

УДК 631.326:620.952

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОБОТИ ГВИНТОВОГО ПРЕС-БРИКЕТУВАЛЬНИКА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ ІЗ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ

С.В. Субота, наук. співр.
ІНЦ «ІМЕСГ»

Проаналізовано дані експериментальних досліджень щодо залежностей зміни режимів роботи гвинтового прес-брикетувальника на якісні, кількісні та енергетичні показники роботи.

Ключові слова: аналіз, залежність, щільність, продуктивність, енергомісткість, брикети, рослинна сировина.

Проблема. В Україні нагально постає питання забезпечення енергетичної безпеки держави та поліпшення екологічного захисту навколишнього середовища. З досвіду країн Європи та світу, які активно використовують відновлювальні джерела енергії, основним ресурсом отримання первинної енергії є біомаса [1]. Україна, як аграрна держава, може отримувати від 27 до 58 млн. т соломи в залежності від валового збору зернобобових культур, як основного джерела первинної енергії із біомаси. За розрахунками використання соломи на теплові потреби може замінити 14,3 млрд. м³ природного газу. Крім соломи невикористаною залишається сільськогосподарська енергетична рослинна сировина, яку раніше відносили до відходів агропромислового виробництва (полова, солома ріпаку, стебла і лушпиння соняшнику і т.п.), які накопичуються в процесі післязбиральної обробки зерна і їх кількість складає 1-3% від валового збору зерна.

Використання рослинної сировини на теплові потреби є проблематичним із-за їх низької енергетичної щільності. Тому її частіше ущільнюють у паки (брикети, гранули, рулони, тюки) на пресах різної конструкції, в тому числі гвинтовими пресами. Розроблення та удосконалення конструкцій гвинтових пресів-брикетувальників для

виробництва паливних брикетів із рослинної сировини, деревини, соломи та енергетичної сировини, а також обґрунтування раціональних режимів роботи машини є актуальним питанням для вітчизняного сільськогосподарського виробника.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На процес виробництва якісних паливних брикетів суттєво впливає вологість рослинної сировини, температура процесу брикетування та рівномірності подачі матеріалу в пресувальну камеру гвинтовим живильником [2].

Підвищення енергетичної щільності брикетів досягається компактуванням паливного матеріалу з одночасним зменшенням пористості сформованого компактата. Проведені експериментальні дослідження з виробництва паливних брикетів із рослинної сировини у роботі [2] підтвердили вибір та перевагу екструзійної обробки рослинної сировини [3]. Водночас у публікаціях відсутні дані досліджень впливу вагомих факторів на технологічний процес виробництва паливних брикетів гвинтовим робочим органом.

Мета досліджень: проаналізувати раніше виконані експериментальні дослідження впливу режимів роботи преса з гвинтовим робочим органом на ефективність процесу виробництва паливних брикетів із енергетичної рослинної сировини та визначити раціональні режими роботи модернізованого прес-брикетувальника.

Результати досліджень. Експериментальні дослідження проводились у зернопереробному цеху агрофірми ТОВ «Людмила» Васильківського району Київської області. Для проведення експериментальних досліджень процесу виробництва паливних брикетів використовували енергетичну рослинну сировину післязбиральної обробки насіння ріпаку (полову з домішками ріпакової соломи), яку попередньо подрібнювали на дробарці типу ДДР з решетом діаметром 5 мм. Брикетування здійснювали гвинтовим прес-брикетувальником (рис.1) з модернізованими робочими органами (гвинтопресувальний, формуючий та дозуючий). На технічні удосконалення гвинтового преса отримано патент на винахід [4].

При плануванні експерименту використана матриця D-оптимального плану Бокса-Бенкіна (B_3) [5] для трьох досліджуваних факторів. Інтервал і рівні варіювання досліджуваних факторів наведені в таблиці.

В якості критеріїв для оцінки роботи преса прийняті: щільність брикетів – ρ , кг/м³; продуктивність преса – Q , кг/год; енергомісткість процесу – E , кВ·год/т.

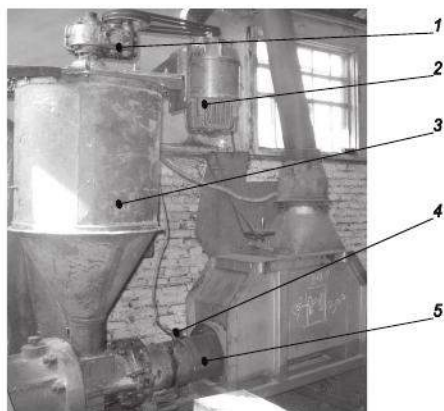


Рис. 1. Загальний вигляд модернізованого прес-брикетувальника ЧБП-1М: 1 – мотор-редуктор приводу гвинтового живильника рослинної сировини; 2 – електропривод; 3 – бункер-живильник; 4 – термопара; 5 – формуючий пристрій

У результаті обробки отриманих дослідних даних на персональному комп'ютері з використанням програм Microsoft Excel, Mathcad та методів математичної статистики були одержані математичні моделі – рівняння регресії, що адекватно описують процес виробництва паливних брикетів.

Таблиця. Рівні й інтервал варіювання факторів при проведенні дослідження виробництва паливних брикетів із рослинної сировини

Рівні й інтервал варіювання	Кодове значення	Фактори і їх позначення		
		Частота обертання гвинтового живильника n , об/хв	Температура нагрівання матриці T , °C	Вологість рослинної сировини W , %
		x_1	x_2	x_3
Верхній рівень	+1	16	250	14
Середній рівень	0	12	215	12
Нижній рівень	-1	8	180	8
Інтервали варіювання		4	35	4

Залежність кінцевої щільності паливних брикетів від частоти обертання вала гвинтового живильника бункера-дозатора n , температури формуючого пристрою (матриці) T та вологості рослинної сировини W описується рівнянням:

$$\rho = -3888,5 + 51,988n + 41,7855T + 35,5826W - 3,8585n^2 - 0,0920T^2 - 5,5471W^2 - 0,0629n \cdot T + 3,4342n \cdot W + 0,0033T \cdot W \quad (1)$$

Графічно дану залежність подано на рис. 2.

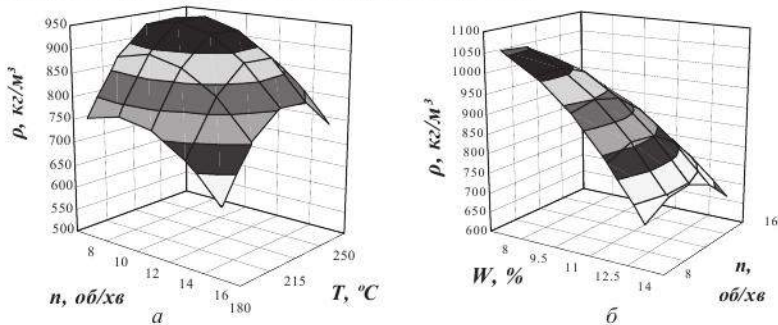


Рис. 2. Залежність щільності брикетів ρ (кг/м³) від частоти обертання живильника n (об/хв), температури матриці T (°C) та від вологості сировини W (%): а – вологості сировини $W=11$ %; б – температура матриці $T=215$ °C

При отриманні регресійного рівняння продуктивності пресбрикетувальника ЧПБ-1М Q виявилось, що температура формуючого пристрою T (°C) на продуктивність процесу брикетування здійснює незначний вплив, а сама продуктивність знаходиться в прямо пропорційній залежності від подачі матеріалу n (об/хв), яка забезпечується частотою обертання гвинтового живильника й описується рівнянням:

$$Q = 955,0 - 22,072n - 0,6239T - 109,4738W + 1,17445n^2 + 0,0003T^2 + 3,8964W^2 + 0,015n \cdot T + 1,0856n \cdot W + 0,0393T \cdot W \quad (2)$$

Графічно цю залежність при температурному режимі 215 °C подано на рис. 3.

З підвищенням частоти обертання живильника знижується енергомісткість E (кВ·год/т) процесу брикетування, що знаходиться в оберненій залежності від частоти обертання живильника n (об/хв), вологості сировини W (%) та температури формуючого пристрою T (°C), описується рівнянням:

$$E = 955,0 - 22,072n - 0,6239T - 109,4738W + 1,17445n^2 + 0,0003T^2 + 3,8964W^2 + 0,015n \cdot T + 1,0856n \cdot W + 0,0393T \cdot W \quad (3)$$

Графічно цю залежність при вологості матеріалу $W=11$ % подано на рис. 4.

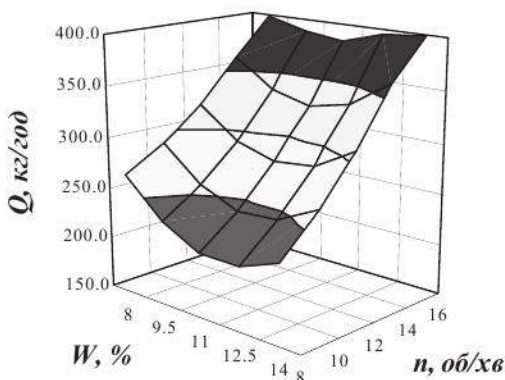


Рис. 3. Залежність продуктивності прес-брикетувальника ЧПБ-1М Q (кг/год) від частоти обертання живильника n (об/хв) та від вологості сировини W (%)

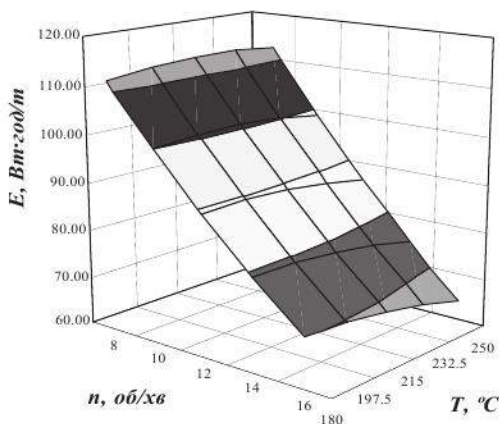


Рис. 4. Залежність енергомосткості процесу брикетування модернізованим пресом ЧПБ-1М E (кВ·год/т) від частоти обертання живильника n (об/хв) та температури формуючого пристрою T ($^{\circ}$ С)

Аналіз отриманих даних (рис. 2, а) показує, що при температурі $T=180$ $^{\circ}$ С щільність брикетів при частоті обертання вала живильника 16 об/хв була мінімальною 650 кг/м³. У зв'язку зі збільшенням пропускної здатності преса (рис. 3) рослинна сировина не встигає компактуватися й пористість матеріалу була найбільша. Зі зниженням частоти обертання вала живильника до 8 об/хв щільність брикетів зростає

до 750 кг/м^3 , що пов'язано з більш щільним укладанням матеріалу в компакт й тривалою дією температури, що сприяє скріпленню часток за рахунок термолізу природного лігніну при цьому зниженій пропускній здатності преса до 200 кг/год . Подальше збільшення температури матриці до $T=230 \text{ }^\circ\text{C}$ призводить до збільшення щільності брикетів (рис. 2, а), яке пов'язане з прискореним скріпленням завдяки термолізу лігніну, але при доведенні температури матриці до $250 \text{ }^\circ\text{C}$ дослідний матеріал починає обвуглюватися і відповідно втрачати свою масу, що знижує щільність брикету. В той же час при температурі матриці $T=220\text{-}230^\circ\text{C}$ та частоті обертання вала живильника 13 об/хв продуктивність преса складає 305 кг/год з щільністю 915 кг/м^3 , яка відповідає технічним умовам ТУ У20.1-3247956-8-001, а вологість вхідного матеріалу становить 11% , що не потребує процесу сушіння. Для доведення продуктивності преса до 380 кг/год необхідно знизити вологість матеріалу до 8% та встановити частоту обертання гвинта живильника на рівні 15 об/хв . Збільшення вологості матеріалу супроводжується зменшенням щільності отриманих брикетів (рис. 2, б).

Енергомiсткiсть процесу виробництва паливних брикетiв модернiзованим пресом з ростом частоти обертання гвинтового живильника вiд 8 об/хв до 16 об/хв знижується з $111 \text{ кВ}\cdot\text{год/т}$ до $65 \text{ кВ}\cdot\text{год/т}$ (рис. 4). При всiх температурних режимах процесу брикетування спостерiгалась незначна змiна енергомiсткостi процесу, що пов'язано з додатковими витратами енергiї на випаровування вологи. При збiльшеннi вологостi матерiалу понад 14% формування брикетiв становиться проблематичним iз-за наявностi надлишкової пари, яка ускладнює процес формування компакту й на виходi розриває брикет. Мiнiмальна енергомiсткiсть виробництва паливних брикетiв зi щiльностю бiльш 900 кг/м^3 i вхiдною вологiстю паливного матерiалу 11% становить $80 \text{ кВ}\cdot\text{год/т}$.

Рацiональним режимом роботи преса без процесу сушіння рослинної сировини слiд вважати: подача матерiалу при частотi обертання гвинтового живильника – 13 об/хв ; температура формуючого пристрою – $220\text{-}230 \text{ }^\circ\text{C}$; вологiсть матерiалу $10\text{-}12 \%$.

Висновки. На основi експериментальних даних отриманi рiвняння регресiї, якi дають можливiсть визначити щiльностi паливних брикетiв та технiчнi показники роботи (продуктивностi, енергомiсткiсть) модернiзованого прес-брикетувальника, при змiнi вхiдної вологостi рослинної сировини, температури формуючого пристрою та режиму подачi матерiалу в пресувальну камеру. Визначенi рацiональнi режими роботи модернiзованого гвинтового прес-брикетувальника.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гелетуха Г.Г., Жовнір М.М., Олейник Е.Н., Радченко С.В. Біомаса як паливна сировина // Промышленная теплотехника. – 2011, Т. 33,-№5. – С. 76-84.
2. Бакарджиев Р.О. Кращі режими виготовлення паливних брикетів. // Техніка АПК.– 1997. – №1. – С. 18-19.
3. Гудзенко М.М. Експериментальне обґрунтування раціональних режимів роботи двогвинтового прес-екструдера на ефективність процесу відтискання олії / М.М. Гудзенко, В.В. Сарана// Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2009, – Вип. 144. Ч. 5 – С. 175-181.
4. Патент на винахід 94007 Україна, МПК В 30 В 11/24. Гвинтовий прес для брикетування рослинної сировини / Г. А. Голуб, В.О. Лук'янець, С.В. Субота; Заявл. 17.09.2009; Опубл. 25.03.2011, Бюл. № 6.
5. Адлер Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАБОТЫ ШНЕКОВОГО ПРЕСС-БРИКЕТИРОВЩИКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Проанализованы данные экспериментальных исследований, относительно влияния режимов работы шнекового пресс-брикетировщика на их качественные, количественные и энергетические показатели работы.

Ключевые слова: анализ, зависимости, плотность, производительность, энергоёмкость, брикеты, растительное сырьё.

RESULTS OF EXPERIMENTAL RESEARCHES OF THE SCREW PRESS FOR PRODUCTION FUEL BRIQUETTES FROM THE PLANT RAW MATERIALS

The data of experimental researches of mode of screw press on their quality, quantitative and energy characteristics were analyzed.

Key words: analysis, depending on the density, performance, consumption, briquettes, plant raw materials.