

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСУ БРИКЕТУВАННЯ СОЛОМИСТИХ МАТЕРІАЛІВ УДАРНИМ ПРЕСОМ

Єременко О. І., к. т. н.,

Зубок Т. О., к. с-г. н.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Лук'янець В. О., інж.

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Анотація – в статті представлені результати лабораторних дослідів процесу брикетування ударно-механічним способом соломистих матеріалів у виробі кормового та паливного призначення. Наведено графічні залежності щільності брикетів від тиску пресування, вологості сировини, тривалості перебування стиснутої маси в матриці для отримання брикетів заданої щільності. Визначено і проаналізовано коефіцієнти тертя матеріалу під час брикетування. Проведено аналіз параметрів брикетного процесу, технологічних характеристик отриманих брикетів залежно від фізико-механічних властивостей соломистих матеріалів і режимів роботи ударного преса.

Ключові слова – брикети, соломисті матеріали, брикетний прес, процес, ударна дія, параметри, графічні залежності.

Постановка проблеми. Виробництво і використання паливних брикетів з аграрної біомаси (соломи ранніх зернових, стебел кукурудзи, соняшника тощо), енергетичний потенціал якої в Україні становить близько 8,3 млн. т н. е./рік, є занадто актуальним питанням біоенергетики [1]. Брикети або «евродрова» – це покращене паливо з нормативно встановленою якістю [1, 2]. Вони є реальною альтернативою традиційним надровим джерелам енергії для отримання екологічно «чистого тепла», а за теплотворною здатністю 16-19 МДж/кг не поступаються бурому вугіллю [1, 2].

Біопаливні брикети поділяють на три типи – NESTRO (NIELSEN), RUF та Pini&Kaу, що відповідає назві основних фірм-виробників обладнання. Брикети NESTRO виробляють на гідравлічних пресах, а NIELSEN – на ударно-механічних пресах. Перевагами останніх типів брикетів є відносно не велика собівартість, висока щільність (0,9-1,1 т/м³ [1]. Окрім того, преси ударної дії

забезпечують більш якісне брикетування матеріалів з пружно-в'язкими властивостями. Тому, для визначення впливу фізико-механічних показників соломистого матеріалу на технологічні показники брикетів кормового та паливного призначення, доцільно провести лабораторні дослідження процесу брикетування на установці ударно-механічної дії.

Аналіз останніх досліджень. Результати досліджень процесів брикетування рослинних матеріалів оприлюднені в багатьох наукових працях [3-5, 7-10]. Разом з цим, важливому проблемному питанню отримання брикетів з соломистих матеріалів присвячені такі публікації [1, 3, 4, 7, 8, 10], в яких проведено аналіз впливу фізико-механічних властивостей сировини на протікання процесу та на остаточні показники отриманих виробів, але роботи [4, 7, 10] присвячені дослідженню процесів і механізмів живлення та попереднього ущільнення біомаси перед пресуванням.

Відомо, що для ефективного спалювання соломистих матеріалів потрібно мати паливо у вигляді виробів майже однакових за розмірами і формою. Це забезпечує необхідний контакт палива з киснем повітря для найбільшої тепловіддачі, та сприяє застосуванню засобів механізації процесів в опалювальних установках [1, 4, 6].

Автори досліджень [1, 3, 4, 9, 10] стверджують, що процес брикетування соломистих матеріалів характеризується як складний і стохастичний. Під час дії ударних робочих органів відбуваються структурні зміни матеріалу, щільність його підвищується, він набуває властивості монолітного тіла. Щільність є основним показником якості брикетів і визначає їх міцність, вологостійкість, тепловіддачу [1, 4, 7, 9, 10]. Проте, не в усіх зазначених працях розкрито явище пресування соломистої маси у монолітні міцні брикети.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Рационально впроваджувати результати проведених дослідів для підвищення ефективності брикетних пресів ударно-механічної дії.

Основна частина. Лабораторні досліді брикетування пшеничної соломи, полови та їх сумішей зі здрібненими зерновими відходами проведені на дослідній установці штемпельного преса Б 9032 з круглою матрицею діаметром 40 мм. Результати дослідів свідчать, що показники щільності брикетів з соломистих матеріалів мають різні значення. Загальні закономірності [3] щодо збільшення щільності зі збільшенням навантаження підтверджуються в більшій мірі на брикетуванні суміші з зерновідходами (рис. 1, а). Це пояснюється тим, що даний технологічний матеріал створює найменшу пружну післядію порівняно з соломою чи половиною.

Як впливає з рис. 1 (а), найбільш щільні брикети понад 900 кг/м³ отримані з суміші соломи і зерновідходів при тиску пресування

65 МПа. Меншу щільність біля 830 кг/м³ мають брикети з полови, отримані при більш високому тиску пресування – 90 МПа. Брикети найменшої щільності до 800 кг/м³ одержані зі стеблової соломистої частини, яку, як встановлено дослідями, доцільно брикетувати ударним способом при тисках понад 100 МПа.

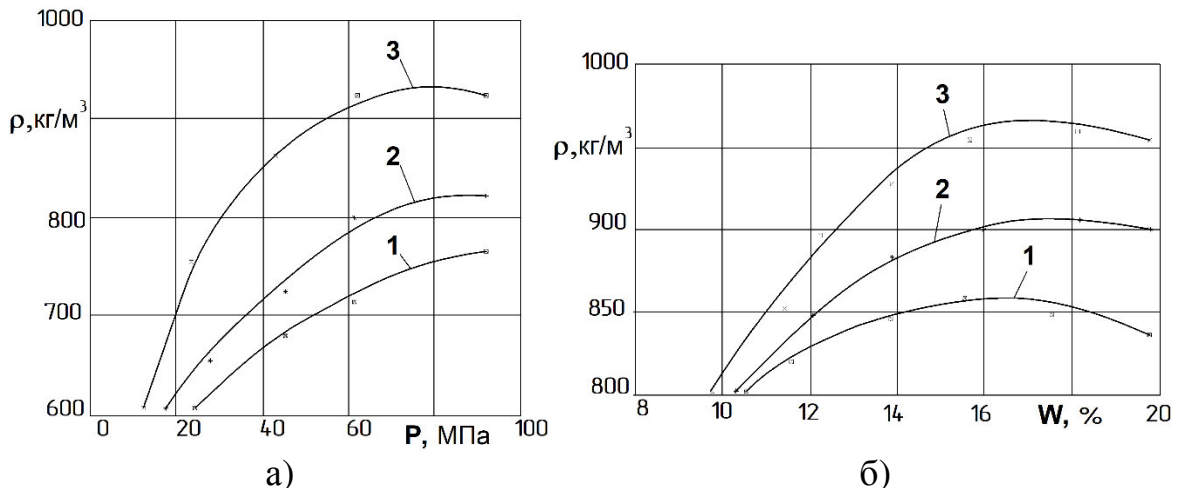


Рис. 1. Графічні залежності щільності брикетів від тиску (а) пресування та від вологості (б) сировини при тиску $P = 60$ МПа: 1 – солома; 2 – половина; 3 – суміш соломи і зерновідходів

З підвищенням вологості соломистого матеріалу щільність брикетів зростає, а при вологості $W=17\%$ вона (щільність) має найбільші значення (рис. 1, б). Подальше зволоження призводить до зменшення щільності, проте, в брикетах, що включають зерновідходи, це явище відбувається несуттєво і пояснюється підвищенням адгезійної здатності в борошністій частині суміші. Практикою [1] встановлено, що брикети з вологістю понад 17% незадовільно зберігаються, зокрема уражаються мікроорганізмами, частково руйнуються і тому втрачають свою кормову та паливну цінність.

Одним з важливих показників процесу брикетування є фактор тривалості перебування матеріалу в матриці у стислому стані (рис. 2, а) для послаблення внутрішнього напруження (релаксації). Цей показник залежить від кількості матеріалу, що подається у пресову камеру, та від довжини матричного каналу. Щільність брикетів визначається значною мірою даними параметрами, що треба враховувати при розробці конструкції преса.

З підвищенням продуктивності преса за рахунок збільшення подачі матеріалу в камеру пресування, щільність брикетів знижується із-за коротшого терміну перебування в матриці (рис. 2, а) більшої за кількістю (об'ємом) соломистої маси. Зниження щільності брикетів також спостерігається при зменшенні довжини каналу матриці.

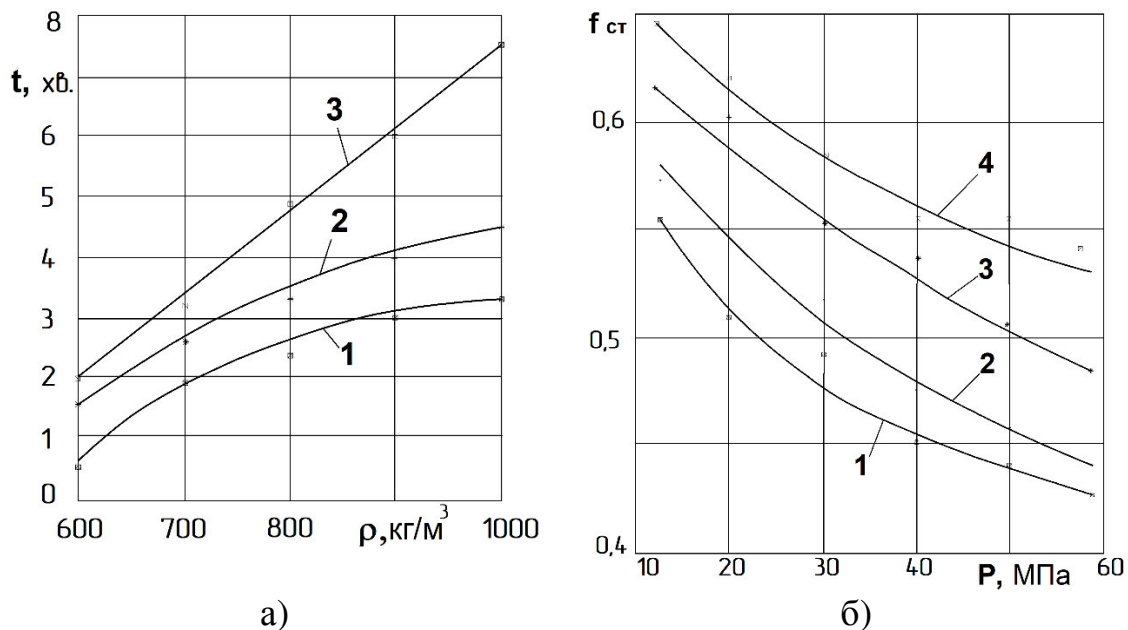


Рис. 2. Графічна залежність (а) тривалості перебування матеріалу у стисненому стані від заданої щільності брикетів: 1 – солома $W=14,6\%$; 2 – полови $W=12,8\%$; 3 – суміш соломи і зерновідходів $W=14\%$; залежність (б) коефіцієнта тертя від тиску: 1 – солома (30-80 мм); 2 – солома (20-30 мм); 3 – полови; 4 – суміш полови і 30% зерновідходів

При визначенні коефіцієнтів зовнішнього тертя f_T встановлено, що найменші значення мають показники сукупностей, позначених 1 і 2, що на рис. 2(б). Величина коефіцієнта більша у полові (3) та у суміші полови і зерновідходів (4). Досліди показали, що в межах прийнятих навантажень (тисків) до 60 МПа на солонисті матеріали спостерігається зменшення коефіцієнта зовнішнього тертя f_T майже за прямолінійною залежністю зі збільшенням навантаження.

В результаті брикетування соломи, полови та сумішей на дослідній установці формувались брикети з щільністю $0,8-1,0 \text{ т/м}^3$ при частоті 200 ударних рухів штемпеля за хвилину. Продуктивність установки для соломи становить 2 т/год.; полови – 2,2 т/год.; суміші полови і 30% зерновідходів – 2,4 т/год.

Висновки.

1. За результатами досліджень доведена ефективність установки ударної дії на брикетуванні солонистих матеріалів, яким притаманні пружні властивості. При тиску пресування 60 МПа найбільшу щільність понад 900 кг/м^3 мали брикети з сумішей завдяки незначній пружній післядії порівняно з соломою. Брикети з «чистої» соломи з фракційним складом біля 80 мм доцільно брикетувати під тиском понад 100 МПа.

2. Зі збільшенням тиску пресування коефіцієнти зовнішнього тертя f_T зменшуються. Дана тенденція спостерігається для всіх

досліджуваних матеріалів, найменші значення коефіцієнтів у соломі крупного подрібнення, найбільші – у суміші половин і зерновідходів.

3. На пунктах післязбиральної обробки зерна за період жнив може накопичуватись, як приклад, 8 тис. т соломі і половин після очищення зернового матеріалу. При застосуванні одного брикетного ударного преса з продуктивністю 4 т/год. можна переробити всю соломисту масу в кормові та паливні брикети протягом 200 днів.

Література:

1. *Гелетуха Г. Г., Желєзна Т. А., Драгнєв С. В.* Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні // Аналітична записка Біоенергетичної асоціації України. 2018. № 20. 48 с. URL: www.uabio.org/activity/uabio-analytics (дата звернення: 08.07.2019).

2. Solid biofuels – Fuel specifications and classes – Part 1: General requirements EN 14961 – 1: 2010 European standard.

3. *Боярчук В., Чучман В.* Исследование и обоснование теоретической модели процесса брикетирования соломы в pellets // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2014. Vol. 16, № 4. P. 3-8.

4. *Лук'янець В. О., Субота С. В.* Вплив параметрів ущільнення рослинної біомаси на показники якості біопаливних брикетів // Механізація та електрифікація сільського господарства. 2014. Вип. 99, т. 2. С. 103-113.

5. *Mani S., Tabil L., Sokhanshaj S.* Effects of compressive force, size and moisture content on mechanical properties of biomass pellets from grasses // Biomass and Bioenergy. 2006. Vol. 30, № 7. P. 648-654.

6. *Голуб Г. А., Лук'янець В. О., Субота С. В.* Теплота згоряння та умови спалювання соломі // Науковий вісник НУБіП України. 2009. Вип. 142. С. 275-278.

7. *Кузьміч Я. А., Кульчицький А. А.* До питання експозиції завантаження пресових камер штемпельних брикетних пресів // Механізація електрифікація сільського господарства. 2001. Вип. 85. С. 150-154.

8. *Семірненко С. Л.* Дослідження залежності щільності брикетів із соломі озимої пшениці від деяких факторів // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. 2011. Вип. 111. С. 112-120.

9. Дослідження процесу формування паливних брикетів із рослинної сировини та визначення їх характеристик / *Д. П. Кіндзера та ін.* // Науковий вісник НЛТУ України. 2013. Вип. 23.17. С. 138-146.

10. *Єременко О. І., Лук'янець В. О.* Дослідження та вдосконалення живильного пристрою перспективного брикетного

преса // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету. Мелітополь, 2014. Вип. 4, т. 2. С. 146-156.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССА БРИКЕТИРОВАНИЯ СОЛОМИСТОГО МАТЕРИАЛА УДАРНЫМ ПРЕССОМ

Еременко А. И., Зубок Т. А., Лукьянец В. А.

Аннотация – в статье представлены результаты лабораторных исследований процесса брикетирования ударно-механическим способом солоmistых материалов в изделия кормового и топливного назначения. Приведены графические зависимости плотности брикетов от давления прессования, влажности сырья, продолжительности пребывания сжатой массы в матрице для получения брикетов заданной плотности. Определены и проанализированы коэффициенты трения материала во время брикетирования. Проведен анализ параметров брикетного процесса, технологических характеристик полученных брикетов в зависимости от физико-механических свойств солоmistых материалов и режимов работы ударного пресса.

PREVIOUSLY THE PROCESS OF BRIQUETTING THE STRAW MATERIAL TO THE SHOCK PRESS

O. Ieremenko, T. Zubok, V. Luk'yanets

Summary

The article presents the results and analysis of the laboratory experiments of the technological process of briquetting straw materials into fuel and fed wares in a shock-mechanical way.

The agro-industrial complex of Ukraine has significant energy potential for secondary biomass. To produce clean heat, it is advisable to convert this biomass into technologically efficient fuel – briquettes. Most of the raw materials are by-products of early cereals. This is straw, half, grain waste. However, straw materials have special physical and mechanical properties that do not contribute to the production of high-quality briquettes, even on effective shock-mechanical presses.

The results of previous studies confirm the ambiguity and

complexity of the process of briquetting straw materials. Density is the main indicator of the quality of fuel briquettes. It determines strength, moisture resistance, heat transfer during burning. Not all known scientific works have revealed the phenomenon of effective pressing of straw mass into solid briquettes. Therefore, it is advisable to investigate and clarify the parameters of the process of briquetting straw materials on presses mechanical impact.

Laboratory experiments of briquetting wheat straw, halves and their mixtures with crushed grain wastes were carried out at the experimental installation of a press with a circular matrix with a diameter of 40 mm.

According to the results of experiments, graphical dependences of the main parameters of briquettes of straw materials on the pressure of compression, humidity of raw materials, duration of residence of the material in the matrix to obtain products of a given density were constructed. The densest briquettes (over 900 kg/m³) are obtained from the mixture at a compression pressure of 65 MPa. It is advisable to briquette the straw of a large fraction of 30-80 mm in shock way at pressures above 100 MPa.

The friction coefficients of the material during briquetting are also determined and analyzed. Within the specified loads, there is a decrease in the external friction coefficient by almost a straight-line dependence with increasing pressure up to 60 MPa.

Straw material briquettes should be used for livestock and heating systems.