

**DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-2-16**

УДК 662.818:[665.3:621.777]

К. О. Самойчук, д.т.н.

ORCID: 0000-0002-3423-3510

В. А. Самохвал, аспірант

ORCID: 0000-0001-5539-3647

*Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

e-mail: kyrylo.samoichuk@tsatu.edu.ua, тел.: +380978805485

ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ВІДЖИМУ ТЕХНІЧНИХ ОЛІЙ ПРИ ВИКОРИСТАННІ ПРИСТРОЮ ОСТАТОЧНОГО ФОРМУВАННЯ ПАЛИВНОГО БРИКЕТУ

Анотація. Аналіз досліджень показав, що при використанні багатосекційного пристрою остаточного формування паливних брикетів з оліємісткої сировини, значно поліпшується якість готової продукції завдяки контрольованого відводу технічних олій на певних етапах формування. За рахунок подовженої конструкції пристрою збільшився час перебування сировини в стиснутому стані, що в свою чергу підвищило якість кінцевого продукту. При застосуванні даної технології брикетування, саме обладнання має значно більший ресурс ніж в аналогів, тому що відбувається незначний відбір олій на етапах де максимальне тертя та збільшується на етапах з мінімальним, за рахунок чого, як показала практика, ресурс обладнання збільшується в декілька раз.

Виконання вхідної частини матриці у формі конуса сприяє кращому формуванню різних видів сировини та зниженню енергоємності самого процесу, а збільшення відношення довжини набору секцій до його діаметру збільшує тиск при формуванні брикету та покращує відвід олій. Дане обладнання добре себе зарекомендувало в промислових умовах, та зазнає постійних вдосконалень та покращень.

Ключові слова: брикет, прес, олії, формування, дожимний пристрій.

Постановка проблеми. При сьогоденних умовах, коли спостерігається постійний ріст цін на енергоресурси і особливо гостро стає проблема про перехід на відновлювальні джерела енергії, напрямок виготовлення паливних брикетів має стрімкий розвиток [1]. В даний час брикетування різних видів сировини, а особливо відходів провіювання таких культур як соняшник, соя, рапс, коріандр, стало стандартною технологічною операцією в більшості великих та середніх сільгосп підприємств, так як паливні брикети мають великий попит [2, 3]. Застосування брикетування стало розвиватися в промислових обсягах.

Так як сфера стає високорентабельною то і збільшується конкуренція на ринку збуту, а отже якість готової продукції та обладнання на якому вона виготовлена, постійно змінюється в кращу



сторону. В процес впроваджуються нові більш інноваційні технології, які знижують собівартість готової продукції та при цьому підвищують її якість [4].

В даний час різко збільшується використання біопалива що виготовляється з рослинної сировини, а саме відходів сільського господарства, при цьому фермерські господарства все більше починають збирати відходи провіювання рослин, які гарно підходять для виготовлення паливних брикетів, що раніше просто лишалися на полях [5]. Метою брикетування рослинної сировини при виробництві біопалива є поліпшення показників при згоранні, збільшення термінів зберігання а також заміна більш дорогих джерел енергії [5, 6].

При брикетуванні оліємісткої сировини багато виробників стикаються з проблемою, як відібрати потрібну кількість олії з готового продукту, щоб забезпечити як гарні екологічні показники так і велику щільність брикету та високу калорійність, при невеликій собівартості їх виробництва [7]. Важливе значення при цьому відіграє правильність підбору обладнання та організація самого технологічного процесу [8].

Незважаючи на різноманітність обладнання на сьогоднішній день дуже малий їх відсоток здатен забезпечити всі процеси в одній машині (пресі) та при цьому мати низьку собівартість та тривалий період між плановими ремонтами і при цьому забезпечити висококонкурентну продукцію [9].

Аналіз останніх досліджень. Більша частина досліджень в даній галузі спрямованих на вивчення конструкцій існуючого обладнання та на технічні процеси які відбуваються при переробці ним різних видів сировини [10, 11]. Велика кількість виробників обладнання зосереджується на розробці більш практичних та досконалих зразків обладнання [12, 13]. На даний час галузь по виготовленню паливних брикетів є дуже перспективною. З'являється все більше зразків обладнання, здатного поєднувати в собі одразу значну кількість усіх операцій технічного процесу виготовлення паливних брикетів [14]. В країнах з широко розвиненим сільським господарством є великий потенціал сировинних баз для даної галузі, так як вся органіка гарно горить.

Для кожного виду сировини підходять різні види пресового обладнання [15, 16]. В нашому регіоні вирощують в великій кількості оліємісткі рослини такі як соняшник, соя льон, рапс та інші, які добре підходять для виготовлення паливних брикетів. З даним видом сировини найкраще себе зарекомендувало обладнання шнекового типу [17, 18]. Проводячи аналіз літератури та новітніх патентів ми бачимо що обладнання даного типу за останні роки зазнало безлічі вдосконалень та стало більш універсальним [19]. Більша частина

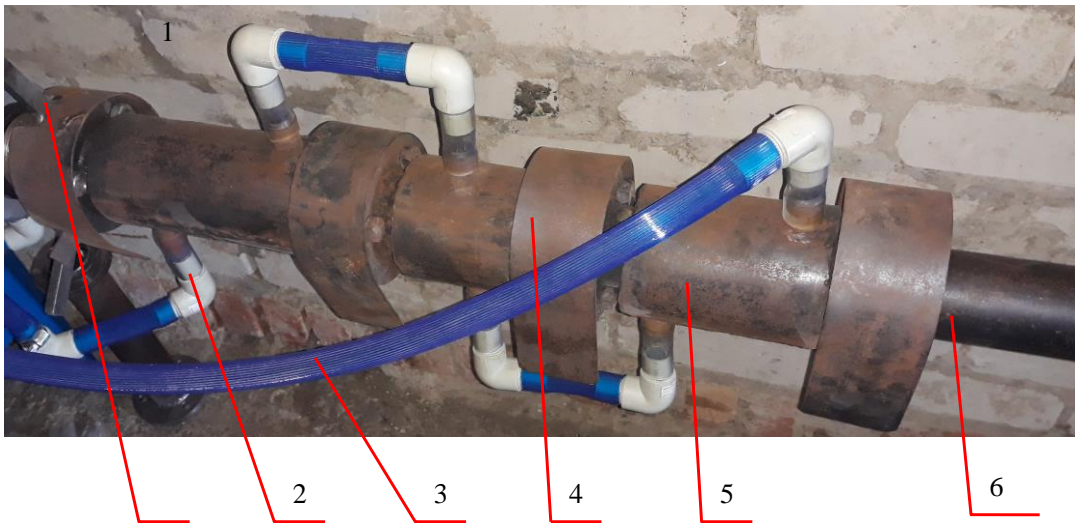


шнекового обладнання, при роботі з маслянистими культурами включає в технологічну лінію декілька окремих установок що в свою чергу підвищує собівартість як обладнання так і готової продукції [20, 21]. Для зменшення собівартості нами було прийнято рішення розробки установки яка б поєднувала більшість процесів в одному пресові [22].

Формулювання мети статті. Задачею даної статті є опрацювання відомої літератури та зразків обладнання а також діючих патентів в даному напрямку. Метою - розробка нового, більш досконалого пресового обладнання, здатного поєднати всі технологічні процеси в одній установці та при цьому забезпечити високу якість готової продукції при невеликій собівартості. При цьому обладнання має підходити для майже всіх видів оліє місткої сировини [23, 24].

Основна частина. В час постійної конкуренції зростають вимоги до як готової продукції так і до обладнання на якому вона виготовлена. Опрацьовуючи відому літературу та існуючі патенти за напрямком виготовлення паливних брикетів можна зробити висновок, що за останні шість років галузь сильно вдосконалилася, з'явилося як безліч нових видів обладнання та і нових технологій по виготовленню паливних брикетів. Для нашої держави є найбільш пріоритетним напрямком виготовлення паливних брикетів з відходів провіювання сільського господарства, так як Україна має гарно розвинуте сільське господарство та великі площі сільгоспугідь. Під час аналізу відомих популярних зразків пресового обладнання ми бачимо, що при роботі з маслянистими видами культур майже всі лінії включають в себе додатково маслопрес, що в свою чергу значно збільшує собівартість готової продукції та знижує її конкурентоспроможність [25]. Із досвіду виробників слідує, що з такими видами культур найкраще себе зарекомендували саме шнекові прес екструдери для виготовлення паливних брикетів. При роботі в даному напрямку було прийнято рішення розробити пристрій, який поєднує в собі формування брикету, віджим технічних олій та контрольоване охолодження сировини. Пристрій при цьому повинен бути простий в обслуговуванні та мати високий ресурс роботи. Розроблений пристрій показаний на рис. 1.

Даний робочий орган досліджувався в поєднанні з серійним прес-екструдером основні технічні характеристики якого приведені в таблиці 1.



1 – регулятор тиску камери дожиму; 2 – патрубок подачі охолоджуючої рідини; 3 – патрубок відводу охолоджуючої рідини ; 4 – захисний кожух ; 5 – секція з охолодженням; 6 – секція без охолодження.

Рис. 1. Фрагмент робочих органів, до складу якого увійшов розроблений пристрій остаточного формування

Таблиця 1

Технічні характеристики прес-екструдера

Показник	Величина
Продуктивність (по відходах оліє містких культур), кг/год	120-150
Встановлена потужність, кВт	до 7,5
Споживана потужність, кВт/т	55...60
Потужність електродвигуна, кВт	11
Вологість сировини до, %	15

Для дослідів використовували три види сировини: відходи соняшнику, відходи сої, та відходи льону та змінювали кількість секцій пристрою. Сировина була завчасно підготовлена та мала однакову структуру, вологість та вміст оліємісткої частки. Всі досліді проводилися за однаковий проміжок часу та повторювалися по три рази. При досліді завантаженість обладнання була наближена до промислових умов. Під час дослідів зважували отриману продукцію на цифрових вагах Nokasonic Nk-50. Всі отримані показники занесли в таблицю 2.

При виконанні дослідів нами було задіяно вісім секцій пристрою остаточного формування, але як показала практика, при роботі з відходами сої можливо використовувати і більшу кількість секцій, так як структура культури є більш м'якою. А при роботі з відходами льону достатньо семи секцій, так як якість брикету вже після сьомої секції є досить високою.



Таблиця 2

Кількісні показники роботи пресу

Кількість секцій	1	2	3	4	5	6	7	8
Довжина пристрою, мм	245	445	690	935	1180	1425	1670	1915
Маса олії при виготовленні 100 кг брикету з відходів соняшника	0,8	1,9	2,8	3,5	4,1	4,8	5,1	5,5
Маса олії при виготовленні 100 кг брикету з відходів сої	0,4	0,8	1	1,2	1,9	2,1	2,6	2,8
Маса олії при виготовленні 100 кг брикету з відходів льону	0,6	1,2	1,8	3	3,5	4,1	5	5,4

Висновки. В результаті досліджень можна зробити висновки, що при використанні секційного пристрою остаточного формування брикету в значній мірі збільшилося відбирання технічних олій з готового продукту вже на етапі його формування.

Завдяки унікальності своєї конструкції пристрій легко адаптувати до більшості видів шнекових пресів а сама конструкція дозволяє відбирати потрібну нам кількість олій на певних етапах формування що в свою чергу забезпечує зниження зношування деталей пресу.

З економічної сторони використання розробленого пристрою – при використанні обладнання в значній мірі зменшується собівартість готової продукції та розширюється спектри сировини, який можна використати в пресі.

Список використаних джерел

1. Адаменко О., Височанський В., Лютко В., Михайлов М. Під ред. докт. техн. наук, проф. Лютко В. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії: підручник для енергетичних і екологічних спеціальностей вищих навчальних закладів, Івано-Франківськ: Полум'я, 2000. 225 с.

2. Єременко О. І., Василенков В. Є., Руденко Д. Т. Дослідження процесу брикетування біомаси шнековим механізмом. *Інженерія природокористування*. 2020. Вип. 3(17). С. 15–22.

3. Гелетуша Г. Г., Железна Т.А. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Ч. 1. *Промислова теплотехніка*, 2010. Т. 3, №3. С. 73–79.



4. Полянський О. С., Дьяконов В. І., Дьяконов О. В. Комплексна оцінка і аналіз енергетичних показників існуючих технологій переробки рослинних відходів у паливні брикети. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. «Механізація сільськогосподарського виробництва»*. 2018. Вип. 190. С. 192–202.
5. Vogaert L., Mhemdi H., Vorobiev E. Residence time distribution and flow pattern modeling of oilseeds in a pilot screw press. *Oilseeds & Fats Crops and Lipids*. 2020. 27, № 65. doi: 10.1051/ocf/2020060.
6. Шнековий прес-екструдер для отримання брикетів: пат. 127064, Україна. МПК (2022.05). а 202007249: заявл. 13.11.2020: опубл. 30.03.2023, Бюл. № 13. 8 с.
7. Бойко В. С., Самойчук К. О., Тарасенко В. Г., Верхоланцева В. О., Паляничка Н. О., Михайлов Є. В., Червоткіна О. О. Процеси і апарати. Механічні та гідромеханічні процеси. Київ: ПрофКнига, 2021. 468 с.
8. Indartono Y. S., Heriawan H., Kartika I. A. Innovative and flexible single screw press for the oil extraction of Calophyllum seeds. *Research in Agricultural Engineering*. 2019. Vol. 65. P. 91–97.
9. Mustruk M., Gudzenko M., Palamarchuk I., Vasylyv V., Slobodyanyuk N., Kuts A., Nychyk O., Salavor O., Bober A. Mathematical modeling of the oil extrusion process with pre-grinding of raw materials in a twin-screw extruder. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2020. Vol. 14. P. 937–944. <https://doi.org/10.5219/1436>.
10. 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. Вип. 101. С. 138–146.
11. Самойчук К. О., Самохвал В. А. Розробка міні-лінії для виготовлення паливних брикетів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2021. Вип. 21, т. 1. С. 152–159.
12. Самойчук К. О., Самохвал В. А. Характеристики використання брикетування в переробній промисловості. *Новації в технології та обладнанні готельно-ресторанних, харчових і переробних виробництв: міжнародна науково-практична інтернет-конференція, 24 листопада 2020 р.* : [матеріали конференції] Мелітополь : ТДАТУ, 2020. С. 182–184.
13. Choton S., Gupta N., Bandal J. D., Anjum N., Choudary A. Extrusion technology and its application in food processing: A review. *The Pharma Innovation Journal*. 2020. Vol. 9(2). P. 162-168. <https://doi.org/10.22271/tpi.2020.v9.i2d.4367>.
14. Фомич М. І. Технології та обладнання для виготовлення паливних брикетів. *Сільськогосподарські машини*. 2023. № 46. С. 53–59.



15. Antoniassi R., Wilhelm A. E., Reis S. L. R., Regis S. A., Faria-Machado A. F., Bizzo H. R. & Cenci S. A. Expeller pressing of passion fruit seed oil: Pressing efficiency and quality of oil. *Brazilian Journal of Food Technology*. 2022. Vol. 25. e 2021168. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.16821>.
16. Самохвал В. А., Самойчук К. О. Виготовлення паливних брикетів на пресі екструдерного типу. *Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: науково-практична конференція молодих учених (24 лютого 2023)*. Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. С. 11.
17. Гелетуша Г. Г., Железна Т. А., Драгнєв С. В. Аналіз можливостей виробництва та використання брикетів з агробіомаси в Україні. *Аналітична записка Біоенергетичної асоціації України № 20*, 2018. URL: <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-20-ua.pdf> (дата звернення 12.09.2024).
18. В. П. Пурдик Обґрунтування основних експлуатаційних параметрів обладнання для виробництва паливних брикетів. *Тези доповідей, на 12-му Міжнародному симпозиумі українських інженерів-механіків у Львові*. Львів, 2015. С. 73–74.
19. Самохвал В. А. Самойчук К. О., Підвищення ефективності виробництва паливних брикетів з оліє містких сировин в шнекових прес-екструдерах. *Раціональне використання енергії в техніці. TechEnergy 2023: Збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції (18-19 травня 2023 року) / Національний університет біоресурсів і природокористування України*. Київ, 2023. С. 56–59.
20. Самойчук К. О., Самохвал В. А., Дослідження ефективності роботи обладнання для інтенсифікації відтискання технічних олій в гвинтових прес-екструдерах для виготовлення паливних брикетів. *Праці ТДАТУ*. 2023. Вип. 13, т. 1. С. 1-16. <https://doi.org/10.31388/2220-8674-2023-1-16>.
21. Самойчук К. О., Самохвал В. А., Перспективи використання біопалива з рослинної сировини. *Інтеграційні та інноваційні напрями розвитку харчової індустрії: матеріали шостої міжнародної науково-практичної конференції «(3-4 листопада 2022 р)*. Черкаси, 2022 С. 158–161.
22. Fakayode O. & Ajav E. Development, testing and optimization of a screw press oil expeller for moringa (*Moringa oleifera*) seeds. *Agricultural Research*. 2019. Vol. 8. P. 102–115. <https://doi.org/10.1007/s40003-018-0342-6>.
23. Bălțatu C., Mateescu M., Anghelache D., Tăbărașu A. The importance of moisture in extracting oils from oilseeds. A review. *Annals of the Faculty of Engineering Hunedoara-International Journal of Engineering*. 2022. Vol. 2. P. 167–170.



24. Alonge A. F. Extraction of vegetable oils from agricultural materials: A review. *CIGR – International Commission of Agricultural and Biosystems Engineering*: In Proceedings of the 12th CIGR Section VI International Symposium. 2019. P. 1184–1206.

25. Gudzenko M. M., Vasylyv V. P., Mushtuk M. M., Zheplinska M. M., Palamarchuk I. P., Burova Z. A., Sarana V. V. Parameters of screw nozzles of twin-screw extruder-press on oil yield. *Animal Science and Food Technology*. 2021. Vol. 12(3). P. 5–17. <https://doi.org/10.31548/animal2021.03.001>.

Стаття надійшла до редакції 30.09.2024 р.

K. Samoichuk, V. Samokhval
Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University

**DETERMINATION OF QUANTITATIVE INDICATORS
OF SQUEEZING OF INDUSTRIAL OILS WHEN USING THE DEVICE
FOR FINAL FORMATION OF FUEL BRIQUETTES**

Summary

The analysis of the research showed that when using a multi-sectional device for the final formation of fuel briquettes from oil-containing raw materials, the quality of the finished product is significantly improved due to the controlled removal of industrial oils at certain stages of formation. Due to the design features of the device, the time spent by the raw material in the compressed state has increased, which in turn has also improved the quality of the final product. When applying this technology, the equipment has a much longer service life than its analogues, since there is a slight selection of oils at the stages with maximum friction and increases at the stages with minimal friction, due to which, as practice has shown, the service life of the equipment increases several times. This research is aimed at overcoming the problem of excessive oil content in the finished product, as this problem is faced by most fuel briquette producers who work with oil-containing waste from sunflower, flax, soybean, rapeseed and other crops. The main goal of our work is to improve the quality of finished products through controlled selection of oils and increase the time of raw materials in the compressed state, as well as reduce the cost of finished products without losing quality. When developing methods for solving this problem, the designs and patents of well-known screw-type press equipment were studied. In the new equipment, it was decided to make the inlet part of the die in the form of a cone with rotation protection ribs, which in turn contributed to better forming of different types of raw materials and reduced energy consumption of the process itself, and an increase in the ratio of the length of the set of sections to its diameter increases the pressure during briquette formation and better drainage of industrial oils. This equipment has proven itself in industrial conditions and is constantly being improved. When the device is used in conjunction with a screw extruder, the cost of the finished product is reduced in the range of 5...20%, depending on the type and structure of the raw material.

Key words: briquette, press, oils, molding, final forming device.