

УДОСКОНАЛЕНА ТЕХНОЛОГІЯ СУШКИ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ ІЗ СОЛОМ'ЯНОЇ БІОМАСИ

Семірненко Ю.І.

кандидат технічних наук, доцент;

Семірненко С.Л.

кандидат технічних наук,

доцент Сумський національний аграрний університет

Анотація

Найбільш доцільним і розповсюдженим способом використання солом'яної біомаси у вигляді палива є брикетування. При цьому однією із основних характеристик гранул і брикетів є кінцева вологість, яка забезпечується сушкою солом'яної біомаси до брикетування. В роботі пропонується використання сушки не соломи, а самих брикетів за рахунок максимального використання тепла, що утворюється при виробництві брикетів.

Ключові слова: солом'яна біомаса, брикети, вологість, сушка, повітря, тепло, підігрів, процес.

Key words: biomass straw, briquettes, humidity, drying, air, warm, heating, process.

Постановка проблеми в загальному вигляді. Виготовлення паливних брикетів з солом'яної біомаси в більшості своїй передбачає наявність в технологічному процесі операції сушки соломи – доведення її вологості до оптимального значення. Застосування сушки солом'яної біомаси підвищує витрати на виготовлення паливних брикетів, а відповідно, і їх вартість. Це обумовлено великою енерговитратністю даного процесу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Рішення даної проблеми висвічувалось в ряді робіт [1, 2]. Але проведений аналіз літературних джерел не вказує на способи вирішення питання за рахунок використання для сушки паливних брикетів їх власного

тепла, виключаючи операцію попередньої сушки соломи.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Авторами наводиться удосконалена технологія виготовлення паливних брикетів, в якій виключається операція сушіння соломи. Замість цієї операції пропонується сушка солом'яних брикетів за рахунок власного тепла та, при необхідності, пропонується на другому етапі сушки додатковий підігрів повітря електрокалорифером.

Викладення основного матеріалу дослідження. Найбільшою проблемою при спалюванні солом'яної біомаси є її низька щільність (для непресованої соломи 30-40 кг/м³, для пресованої в тюки або рулони – 110-165 кг/

м³), що ускладнює транспортування і зберігання.

Солому економічно вигідно використовувати при незначних відстанях перевезень від місць виробництва до місць використання в зв'язку з тим, що витрати на транспортування і зберігання соломи складають 70% вартості отриманої з неї теплової енергії. Економічно доцільна відстань перевезення соломи в тюках може бути у 2-2,5 рази більшою ніж неущільненої соломи, а брикетованої – в 5-6 разів. Така різниця зумовлена собівартістю перевезення.

Спалювання тюкованої соломи в спеціальних топках має істотні недоліки: високу вартість установок, невисокий ККД, незручність застосування, проблеми з доставкою і зберіганням сировини.

Широке розповсюдження у всьому світі отримали паливні гранули і брикети завдяки особливостям процесу згорання, який стає більш повільним і контрольованим. Теплотворна здатність даного палива співрозмірна з традиційними видами палива, тоді як кількість шкідливих речовин, яка виділяється, є значно меншою.

Однією з основних характеристик паливних брикетів із біомаси є їх кінцева вологість, яка забезпечується, як правило, сушкою соломи. Нами пропонується використання сушки не соломи, а самих брикетів за рахунок використання утвореного тепла при виробництві паливних брикетів.

Швидкість сушки паливних брикетів прямо пропорційна волозі, що ви-

дається з брикету, і коефіцієнту сушки. Тобто, для підвищення швидкості сушки необхідно понизити відносну вологість охолоджуючого повітря, що приведе до пониження рівновагового вологовмісту брикетів. Збільшення швидкості сушки можливе також за рахунок збільшення коефіцієнту сушки, який зі збільшенням температури повітря збільшується.

На першому етапі сушка паливних брикетів проводиться атмосферним повітрям. Оскільки на початку процесу брикети мають високу температуру і вологомісткість, а різниця між температурою брикетів і повітрям значна, то атмосферне повітря інтенсивно охолоджуючи брикети, нагрівається, від чого його відносна вологість знижується, сприяючи інтенсифікації сушіння брикетів. Як показали дослідження, першого етапу сушки достатньо для пониження вологості брикетів на 2,5%. При необхідності більшого пониження вологості використовується другий етап сушки.

На другому етапі для інтенсифікації процесу сушки брикетів повітря підігрівається за рахунок електрокалорифера. При цьому його вологість знижується, а ентальпія підвищується, за рахунок чого забезпечується досушування брикетів до необхідної вологості. Використання підігрітого повітря збільшить коефіцієнт сушки брикетів і знизить їх кінцеву вологомісткість. При сушці брикетів максимальної вологості ($W_{\text{об}} = 20\%$) до вологості ефективного зберігання та спалювання (не більше $W_{\text{сб}} = 15\%$) необхідно видалити

надлишкову вологу. Маса цієї вологи визначається за формулою:

$$m_{сб} = m_{вб} \frac{W_c - W_{сб}}{100 - W_{сб}} \quad (1)$$

де $m_{сб}$ – маса сухих брикетів, кг,
 $m_{вб}$ – маса вологих брикетів, кг,
 W_c – вологість соломи, %,
 $W_{сб}$ – вологість сухих брикетів, %.

Брикету після виготовлення на брикетувальному пресі мають температуру близько 90°C.

На випарювання вологи з брикетів ($m_{вип}$, кг) необхідно витратити енергію в кількості:

$$Q_{вип} = qm_{вб} \frac{W_{вб} - W_{сб}}{100 - W_{сб}}, \text{ кВт год} \quad (2)$$

Мінімальний період часу сушки визначається:

$$T_{суш} = Q_{вип} P_k, \text{ год}, \quad (3)$$

де P_k – потужність калорифера, кВт.

Ці розрахунки вірні за умови випаровування води з відкритої поверхні і при атмосферному тиску, тобто, коли коефіцієнт вологопровідності матеріалу, що висушується, дорівнює $k_g = 1$. У реальному процесі сушіння брикетів випаровування вологи сповільнюється зі збільшенням товщини висушеного матеріалу, яка визначається з виразу:

$$h_{ни} = 1 - e^{-th_{ни}}, \quad (4)$$

де $h_{ни}$ – відносна швидкість наростання сухого шару брикетів, м,

t – час процесу сушки брикетів до необхідної вологості, год.

Коефіцієнт вологопровідності k_g зменшується з наростанням висушеного зовнішнього шару брикетів.

$$k_g = e^{-th_{ни}} \quad (5)$$

Швидкість сушки:

$$u(t) = \frac{m_{вип}}{S_{вип} t}, \text{ кг/м}^2 \text{ год} \quad (6)$$

Питома потужність, яка необхідна для сушки:

$$N_{пит} = 0,63 u(t), \text{ кВт/м}^2 \text{ год} \quad (7)$$

Потужність електрокалорифера для сушки брикетів:

$$N = N_{пит} F, \text{ кВт/год} \quad (8)$$

Продуктивність сушарки:

$$П = \frac{m_{сб}}{t}, \text{ кг/год} \quad (9)$$

У залежності від вище згаданих факторів час процесу сушки брикетів при проведенні натурних випробувань не перевищував 0,42 год.

Отримані за удосконаленою технологією паливні брикети за більшістю показників відповідають характеристикам міжнародної класифікації (GEN/TS) та європейським стандартам DIN51731.

Висновок

Використання запропонованої технології дасть можливість знизити витрати на технологічний процес виробництва паливних брикетів із солом'яної біомаси, знизити їх собівартість, кількість шкідливих викидів в атмосферу як при їх виробництві, так і при спалюванні.

Література:

1. Бунецький В.О. Аналіз технологічних процесів отримання твердого палива у вигляді пелет або брикетів / В. О. Бунецький // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської

- області. – 2011. – Вип. 10. – С. 328-340.
2. Семирненко С.Л. Усовершенствование технологии изготовления топливных брикетов из соломенной биомассы / С. Л. Семирненко, Ю. И. Семирненко, М. Я. Довжик // Молодой ученый. – 2013. – №10 (57). – С. 190-193.
3. Лыков А.В. Тепло- и массообмен в процессах сушки / А.В. Лыков. – М.: Госэнергоиздат, 1956. – 464 с.
4. Муштаев В.И. Теория и расчет сушильных процессов / В.И. Муштаев, М.Г. Ефимов, В.М. Ульянов. – М.: МИХМ, 1974. – 152 с.