

*Н.О. Ференц, канд. техн. наук, доцент, Ю.Е. Павлюк, канд. техн. наук, доцент,
(Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)*

*В.О. Гнеушев, канд. техн. наук, доцент,
(Національний університет водного господарства та природокористування)*

ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ БРИКЕТУВАННЯ ТОРФУ

Показано переваги та недоліки використання торфу в якості палива. Проведено оцінку пожежної безпеки технологічного процесу брикетування торфу. Досліджено умови теплового самозагоряння фрезерного торфу. Показано, що регулюючи питому поверхню торфу, можна змінювати температуру самозагоряння та тривалість процесу самонагрівання матеріалу. Встановлено, що в технологічному процесі брикетування торфу основними небезпечними стадіями є сушіння та пресування, а також небезпеку становлять апарати і трубопроводи системи газоочищення.

Ключові слова: торф, паливо, брикетування, вибухонебезпека, самозагоряння, тиск вибуху, запобіжний клапан.

Н.А. Ференц, Ю.Э. Павлюк, В.А. Гнеушев

ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ ТОРФА

Показано преимущества и недостатки использования торфа в качестве топлива. Проведена оценка пожарной безопасности технологического процесса брикетирования торфа. Исследованы условия теплового самовозгорания фрезерного торфа. Показано, что регулируя удельную поверхность торфа, можно изменять температуру самовозгорания и длительность процесса самонагревания материала. Установлено, что в технологическом процессе брикетирования торфа основными опасными стадиями являются сушка и прессование, а также опасными являются аппараты и трубопроводы системы газоочистки.

Ключевые слова: торф, топливо, брикетирование, взрывоопасность, самовозгорание, давление взрыва, предохранительный клапан.

N.A. Ferents, Yu.E. Pavluk, V.A.Gneushev

FIRE SAFETY OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF PEAT BRIQUETTING

Advantages and disadvantages of the use of peat as fuel have been shown. Estimation of fire safety of technological process of briquetting of peat has been conducted. The terms of thermal independent burning milling peat have been explored. It has been shown that regulating the specific surface of peat, it is possible to change temperature of independent burning that duration of process of independent heating of material. It is set that in the technological process of briquetting of peat drying and pressing are basic dangerous stages, and also has dangerous vehicles and pipelines of the system of gas cleaning.

Keywords: peat, fuel, briquetting, explosiveness, spontaneous combustion, pressure of explosion, safety-valve.

Актуальність проблеми

Зростання цін на газ та нафту, розвиток сучасних технологій спалювання палива, екологічні проблеми зосереджують увагу на ефективніших і дешевших способах отримання енергії. Перспективним напрямом розвитку енергетики є використання торфу в якості палива. В Україні загальна площа торфовищ і земель із торфовим ґрунтом, включаючи 330 тис. га та майже 80 тис. га деградованих торфовищ, становить понад 0,9 млн. га [1], а геологічні запаси торфу перевищують 2 млрд.т. Використання торфу в якості палива зумовлено його складом: значним вмістом вуглецю, низьким вмістом сірки і шкідливих негорючих домішок. Основні його переваги – низька собівартість виробництва, екологічна чистота і повнота згоряння (низький вміст сірки та незначний залишок золи), наявність нових технологій спалювання. Недоліки – низька теплота згоряння та труднощі спалювання через високий вміст води (понад 90 % у природному стані). Однак сучасні технології видобування торфу дають можливість отримувати продукцію з вологістю до 50%, а застосування штучного сушіння в торфобрикетному виробництві забезпечує зниження вмісту води в ньому до 15-20 %. Це робить торфобрикет конкурентоспроможним і недорогим паливом, додатковим енергоресурсом, що дає змогу економити традиційні енергоносії практично без погіршення екологічного стану довкілля.

Торфобрикетне виробництво є вибухо- та пожежонебезпечним. Основним джерелом небезпек при роботі брикетного заводу є торфовий пил. Завислий у повітрі торфовий пил може вибухати в сушильному та пресовому відділеннях, в сушарках, апаратах і трубопроводах системи газоочищення. З огляду на вищевказане, важливим є забезпечення торфобрикетного виробництва.

Метою роботи є оцінка пожежної безпеки технологічного процесу брикетування торфу.

Брикетування торфу – це сукупність процесів, пов'язаних із перетворенням штучно висушеного фрезерного торфу в брикети встановленої, геометрично правильної та одноманітної форми і практично однакової в кожному випадку маси [2]. Технологічна схема торфобрикетного заводу з шахтно-млинною сушаркою показана на рис.1.

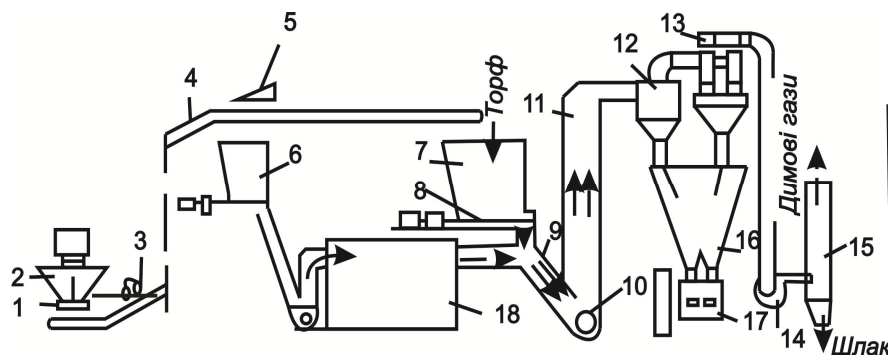


Рис. 1. Технологічна схема торфобрикетного заводу з шахтно-млинною сушаркою:

1 – живильник; 2 – бункер сировини; 3 – магнітний сепаратор; 4 – стрічковий конвеєр; 5 – плужковий скидач; 6 – бункер паливника; 7 – бункер сушарки; 8 – шнек-дозатор; 9 – підсушувальний рукав; 10 – шахтний млин; 11 – сепараційна шахта; 12 – перший ступінь сухого очищення; 13 – другий ступінь сухого очищення; 14 – вентилятор; 15 – скрубер; 16 – бункер преса; 17 – торфобрикетний прес; 18 – паливник

Пожежонебезпечність торфу проявляється навіть при його вологості близько 50 %, коли видобута торфова крихта зберігається в складочних одиницях – штабелях. Самозагоряння торфу – займання торфу через його окиснення киснем повітря. Самозагорянню передують самонагрівання торфу, в якому беруть участь мікроорганізми, продукти життєдіяльності яких накопчуються в анаеробних умовах і призводять до поступового прогрівання маси торфу до 60...65 °С [3]. При подальшому підвищенні температури, коли чільну роль починає відігравати хімічний екзотермічний процес окиснення органічної складової торфу, видобутий продукт перетворюється в напівкокс, схильний до спонтанного самозагоряння при надходженні повітря. Самонагрівання відбувається з швидкістю від 0,5 до 4,5 °С/добу і поступово прискорюється.

В роботі досліджені умови теплового самозагоряння фрезерного торфу залежно від питомої поверхні матеріалу. Умови процесу теплового самозагоряння торфу визначали з виразів [4]:

$$\begin{cases} \lg t_c = 1,781 + 0,264 \cdot \lg S \\ \lg \tau_c = \frac{1}{0,031} \cdot (1,298 - \lg t_c) \end{cases}$$

де: t_c – температура самозагоряння, °C; S – питома поверхня матеріалу, м⁻¹; τ_c – тривалість процесу самонагрівання матеріалу до його самозагоряння, год.

Встановлено, що регулюючи питому поверхню штабелів торфу, змінюючи їх форму і розміри, можна змінювати температуру самозагоряння та тривалість процесу самонагрівання матеріалу до його самозагоряння.

Торфоповітряна суміш є вибухонебезпечною. Найбільша небезпека вибуху існує при вологості частинок торфу менше 20% та їх розмірі до 0,15 мм. Суттєве значення має концентрація пилу в повітрі, а також склад й вологовміст повітря: вірогідність вибуху значно зростає, якщо концентрація становить 1000...5000 мг/м³, вміст кисню перевищує 16 %, а вологовміст повітря менший за 280 г/кг. В той же час, навіть при концентрації 13...16 кг/м³ торфоповітряна суміш залишається вибухонебезпечною. Таким чином, в умовах торфобрикетних заводів аеросуміш газових трактів завжди перебуває у вибухонебезпечному стані.

Процес вибуху пилу торфу – це інтенсивне горіння газифікованих летких речовин, що входять до складу цієї корисної копалини. Швидкість розповсюдження фронту полум'я при цьому сягає 30...35 м/с. Інтенсивне горіння пилу призводить до місцевого підвищення тиску, утворюється вибухова хвиля, яка рухається безпосередньо за фронтом полум'я. Вона може зруйнувати в першу чергу вікна та двері, слабкі місця покрівлі і навіть стіни. Встановлено, що в момент вибуху торфоповітряної суміші максимальний тиск в замкненому просторі становить 150...400 кПа. Такі вибухи можливі при великих відкладеннях дрібнодисперсного торфового пилу.

Для запобігання значному нагромадженню торфового пилу внутрішні стіни приміщень мають виготовлятися рівними, без виступів, їх слід фарбувати світлою фарбою або облицьовувати кахельною плиткою. Кут нахилу підвіконь – не менше 50°, всі місця можливого осідання пилу мають бути легкодоступними для прибирання. Якщо це не загрожує електробезпеці, практикують вологе прибирання, фактично змивання торфового пилу струменем води, для чого підлога має мати водостоки і виготовлятися з водостійкого матеріалу.

На торфобрикетних заводах України, оснащених пневмогазовими шахтомлинними сушарками, головним джерелом зовнішнього вогню є технологічні паливники [5]. При порушенні регламенту їх роботи розжарені частинки палива разом з димовими газами можуть потрапити в сушильну систему та ініціювати вибух суміші. Оптимізація роботи технологічного паливника передбачає також запобігання перевищенню температури, оскільки додавання холодного повітря неминуче призводить до збільшення вмісту кисню і підвищує небезпеку вибуху (при вмісті O₂ в газовому потоці менше 16 % вибух не відбувається). Доцільним є автоматичне вприскування води в сушарку у випадку надмірного підвищення температури газового потоку замість поспішного підмішування холодного повітря: водяна пара, яка утворюється в сушильному об'ємі при подаванні води, збільшує вологовміст газів вище нормативної межі і робить їх вибухобезпечними.

Для захисту сушильних установок від вибуху, на торфобрикетних заводах використовуються запобіжні клапани, через які вилучаються газоподібні продукти вибуху для врівноваження тиску з атмосферним. Клапан має спрацювати в тому випадку, коли надлишковий тиск сягає значення 40 кПа. Сумарна площа поперечного перерізу всіх запобіжних клапанів при вищевказаному розрахунковому надлишковому тиску в сушарці повинна бути не менше 0,04 м² на 1 м³ об'єму сушарки. Розрахунковий надлишковий тиск в циклоні приймається 150 кПа, і переріз запобіжного клапана має становити не менше 0,025 м² на 1 м³ об'єму цик-

лона. На бункерах висушеного торфу переріз клапанів приймається з такого розрахунку: $0,0025 \text{ м}^2$ на 1 м^3 об'єму бункера, але не менше $0,5 \text{ м}^2$. В трубопроводах переріз кожного клапана має бути не менше 70 % перерізу трубопроводу.

Запобіжні клапани потрібно розташовувати з таким розрахунком, щоб не створювати небезпеки на робочих місцях і в проходах. Якщо ж не вдається розмістити клапани так, щоб не наражати на небезпеку персонал, використовують відвідні трубопроводи. Нерідко клапани виносяться за межі будівлі, при цьому трубопроводи, що відводять вибухові гази, розташовуються або вертикально, або під кутом до горизонту не менше 45° (рис. 2).

При спрацюванні вибухових клапанів в установках миттєво створюється розрідження. Тому атмосферне повітря прагне потрапити всередину установки, несучи з собою небезпеку повторних вибухів, оскільки первинний підіймає в повітря і підпалює нові порції пилу, який при зустрічі зі свіжим повітрям може вибухнути ще потужніше. Для запобігання таким повторним вибухам можна використати зворотний клапан, який унеможливує потрапляння зовнішнього повітря до сушарки безпосередньо після первинного вибуху.

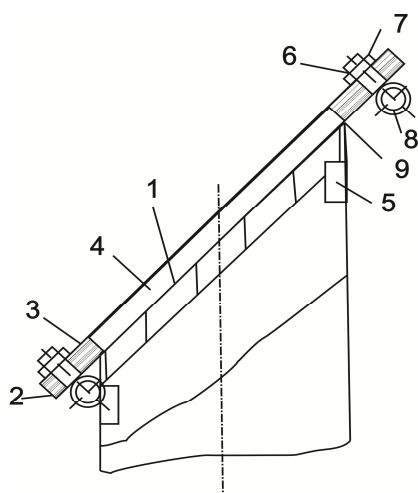


Рис. 2.

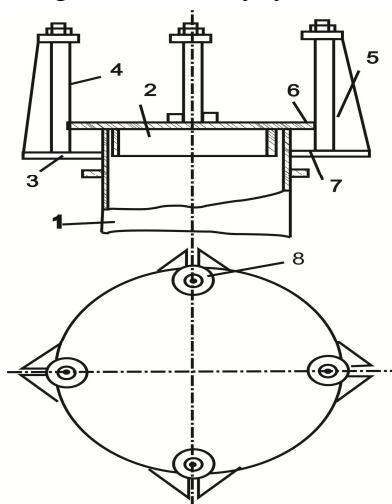


Рис. 3.

Рис. 2 – Похилий запобіжний клапан: 1 – решітка; 2 – фланець нижній; 3 – фланець верхній; 4 – діафрагма; 5 – упор; 6 – болт відкидний; 7 – гайка; 8 – вісь; 9 – прокладка.

Рис. 3 – Рухомий запобіжний клапан: 1 – труба; 2 – клапан; 3 – корпус; 4 – направляюча стійка; 5 – пружина; 6 – пісок; 7 – шлаковата; 8 – шайба

Для ділянок сушильних систем, які працюють під розрідженням, використовують рухомі запобіжні клапани (рис.3). Вони мають рухомий диск з привареним до нього запірним кільцем, що входить в кільцевий канал, заповнений шлаковатою і піском. Це створює достатню герметичність між рухомою і нерухомою частинами пристрою. В момент вибуху клапан рухається по стійках вгору, відкриває отвір, випускає продукти вибуху після чого під дією власної маси опускається на своє місце, знову перекриваючи відвід.

Для недопущення руйнування стін внаслідок вибуху необхідно встановлювати легкоскладні конструкції, через які вийде з приміщення ударна хвиля. Для сушильного і пресового відділень площа віконних прорізів приймається з розрахунку $0,03 \text{ м}^2$ на 1 м^3 об'єму приміщення. З метою запобігання нагромадженню пилу на східцях і майданчиках всередині приміщення вони є решітчастими. Для запобігання загоряння і вибуху торфового пилу торф, який залишився в сушарці перед її ремонтом, має бути обов'язково прибраним, а важкодоступні для огляду місця – залиті водою. Неодмінною умовою безпечної роботи торфобрикетного заводу є заборона використання відкритого вогню, фахова підготовка працівників, їх уважність та обережність. Тому заходи пожежної безпеки являють собою перший і вкрай важливий елемент комплексу заходів забезпечення безаварійної роботи торфобрикетного виробництва.

Висновок. Проведено оцінку пожежної безпеки технологічного процесу зберігання і брикетування торфу. Дослідження умов теплового самозагоряння фрезерного торфу показали, що, регулюючи форму і розміри штабелів торфу, можна змінювати температуру самозагоряння та тривалість процесу самонагрівання матеріалу до його самозагоряння.

Показано, що правильне застосування запобіжних клапанів, дотримання норм проектування і утримання виробничих приміщень, а також недопущення надмірного утворення і нагромадження торфового пилу дає можливість суттєво знизити вибухопожежо- небезпечність торфобрикетного виробництва.

Список літератури:

1. **Національна доповідь** про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2011 році. – Київ, В-во ЛДУБЖД, 2012. – С. 359.
2. **Гнеушев В.О.** Брикетування торфу/ В.О. Гнеушев. – Рівне: 2010. – 185 с.
3. **Пожаровзрывоопасность веществ** и материалов и средства их тушения: Справочник под ред. А.Н. Баратова, А.Я. Корольченко и др. – М: Химия, 1990. – С.384.
4. **ГОСТ 12.1.004-91. ССБТ.** Пожарная безопасность.
5. **Лазарев А.В.** Технология производства торфяных брикетов/ А.В. Лазарев, Б.Г. Лыкин, Е.С. Демьянов и др. – М.: Недра, 1984. – 264 с.

References:

1. **Natsionalna dopovid** pro stan technogennoi ta prirodnoi bezpeku v Ukraini u 2011 rozi. [National lecture about the state of anthropogenic and natural safety in Ukraine in 2011] . – Kyiv, publishing house LDUBZHD, 2012. – P.359.
2. **V.A.Gneushev.** Briketuvannya torfu. [Briquetting peat]. – Rivne. – 2010. – P. 185.
3. **Pozharovzrivoopasnost** vecshstv i materialov i sredstv ikh tusheniya [Fireexplosiveness of matters and materials and mean of their extinguishing]: Reference book after the release A.N. Baratova, A.YA. Korolchenko, G.N. Kravchuk – M: Chemistry, 1990. – P. 384.
4. **GOST 12.1.004-91. SSBT.** Pozharnaya bezopasnost [Fire safety].
5. **A.V.Lazarev, B.G.Likin, E.S.Demyanov.** Technologiya proizvodstva torfyanuch briketov [Technology of production of peat briquettes] .M., Nedra, 1984. – P. 264.

