

ТАВРІЙСЬКА ДЕРЖАВНА АГРОТЕХНІЧНА АКАДЕМІЯ

На правах рукопису

БАКАРДЖІЄВ РОМАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ

РБк

УДК 631.363:636.087:662.818

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ
І РЕЖИМІВ РОБОТИ ПРЕС-БРИКЕТУВАЛЬНИКА
ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ РОСЛИННИХ МАТЕРІАЛІВ

06.00.31

Спеціальність ~~06.20.01~~ - Механізація сільськогосподарського
виробництва

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового
ступеня кандидата технічних наук

Мелітополь
1997



00376331 (N)

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Таврійській державній агротехнічній академії (ТДАТА) та Інституті механізації тваринництва Української академії аграрних наук (ІМТ УААН).

Науковий керівник

кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
Кисельов Олександр Васильович

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук,
старший науковий співробітник
Гарькавий Аватолій Дмитрович,

кандидат технічних наук,
професор
Роговий Вітислав Дем'янович.

Провідна організація -

Інститут механізації і електрифікації сільського господарства
Української академії аграрних наук (ІМЕСГ УААН).

Захист відбудеться *1 червня* 1997 р. *05:11⁰⁰* години на засіданні спеціалізованої вченої ради К33.01.01 по присудженню наукового ступеня кандидата технічних наук при Таврійській державній агротехнічній академії (м.Мелітополь).

Відгуки на автореферат дисертації у двох примірниках, завірені печаткою, просимо направляти вченому секретареві спеціалізованої вченої ради на адресу: 322339, м.Мелітополь, пр-т Б.Хмельницького, 18.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці ТДАТА.

Автореферат розіслано *31 травня* 1997 р.

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради

Черкун В.Ю.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність досліджуваної тематики полягає у тому, що в сільськогосподарському виробництві для скорочення використання дефіцитних екологічно шкідливих викопних енергоносіїв необхідне залучення у виробництво вторинних матеріалів, зокрема, рослинних, для ефективного спалювання яких необхідна їх відповідна обробка.

Ступінь дослідження залучення і ефективного використання як енергоносіїв вторинних рослинних матеріалів, яке можливе лише при їх відповідній переробці, однією з них є брикетування, не достатня. На відміну від брикетування рослинних матеріалів на корми, вивчення виготовлення паливних брикетів уваги майже не приділялося. Цьому і присвячена представлена робота, в якій вирішуються питання не лише енергозабезпечення а й екологічної проблеми.

МЕТА І ОСНОВНІ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мета досліджень полягає у виявленні впливу основних конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи прес-брикетувальника паливних брикетів із соломи та інших рослинних матеріалів на кількісні та якісні показники брикетування, що характеризують продукцію і роботу машини.

Для досягнення вказаної мети необхідно вирішити такі основні задачі:

- визначити і оптимізувати необхідні фізико-механічні характеристики та склад вихідного пресованого матеріалу;
- визначити оптимальні конструктивно-технологічні параметри і режими роботи прес-брикетувальника для пресування паливних брикетів із рослинних матеріалів;

- розробити методикку інженерного розрахунку конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи прес-брикетувальника;

- виконати енергетичну та економічну оцінки виготовлення і використання паливних брикетів із рослинних матеріалів.

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ І ПРАКТИЧНОЇ ЦІННОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ НАУКОВОЇ НОВИЗНИ

Теоретичну цінність мають запропонована методика моделювання конструктивно-технологічних параметрів і експлуатаційних режимів роботи преса та необхідних характеристик пресованих матеріалів.

Практична цінність досліджень в тому, що вперше:

1. Визначені конструктивно-технологічні параметри і режими роботи пресування паливних брикетів із рослинних матеріалів штемпельним прес-брикетувальником із застосуванням мінеральних та органічних зв'язуючих, що дозволяє підвищити енергетичну щільність матеріалу в 8...10 разів.

2. На основі отриманих аналітичних і експериментальних залежностей процесу виготовлення паливних брикетів розроблено методикку інженерного розрахунку прес-брикетувальника.

Наукова новизна роботи полягає у тому, що:

1. Одержано аналітичні залежності процесу пресування паливних брикетів із рослинних матеріалів.

2. Визначено необхідні фізико-механічні і технологічні властивості пресованих матеріалів.

3. Одержано експериментальні залежності енергетичної щільності брикетів, енергоспоживності та продуктивності пресування від конструктивних параметрів і експлуатаційних режимів роботи та характеристик пресованих матеріалів.

4. Виконано енергетичне обґрунтування доцільності виготовлення і використання паливних брикетів із рослинних матеріалів і комплексну та економічну оцінку прес-брикетувальника.

РІВЕНЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ НАУКОВИХ РОЗРОБОК

Дисертація виконувалась згідно з Планом науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт ІМТ УААН на 1991...2000 рр. по темі "Розробити безвідхідну технологію і устаткування комплексу для переробки біологічного врожаю на продовольчу частину, корми та виробництво будівельних і паливних матеріалів", № державної реєстрації 0193V034721.

Результати наукових досліджень і розроблена на їх основі технічна документація передані Гуляйпольському механічному заводу АТ "Мотор-Січ" для виготовлення дослідної партії прес-брикетувальників. Матеріали досліджень і розробок також використані НВО "НДІ Фермаш" при розробці брикетувальників для паливних і кормових повнорационних брикетів.

Паливні брикети з соломи та лушпиння соняшника, виготовлені за допомогою прес-брикетувальника, стало і повністю згорали і були використані для виробничих і побутових потреб в д. "Світанок" ІМТ УААН.

АПРОБАЦІЯ ТА ПУБЛІКАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ, СТРУКТУРА І ОБСЯГ ДИСЕРТАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Апробація роботи. Основні положення результатів дисертаційної роботи доповідались і одержали схвалення на науково-технічних конференціях ІМТ УААН в 1994...1996 рр., ІМВСТ УААН в 1995 р., ТДАТА в 1995...1997 рр.

Публікації. Основні матеріали і положення дисертації опубліковано в 7 роботах загальним обсягом 1,2 друкованих аркушів.

Обсяг і структура роботи. Дисертація складається із вступу, 5 розділів, висновків, додатків і списку використаної літератури. Загальний її обсяг 168 машинописних сторінок, на 153 з яких викладено текст роботи і список використаної літератури, на 15 - додатки. Текст містить 10 таблиць і 29 ілюстрацій (6 схем, 16 графіків, 7 фотографій). В списку використаної літератури приведено 131 найменування, в т.ч. 27 іноземних.

ОСОБИСТИЙ ВНЕСОК У РОЗРОБКУ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ, ЩО ВІНОСЯТЬСЯ НА ЗАХИСТ

На захист виносяться такі наукові результати, одержані особисто автором в виконаній роботі:

- аналітичні вирази, які описують процес пресування паливних брикетів із рослинних матеріалів;
- фізико-механічні і технологічні властивості та вихідний склад пресованих матеріалів;
- експериментальні дослідження процесу пресування паливних брикетів;
- оптимальні параметри і режими роботи прес-брикетувальника, енергетичне обґрунтування доцільності виготовлення та використання паливних брикетів із рослинних матеріалів.

ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТОДОЛОГІЇ, МЕТОДУ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПРЕДМЕТУ ТА ОБ'ЄКТУ

В методології дослідження використовуються методи класичної механіки і статистичної оцінки статистичних середовищ.

Метод досліджень - експериментальні дослідження виконано в лабораторних і виробничих умовах з використанням методів математичного

планування експерименту та обробки результатів на ЕОМ по стандартним та оригінальним програмам.

Предметом досліджень є зв'язок між показниками енергетичної щільності паливних брикетів із рослинних матеріалів з параметрами та режимами роботи прес-брикетувальника, фізико-механічними і технологічними властивостями, складом пресованих матеріалів.

Об'єктом досліджень є штемпельний прес-брикетувальник і процес одержання паливних брикетів із рослинних матеріалів.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтована актуальність роботи, наукова проблема, мета досліджень, задачі та її загальна характеристика, сформульовано основні положення, які виносяться на захист.

В першому розділі "Стан питання. Мета і задачі досліджень" говориться про місце відходів рослинництва в загальному матеріало-енергетичному балансі, екологічних аспектах використання викопних і альтернативних джерел енергії; викладено огляд і аналіз використання відходів і залишків рослинництва для паливно-енергетичних цілей, а також теоретичних і експериментальних досліджень брикетування рослинних матеріалів; викладені вимоги до паливних брикетів з них.

Сучасна енергетика ґрунтується на використанні непоновлюваного викопного палива - вугілля, нафті і газі, а також ядерній енергії та гідроенергії, що веде до прогресуючої деградації оточуючого середовища. Тому в останній час зріс інтерес до поновлюваних джерел енергії, зокрема, енергії біомаси, річний приріст якої в 9 разів перевищує теперішнє енерговикористання. Причому річний світовий енерговміст відходів АПК складає біля 93 ЕДж.

З рослинних залишків для кормових цілей необхідно використовувати подову, макуху, листостеблову масу кукурудзи, які мають найбільшу

поживну цінність. Малоцінні ж залишки, зокрема солома, теплота згорання якої 14,3 МДж/кг, (буре вугілля - 14,65 МДж/кг, антрацит - 26,8 МДж/кг) можуть застосовуватись для енергетичних цілей.

Важкою проблемою використання рослинних матеріалів як палива є їх низька енергетична щільність. Проблема полягає в тому, щоб раціонально сконцентрувати та добути енергію, тобто зробити їх конкурентноспроможними з викопним паливом. Одним із шляхів рішення цього питання і є брикетування.

Великий внесок у вивчення питання ущільнення рослинних матеріалів зробили В.П.Горьчанин, Є.М.Гутьяр, М.О.Пустигін, В.І.Особов, І.О.Долгов, Є.І.Храпач, В.Ф.Некрашевич, М.О.Пережогін, О.О.Колотев, Г.Н.Шульга, Ч.Канафойський, Х.Скальвейт, Дж.-Л.Батлер, Х.Ф. Мак-Коллі та ін. На думку одних, залежність між тиском пресування і щільністю матеріалу виражена показниковою функцією, других - експонентою, гіперболою, логарифмічною або іншою залежністю. Це пояснюється впливом на процес ущільнення численних факторів, що вимагає подальшого вивчення.

Огляд і аналіз структури енергозабезпечення, екологічних та господарських проблем, а також стану використання для цієї мети залишків соломи та інших рослинних матеріалів, технологій і технічних засобів підготовки їх до використання та споживання, теоретичних і практичних розробок цього питання, досліджень і випробувань дозволяють визначити мету роботи як підвищення енергетичної щільності пресованих рослинних матеріалів та зниження енергоємності виробництва паливних брикетів шляхом оптимізації параметрів прес-брикетувальника, режимів роботи і характеристик матеріалів, що використовуються.

В другому розділі "Аналітичні дослідження процесу виготовлення паливних брикетів із рослинних матеріалів" викладено результати теоретичних досліджень процесу пресування брикетів, оптимізовано вихідний

стан пресованої суміші; виконано теоретичний аналіз основ виготовлення паливних брикетів і визначено залежності між щільністю та питомим тиском пресування; розглянуто процес брикетування рослинних матеріалів у відкритій камері; розроблено обґрунтування технологічного процесу, будови і принципу роботи прес-брикетувальника паливних брикетів, де виконано теоретичні дослідження штемпельного прес-брикетувальника, які містять вибір його типу, кінематичний аналіз, обґрунтування параметрів і режимів роботи.

На основі статистичного методу, який використовується при розгляді пресованої суміші як дисперсного середовища, одержано залежності змінення тиску p від щільності ρ при стисненні (1) і від деформації ϵ при розширенні (2) брикетованого матеріалу

$$p = p_0 \{ \exp[\alpha(\rho - \rho_0)/\rho] - 1 \}, \quad (1)$$

$$p_1 = p_{\max} \{ 1 - \exp[\alpha_1(\epsilon - \epsilon_0)] \} - 1, \quad (2)$$

де α , α_1 - коефіцієнти пропорційності; p_0 , ρ_0 - вихідні тиск і щільність маси; p_{\max} , p_1 - максимальний тиск і тиск розвантаження; ϵ_1 , ϵ_{\max} - поточна та максимальна відносні деформації.

Коефіцієнти α і α_1 залежать від фізико-механічних властивостей матеріалу і характеризують його опір стиску, а величини p_0 і ρ_0 - характеризують внутрішні зв'язки у вихідному матеріалі.

При зворотньому ході поршня відбувається розширення брикета на величину пружної деформації спресованого матеріалу l_p

$$l_p = h(\rho_{\max}/\rho_k - 1), \quad (3)$$

де h - висота брикету у стисненому стані; ρ_k - щільність брикету після пружного розширення, що визначається виразом

$$\rho_k = \alpha_0 \rho_0 + \beta_0 \rho_{\max} + \alpha_1 (\rho_{\max} - \rho_0) \xi; \quad (4)$$

ξ - час витримки матеріалу під тиском; α_0 , β_0 , α_1 - коефіцієнти, що характеризують пресуемий матеріал.

Оскільки для пресів з кривошипно-шатунним механізмом витримки при максимальному тиску відсутня, співмножник $a_1 \rho_{\max} t$ виразу (4) можна представити у вигляді

$$a_1 \rho_{\max} t = a_1 \int_0^{t_2 - t_0} \rho(t) dt, \quad (5)$$

де a_1 - коефіцієнт, що характеризує пресований матеріал і процес стиску; t_0, t_2 - час початку і кінця стиску.

Отже, вираз (4) виглядатиме

$$\rho_k = a_0 + \beta_0 \rho_{\max} + a_1 \int_0^{t_2 - t_0} \rho(t) dt - a_1 \rho_0 t. \quad (6)$$

Тому що закон переміщення пресуючого поршня близький до синусоїди, коефіцієнт a_1 дорівнюватиме

$$a_1 = a_1 \frac{\rho_{\max} k}{\rho_0 \omega (t_2 - t_0) + (\rho_{\max} - \rho_0) k}, \quad (7)$$

де r, ω - радіус і кутова швидкість, обертання кривошипа,

$$k = \left[t_2 - t_0 - 2 \sin \frac{(t_2 - t_0) \omega}{2} \cos \frac{t_2 + t_0}{2} \right] / \left[\omega (t_2 - t_0) \right]$$

З рівняння (6) випливає, що для збільшення щільності необхідно збільшувати час витримки брикету під тиском t_0, t_2 і функціональну залежність $\rho(t)$.

Залежність величини a_1 для брикетованих матеріалів від впливаючих факторів було визначено експериментальними дослідженнями.

Головним виконавчим механізмом прес-брикетувальника паливних брикетів приймається шарнірно-важільний (кривошипний з механізмом вирівнювання швидкості).

Для роботи прес-брикетувальника слід узгодити продуктивності подачі маси і брикетування, тобто визначити період, коли вихідне вікно прес-камери залишається відкритим, що дозволяє заповнити її порцією задалегідь ушляненого матеріалу.

Через те що всю порцію треба вміститись в пресувальній камері, її довжина повинна дорівнювати

$$L = 8d/(3\pi), \quad (8)$$

де d - діаметри матриці та вхідного отвору в пресувальну камеру.

Виходячи з цього, необхідний хід поршня має бути

$$S = \delta + d[1 + 8/(3\pi)] + l_p, \quad (9)$$

де δ - шлях перебігу поршнем вхідного отвору матриці

$$\delta \geq \int_0^{L_p/2} v(t) dt$$

Це дає змогу визначити основні параметри пресувальної камери брикетувальника, узгоджуючи їх з параметрами і режимами роботи живильника та властивостями пресованого матеріалу.

В третьому розділі "Програми і методики досліджень" викладено програми і методики лабораторних досліджень процесу виготовлення паливних брикетів з рослинних матеріалів - досліджень технологічних властивостей матеріалів, що пресуються, і режимів виготовлення паливних брикетів; експериментальних досліджень прес-брикетувальника; методики обробки записів приладів, планування експериментальних досліджень, обробки і аналізу отриманих результатів.

Для опису закономірностей, що досліджуються поверхнями відгуку, представленими поліномами другого порядку, приймається трьохрівнева матриця оптимальних планів Бокса.

Параметрами, які впливають на технологічний процес виробництва паливних брикетів, при лабораторних дослідженнях прийняті форма і конусність матриць, вологість і ступінь подрібнення маси, вид і вміст зв'язуючої речовини. При цьому середня довжина часток соломи (X_1) варіювалась в межах 20...40 мм, вміст зв'язуючої речовини (X_2) від 0 до 9%, кут конуса матриці (X_3) змінювався від 2.864° (1:20) до 5.725° (1:10), відношення перетину каналу матриці до її периметру (X_4) бралися в межах від 0.25 до 0.1932.

На базі універсальної випробувальної машини УНМ-2055Р-05, призначеної для проведення випробувань зразків на розрив і стиск, розроблено лабораторну установку для проведення досліджень параметрів і режимів виготовлення паливних брикетів.

Для формування брикету були застосовані матриці з круглим перетином діаметром 70 мм, квадратним зі стороною 62 мм і прямокутним з розміром сторін 36×106 мм (з однаковою для всіх площею).

Відношення площі перетину каналу до периметра (при одиничному діаметрі) відповідно рівні 0.1932, 0.2216 і 0.25. Конусна частина має довжину 150 мм з кутами конуса 2.486° (1:20), 4.294° і 5.725° (1:10).

Як зв'язуючими речовинами застосовувались глина або гній ВРХ вологістю 45...53% в кількості до 9% від маси паливного брикету.

За критерій оптимізації при виявленні впливу основних конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи прес-брикетувальника (рис. 1) прийнятий параметр узагальненої оцінки палива, що характеризує його з енергетичної і технологічної точок зору, тобто енергетична щільність, що являє собою відношення питомої теплоти згорання до щільності.

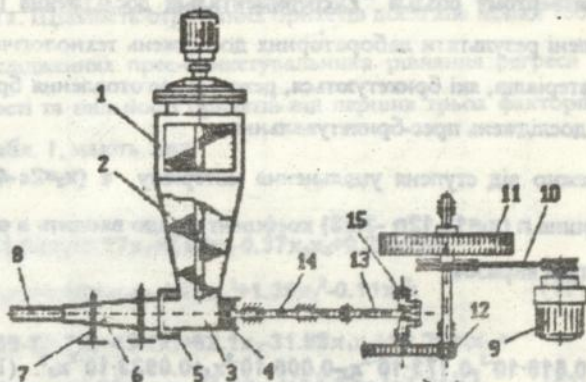


Рис.1. Схема прес-брикетувальника

1 - живильник ; 2 - гвинтовий транспортер; 3 - пресувальна камера; 4 - пресуючий поршень; 5 - секція нагріву; 6 - цангові втулки; 7 - механізм зажиму; 8 - кулерина; 9 - електродвигун; 10 - клинчосова передача; 11 - маховик-шків; 12 - зубчата передача; 13 - шатун ; 14 - повзун; 15 - кривошипний вал

Технічні дані прес-брикетувальника

Продуктивність, т/год	0,35
Установлена потужність, кВт	9,6
в т. ч. нагріву матриці	2,0
Температура розриву матриці, °С	160...180
Частота ходів поршня, 1/хв	75
Параметри брикета	
діаметр, мм	70
висота, мм	40...50
щільність, кг/м ³	600...700
Габаритні розміри, мм	
довжина	4390
ширина	2465
висота	1290
Маса, кг	960

В четвертому розділі "Експериментальні дослідження і їх аналіз" представлені результати лабораторних досліджень технологічних властивостей матеріалів, які брикетуються, режимів виготовлення брикетів і результати досліджень прес-брикетувальника.

Залежно від ступеня ущільнення матеріалу ϵ ($x_1=2\epsilon-4$) і частоти ходів поршня n ($x_2=12.12n-3.03$) коефіцієнт a_0 , що входить в рівняння (6), визначається виразом

$$y = 0.616 \cdot 10^{-2} - 0.173 \cdot 10^{-2} x_1 - 0.006 \cdot 10^{-2} x_2 + 0.0923 \cdot 10^{-2} x_1^2. \quad (10)$$

Він практично залежить лише від ступеня ущільнення маси, так як тривалість дії поршня на масу починає виявлятися лише при великому ступені ущільнення. Тому, чим ширше діапазон збільшення щільності маси і тривалість дії поршня, тим більше коефіцієнт a_0 . Отже, більшу кінцеву щільність можна одержати при тій же початковій.

В результаті лабораторних досліджень одержана залежність енергетичної щільності (ГДж/м³) від прийнятих факторів

$$y = 7.166 - 1.02x_1 + 0.13x_2 + 0.75x_3 - 0.06x_4 + 1.42x_5 - 0.33x_1x_2 + 0.19x_1x_3 - 0.19x_1x_5 + 0.15x_2x_3 - 0.04x_2x_5 - 0.01x_3x_4 - 0.16x_3x_5 - 0.96x_1^2 + 1.22x_2^2 + 0.02x_3^2 - 0.01x_4^2 - 0.25x_5^2. \quad (11)$$

Цей аналіз показує, що максимальну енергетичну щільність можна отримати на матриці круглого перетину з кутом конуса 5.725° (1:10). При вологості вище 12% одержуються брикети недостатньої щільності. Добра їх якість досягається при внесенні 4.5...9.0% глини або гною від маси

брикету. При температурі 160...180°C питомий тиск повинен бути в межах 4.50...4.75 МПа. Щільність отриманих брикетів досягала понад 700 кг/м³.

При дослідженнях прес-брикетувальника рівняння регресії енергетичної щільності та щільності брикетів від перших трьох факторів, представлених в табл. 1, мають вид

$$y = 7.82 - 1.08x_1 + 0.17x_2 + 0.84x_3 - 0.37x_1x_2 + 0.23x_1x_3 + 0.18x_2x_3 + 0.42x_1x_2x_3 - 1.01x_1^2 + 1.39x_2^2 - 0.11x_3^2, \quad (12)$$

$$y = 573.69 - 80.7x_1 + 43.1x_2 + 62.1x_3 - 31.88x_1x_2 + 18.38x_1x_3 + 16.38x_2x_3 + 31.38x_1x_2x_3 - 71.89x_1^2 + 0.432x_2^2 + 7.31x_3^2. \quad (13)$$

Тому що критерієм оптимізації конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи прийнята енергетична щільність, оптимальною для всіх показників і є ця точка.

Оптимальний режим роботи і значення функції віддуку енергетичній щільності в ньому буде $x_{01} = -0.868$; $x_{02} = 0.002$; $x_{03} = 3.714$; $Y_0 = 10.553$ ГДж/м³.

У зв'язку з тим, що отримане оптимальне значення кута конуса матриці виходить за межі варіювання фактора, приймається $x_{03} = 1$, в якому значення функції віддуку складе 9.034 ГДж/м³.

Двовимірні перетини енергетичної щільності та щільності брикетів при парних взаємодіях впливу середньої довжини часток соломи і вмісту зв'язуючої при конусі матриці $\alpha = 5.724^\circ$ наведені на рис. 2 і 3.

З їх аналізу видно, що зменшення довжини часток соломи і збільшення вмісту зв'язуючої речовини підвищує енергетичну щільність та щільність брикетів. Це викликано кращою взаємозчеплюваністю дрібних часток соломи, а також за рахунок посилення склеюючої здатності зв'язуючої речовини.

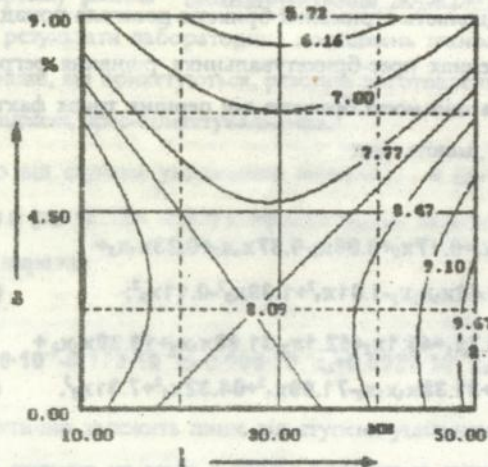


Рис.2. Двовимірні перетини впливу парних взаємодій середньої довжини часток соломки l і вмісту зв'язуючої речовини δ при конусі матриці $\alpha=4.294^\circ$ на енергетичну щільність брикетів (ГДж/м^3)

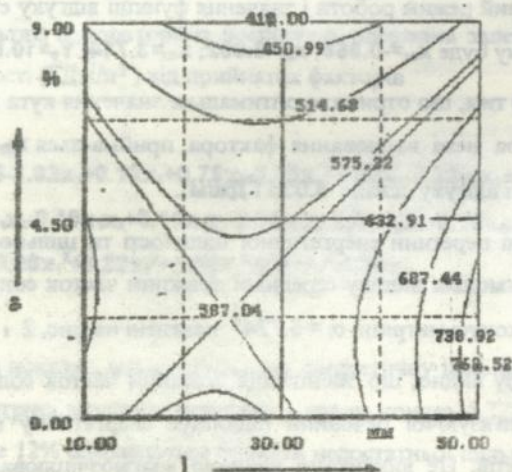


Рис.3. Двовимірні перетини впливу парних взаємодій середньої довжини часток соломки l і вмісту зв'язуючої речовини δ при конусі матриці $\alpha=4.294^\circ$ на вільність брикетів (г/м^3)

Енергетичну оцінку виробництва паливних брикетів експериментальним прес-брикетувальником виконано шляхом аналізу енергосмістості їх виробництва та ефективності виробництва брикетів - відношенням теплової енергії, що одержується від брикетів, до енергії, витраченої на їх виробництво.

Рівняння регресії енергосмістості та ефективності виробництва брикетів представлено виразами

$$y = 93.36 + 8.4x_1 + 7.03x_2 - 1.94x_3 + 2.34x_1x_2 - 3.08x_1x_3 - 0.77x_2x_3 - 1.46x_1x_2x_3 + 2.2x_1^2 - 4.24x_2^2 + 2.18x_3^2, \quad (14)$$

$$y = 146.31 - 12.73x_1 - 17.93x_2 + 2.2x_3 - 0.46x_1x_2 - 3.79x_1x_3 + 0.12x_2x_3 + 1.21x_1x_2x_3 - 2.48x_1^2 + 8.85x_2^2 - 2.15x_3^2. \quad (15)$$

Для параметрів режиму, прийнятого з позицій оптимальної енергетичної щільності брикетів, значення цих функцій відгуку дорівнює відповідно 90.6 кДж/кг і 167.91.

Двовимірні перетини парних взаємодій довжини часток соломи і вмісту зв'язуючої речовини при конусі матриці 4.297° на енергосмістості зображено на рис.4.

Аналіз рис.4. показує, що із збільшенням довжини часток соломи зростає енергосмістість процесу, що пояснюється зростанням зусиль на пресування довгостеблового матеріалу, причому вплив цього фактора суттєвіший при більшому вмісті зв'язуючої, яке сприяє кращому ущільненню матеріалу.

При збільшенні вмісту зв'язуючої енергосмістість зростає, бо зростає щільність брикетів, а, отже, і зусилля на їх прошивування по каналу матриці.

Істотним експлуатаційним параметром брикетів є їх крихкість, залежність якого від факторів, що досліджуються, описується рівнянням

$$y = 11.78 - 1.47x_1 + 1.53x_2 - 0.23x_3 + 0.47x_1^2 + 1.58x_2^2. \quad (16)$$

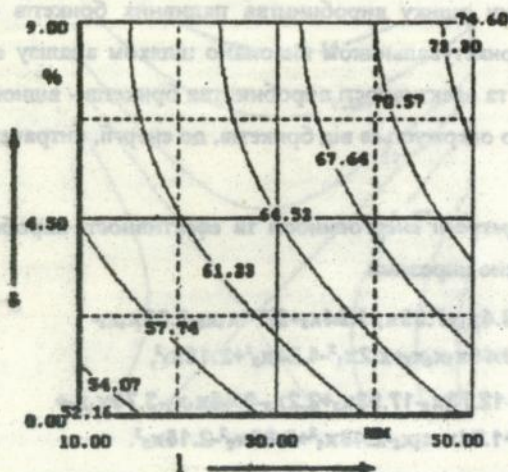


Рис.4. Двовимірні перетини впливу парних взаємодій середньої довжини часток соломи l і вмісту зв'язуючої речовини δ при конусі матриці $\alpha=4.297^\circ$ на енергосмість виробництва брикетів (кДж/кг)

Двовимірні перетини впливу парних взаємодій середньої довжини часток соломи і вмісту зв'язуючого на кришення брикетів приведені на рис.5, з якого видно, що потрібне кришення (менше 15%) неможливо одержати без зв'язуючої речовини і довжині часток більше 40 мм..

Дослідження показали, що солому треба брикетувати при високій температурі під тиском, оскільки лігнін, що виділяється при цьому служить зв'язуючою речовиною для брикетів, які мають досягати високої щільності і доброї сипучисті.

Для досліджень придатності брикетів як палива проведено визначення зольності і виходу летких речовин (табл.).

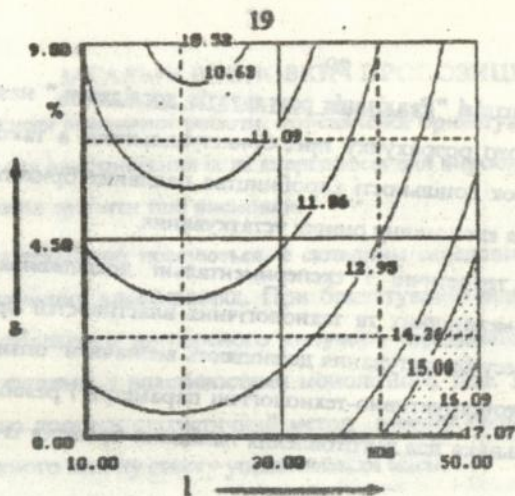


Рис. 5. Двоимірні перетини впливу парних взаємодій середньої довжини часток соломи l та вмісту зв'язуючої речовини δ на кришіння брикетів (%)

Таблиця

Результати спалювання паливних брикетів

Склад брикетів	Сухі речовини, %	Зола, %	Леткі речовини, %
Солома пшенична	92.32	5.08/5.50 ⁷	73.43/79.54 ⁷
Соняшникове лушпиння	93.46	3.06/3.27 ⁷	72.01/77.05 ⁷
Солома та 4.5% гною	93.93	5.94/6.36 ⁷	16.53/17.71 ⁷
Солома та 4.5% глини	81.97	11.19/13.05 ⁷	18.93/23.09 ⁷

⁷ В частинці дані представлено в натуральному вигляді, в замітку - в абсолютно сухій речовині.

З таблиці видно, що брикети з соломи, соняшникового лушпиння і соломи із зв'язуючою у вигляді гною ВРХ дають менше золи і більше летких речовин, ніж солома з зв'язуючою у вигляді глини. Зола у всіх випадках мала добре кришіння.

В п'ятому розділі "Реалізація результатів досліджень" наведено згодку інженерного розрахунку прес-брикетувальника, а також енергетичний розрахунок доцільності виробництва паливних брикетів із соломи, комплексну та економічну оцінки устаткування.

Проведені теоретичні і експериментальні дослідження по визначенню фізико-механічних та технологічних властивостей пресованого матеріалу і процесу брикетування дозволяють визначити оптимальні вимоги до нього, конструктивно-технологічні параметри і режими роботи прес-брикетувальника для виготовлення паливних брикетів із рослинних матеріалів.

Вихідними умовами для їх розрахунку є одержання брикетів заданої щільності при необхідній продуктивності. Знайдені основні конструктивно-технологічні параметри і режими роботи прес-брикетувальника - кут ва швидкість і радіус кривошипа, хід поршня і ін. можуть служити основою при розробці пресів.

Визначення економічної доцільності виробництва паливних брикетів із рослинних матеріалів ґрунтується на комплексній енергетичній оцінці технологій і технічних засобів. Воно показало, що брикети із соломи, виготовлені на запропонованому пресі, вигідніше використовувати для опалення, ніж електроенергію, сланці, дрова. Вони лише трохи поступаються торфу і кам'яному вугіллю.

Коефіцієнт технічного рівня в порівнянні з устаткуванням для гранулювання та брикетування кормів ОПК-3.0-2 і мобільним прес-брикетувальником паливних брикетів "Biotruck 2000" (Німеччина), виконаний за комплексною оцінкою відповідно дорівнює $K = 1.618$ і $K = 1.456$, тобто його технічний рівень вище.

Річний економічний ефект прес-брикетувальника в порівнянні з ОПК-3.0-2 складає 16225 грн., або 6.47 грн. на тону брикетів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

На основі виконаної роботи, присвяченої брикетуванню рослинних матеріалів для використання їх як енергоносія для виробничих і побутових потреб, можна зробити такі висновки:

1. Матеріали, які пресуються, є складним середовищем по складу і фізико-механічних властивостях. При брикетуванні відбувається процес переходу суцільного дисперсного сипучого середовища, яке є статистичним, у суцільне з властивостями монолітного тіла. Застосований для опису цього процесу статистичний метод виявив експоненційну залежність основного закону стиску ущільнюваної маси.

2. Фізико-механічні властивості зв'язуючих речовин і основної маси, які характеризуються видом, фракційним складом, вологістю і вмістом, а також конструктивно-технологічні параметри і режими роботи преса, впливають на енергетичні показники процесу і на якісні паливних брикетів.

3. Досліджено закономірність пресування стеблових матеріалів штемпельним пресом. Знайдено значення величини a , - одного з коефіцієнтів, що характеризують розширення ущільненого матеріалу при відсутності витримання брикета під постійним тиском. Він залежить від вихідної і кінцевої щільностей пресованого матеріалу, зростаючи зі збільшенням ступеня ущільнення та частотою ходів поршня.

4. Виявлено вплив конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи, фізико-механічних і технологічних властивостей ущільнюваного матеріалу на процес та параметри брикетів. Для забезпечення одержання брикетів щільністю понад 600 кг/м^3 як із зв'язуючою речовиною, так і без неї, необхідна кругла матриця.

5. Отримано і підтверджено експериментами оптимальне сполучення головних факторів, які впливають на енергетичну щільність брикетів і ви-

значають режим роботи прес-брикетувальника. Це довжина часток соломи 21.3 мм, вміст зв'язуючої речовини (глини або гною ВРХ) 4.61%, конусність матриці 1:10. Енергетична щільність брикетів, виготовлених у цьому режимі - 9.034 ГДж/м^3 , інші показники становлять: продуктивність прес-брикетувальника - 274 кг/год при щільності брикетів - 643 кг/м^3 , енергосмість виробництва брикетів - 90.6 кДж/кг , ефективність їх виробництва - 167.8.

6. Визначено, що оптимальною температурою нагріву матриці у процесі пресування є $160...180^\circ\text{C}$, причому у випадку подрібнення соломи до 20 мм брикетування може здійснюватися без зв'язуючої речовини.

7. Переверено, що брикети стійко і повністю згорають з питомою теплотою згорання $11.3...14.2 \text{ МДж/кг}$. Їх вигідніше використовувати ніж електроенергію, сланці і дрова. Брикети з соломи, дають менше золи та більше летких речовин, ніж з соломи з негорючим зв'язуючим. Зола у всіх випадках має добре кришення.

8. Запропоновано теоретично обґрунтовані і підтвержені експериментами формули, які є основою розробленої методики інженерного розрахунку прес-брикетувальника. Вона може використовуватися при роботі пресів для стеблових та волокнистих матеріалів для визначення головних конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи.

9. Виконано комплексну оцінку прес-брикетувальника, яка показала, що в порівнянні з устаткуванням для гранулювання та брикетування кормів ОПК-3.0-2 і мобільним прес-брикетувальником паливних брикетів "Blottruck 2000" (Німеччина) його коефіцієнт технічного рівня складає відповідно $K = 1.618$ і $K = 1.456$ - тобто його технічний рівень вище.

10. Проведено енергетичну оцінку паливних брикетів з рослинних матеріалів, де підтверджено доцільність їх виробництва та застосування. Річна економічна ефективність прес-брикетувальника в порівнянні з у-

таткуванням ОПК-3.0-2 для середньостатистичного господарства складає 16226 грн., або 8.47 грн. на тонну брикетів.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ, В ЯКИХ ВИСВІТЛЮЄТЬСЯ ЗМІСТ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Бакарджиев Р.О. Кращі режими виготовлення паливних брикетів //Техніка АПК, №1, 1997, С.18-19.
2. Бакарджиев Р.О. Визначення властивостей брикетованих матеріалів //Техніка АПК, № 1, 1997, С.20...21.
3. Бакарджиев Р.О. Як розрахувати прес-брикетувальник паливних брикетів з відходів//Техніка АПК, № 1, 1997, С.21...22.
4. Kiselev A.V., Bakardziev R.A. Eksperymentalne wyznaczenie parametrow pracy brykietciarki do słomy. Ekologiczne aspekty mechanizacji nawozienia ochrony roślin i uprawy gleba. III Międzynarodowe sympozjum. Warszawa, 1996, S.236-239.
5. Киселев А.В., Бакарджиев Р.А. Выбор типа пресе-брекитеровщика и его кинематический анализ. Сборник трудов III Международной научно-практической конференции "Современные проблемы геометрического моделирования". ч.II. - Мелитополь, 1996, С.234.
6. Забудченко В.Н., Бакарджиев Р.А., Киселев А.В. Изготовление и использование топливных брикетов из растительных материалов. Новые технологии и техника для механизации и электрификации процессов в животноводстве. Тезисы докладов международной научно-технической конференции ИМЖ, Запорожье, 1994, - С.103...104.
7. Киселев А.В., Бакарджиев Р.А.. Исследование процесса изготовления топливных брикетов из соломы. Современные проблемы геометрического моделирования. Тезисы докладов международной научно-практической конференции, посвященной 200-летию начертательной геометрии. Мелитополь, 1995, С.101.

SUMMARY

Bakardjiev R.A. FEASIBILITY OF DESING VARIABLES AND OPERATING CONDITIONS OF PRESS-BRIQUETTER FOR REICLAMING VEGETABLE WASTES

Thesis submitted for candidate's degree on speciality 05.20.01 - Tavria State Agrotechnical Academy (Melitopol), 1997.

Scientific work which contain the results of theoretical and expermental researches in determination and optimization ters and operating rgame of stamp press-briquetter of fuel briquettes from vegetable materials and necessary demands to pressing bulk, are defended.

The main pressing regularities of vegetable materials info fuel briquettes by stamp presser, using mineral and organic binders are determined. Jaking this into account, the methods of engineering calculation of press-briguetter are worced out.

АННОТАЦИЯ

Бакарджиев Р.А. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРЕСС-БРИКЕТИРОВЩИКА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - Механизация сельскохозяйственного производства, Таврическая государственная агротехническая академия, Мелитополь, 1997.

Защищается диссертационная работа, в которой изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению и оптимизации основных конструкционно-технологических параметров и эксплуатационных режимов работы штемпельного пресс-брикетировщика топливных брикетов из растительных материалов и необходимых требований к прессуемой массе.

Определены основные закономерности прессования растительных материалов в топливные брикеты штемпельным прессом с применением минеральных и органических связующих, на основании чего разработана методика инженерного расчета пресс-брикетировщика.

Ключові слова: брикетування, паливні брикети, рослинні матеріали, енергозабезпечення

SUMMARY

Belkachev R.A. FEASIBILITY OF DEFINING VARIABLES AND OPERATING CONDITIONS OF PRESS-BRIQUETTER FOR RECLAMING VEGETABLE WASTES

Thesis submitted for candidate's degree on specialty 05.20.01 - Tsveta State Agronomical Academy (Melitopol), 1997.

Scientific work which contain the results of theoretical and experimental researches in determination and optimization sets and operating regime of stamp press-briquetter of fuel briquettes from vegetable materials and necessary demands to pressing bulk, are defended.

The main pressing regulanties of vegetable materials into fuel briquettes by stamp presser, using mineral and organic binders are determined. Taking this into account, the methods of engineering calculation of press-briquetter are worked out.

АННОТАЦИИ

Белкачев Р.А. ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРЕСС-БРИКЕТИРОВАЛЬНИКА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.01 - Механика сельскохозяйственного производства, Таврическая государственная агрономическая академия, Мелитополь, 1997.

Защитены диссертационная работа, в которой изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований по определению и оптимизации основных конструктивно-технологических параметров и режимов работы штампового пресс-брикетировальника топливных брикетов из растительных материалов и необходимые требования к прессуемой массе.

Определены основные закономерности прессования растительных материалов в топливные брикеты, оптимальные режимы с применением минеральных и органических связок. Для этого разработана методика инженерного расчета пресс-брикетировальника.

Ключевые слова: брикетование, штамповый брикетер, растительный материал, энергетический потенциал

Підписано до друку 26.05.1997. Формат 60x84 1/16. Умовн. др.арк. 10.
ТДАТА: м.Мелітополь, 1997рік. Тир. 100.

988588

AV 38.108