УДК 622.331:504.062

Шляхи зменшення пилових викидів торфобрикетних заводів

Наведено результати удосконалення аспіраційної системи Маневицького торфозаводу, де вдалося ліквідувати викиди торфового пилу в атмосферу шляхом подачі торфоповітряної суміші з аспіраційної системи до попередньо модернізованої системи сушіння та пилогазоочищення .

Ключові слова: торфовий пил, аспірація, циклон, скрубер, екологія довкілля.

Контактна інформація: volod-g@ukr.net

В. О. ГНЄУШЕВ,
канд. техн. наук
(Національний університет
водного господарства
й природокористування)

В. С. ЩЕРБАЧУК,
інж.
(Маневицький торфозавод
ДП «Волиньторф»)

В. А. МАКСИМЧУК,
інж.
(Маневицький торфозавод
ДП «Волиньторф»)

Досвід українського торфобрикетного виробництва свідчить, що заводи з пневмогазовими шахтними млинними сушарками найліпше відповідають умовам виробництва, оскільки вони прості й недорогі у спорудженні та експлуатації, рентабельні навіть при невеликих (понад 10–15 тис. т за рік) обсягах виробництва брикету. На відміну від більш металоємних та громіздких пневмопароводяних «Пеко» і барабанних трубчастих сушарок «Цемаг», ці сушарки виготовляють в Україні, що також є їх позитивом. Переваги сушарок цього типу зумовлені тим, що димові гази поєднують функції теплоносія, сушильного агента і транспортувального середовища. Частинки фрезерного торфу, що подаються у високотемпературний (понад 500 °С) потік димових газів, сприймають це тепло, інтенсивно втрачають вологу, віддаючи її димовим газам, і рухаються у складі торфогазової суміші до досягнення ними кондиційної (20 %) вологості.

Частинки висушеного торфу (сушонка) відокремлюються від димових газів спочатку в циклонах першого ступеня очищення (звичайно ВТИ чи ЛИОТ), потім другого (здебільшого ЦН-15 або СИОТ) і третього – шляхом мокрого очищення в скрубері системи ВТИ. Перші два ступені мають переважно технологічне значення: відокремлений від газового потоку висушений торф спрямовується на пресування. Третій ступінь очищення газового потоку має санітарно-гігієнічне і природоохоронне значення, убезпечуючи атмосферне середовище від забруднення найдрібнішими частинками торфу. Завдяки цьому мінімізацію негативного впливу торфобрикетного заводу на довкілля можна було б вважати принципово вирішеною.

Однак на торфобрикетних заводах усіх типів є також внутрішні джерела викидів пилу, зумовлені недосконалістю герметизації технологічного обладнання та його зносом. Таких джерел як правило три: розподільний транспортер над пресами (ТРП), штемпелі пресу з боку завантажувальних камер та зів пресу – місце виходу брикетної стрічки з матричного каналу. І хоча торфовий пил не загальнотоксичний для людини [1], проте викликає сухість і тріщинуватість шкіри (при інфікуванні – ризик піодермітів), а при потраплянні в очі провокує виникнення кон'юнктивіту. Хронічний інгаляційний вплив торфового пилу призводить до зміни імунологічної реактивності, викликає алергію, сенсибілізацію. Робітники торфобрикетних заводів найчастіше хворіють на хронічні бронхіти, рідше – на емфізему легень і пневмосклероз [1].

Неприпустимою є наявність та накопичення торфового пилу у виробничих приміщеннях щодо пожежо- та вибухонебезпеки. Найефективніший метод зменшення концентрації торфового пилу – аспірація, а саме відсмоктування пилу від місць пилоутворення. Такі аспіраційні системи були розроблені й введені в дію на всіх українських торфобрикетних заводах, зокрема й на Маневицькому торфозаводі ДП «Волиньторф» (рис. 1). Вузли пилозйому змонтовані на завантажувальних камерах пресів (знепилювання штемпелів) і на виходах матричних каналів (знепилювання зівів пресів). Здійснювати аспірацію ТРП не було потреби через те, що на Маневицькому торфобрикетному заводі для подачі висушеного торфу до пресів застосовується гвинтовий конвеєр (шнек), герметичність якого надійно убезпечує атмосферу пресового відділення від надходження торфового пилу.

Рис. 1. Виробничий корпус Маневицького торфобрикетного заводу.

Значно поліпшивши ситуацію з якістю повітря у виробничих приміщеннях заводу, аспіраційна система, на жаль, виявилася головним забруднювачем атмосфери: дрібнодисперсні частинки сухого торфу, які переважають у внутрішніх викидах, погано відокремлюються від повітряного потоку в циклоні й потрапляють у повітря. Кількість торфу, що викидається в атмосферу, можна визначити орієнтовно, спираючись на норми втрат сухої речовини під час пресування, які становлять 1 % маси, що проходить через прес. Для Маневицького торфозаводу, нормативна продуктивність якого становить 30 тис. т брикету за рік, це означає, що річна кількість викидів торфу в атмосферу сягає 300 т. Але проблема не тільки у цьому: вважається, що збиток, який завдають викиди навколишньому середовищу, на порядок і вище перевищує вартість втраченої сировини [2].

Уловлювати дрібнодисперсні сухі частинки торфу, що містяться у викидах аспіраційної системи, можна, запровадивши другий ступінь очищення із застосуванням мокрого скрубера. Більш інноваційний інший варіант: очищення торфоповітряної суміші за допомогою електростатичних фільтрів. Однак у першому випадку виникає потреба у встановленні додаткового скрубера з відповідними водопостачальними і каналізаційними комунікаціями та насосами, що ускладнює і здорожує виробництво, а в другому – персонал пожежо- та вибухонебезпечного торфобрикетного заводу стикається з необхідністю брати на себе додаткові ризики, пов'язані з освоєнням електрофільтрів – нової технічної системи, поки не апробованої на українських торфозаводах.

Тому для додаткового очищення аспіраційної торфоповітряної суміші спробували використати циклон і скрубер відповідно другого й третього ступенів основної системи пилогазоочищення (рис. 2). Однак реалізація цієї простої і логічної пропозиції не має погіршувати ефективність роботи циклону другого ступеня основної системи пилогазоочищення. Могли виникнути такі ускладнення: по-перше, турбулентність у вхідному патрубку циклона другого ступеня очищення *8* при зустрічі торфоповітряної суміші, що подається нагнітальною віткою з аспіраційної системи по трубі *7*, з торфогазовою сумішшю, яка рухається всмоктувальною ділянкою сис-

теми з циклона *6*. По-друге, проблемою могло стати погіршення роботи циклона *8* через надмірне зростання сумарного об'єму торфогазової (з системи сушіння $L_{суш}$) й торфоповітряної сумішей (із системи аспірації $L_{ас}$), які підлягають очищенню в циклоні,

$$L_{сум} = L_{суш} + L_{ас}.$$

Для попередження цих небажаних наслідків виконали розрахунки та підготували технічні рекомендації щодо узгодження головних характеристик аспіраційної системи та основної системи пилогазоочищення заводу. Насамперед узгоджували швидкість руху торфоповітряної і торфогазової сумішей: вона мала бути максимально близькою і не перевищувати у вхідному патрубку циклону *8* рекомендованої швидкості 15–18 м/с [3].

Як відомо, швидкість руху газу v в трубопроводі визначається з рівняння

$$v = Q/S = 4Q/\pi D^2,$$

де Q – об'єм газу, що проходить через переріз труби за одиницю часу (продуктивність вентилятора), м^3/с;

S – площа перерізу труби, м^2;

D – діаметр труби, м.

Площу перерізу труби (діаметр) треба визначати на підставі рекомендованих значень швидкостей газу в тих чи інших елементах системи. Рекомендована швидкість торфоповітряної суміші в трубопроводах системи пилогазоочищення та аспіраційної системи $v_п$ визначається залежно від швидкості витання $v_к$ найкрупніших частинок торфу, які вловлюються й транспортуються [4] у трубопроводах горизонтальних $v_п = 2v_к$; і вертикальних $v_п = (1{,}2...1{,}5)v_к$.

Вентилятор МВ-10, що має продуктивність 10 тис. м^3/год, забезпечує надійну роботу аспіраційної системи заводу, створюючи достатній

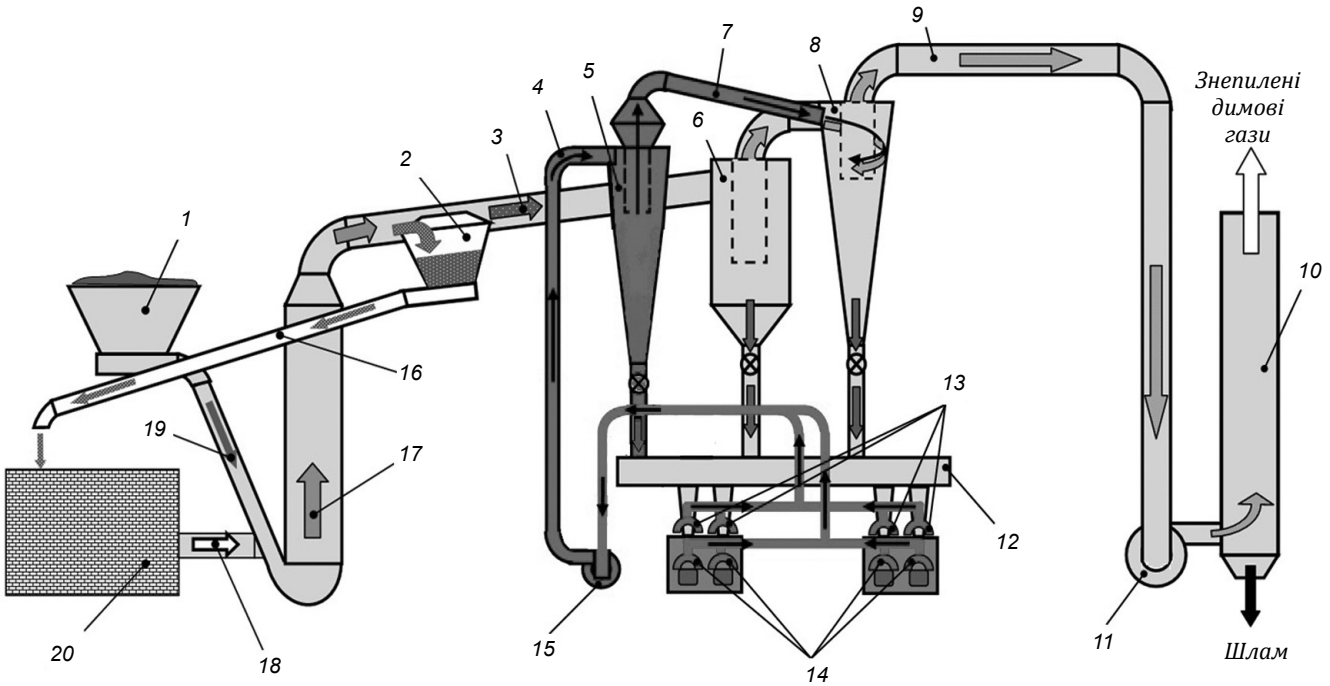

Рис. 2. Принципова схема модернізації системи пилогазоочищення на Маневицькому торфобрикетному заводі: *1* – бункер сировини; *2* – бункер-сепаратор; *3* – частково знезолений висушений торф; *4* – повітропровід аспіраційної системи; *5* – циклон аспіраційної системи; *6* і *8* – циклони першого і другого ступенів очищення торфогазової суміші; *7* – вихлопна труба аспіраційної системи; *9* – вихлопний трубопровід системи пилогазоочищення; *10* – скрубер третього ступеня очищення торфогазової суміші; *11* – димосмок-вентилятор; *12* – розподільний транспортер над пресами; *13* – обладнання для знепилювання штемпелів брикетних пресів; *14* – обладнання для знепилювання зівів брикетних пресів; *15* – радіальний вентилятор аспіраційної системи; *16* – система подачі зольного торфу до технологічної топки; *17* – торфогазова суміш у сушарці; *18* – димові гази; *19* – фрезерний торф у підсушувальному рукаві; *20* – технологічна топка.

вакуум у місцях відсмоктування торфового пилу і переміщуючи пилоповітряну суміш по трубопроводах із швидкістю, яка виключає осідання та накопичення частинок торфу на стінках труб і у фасонних елементах системи.

Об'єм димових газів, що послідовно проходять через сушарку і всі елементи системи пилогазоочищення, визначається розрахунком сушильного процесу. На витрати димових газів як сушильного агента найбільше впливає початкова вологість торфу. В результаті розрахунку сушильного процесу для Маневицького торфозаводу вызначено, що при вологості сировини в межах 42–50 % (за ДСТУ 2043–92 останнє значення гранично допустиме [5]) необхідний для сушіння протягом однієї години об'єм димових газів становить 12–18 тис. м^3.

Встановлений на торфозаводі димосмоквентилятор ДН-12,5 має продуктивність до 28 тис. м^3/год. До проведення реконструкції системи сушіння і пилогазоочищення він завжди працював з такою продуктивністю, яка фактично була надмірною навіть під час переробки торфу найвищої кондиційної вологості. Відповідно й типорозміри циклонів першого й другого ступенів очищення і скрубера підібрали так, щоб ці апарати успішно щогодинно очищали 28 тис. м^3 запиленого і загазованого повітря.

У результаті раціоналізації сушильного тракту, встановлення бункера-сепаратора (див. рис. 2) та відбору сухого зольного торфу для підживлення топки (детальніше про це повідомлялось у публікації [6]) вдалося максимально зменшити продуктивність димосмока до 19 тис. м^3/год. Частотний регулятор дає змогу регулювати частоту обертання електродвигуна приводу димосмока, отже змінювати його продуктивність залежно від вологості сировини, що потрапляє на сушіння.

Досягнута економія витрат сушильного агента (димових газів) дала можливість знизити сумарний об'єм запилених димових газів і повітря до

$$L_{сум} = 19 + 10 = 29 \text{ тис. м}^3\text{/год},$$

що практично відповідає продуктивності апаратів першого й другого (циклони) і третього (скрубер) ступенів очищення. Отже, була усунута небезпека невідповідності сумарних витрат запиленого газу і повітря продуктивності (пропускній здатності) цих апаратів.

З метою запобігання проявам іншого негативного чинника – погіршення аеродинаміки системи – введення вихлопної труби аспіраційної системи *7* у вхідний патрубок циклона другого ступеня очищення *8* було здійснено під гострим (20 °) кутом і в напрямку руху пилогазової суміші (див. рис. 2). Це мінімізувало вірогідність виникнення турбулентностей у циклоні *8*, які могли б завадити його нормальній роботі. Досвід експлуатації заводу після виконаних удосконалень показав стабільну й ефективну роботу систем сушіння, аспірації та пилогазоочищення.

Кінцевий результат виконаних робіт – цілковите припинення викидів торфового пилу в атмосферу без зростання витрат електроенергії, якого досягли тільки внаслідок раціоналізації використання стандартних елементів системи пилогазоочищення.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Мероприятия* по оздоровлению условий труда на торфобрикетных заводах. Методические рекомендации. – Электронный ресурс. – Код доступа: http://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_10191.htm
2. *Кислов Н. В.* О пылевых выбросах торфобрикетных заводов / Н. В. Кислов // Промышленная экология: тез. докл. науч.-техн. конф., 13–14 сентября 2012 г. – Минск: БНТУ, 2012. – С. 32. – [Электронный ресурс]. – Код доступа: http://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/20290/32.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. *Гнєушев В. О.* Брикетування торфу: монографія / В. О. Гнєушев. – Рівне: НУВГП, 2010. – 167 с.
4. *Гнєушев В. О.* Вентиляція і пневматичний транспорт: навч. посіб. / В. О. Гнєушев. – Рівне: НУВГП, 2010. – 138 с.
5. *Торф* фрезерный для производства брикетов. Технические условия: ДСТ Украины 2043–92. – К.: Госстандарт Украины. – 1992. – 3 с.
6. *Гнеушев В. А.* Экологические аспекты развития технологий добычи и переработки торфа / В. А. Гнеушев // Уголь Украины. – 2014. – № 1. – С. 45 – 48.