залишки, деревну тріску, залишки від дерев, спеціально вирощені енергетичні культури (наприклад, міскантус), а також побутові відходи [6]. Після перероблення біомаси утворюється біогаз з метаном (до 60 %) та сухі відходи (до 40 %). Існує кілька типів біоенергетичних установок: біогазові електростанції, електростанції на рослинній олії, електростанції на дровах, станції газифікації з деревини, електростанції целюлозної промисловості, каналізаційні електростанції та газові електростанції на звалищах [6]. Треба зазначити, що в Україні основними технологіями біоенергетики є факельне спалювання, піроліз, газифікація, анаеробна ферментація з утворенням метану, спалювання у щільному та комбінованому шарі. Такі технології призводять до додаткового забруднення довкілля [2]. Через те, що деякі галузі виробництва альтернативної енергії (зокрема виробництво різних видів біопалива,) розвивають без чітких і конкретних норм щодо охорони та безпеки праці, працівники можуть зазнати непотрібних небезпек.

Використання альтернативної енергії призводить до зменшення нещасних випадків на виробництві порівняно з видобутком та переробленням викопного палива. Бенджамін К. Совакул та його колеги досліджували смертельні випадки у всьому світі, що сталися через виробництво енергії та розподіл біогазу і біомаси, яку отримано з деревини, сільськогосподарських залишків, целюлозної енергетичної культури, відходів [7]. Порівняно з експлуатацією електростанцій на традиційному паливі абсолютна кількість загиблих була меншою на електростанціях з альтернативним паливом. Однак, що стосується використання біопалива, ризики для здоров’я працівників та довкілля вищі ніж під час використання енергії вітру, води та сонячної енергії [8].

Під час зберігання біомаси існує підвищений ризик вибуху, пожежі та місцевого забруднення повітря [9]. Зосереджуючись на фазі горіння біомаси, важливо усвідомити, що це питання стосуються безпеки та гігієни праці серед працівників біоенергетичних установок [10]. На рівень ризику також впливають властивості та характеристики палива з біомаси, технологічні процеси під час перероблення, обробки та зберігання палива. Нещасні випадки з працівниками виникають під час:

– транспортування та перероблення палива;

– зберігання біомаси на відкритих майданчиках;

– прибирання та видалення пилових забруднень у виробничих приміщеннях і робочих зонах;

– технічного обслуговування та ремонту устаткування;

– перероблення сухих залишків виробництва (золи, попелу).

Застосування біогазу у децентралізованому енергопостачанні сприяє скороченню імпорту енергоносіїв та підвищенню надійності енергопостачання, зокрема, у сільській місцевості. Через їх децентралізацію ризик надзвичайних ситуацій є меншим на відміну від наслідків від видобутку традиційного палива, гідроенергетики чи ядерної енергетики [11].

Профілактичні заходи щодо запобігання негативного впливу на здоров'я працівників охоплюють технічні методи, технологічні засоби контролю та організаційні заходи. Наприклад, навчання робітників правильному поводженню з біомасою, покращення якості палива та використання відповідних засобів індивідуального захисту [12]. Більшість з цих заходів використовують в інших енергетичних галузях: ізоляція залу приймання палива, дробарок та екранів; огородження конвеєрів; диспетчерські для нагляду за розвантаженням сировини; автоматизований відбір проб палива; автоматичні системи очищення устаткування.

Важливо також враховувати перспективи охорони здоров'я, порівнюючи вплив цієї форми виробництва енергії з іншими видами, такими як викопне паливо та інші відновлювані джерела енергії. Біопаливо зменшує викиди парникових газів порівняно з викопним паливом, але спричиняє неефективне використання деревини [10]. Переваги для здоров'я працівників та екології у виробництві енергії з біомаси порівняно з традиційними джерелами є невеликими та суттєво поступаються іншим відновлювальним джерелам [13].

Нині весь етап виробництва потребує певного удосконалення. Першочергові завдання – вибір найбільш досконалої сировини і способів її перероблення. Наслідки використання біомаси для виробництва біогазу мають бути всебічно вивчені. Потрібно визначати схеми впливу та встановити рівні впливу всіх речовин, які присутні на електростанціях на біомасі. Можливі максимальні рівні слід порівнювати з пороговими значеннями та співвідношенням «отримана доза –реакція організму людини», які вже встановлені для деяких речовин (наприклад, радіоактивних речовин, берилію, свинцю, кадмію) [14]. Якщо ці порівняння викликають занепокоєння щодо наслідків для здоров’я людини, на другому етапі слід виконати відповідні медико-санітарні дослідження.

Висновки та пропозиції. Використання біомаси для виробництва електроенергії стало більш поширеним у всьому світі. Однак, дослідження безпеки виробничих процесів та впровадження адекватних заходів з охорони праці в галузі обмежені. Відсутність уніфікованого джерела даних про безпеку в галузі виробництва біопалива є основною проблемою для виявлення можливих факторів, які можуть спричинити надзвичайні ситуації. Такі дослідження можуть допомогти у розробці відповідних заходів безпеки. Наукова література про вплив на здоров’я людини, спричинене перетворенням та спалюванням біомаси для виробництва електроенергії, є рідкісною. Обмежена інформація про небезпеку роботи у галузі відновлюваної енергетики зумовлює потребу у додаткових дослідженнях та вивченні цієї проблеми більш прискіпливо.

Науковий керівник: Третякова Л. Д., докт. техн. наук, проф. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Література

1. ВООЗ. Кількісна оцінка ризиків наслідків зміни клімату на окремі причини смерті, 2030-ті та 2050-ті роки. URL: https://www.who.int
2. Карп І.М. Тверді побутові відходи як енергетичний ресурс. Технічна електродинаміка. 2019. № 6. С. 36-45.
3. Європейський Парламент та Рада Європейського Союзу. Директива 2010/75/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 24 листопада 2010 року про промислові викиди (комплексне запобігання та контроль забруднення). Брюссель, Бельгія, 2010.
4. Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (IRENA). Поновлю- вані джерела енергії та робочі місця. URL: https://www.irena. org/ employment
5. Trevor J., Antony V., Jindal S.K. The effect of biomass fuel exposure on the prevalence of asthma in adults in India. Review of current evidence. J. Asthma. 2014. 51. P. 136–141.
6. Агентство з відновлюваних джерел енергії (Agentur für Erneuerbare Energien, AEE). Електроенергія з біомаси [німецькою мовою].
URL: https://www.unendlich-viel-energie.de
7. Криман М., Лайн Е. та Б.К. Совакул. Профілювання технологічного збою та катастрофи в енергетичному секторі: порівняльний аналіз історичних енергетичних аварій. Енергетика. New York, NY: Columbia University Press, 2015. 90 p.
8. Hannah R. What are the safest sources of energy? Death rates from energy production per TWh. Our World in Data 2020.
URL:https://ourworldindata.org/grapher/death-rates-from-energy-production-per-twh
9. Бюргерр П., Гіршберг С. Порівняльна оцінка ризику важких аварій в енергетичному секторі. Енергія. Політика. 2014. 74. P. 45-56.
10. Лайтинен С., Фагернес Л., Корпіярві К. Вплив біологічних та хімічних речовин на електростанціях на біомасі. Біомаса. Біоенергія. 2016. 93. P. 7-86.
11. Джамппонен М ., Ронккомакі Х ., Пасанен П., Лайтинен Дж. Професійний вплив твердих хімічних речовин на електростанціях, що працюють на біомасі, та пов'язані з цим наслідки для здоров'я. Хемосфера. 2013. 10. С. 25-31.
12. Сміт К.Р., Фрумкін Х., Балакрішнан К. Енергія та здоров’я людини. Здоров’я. 2013, 34, 159–188.
13. Фрейберг А., Шафе Дж., Мурта В.К., Зайдлер, А. Використання біоенергії для виробництва електроенергії: огляд впливу на здоров'я в середовищі життя та праці. PROSPERO 2016. CRD42016035841.
14. Шлюнссен В., Медсен А., Сков С., Sigsgaard T. Чи впливає використання біопалива на здоров'я дихальних шляхів? Навколишнє середовище. Медицина. 2011. 68. С. 467-473.