

УДК 622.331:662.812

Проблеми роботи торфобрикетних заводів за нестачі виробничих полів

Проаналізовано проблеми, що постають перед торфобрикетними заводами, змушеними працювати в умовах гострої нестачі площ полів видобування торфу. Показано інженерні засоби часткового поліпшення ситуації. Надано рекомендації щодо необхідності вирішення питання невідкладного відведення нових ділянок торфовищ під розробку.

Ключові слова: дефіцит виробничих полів, цикловий і сезонний збір, торфобрикет, технології видобування торфу, штучне сушіння торфу, відведення торфовищ під розробку, реабілітація торфовищ.

Контактна інформація: volod-g@ukr.net

Постановка проблеми. В умовах різкого підвищення цін на природний газ торфове паливо для багатьох споживачів може стати його заміником. Наприклад, 1 т торфового брикету, вироблена державними підприємствами «Рівнеторф» і «Волиньторф», коштує відповідно 620 і 680 грн і за вмістом енергії (при нижчій теплоті згоряння 14,9 МДж/кг) еквівалентна приблизно 460 м³ природного газу (32 МДж/м³), тобто майже 3,35 тис. грн*. Саме тому торфобрикетні заводи нині відчувають попит на свою продукцію, що сприяє розвитку індустрії вітчизняних енергоносіїв і має сильний соціальний компонент – нові робочі місця, прибутки й податки, що залишаються в країні та можуть витратитися на розвиток інфраструктури українських міст і сіл.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як відомо, сировиною для торфобрикету є фрезерний торф – крихта певного фракційного складу (до 25 мм), вологості (до 50 %) і зольності (до 20 %) [1]. Видобування здійснюється пошарово-поверхневим способом шляхом фрезерування торфового покладу на нормативну глибину 12 мм з утворенням і подальшим природним сушінням розстилу торфОВОЇ крихти до досягнення нею вологості менш як 50 %. Розрахункова маса торфу, що збирається з 1 га площі нетто за один технологічний цикл (цикловий збір),

$$q = \alpha [10^4 h \gamma (100 - W_e) / (100 - W_y)], \quad (1)$$

де α – коефіцієнт збору;

h – глибина фрезерування, м;

γ – щільність шару покладу, що фрезерується, т/м³;

W_e – експлуатаційна вологість шару покладу, що фрезерується, %;

$W_y = 40\%$ – умовна вологість фрезерного торфу.

У кліматичних умовах України протягом сезону видобування торфу планова кількість дводенних технологічних циклів n ста-



В. О. ГНЕУШЕВ,
канд. техн. наук

(Національний університет водного господарства та природокористування)



І. М. КИРИЧУК,
інж.

(ДП «Волиньторф»)

новить 27–29 [2]; сезонний збір кондиційного фрезерного торфу визначається за формулою

$$q_c = qn. \quad (2)$$

Реальний сезонний збір на українських торфопідприємствах – близько 500–600 т фрезерного торфу умовної вологості на рік.

На виробництво 1 т торфобрикету кондиційної вологості 20 % витрачається 1,7–1,9 т фрезерного торфу умовної вологості. Така відмінність у масі сировини й кінцевого продукту пояснюється передусім тим, що частина маси сировини – це волога, яка випаровується під час штучного сушіння, а також тим, що певна кількість сировини спрямовується не в сушарку, а в технологічну топку на спалювання для отримання

* У статті ціни наведено за станом на березень 2016 р.

сушильного агента й теплоносія – димових газів. Виходячи з викладеного, виробнича ділянка з видобування фрезерного торфу торфобрикетного заводу потужністю, наприклад, 30 тис. т брикету на рік (Маневицький торфобрикетний завод) має видобувати близько 60 тис. т фрезерного торфу. Для цього виробнича площа полів видобування має становити

$$F_n = \frac{P}{q_c} = \frac{60000}{600} = 100 \text{ га}, \quad (3)$$

де P – виробнича програма видобутку сировинної бази торфобрикетного заводу.

Зрозуміло, що продуктивна робота торфобрикетного заводу можлива лише за умови достатності сировини та виробничої площі для її видобування. Тож у міру відпрацювання одних ділянок родовища відводять, готують і вводять у дію нові ділянки або інші торфовища. Однак проблема полягає в тому, що нинішній порядок і процедура відведення торфовищ під розробку практично унеможливають нормальну роботу торфобрикетних заводів. Дефіцит виробничих площ полів видобування торфобрикетних заводів Волині (Маневицького і Соїне) становить уже майже 50 %, і колективи цих підприємств докладають чимало зусиль, аби видобути максимальну кількість торфу з кожного гектара, що залишився в експлуатації. Проте цього недостатньо для збереження обсягів виробництва торфобрикетів і ефективної роботи заводів.

Мета дослідження – визначення шляхів збереження продуктивності торфобрикетних заводів в умовах дефіциту виробничих полів за рахунок збільшення сезонних зборів і модернізації виробничих процесів видобування та переробки торфу.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наведені формули дають змогу проаналізувати

всі можливі шляхи інтенсифікації видобування торфу. З формули (3) випливає, що єдиним шляхом виконання виробничої програми P за нестачі площ F_n є збільшення сезонного збору q_c .

Засобів підвищення сезонного збору декілька, і найбільш очевидний з них виявляється у формулі (2) – збільшення кількості технологічних циклів n . Саме завдяки цьому (56–57 циклів при планових 27) волиняни в сезоні 2015 р. заготовили кількість фрезерного торфу, достатню для виконання річної виробничої програми торфобрикетного заводу. Погода сприяла отриманню сировини майже кондиційної вологості.

Скорочення тривалості технологічного циклу принципово можливе шляхом скорочення тривалості виконання його операцій: фрезерування покладу (за нормами може виконуватися протягом 16 год на добу), ворущіння фрезерної торфової крихти (8 год на добу), валкування крихти (12 год на добу), збирання фрезерного торфу (16 год на добу) і штабельовання торфу (16 год на добу). Витрати машинного часу на обробку одиниці площі невеликі: сучасні швидкісні й широкозахватні торфові машини витрачають на обробку 1 га певний час (таблиця).

Як впливає з таблиці [2], із 48 год нормативної тривалості технологічного циклу (дві доби в разі механічного збирання) сумарні затрати машинного часу на обробку 1 га площі становлять менше 1 год, а решта 47 год – це перерви між технологічними операціями, під час яких відбувається найважливіший фізичний процес у первинному збагаченні цієї корисної копалини – випаровування вологи. Отже, виконання більшої кількості технологічних циклів через зменшення їх тривалості однозначно пов'язане з відповідним скороченням часу польового сушіння і ризиком отримати фрезерний торф підвищеної вологості.

Технологічна операція	Марка машини (знаряддя)	Продуктивність, га/год	Затрати часу на обробку 1 га, год
Фрезерування	МТФ-13М	6,0	0,17
Ворущіння (два за технологічний цикл)	МТФ-22	14,0	0,14
Валкування	МТФ-31	7,7	0,13
Збирання	МТФ-44	2,0	0,50
Разом			0,94

На перший погляд, цю ваду сировини легко виправити вже на заводі, адже будь-яка технологія торфобрикетного виробництва передбачає штучне сушіння фрезерного торфу [3]. Але за штучне сушіння, на відміну від природного, потрібно платити.

Принципова схема сушильного процесу (рис. 1) візуалізує взаємозв'язки параметрів торфу і сушильного процесу.

Зовнішнє повітря з температурою t_0 , відсноною вологістю φ_0 , вологомiсткістю d_0 і тепломiсткістю (ентальпiєю) I_0 потрапляє до технологiчної топки, де бере участь у горiннi торфу, підiгрiвається, набуває параметрiв t_1, φ_1, d_1, I_1 та спрямовується до сушарки, куди також подається вологий матеріал. Він має температуру θ_1 , вологість W_1 і надходить у кількості M_1 за годину. У сушарці частина вологи з матеріалу переходить до сушильного агента, вологість матеріалу зменшується до значення W_2 , температура зростає до θ_2 , а маса вже висушеного торфу набуває значення M_2 .

Ритмічна робота торфобрикетного заводу потужністю 30 тис. т брикету на рік можлива при продуктивності сушарки за висушеним матеріалом M_2 не нижче ніж 4,2 т/год. З рівняння матеріального балансу сушарки [3] впливає, що маса вологого торфу на вході в сушарку залежить від його вологості:

$$M_1 = M_2(100 - W_2) / (100 - W_1). \quad (4)$$

У діапазоні значень початкової вологості торфу W_1 від 40 до 54 % залежність (4) має вигляд,

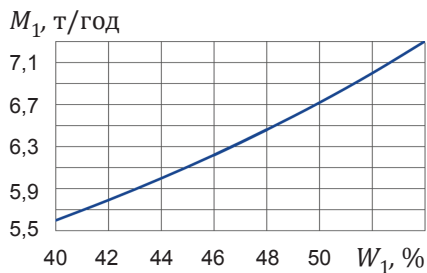


Рис. 2. Вплив початкової вологості фрезерного торфу W_1 на його подачу до сушарки M_1 для забезпечення її проектної продуктивності за висушеним матеріалом 4,2 т/год.

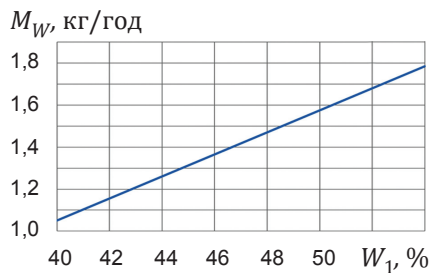


Рис. 3. Вплив початкової вологості W_1 сировини на продуктивність сушарки за випареною вологою M_W .

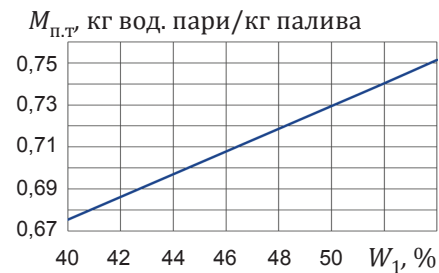


Рис. 4. Залежність маси водяної пари $M_{п.т}$, що утворюється під час спалювання торфу в технологічній топці, від його вологості W_1 .

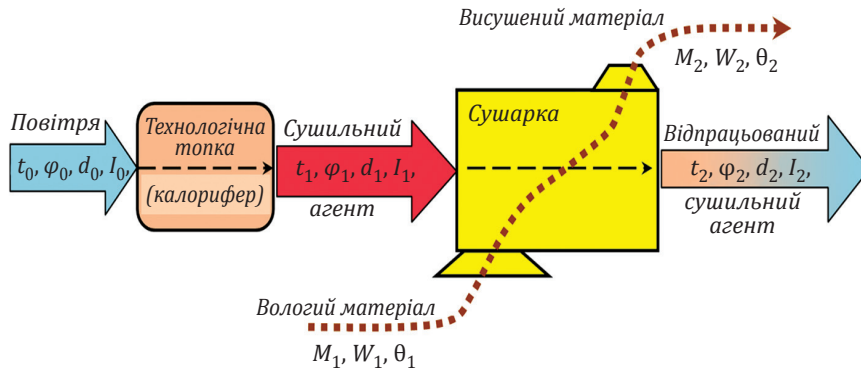


Рис. 1. Принципова схема сушильного процесу.

показаний на рис. 2. Як впливає з графіка, для забезпечення проектної продуктивності сушарки за висушеним матеріалом 4,2 т/год при збільшенні вологості вхідного торфу від 40 до 54 % подача торфу M_1 має збільшуватися від 5,6 до 7,3 т/год (на 30 %).

З того ж рівняння матеріального балансу сушильного процесу [3] можна встановити і зростання продуктивності сушарки за випареною вологою:

$$M_W = M_1(W_1 - W_2) / (100 - W_2). \quad (5)$$

У графічній інтерпретації цю залежність показано на рис. 3. Як видно з графіка, для отримання висушеного торфу кондиційної вологості ($W_2 = 20 \%$) в умовах зростання вологості сировини від 40 до 54 % продуктивність сушарки за випареною вологою має зрости від 1,05 до 1,785 т/год, тобто в 1,7 раза.

Таке зростання продуктивності сушарки потребує відповідного збільшення витрат сушильного агента – димових газів, які виділяються в технологічній топці при спалюванні того самого фрезерного торфу підвищеної вологості. Ця

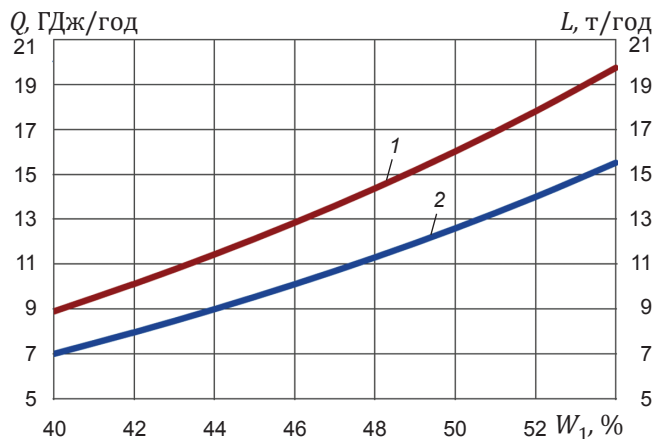


Рис. 5. Вплив вологості торфу W_1 на витрати сушильного агента L (1) і на витрати теплоти Q для штучного сушіння (2).

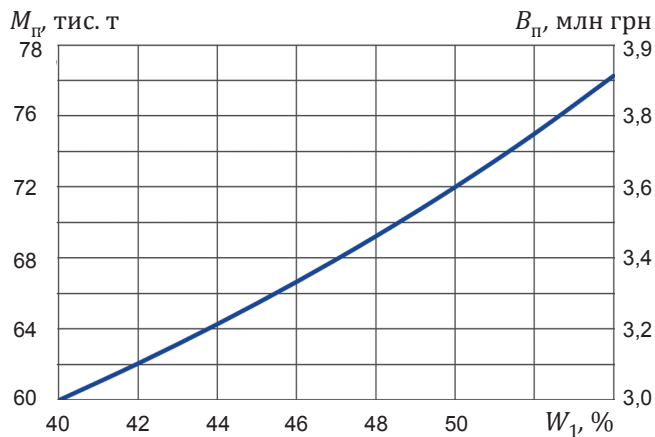


Рис. 6. Вплив вологості W_1 фрезерного торфу на обсяг перевезень M_p і вартість перевезення сировини B_p з ділянки видобування на торфобрикетний завод (на прикладі Манавицького ТБЗ, ціни січня 2016 р.).

обставина негативно позначається на якості сушильного агента, адже волога торфового палива, випаровуючись у процесі згоряння, додається до вологи повітря і залишається в складі димових газів, погіршуючи водовбирний потенціал сушильного агента.

Маса водяної пари $M_{п.т}$, що утворюється при згорянні 1 кг торфу вологістю W_1 , розраховується за формулою [3]

$$M_{п.т} = (9H_p + W_1)/100, \quad (6)$$

де H_p – вміст гідрогену в елементному складі торфу в розрахунку на робоче паливо.

За формулою (6) виконано розрахунки для типового волинського торфу низинного типу зі ступенем розкладання близько 30 % і зольністю 15 % такого елементного складу (на горючу масу): $C_r = 57,8$ %, $H_r = 6$ %, $N_r = 2,5$ %, $S_r = 0,3$ %, $O_r = 33,4$ %.

Результати розрахунків, показані на рис. 4, свідчать про наявність прямої лінійної залежності між вологістю торфового палива і вмістом вологи в димових газах, що утворюються в технологічній топці в процесі спалювання торфу. У вибраному діапазоні вологості палива 40–54 % зростання маси водяної пари в сушильному агенті становить 75,74 г в розрахунку на 1 кг сухих газів, або понад 11 %.

Отже, зростання вологості торфу чинить багатифакторний негативний вплив на показники сушильного процесу, коли більшу кількість

вологи потрібно випаровувати за допомогою більш насиченого вологою сушильного агента, витрачаючи при цьому більше теплоти Q і димових газів L (рис. 5).

З рис. 5 випливає, що при збільшенні вологості торфу від 40 до 54 % витрати теплоти і сушильного агента зростають у 2,2 раза. Технологічна топка має впоратися з таким навантаженням і забезпечити тепловиділення 15,5 ГВт/год, яке наближається до гранично допустимого за її технічною характеристикою – 16,7 ГВт/год [3]. Така робота «на межі можливого» скорочує міжремонтний період експлуатації печі, спричиняючи зростання виробничих витрат, які збільшують собівартість торфобрикету.

Зазначимо, що зі зростанням вологості торфу від 40 до 54 % кількість потрібного сушильного агента зростає з 9 до майже 20 т/год (рис. 5, крива 1). При температурі сушильного агента на вході до димового вентилятора 80 °C (353 °K) і вологомісткості 250 г/кг сух. пов. питомий об'єм димових газів становитиме близько 1,43 м³/кг сух. пов. Це означає, що подача димового вентилятора (з урахуванням 10 % запасу продуктивності) має бути збільшена з 14,2 до 31 м³/год. Оскільки цей показник напряму пов'язаний з потужністю приводного електродвигуна, витрати на оплату спожитої електроенергії зростуть більше ніж у 2 рази.

Не варто забувати і про те, що однією зі статей калькуляції собівартості торфобрикету є ви-

трати на транспортування сировини. Наприклад, для перевезення 1 т фрезерного торфу з ділянки видобування Вутишне на Маневицький торфобрикетний завод (відстань 20 км) витрачається майже 50 грн. Зі збільшенням вологості видобутого торфу зростає маса перевезень $M_{п}$ і їх вартість $B_{п}$ (рис. 6). У діапазоні вологості між 40 і 50 % кожний відсоток зростання вологості додає, у середньому, 1200 т «баласту», або 60 тис. грн додаткових витрат на рік.

Отже, розрахунки показують, що намагання подолати проблему нестачі виробничих полів у рамках наявних технологій і операцій видобування та переробки торфу прискорюють відробку таких дефіцитних полів і погіршують економічні показники виробництва торфобрикету.

Висновки. Один із шляхів розв'язання проблем роботи торфобрикетних заводів за нестачі виробничих полів є інтенсифікація процесу польового сушіння торфу застосуванням фрезерування покладу з формуванням організованого розстилу торфової крихти [4], а також упровадження пошарового валкування розстилу, яке було описано в авторів [5]. Однак треба зазначити, що нині жодний завод торфового машинобудування не випускає фрезери і валкувачі, здатні повноцінно реалізувати запропоновані технології, які, за розрахунками авторів, дають змогу досягти зменшення площі полів видобування торфу в 1,4–1,8 раза без зниження обсягу виробництва торфобрикету.

Застосування збагачення фрезерного торфу шляхом його пневматичної сепарації в технологічному процесі виготовлення торфобрикетів [5] дає змогу повніше відпрацювати торфовище, особливо придонні шари покладу та крайки, які зазвичай залишаються невиробленими через високу зольність торфу. Досвід Маневицького торфозаводу показав, що використання пневмосепарації також сприяє поліпшенню фінансово-господарської діяльності торфобрикетного заводу в умовах нестачі полів видобування.

Важливого значення набуває і пошук нових технологій видобування торфу, які дають змогу

отримувати значну кількість торфової сировини з малих площ. Окрім суто утилітарного завдання збереження продуктивності торфобрикетних заводів ці технології вирішують і важливе екологічне завдання – знижують техногенні навантаження на торфований фонд країни. Одна з таких технологій розглядалася в праці [6], але й щодо неї також можна сказати: від ідеї до впровадження ще довгий шлях.

За умов, що склалися, треба спростити і скоротити в часі процедуру відведення торфових родовищ (насамперед тих, що частково чи повністю осушені, використовуються неефективно, деградують, створюючи загрозу виникнення пожеж) для діючих торфобрикетних заводів. У проєкті освоєння торфовища, у розділах «Оцінка впливу на навколишнє середовище» і «Рекультивація», бажано передбачити такі системи розробки й реабілітації торфовища, які сприятимуть прискоренню процесів повторного заболочування, відновленню торфоутворення й торфонакопичення та поступовому перетворенню торфу в ресурс, що відновлюється в межах певного регіону.

Тільки такий комплексний підхід забезпечить ефективне функціонування торфобрикетних заводів України на благо територіальних громад і сприятиме підвищенню енергетичної і екологічної безпеки держави.

ЛІТЕРАТУРА

1. Торф фрезерный для производства брикетов. Технические условия: ТСТ Украины 2043 – 92. – К.: Госстандарт Украины, 1991. – 3 с.
2. Справочник по торфу / под ред. А. В. Лазарева и С. С. Корчунова. – М.: Недра, 1982. – 760 с.
3. Гнеушев В. О. Брикетування торфу: монографія / В. О. Гнеушев. – Рівне: НУВГП, 2010. – 167 с.
4. А. с. 920218 СССР, МКИ Е 21 С 49/00. Способ формирования организованного расстила сфрезерованного торфа и устройство для его осуществления / А. К. Бавтуго, В. А. Гнеушев. – № 2946481/22-03, заявл. 25.06.80; опубл. 15.04.82, Бюл. № 14.
5. Гнеушев В. А. Экологические аспекты развития технологий и оборудования для добычи и переработки торфа / В. А. Гнеушев // Уголь Украины. – 2014. – № 1. – С. 45–48.
6. Гнеушев В. О. Екологізація технологій видобування торфу / В. О. Гнеушев, О. С. Стадник // Уголь Украины. – 2014. – № 11. – С. 44–46.