

РОЗРОБКА МІНІ-ЛІНІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

Самойчук К. О., д.т.н.,

ORCID: 0000-0002-7085-3100

Самохвал В. А., інженер

ORCID: 0000-0001-5539-3647

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Тел. (0619) 42-13-06

Постановка проблеми. Брикетування є необхідною операцією в різних видах промисловості, внаслідок якої зменшуються витрати на зберігання і транспортування сировини. При використанні опалювальних пристроїв на рослинних відходах існує проблема – низька теплотворна здатність і складність зберігання палива. Частина такого палива просипається до зольного відсіку і потрапляє у відхід, інша перебиває потік повітря з колосникових ґрат і тому погано горить. Тому широко розповсюджене виробництво брикетів у переробній галузі промисловості для переробки різноманітних видів сипких і волокнистих матеріалів для виробництва паливних брикетів для побутових і промислових потреб. Брикетне паливо має багато переваг, головні серед яких: високий рівень теплопередачі, економічність і екологічність [1].

Основною проблемою при виготовленні паливних брикетів з рослинної сировини є високі енерговитрати на роботу пресового обладнання, яка сягає 50-60 і більше кВт·год/т. Іншою проблемою є нестача на ринку України універсальних міні-ліній для переробки рослинної сировини на високоякісні паливні брикети при наявності численних сільськогосподарських та фермерських підприємств, які мають значну кількість сировини для переробки [2, 3].

Аналіз останніх досліджень. Промислове брикетування відходів застосовується досить давно, причому дотепер розроблено значну кількість технологій пресування. Сировиною для брикетування часто обирають одну з найбільш продуктивних фракцій відходів масловмістких рослин, яка відрізняється невисокою щільністю і низькою питомою калорійністю. Вартість такої сировини – невисока, тому на її основі виготовляють паливні брикети з високим співвідношенням ціна/якість.

Основною машиною лінії виробництва паливних брикетів, яка головним чином визначає питомі енерговитрати виробництва та якість брикета, є прес. Нині, в залежності від параметрів сировини та кінцевої продукції, виділяють гідравлічні, ударно-механічні та

екструдерні преси для брикетування [4, 5].

Прес гідравлічного типу призначений для брикетування сировини вологістю від 6 до 15%. Формування брикетів на пресі по типу RUF відбувається за допомогою гідравлічних циліндрів, які подають сировину, потім стискають, ущільнюють та формують її в цеглинки розміром від 150x60 до 260x100 мм. Довжина брикету довільна [5, 6].

Брикети, виготовлені на даному виді обладнання, мають невелику щільність (до 1 кг/дм³), не підлягають тривалому зберіганню без герметичної упаковки та мають низьку температуру горіння, а також часто псуються при зберіганні та транспортуванні. Іншими словами, вони мають гірші споживчі властивості, і відповідно, найчастіше й низьку ціну. Преси мають велику собівартість та малий ресурс, використовуються тільки для сировини, яка не містить олії.

Прес ударно-механічного типу призначений для виготовлення паливних брикетів із тирси, соломи, лушпиння та іншої подрібненої сировини придатної для використання в якості палива [6, 7].

Такі преса мають більший ресурс та більшу щільність готової продукції, більший час горіння, їх легше транспортувати та зберігати, а отже, і більшу товарну ціну, при нижчій собівартості. Процес експлуатації цих пресів, порівняно з іншими видами, набагато простіший. Пуск та зупинка преса відбувається автоматично залежно від наявності сировини в бункері. Прес може працювати довгий час без ремонтів. Коефіцієнт використання обладнання – понад 90%.

Екструдерний прес призначений для пресування дрібних відходів переробки деревини та відходів сільськогосподарської галузі у паливні брикети [8, 9]. Формування брикетів відбувається під високою температурою за рахунок переміщення сировини шнеком та пресування під великим тиском. Брикети, виготовлені на такому екструдері, мають гарну щільність, добре зберігаються та довго горять. Недоліки пресів даного типу полягають в тому, що олія з олійної сировини залишається в брикеті і при згоранні забруднює димоходи та навколишнє середовище. Типовий вигляд продукції, яку отримують за допомогою описаних вище пресів показаний на рис. 1.

Таким чином, основними недоліками пресів для виробництва брикетів є: підвищені енерговитрати унаслідок необхідності попереднього підігрівання маси, що пресується; відсутність можливості збору масла при отриманні брикетів з олійної сировини; необхідність високого ступеню стиснення для отримання брикетів високої щільності, що підвищує енерговитрати установки; низький вихід олії або смол з сировини, що збільшує кількість шкідливих речовин у брикеті.



а) гідралічного; б) ударно-механічного; в) екструдерного типу.
Рис. 1. Види брикетів, вироблених із застосуванням пресів різних типів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної роботи є розробка енергоефективної та універсальної міні-лінії для виготовлення паливних брикетів, яка зможе працювати на різних видах сировини.

Основна частина. Основні вимоги до енергоефективної міні-лінії для виробництва паливних брикетів:

- підвищення якості брикетів (збільшення їх щільності, міцності, тривалості горіння та зменшення токсичності);
- збільшення ресурсу шнекового прес-екструдера;
- підвищення експлуатаційних властивостей (скорочення часу обслуговування);
- зменшення енерговитрат шляхом створення умов для холодного пресування сировини;
- виділення якісної технічної олії.

У відповідності до означених вимог були проведені дослідження та аналіз основних видів обладнання для виготовлення паливних брикетів і розроблено лінію для виготовлення паливних брикетів з можливістю корегування температури брикету, та здатністю роботи з маслянистою сировиною (рис. 2).

Основна мета при розробці лінії – отримати високоякісний продукт з можливістю відділення олійної сировини та низькими питомими енерговитратами.

Представлена лінія здатна переробляти такі види рослинної сировини, як: відходи переробки деревини, відходи соняшнику, сої, льону, рапсу. Передбачена можливість одночасного віджиму технічної олії та корегування температури брикету при пресуванні, що значно розширює спектр сировини, що може використовуватись для переробки.

Процес пресування відходів рослинництва відбувається наступним чином: різні фракції сировини подаються в конічний бункер 1, який встановлено на віяльці 2 барабанного типу. Остання, як показали випробування, має гарні показники як по провіюванню, так і

по витривалості та енергозатратам, що забезпечує надходження до дозатору 3 частинок сировини розміром до 15мм і унеможлиблює потрапляння каменів, металу та інших не бажаних речовин [10]. Дозатор в свою чергу направляє рівномірним дозованим потоком сировину до завантажувального бункеру 4, та забезпечує постійне перемішування сировини для забезпечення однорідності. З дозатора сировина потрапляє у шнековий прес, де захоплюється пресуючим шнеком. Крутний момент до пресуючого шнека передається з приводу через вал приводу від двигуна 8.



1 – бункер віялки; 2 – віялка; 3 – дозатор; 4 – бункер пресу; 5 – бак охолодження; 6 – щитова; 7 – зварна рама; 8 – електродвигун; 9 – насос.

Рис. 2. Міні-лінія для виробництва паливних брикетів з рослинної сировини.

При обертанні пресуючого шнека сировина просувається в зазорі між витками шнека і пресуючої камери без провертання, що забезпечується ребрами. Тиск регулюється зміною зазору між торцевою поверхнею пресуючого шнека і вхідною частиною дожимної камери, для чого остання виконана з можливістю осьового зсуву (наприклад за допомогою різьбового з'єднання) та фіксується від переміщення в процесі роботи преса фіксатором. Через зазор між торцевою поверхнею пресуючого шнека і вхідною частиною дожимної камери сировина додатково стискається, проходячи між

витками дожимного шнека і дожимної камери без провертання, що забезпечується ребрами. При цьому щільність сировини значно зростає, тиск і температура збільшуються. Цьому сприяє конічна форма внутрішньої частини дожимного шнека. Для охолодження сировини використовується охолоджувальний пристрій який запитується за допомогою насосу 9 з баку 5, що знижує температуру в зоні дожимання й формування брикету для запобігання пароутворення в середині брикету, що призводить до додаткового підвищення щільності готового виробу. Тиск на виході з дожимної камери регулюється матрицею, яка може бути виконана з конічною внутрішньою поверхнею, при її осьовому переміщенні рукояткою за допомогою різьбового з'єднання. В процесі проходження матриці сировина набуває форму циліндричного брикета (без центрального отвору). Цей брикет проходить через пристрій остаточного формування, який представляє собою секції труб. При цьому зростає ступінь ущільнення брикетів, а рідка фракція сировини (наприклад – технічна олія, якщо в якості сировини використовується олієвісна сировина) виходить через зазори між секціями труб. Секції труб (а отже і брикети) охолоджуються за допомогою системи охолодження секцій труб. В місцях стиків секцій труб, завдяки фаскам утворюються кільцеві канавки зі зниженим тиском, які сприяють додатковому видаленню олії з брикету. Ступінь ущільнення брикету залежить від кількості секцій труб та їх довжини. При довжині секцій до 200-250 мм скорочується час їх очищення. Крім того, секції труб невеликої довжини дають змогу більш точно регулювати необхідний тиск в камері остаточного формування, і, як наслідок, необхідну щільність брикету.

Випробування лінії показали можливість виготовлення брикетів з відходів провіювання соняшнику, коріандру, льону і сої та відходів деревини щільністю 1300–1500 кг/м³. Температура брикету на виході з прес-екструдера не перевищує 80 °С. Частота обертання шнеків 70–85 об/хв. Потужність в сталому режимі становить 6,5–7,0 кВт при продуктивності до 5 т/добу. Питомі енерговитрати становлять до 40 кВт/т.

Висновки.

1. В результаті аналізу обладнання для виготовлення паливних брикетів встановлено, що основними недоліками існуючих промислових ліній є підвищені енерговитрати внаслідок необхідності попереднього підігріву маси, що пресується й низький вихід олії або смол з сировини, що збільшує кількість шкідливих речовин у брикеті.

2. Розроблено міні-лінію для виробництва паливних брикетів, яка дозволяє зменшити енерговитрати до 6,5–7,0 кВт при продуктивності до 5 т/добу шляхом створення умов для холодного пресування сировини з виділенням якісної технічної олії.

Список використаних джерел

1. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. Розпорядження Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 № 1071. – 166 с.
2. Гелетуха Г. Г., Железна Т. А. Стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Промислова теплотехніка. 2017, т. 39, No 2. С. 60-64.
3. Удовиченко Г. А., Хоменко Л. В., Алейнікова Т. Л., Дерієнко В. В., Ткаченко С. К. Досвід виробництва альтернативних екологічно чистих видів палива на полтавщині. Вісник Полтавської державної аграрної академії, № 3, 2010. С. 159–163.
4. Єременко О. І., Войналович О. В., Лись О. М. Аналіз небезпек і шкідливостей на виробництві паливних брикетів з біомаси / Матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції – Житомир, 2020. – С. 217-2019.
5. Кіндзера Д. П., Атаманюк В. М., Госовський Р. Р., Мотіль І. М. Дослідження процесу формування паливних брикетів із рослинної сировини та визначення їх характеристик. Науковий вісник НЛТУ України, 2013. С. 138–146.
6. Єременко О. І., Зубок Т. О., Василенков В. Є. Аналіз процесу ущільнення біомаси шнековим робочим органом / Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-практичної конференції "Агроінженерія: сучасні проблеми та перспективи розвитку", присвячена 90-й річниці з дня заснування механіко-технологічного факультету НУБіП України (7-8 листопада 2019 року). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2019. 205 с.
7. Полянський О. С., Д'яконов В. І., Д'яконов О. В. Комплексна оцінка і аналіз енергетичних показників існуючих технологій переробки рослинних відходів у паливні брикети. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства, Вип. 190 «Механізація сільськогосподарського виробництва». 2018. С. 192-202.
8. Єременко О. І., Василенков В. Є., Руденко Д. Т. Дослідження процесу брикетування біомаси шнековим механізмом, *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*, 2020. 3(17), С. 15-22.
9. Лук'янець В. О., Субота С. В. Вплив параметрів ущільнення рослинної біомаси на показники якості біопаливних брикетів. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства». 2014. Вип.99, т.2. С.103-113.
10. Єременко О. І., Лук'янець В. О. Дослідження та вдосконалення живильного пристрою перспективного брикетного преса. Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного

університету. 2014. Вип.4, т.2. С.146-156. URL: <http://nauka.tsatu.edu.ua/e-journals-tdatu/e-index.html>.

РОЗРОБКА МІНІ-ЛІНІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ

Самойчук К. О., Самохвал В. А.

Анотація

Для вирішення проблем нестачі на ринку України універсальних та енергонеєфективних міні-ліній для переробки рослинної сировини на високоякісні паливні брикети проаналізовані основні конструкції пресового обладнання. Визначені основні недоліки існуючих промислових ліній. Розроблено міні-лінію для виробництва паливних брикетів, яка суміщає операції очищення, провіювання, пресування сировини і виділення якісної технічної олії. Використання лінії дозволяє зменшити енерговитрати до 6,5–7,0 кВт при продуктивності до 5 т/добу шляхом створення умов для холодного пресування сировини з виділенням якісної технічної олії.

Ключові слова: брикетування, холодний віджим, шнековий прес, прес-еструдер, паливні брикети.

РАЗРАБОТКА МИНИ-ЛИНИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ

Самойчук К. О., Самохвал В. А.

Аннотация

Для решения проблем нехватки на рынке Украины универсальных и энергоэффективных мини-линий для переработки растительного сырья на высококачественные топливные брикеты проанализированы основные конструкции пресового оборудования. Определены основные недостатки существующих производственных линий. Разработана мини-линия для производства топливных брикетов, которая совмещает операции очистки, провеивания, прессования сырья и выделение качественного технического масла. Использование линии позволяет уменьшить энергозатраты до 6,5-7,0 кВт при производительности до 5 т/сутки путем создания условий для холодного прессования сырья с выделением качественного технического масла.

Ключевые слова: брикетирование, холодный отжим, шнековый пресс, пресс-еструдер, топливные брикеты.

DEVELOPMENT OF MINI-LINE FOR MANUFACTURE OF FUEL BRIQUETTES

K. Samoichuk, V. Samokhval

Summary

Briquetting is a necessary operation in various industries, which reduces the cost of storage and transportation of raw materials. The main problems in the production of fuel briquettes from vegetable raw materials are high energy consumption for the operation of press equipment and the lack of universal mini-lines in the Ukrainian market for processing vegetable raw materials into high-quality fuel briquettes.

To solve these problems, the basic designs of press equipment are analyzed. It is established that the main disadvantages of the existing industrial lines are the increased energy consumption due to the need to preheat the pressed mass and the low yield of oil or resins from the raw material, which increases the amount of harmful substances in the briquette. The main requirements for an energy-efficient mini-line for the production of fuel briquettes are defined.

The main goal in the development of the line is to obtain a high-quality product with the ability to separate oil raw materials and low specific energy consumption.

A mini-line for the production of fuel briquettes has been developed, which combines the operations of cleaning, screening, pressing of raw materials and the allocation of quality technical oil. The presented line is capable of processing such types of vegetable raw materials as: wood processing waste, waste of sunflower, soybean, flax, rape. It is possible to simultaneously squeeze the technical oil and adjust the temperature of the briquette during pressing, which significantly expands the range of raw materials that can be used for processing.

Tests of the line showed the possibility of making briquettes from waste scraping sunflower, coriander, flax and soybeans and wood waste with a density of 1300-1500 kg/m³. The temperature of the briquette at the outlet of the press extruder does not exceed 80 °C. Screw speed 70–85 rpm. Steady-state power is 6.5–7.0 kW with a capacity of up to 5 t/day. Specific energy consumption is up to 40 kW / t.

Key words: briquetting; cold pressing, screw press, press extruder, fuel briquettes.