

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного



**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ  
АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

**Науковий вісник**

Таврійського державного агротехнологічного університету



*Випуск 13, том 1*

Електронне наукове фахове видання

Запоріжжя – 2023 р.

**УДК 60/68(08)**

**T 13**

Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету:  
електронне наукове фахове видання / ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М.  
Кюрчев. – Запоріжжя: ТДАТУ, 2023. – Вип. 13, том 1. – 516 с.

**ISSN 2220-8674**

Друкується за рішенням Вченої Ради ТДАТУ,  
Протокол № 10 від 21 квітня 2023 р.

Представлені результати наукових досліджень вчених у галузях галузевого машинобудування, енергетики, електротехніки, електромеханіки, харчових технологій, комп'ютерних наук та інформаційних технологій.

Видання призначене для наукових працівників, викладачів, інженерно-технічного персоналу і здобувачів вищої освіти, які спеціалізуються у відповідних або суміжних галузях науки та напрямках виробництва.

**Реферативні бази:** Crossref, Google Scholar, AGRIS, НБУ ім. В. І. Вернадського.

**Редакційна колегія:**

**Головний редактор**

Кюрчев В. М. чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

**Заступник головного редактора**

Надикто В. Т. – чл.-кор. НААН України, д.т.н., проф. (Україна)

Панченко А. І. – д.т.н., проф. (Україна)

**Відповідальний секретар**

Волошина А. А. – д.т.н., проф. (Україна)

**Технічний секретар**

Погорельцева Д. О. (Україна)

Євлаш В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Журавель Д. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Квітка С. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Кувачов В. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Кузнецов М. П. – д.т.н., с.н.с. (Україна)

Кюрчев С. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисенко В. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисенко О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Лисиченко М. Л. – д.т.н., проф. (Україна)

Ломейко О. П. – к.т.н., доц. (Україна)

Лубко Д. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Малкіна В. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Мацулевич О. Є. – к.т.н., доц. (Україна)

Мірошник О. О. – д.т.н., професор (Україна)

Паламарчук І. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Пилипенко Л. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Пріс О. П. – д.т.н., проф. (Україна)

Самойчук К. О. – д.т.н., проф. (Україна)

Сердюк М. Є. – д.т.н., проф. (Україна)

Сидоренко О. С. – к.т.н., доц. (Україна)

Скляр О. Г. – к.т.н., проф. (Україна)

Скляр Р. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Тітова О. А. – д.пед.н., проф. (Україна)

Холодник Ю. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Шоман О. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Ялпачик В. Ф. – д.т.н., проф. (Україна)

Beloev Hristo – Dr., professor (Bulgaria)

Ivanovs Semjons – PhD (Latvia)

Olt Jüri – PhD, professor (Eesti)

Pascuzzi Simone – Associate Professor (Italia)

Pavol Findura – PhD, professor (Slovakia)

Szafraniec Andrzej – Dr., professor (Poland)

Qawaqzeh Mohamed – PhD (Jordan)

Вершков О. О. – к.т.н., доц. (Україна)

Гавриленко Є. А. – д.т.н., проф. (Україна)

Галько С. В. – к.т.н., доц. (Україна)

Гнатушенко В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Гумен О. М. – д.т.н., проф. (Україна)

Дейниченко Г. В. – д.т.н., проф. (Україна)

Дідур В. В. – д.т.н., проф. (Україна)

**Відповідальний за випуск - к.т.н., професор Скляр О. Г.**

**Адреса редакції ТДАТУ:**

*Юридична:*

пр. Б. Хмельницького 18,  
м. Мелітополь, Запорізька обл.  
72312 Україна

*Фактична:*

вул. Жуковського, 66,  
м. Запоріжжя, Запорізька обл.  
69600, Україна

**ЗМІСТ****ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ**

- Кюрчев С. В., Самойчук К. О., Ломейко О. П.* 1  
Методика розрахунку експериментального зразка струминного гомогенізатора молока
- Волик Б. А., Теслюк Г. В., Коновий А. В., Лепеть Є. І.* 2  
Аналітичний огляд методів моделювання засобів механізації обробітку ґрунту
- Панченко А. І., Волошина А. А., Панченко І. А., Волошин А. А.* 3  
Вплив величини діаметрального зазору на кінематику руху внутрішнього ротора орбітального гідромотора
- Журавель Д. П., Бондар А. М.* 4  
Обґрунтування впливу системи очищення відпрацьованих робочих рідин на надійність гідравлічних систем
- Попов С. В., Семенов А. О., Євменов Р. Ю.* 5  
Експериментальне дослідження удосконаленої конструкції електропневмоклапану пневматичної системи автопоїзду-зерновозу
- Козаченко О. В., Сєдих К. В., Волковський О. М.* 6  
Теоретичний аналіз силової взаємодії дискового робочого органу з ґрунтовим середовищем
- Скляр О. Г., Скляр Р. В., Григоренко С. М.* 7  
Методика моделювання та оптимізації структури посівних площ
- Захаров А. В., Рибалко І. М., Тіхонов О. В., Сайчук О. В.* 8  
Дослідження зношуючої здатності ґрунтів та її вплив на довговічність робочих органів ґрунтообробних машин
- Дідур В. В., Петриченко Є. А., Новик О. Ю.* 9  
Ультразвук та його застосування в промисловості
- Кюрчев С. В., Верхоланцева В. О., Паляничка Н. О.* 10  
Ефект зберігання ягід після застосування холоду
- Комар А. С., Болтянський Б. В.* 11  
Конструктивно-технологічне вдосконалення вальцевих грануляторів з плоскою матрицею



- Пилипака С. Ф., Клендій М. Б., Драган А. П.* 12  
Моделювання та дослідження процесу транспортування сипучого матеріалу перевантажувальним патрубком гвинтового конвеєра
- Дідур В. В., В'юник О. В., Дашивець Г. І.* 13  
Аналіз методів очищення олії, віджатої з рослинної сировини
- Паляничка Н. О., Верхованцева В. О., Червоткіна О. О., Ковальов О. О.* 14  
Обґрунтування розробки лабораторної установки імпульсного гомогенізатора
- Ковальов О. О., Самойчук К. О., Фучаджи Н. О.* 15  
Методологія дослідження параметрів струминних гомогенізаторів молока
- Самохвал В. А., Самойчук К. О.* 16  
Дослідження ефективності роботи обладнання для інтенсифікації відтискання технічних олій в гвинтових прес-екструдерах для виготовлення паливних брикетів

## ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

- Сукманов В. О., Мулько І. С.* 17  
Дослідження реологічних та органолептичних властивостей курячих нагетсів з низьким вмістом хлориду натрію та додаванням яблука
- Кузьміна Т. О., Зубкова К. В., Стоянова О. В., Мамай О. І., Яковенко Т. О.* 18  
Розробка рецептури фруктових джемів для профілактичного харчування відповідно до вимог міжнародних стандартів
- Крижак Л. М., Семко Т. В., Іваніщева О. А.* 19  
Дослідження особливостей використання штамів пробіотиків у технології виробництва ферментованих м'ясних продуктів
- Болгова Н. В., Ільченко Н. О., Губа С. О., Соколенко В. В.* 20  
Аналіз технології виробництва твердого сиру з рослинними добавками



- Горач О. О.* 21  
Технологічне обладнання для заморожування плодово-ягідної продукції
- Дзюндзя О. В., Горач О. В., Резвих Н. І.* 22  
Технологічні процеси та обладнання для гомогенізації майонезу
- Мельник О. Ю., Мазуренко І. К., Степанова Т. М., Кошель О. Ю., Сабадаш С. М.* 23  
Особливості технології нового батончика желейного
- Priss O. P., Sukhenko V. Yu., Bulhakov P. O.* 24  
Asparagus dry soluble and insoluble matter during storage
- Ярмош Т. А., Перцевой Ф. В.* 25  
Аналіз використання волоського горіха у харчовій промисловості
- Губа С. О., Бабенко Б. В., Болгова Н. В., Соколенко В. В.* 26  
Дослідження рівня обізнаності молоді в питаннях впливу екологічної складової на безпеку харчової продукції
- Вареник А. С., Перцевой Ф. В.* 27  
Використання продуктів переробки конопель у виробництві кондитерських борошняних виробів
- Дзюндзя О. В., Погрібняк О. А.* 28  
Перспективи використання гарбуза у стравах для закладів ресторанного господарства
- Д. О. Майборода, О. О. Данченко, Л. М. Здоровцева, М. М. Данченко, Ю. В. Ніколаєва* 29  
Регулювання якості м'яса гусей біологічно активними сполуками вівса посівного
- Ф. В. Перцевой, Т. І. Фотіна, О. Ю. Кошель, Т. І. Маренкова* 30  
Розширення асортименту паштетів збагачених на культивовану грибку сировину при кейтеринговому обслуговуванні
- І. Л. Заморська* 31  
Вміст та форми вологи у заморожених ягодах суниці садової функціонального призначення



- Igor Mazurenko, Yunbo Li, Shao Zhengzheng, Yangui Xie* 32  
Flour and confectionery products for children. Requirements for quality and safety indicators

### **ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА**

- Попова І. О., Чаусов С. В.* 33  
Підвищення точності роботи мікропроцесорного пристрою захисту асинхронного двигуна

- Юрченко О. Ю., Барсукова Г. В.* 34  
Процес відновлення акумуляторної батареї комплексним підходом

- Волошин В. С., Азархов О. Ю.* 35  
Роль екосистеми «людина» в енергообміні на планеті

- Гулевський В. Б., Постол Ю. О., Мигуля В. В.* 36  
Перспективи застосування автоматизованого проектування систем очищення змащувально-охолоджувальних рідин

- Бабич М. І., Коробка С. В.* 37  
Методика обґрунтування параметрів турбіни та дериваційного каналу мікрогідроелектростанції для умов гірської річки

- Радько І. П., Наливайко В. А., Окушко О. В.* 38  
Застосування методів енергозбереження у виробничій діяльності як інструмент підвищення енергоефективності

- Боярчук В. М., Коробка С. В., Стукалець І. Г., Бабич М. І., Сиротюк С. В.* 39  
Методика дослідження ефективності електрохімічного акумулювання електроенергії

- Юрченко О. Ю., Барсукова Г. В.* 40  
Використання імпульсного електричного поля як спосіб покращення показників якості насіння

### **КОМП'ЮТЕРНІ НАУКИ**

- Холодняк Ю. В., Гавриленко Є. А., Зінов'єва О. Г.* 41  
Розробка алгоритму моделювання кривих з заданими властивостями



- Лубко Д. В., Зінов'єва О. Г.* 42  
Проектування імітаційної моделі роботи зернового збирально-транспортного комплексу
- Сіциліцин Ю. О.* 43  
Використання AWS і Heroku для розробки паралельних і розподілених додатків в університетських лабораторіях



УДК 662.636:662.81

В. А. Самохвал,

ORCID: 0000-0001-5539-3647

К. О. Самойчук, д.т.н., проф.

ORCID: 0000-0002-3423-3510

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного*

e-mail: kyrylo.samoichuk@tsatu.edu.ua, тел.: 097-880-54-85

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВІДТИСКАННЯ ТЕХНІЧНИХ ОЛІЙ В ГВИНТОВИХ ПРЕС-ЕКСТРУДЕРАХ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ БРИКЕТІВ**

*Анотація.* Актуальність дослідження зумовлена проблемою надмірного вмісту технічних олій в паливних брикетах які виготовлялись з оліємістких сировин, що впливає в значній мірі як на якість брикету так і на екологічні показники. Ця проблема характерна для різних видів конструкцій шнекових пресів для виготовлення паливних брикетів. У зв'язку з цим дане дослідження направлено на знаходження найбільш оптимальних методів виготовлення паливних брикетів на пресах даного типу та розробці і вдосконаленню їх конструкції з метою підняття якості готової продукції. Одними із головних видів для знаходження оптимального вирішення даної проблеми є, емпіричні методи дослідження, за допомогою яких проаналізовано методи та способи удосконалення та здійснена розробка більш інноваційного обладнання для виготовлення паливних брикетів з оліємісткої рослинної сировини. В роботі по вирішенню даної проблеми, проаналізовано особливості відомих конструкцій обладнання шнекового типу для виготовлення паливних брикетів з олієвмісної сировини, та обґрунтовано необхідність розроблення нових формуючих та дожимних робочих органів.

*Ключові слова:* виробництво брикетів, прес, геометричні параметри, формуючі насадки, вихід олії

*Постановка проблеми.* Більшість паливних брикетів в промисловості виробляється на великих промислових підприємствах із використанням різних видів пресового обладнання, значний відсоток якого складають шнекові прес-екструдери [1]. У нашій місцевості переважає сільське господарство яке направлене на вирощування таких культур як соняшник, соя, льон, рапс, коріандр, відходи яких гарно





підходять для виготовлення паливних брикетів. В сучасних економічних умовах величезне значення при будь-якому виробництві відіграє правильно обрана технологія переробки той чи іншої сировини а також підбір оптимального обладнання, це також відноситься і до пресового обладнання при виготовленні паливних брикетів. Так сільськогосподарські підприємства, які мають напрямок по виготовленню паливних брикетів з відходів оліє містких рослин все частіше застосовують механічний спосіб виготовлення продукції за допомогою шнекових прес-екструдерів [2], так як їх конструкція найбільш підходить для даного виду сировини та дає змогу частково відділяти технічні олії при формуванні брикету.

Процес виготовлення паливних брикетів з олієвмісної сировини, включає в себе процес відтискання технічної олії та є однією з важливих операцій при їх виробництві, від якої залежить якість продукції та її екологічні показники. В більшості випадків, при виготовленні паливних брикетів, відділення технічної олії здійснюють з попередньо підготовленого відходу олійних культур. Також застосовуються більш спрощені технологічних схеми, де весь процес виготовлення паливних брикетів виконує один прес. Преса діляться за типами конструкцій, використовуються як одно шнекові так і багато шнекові. Вони найчастіше використовуються в сільськогосподарських переробних підприємствах по виготовленню паливних брикетів з оліємістких культур. Даний тип пресового обладнання має велику популярність завдяки невеликій собівартості та можливості переобладнати екструдери під будь-які вимоги промисловості [3] шнекові преси для виготовлення паливних брикетів мають доволі просту конструкцію, та дуже прості в обслуговуванні, для їх обслуговування не потрібні висококваліфіковані технічні спеціалісти, а самі преси легко адаптувати під різні види сировини.

На даний час, головною митою при розробці нового пресового обладнання, є створення універсальних машин які б могли працювати з широким спектром сировини, мали мінімальні затрати енергоресурсів та були легкі в обслуговуванні та при цих всіх показниках мали гарний ресурс, та невелику собівартість. Для переналаштування роботи пресів даного типу з однієї сировини на іншу передбачають заміну окремих його деталей (шнеків, камер, вихідних насадок, матриць, органу остаточного формування, тощо) та налаштування окремих технологічних параметрів самого процесу під конкретний вид сировини, її вологість, структуру. У зв'язку з цим існує багато різноманітних пропозицій по удосконаленню – шнекового обладнання. Деякі пропозиції, частково або повністю реалізовані у вигляді серійних пресових агрегатів або окремих вузлів. Також розглядаються різні види оптимізації, при виконання тих чи інших процесів процесів.



В сфері виготовлення паливних брикетів з відходів сільського господарства, шнекове обладнання постійно вдосконалюють, головною метою є отримати обладнання яке давало конкуренто спроможну продукцію, та мало не великі енерговитрати на процес пресування. Одним з основних напрямків при розвитку пресового обладнання для виготовлення паливних брикетів є також удосконалення технологічного процесу шляхом одночасної дії різних фізико-механічних факторів на сировину. Конструктивні особливості шнекового обладнання передбачають в собі поєднання багатьох процесів в одному пресі, до яких відносять, подрібнення сировини, нагрівання з одночасним стискання, віджим технічних олій та формування брикету.

*Аналіз останніх досліджень.* Більшість наукових досліджень з теми виготовлення паливних брикетів з рослинної сировини направлені на вивчення процесу взаємодії стану підготовки різних видів сировини з конструктивно-технологічними даними пресового обладнання [4]. Вони направлені на вдосконалення існуючого пресового обладнання та розробку нового більш інноваційного. На сьогоднішній день, в зв'язку з глобальним підвищенням цін на енергоносії швидко розвивається напрямок – виготовлення паливних брикетів з оліємістких відходів сільського господарства, що несе за собою постійний розвиток та удосконалення пресів здатних виготовляти паливні брикети та одночасно відтискати технічні олії. При цьому досліджено такі напрямки робіт: оптимізація технічного процесу виготовлення паливних брикетів з одночасним відтискання технічної олії; удосконалення конструкції пресового обладнання; підготовка сировини. Значна кількість досліджень спирається на досвіді та інтуїції виробників і операторів пресів. Хоча шнекове обладнання використовується уже багато років в різних сферах, але в даному напрямку промисловості мало розробок здатних працювати з широким спектром оліємістких сировин та поєднувати всі потрібні показники в одному пресі.

Якість готової продукції в значній мірі залежать від різних факторів, а тобто: роду та властивостей сировини, температури в робочих камерах та формуючому пристрої, вологості сировини, величина подачі та ступінь заповнення шнеків, їх форма та швидкість обертання ступінь піджиму регулюючої частини, від пристрою остаточного формування [5]. Оптимальний рівень вологості при виготовленні паливних брикетів з оліємістких сировин має рівень від 5 до 12% а температури в формуючій камері від 60 до 80°C при чому відділення технічних олій при виході з даного інтервалу, різко знижується.

Також при формуванні брикету великий вплив має вологість



сировини, при надмірній вологості, відділення технічної олії стає гіршим а сам брикет за рахунок пароутворення стає крихким [6]. На дослідах було визначено та підтверджено, що і занадто низький вміст вологи, до 5% у олієвмісній сировині погано впливає на процес виготовлення брикетів, а саме значно підвищує тиск та нагрів у пресовому обладнанні за рахунок великої жорсткості сировини. Досліди показали, що відхилення від оптимальної вологості погано впливає на якість готової продукції так як відбувається перегрів як шнекового обладнання так сировини, та різко падає показник відділення технічної олії [8].

При формуванні брикету з оліємісткої сировини велику роль відіграє час перебування сировини в пресі, збільшення якого дає змогу краще стиснути сировину, яка формуватиметься брикет, та відділити більший процент технічних олій. Є багато досліджень де змінюють тільки види шнеків та їхню довжину, з деяких з них ми бачим що при збільшенні довжини шнеку та від розміщення більшої кількості між ними компресійних затворів для розриву потоку олієвмісної сировини перед кожною стискувальною насадкою дає непоганий результат. Відтискання технічної олії тут присутнє лише в компресійних секціях, при цьому брикет виходить гарної якості і з меншим вмістом олій. Також при формуванні брикету велику роль відіграє час перебування брикету в органі остаточного формування[7].

З проведеного аналізу літератури та різноманітних наукових праць, бачимо, що для виготовлення паливних брикетів з оліємісткої сировини велику увагу інженерів привертає реалізація додаткових проміжних видів дотискання олійної сировини та збільшення часу її проходження. Поміж винаходів та ідей, часто пропонуються доволі складні в своєму виконанні та обслуговуванні конструкції [8], а відповідно, і кінцева вартість виробу на такому обладнанні буде завищеною. Деякі розробки не враховують тих факторів [9] що сировина може бути не однорідною і перелаштовувати кожного разу обладнання не зручно. Наприклад преси з занадто збільшеною довжиною валу часто перегріваються при роботі з сировиною вологість якої до 5% або з сировиною з меншим вмістом олії, також часто в пресах застосовують швидко змінні вали з однієї сторони це скорочує час зміни шнеків а з іншої, доказано на практиці, значно зменшує ресурс робочих органів.

*Формулювання мети статті.* Визначення тенденції розвитку та вдосконалення відомих конструкцій робочих органів шнекового обладнання за допомогою аналізу сучасних наукових праць та патентів. Головним завданням даної роботи було запропонувати власну розробку, при застосуванні якої було можливо працювати з більшістю оліємістких сировин та підвищити показники відтискання технічних



олій при формуванні брикету, при мінімальних затратах енергії.

*Основна частина.* Експериментальні дослідження проводились на шнековому прес-екструдері для виготовлення паливних брикетів патент [11]. Основна технічна характеристика серійного прес-екструдера приведена в таблиці 1.

*Таблиця 1*

Технічна характеристика прес-екструдера для виготовлення паливних брикетів.

| Показник                                                   | Величина |
|------------------------------------------------------------|----------|
| Продуктивність (по насінню соняшника необрушеного), кг/год | 120-150  |
| Встановлена потужність, кВт                                | 11       |
| Споживана потужність, кВт                                  | до 7,5   |
| Потужність електродвигуна, кВт                             | 11       |
| Температура нагріву корпусів (залежно від сировини), °С    | до 80    |
| Частота обертання валів, об/хв                             | 70-85    |

З метою дослідження, виготовлення паливних брикетів з оліємісткої сировини з одночасним віджимом технічних олій, було розроблено прес-екструдер здатний працювати з різними видами оліємісткої сировини, та було впроваджено в виробництво де в виробничих умовах були проведені наступні експериментальні дослідження, які склалися з декількох етапів. Перший етап розроблено та проведено досліди та налаштування органу остаточного формування брикету, другий етап досліджень був зосередженим на знаходженні найбільш оптимального рівня температури під час формування брикету при якій був би максимальний відбір технічних олій. В даній роботі досліджували розроблений пристрій остаточного формування брикету який відразу вирішував декілька основних проблем, які виникають при виготовленні паливних брикетів з оліємісткого матеріалу.

Пристрій остаточного формування представляє собою трубу що складається із секцій труб та має систему охолодження кожної із труб, які в свою чергу мають фаски на внутрішній поверхні в місцях з'єднання секцій труб між собою для кращого відбору технічних олій.

Така система органу остаточного формування за допомогою постійної зміни тиску на шляху формування брикету дає змогу добитися щоб відтискання олії відбувалося виключно на оптимальному етапі формування брикету а також контролювати робочу температуру пресу. Випробування показали що при більш маслянистій сировині потрібно збільшувати відбір олії з перших секцій а менш маслянистій по всій ділянці але в малих кількостях. У деяких

конструкціях промислових шнекових пресів для виготовлення паливних брикетів, в набір робочих органів додають спеціальне кільце, яке в свою чергу розпушує сировину та робить бiль пластичною. При проходженні сировини через кільце воно сповільнює потiк i збiльшує промiжнi зсувнi зусилля в зонi перед ним. Якщо цього не зробити, то брикет з оліємісткої сировини виходить крихким.



а)



б)

а) вигляд експериментального прес-екструдера з системою охолодження; б) фрагмент робочих органів, до складу яких увійшли розроблений орган остаточного формування брикету з системою контролю температури та відбору технічних олій

Рисунок 1. Фрагменти робочих органів двогвинтового прес-екструдера

В конструкції даного прес-екструдера заклали здатність регулювати тиск зміною зазору між торцевою поверхнею передуючого шнека і входною частиною дожимної камери, для чого остання виконана з можливістю осьового зсуву за допомогою різьбового з'єднання та фіксується від переміщення в процесі роботи преса фіксатором. Проходячи через зазор між торцевою поверхнею пресуючого шнека і входною частиною дожимної камери оліємiстка сировини проходить додаткове стискання. При цьому щiльнiсть сировини значно зростає, тиск и температура – збiльшується. Щоб сировини та сам пес не перегрiвались для охолодження застосовується охолоджувальний пристрiй, який дає можливість контролювати



температуру в зоні стискання та формування брикету для унеможливлення пароутворення в середині брикету, що призводить до додаткового підвищення щільності готового виробу

Вимірювання частоти обертання валів проводили цифровим тахометром UNI-T UT-372. Температуру брикету та робочих органів вимірювали інфрачервоним пірометром GM320. Управління приводом та системою охолодження здійснювали з пульта управління, який виконаний окремим блоком. При експерименті замірювали робочу температуру на камері дожиму та на органі остаточного формування, продуктивність та віджим олії, струм споживаний електродвигуном, та показник напруги кожної із трьох фаз живлення.

Для експерименту використовували відходи соняшнику з вмістом насіння в розмірі 20% та вологістю сировини 9%. Сировина подавалась рівномірним потоком за допомогою дозатору в заздалегідь розігрітий прес.

Щоб процес був найбільш наближений до виробничих умов всі заміри робилися після виходу обладнання на робочий режим і не переривалося до кінця експерименту. Усі заміри робили за контрольну одиницю часу 30 хв. За цей період часу брикети та олія, що виходили з прес-екструдера збиралася у ємкості, які потім проходили зважування на електронних вагах. Вихід олії вираховували на основі рівняння (1):

$$W_0 = \frac{m m_m}{m m_o} \cdot 100, \quad (1)$$

де  $V_o$  – вихід олії, %;

$m_o$  – маса віджатої олії, кг;

$m_m$  – маса паливних брикетів, кг.

Кожен замір повторювали по п'ять разів а потім визначали середнє значення.

З проведеного аналізу відомої літератури та патентів по напрямку – виготовлення паливних брикетів з оліємісткої сировини було поставлено задачу - розробити прес-екструдер здатний працювати з більшістю оліємістких сировин та поєднати в собі такі функції як, виготовлення паливних брикетів, з контролем температури формування та віджим технічних олій, за рахунок введення нових робочих органів, які створюють проміжний відбір олії з сировини по всій довжині формування брикету.

Фізична суть любого прес-екструдера полягає в загально прийнятих твердженнях які закріплені практикою, та показує що для виготовлення паливних брикеті гарної якості та одночасного віджиму технічних олій потрібен високий тиск. Для досягнення високого тиску потрібно створити умови, коли сировина чинитиме контрольований



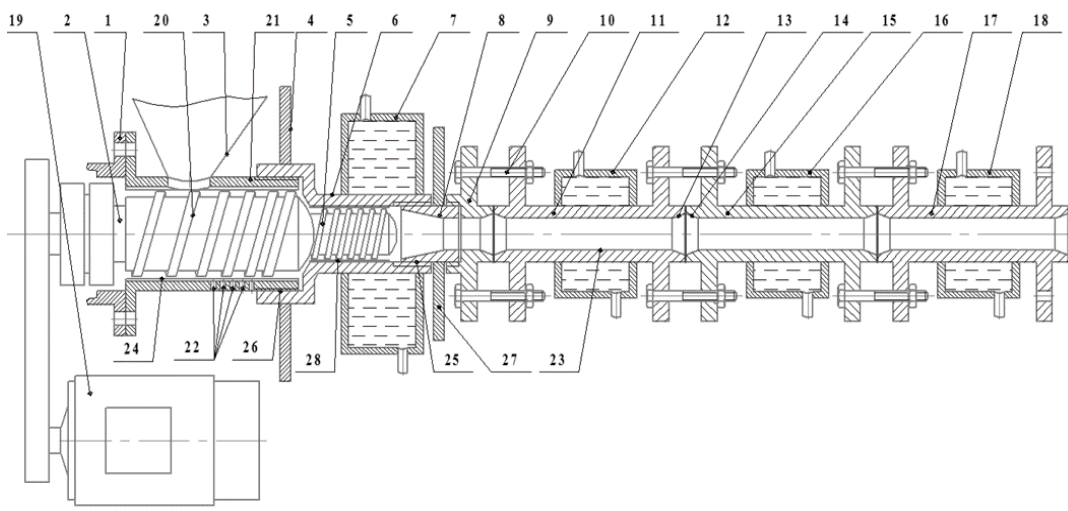
опір шнекам, який не буде перевищувати граничний, при якому прес не здатний протиснути сировину, що може привести до заклинювання пресу. При формуванні брикету [10]. важливу роль також відіграє час перебування сировини в формуючому пристрої де матеріал піддається стисканню, чим більше тиск і чим більше час перебування сировини тим краще якість брикету та більша кількість віджатої технічної олії. Але збільшуючи час, протягом якого матеріал піддається ущільненню, ми створюємо умови для додаткового нагрівання, що теж слід враховувати.

При розробці обладнання ми обладнали частини пресу які піддаються найбільшому нагріву пристроями охолодження, за допомогою яких можливо тримати потрібну нам температуру, також врахували те що різні види сировини мають різну пластичність та різний вміст олії місткої частки. Щоб відрегулювати прес під певну пластичність сировини та мати оптимальне стискання сировини врахували регулювання зазору між торцевою поверхнею пресуючого шнека та вхідною частиною дожимної камери, для чого остання виконана з можливістю осьового зсуву за допомогою різьбового з'єднання та фіксується від переміщення в процесі роботи преса фіксатором. Сировина проходячи через зазор між торцевою поверхнею пресуючого шнека і вхідною частиною дожимної камери має контрольоване стискання. При цьому щільність сировини значно зростає, тиск и температура – збільшується.

Одним із важливих моментів інтенсифікації відтискання олії при виготовленні паливних брикетів з оліємісткої сировини є пристрій остаточного формування брикету здатний одночасно відбирати олії. конструкція робочих органів зображено на (рис. 2) [11].

Процес інтенсифікації відтискання олії у зоні дії кожної з насадок насадок здійснюється наступним чином. Шнеками олієвісна сировина примусово переміщається вздовж валу у зону дії першої ступені стискання де частина сировини отримує опір між торцевою частиною присуючого шнека та вхідною стінкою камери дожиму, та протискується у камеру дожиму яка в свою чергу має конічну форму, далі сировина втискується в матрицю де проходить перша стадія формування форми брикету [11].

У цьому просторі олієвісний матеріал зазнає дії інтенсивного стиснення. На цій стадії частина олії виділяється з зжатої сировини та виходить через конічні отвори камери, далі частково сформована сировина потрапляє в пристрій остаточного формування брикету та відбору олії.



1 – підшипниковий вузол; 2 – вал приводу; 3 – бункер; 4 – фіксатор; 5, 20 – шнек; 6 – камера дожиму; 7, 12, 16, 18 – сорочка охолодження; 8 – матриця; 9 – пристрій остаточного формування; 10 – болт; 11, 15, 17 – секції труб; 13, 14 – масло згінні фаски; 19 – електродвигун; 21 – пресуюча камера; 22 – отвори для відводу масла; 23 – труба; 24, 28 внутрішні ребра; 25, 26 – різьбове з'єднання; 27 – рукоятка

Рисунок 2. Схема шнекового прес-екструдера для отримання паливних брикетів з пристроєм остаточного формування.

Який складається з набору насадок кожна з яких обладнана масло згінними канавками та частина з яких обладнана сорочками охолодження. Дослідження показали оптимальною температурою при виготовленні паливних брикетів з оліємісткого матеріалу є температура від 65С до 80С. При даному інтервалі температур виділяється найбільша кількість технічної олії а сам брикет має найкращу якість. При зміні кількості насадок в пристрої остаточного формування міняється і тиск як на поверхні шнеків так зонах формування, при цьому збільшується кількість віджатої олії. В залежності від роду сировини та її структури підбирається кількість насадок, та регулюється розмір відкриття каналів для відбору олій на тій чи іншій секції.

Важливими технологічними та конструктивними параметрами що мають вплив на ефективну роботу прес-екструдера для виготовлення паливних брикетів з олієвмісної сировини, є розміри: температури нагріву робочої зони та зони формування, швидкість обертання шнеків, вид матриці та зазор в ній, кількість насадок остаточного формування. З метою отримати найкращу якість брикету та збільшити кількість виходу олії проведені поетапні дослідження при різних цих величинах. Дані занесені в таблицю 2.





Таблиця 2

## Кількісні показники пресів.

| Кількість насадок                                        | 1   | 2   | 3   | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    |
|----------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| Довжина пристрою остаточного формування, мм              | 245 | 445 | 690 | 935 | 1180 | 1425 | 1670 | 1915 | 2160 |
| Кількість технічної олії при виготовленні 100кг. брикету | 0,8 | 1,8 | 2,8 | 3,6 | 4,1  | 4,8  | 5,2  | 5,6  | 5,2  |
| Температура формуючого органу °С                         | 44  | 48  | 54  | 65  | 72   | 76   | 78   | 82   | 95   |

При порівнянні якості брикету та кількості віджатої олії, бачимо, що при застосуванні пристрою остаточного формування, який складається з набору окремих насадок величина ступеню стискання збільшується з наростанням при додаванні кожної наступної насадки та зменшується в місцях відбору олії, постійна контрольована зміна тиску дає змогу відібрати максимальну [12] кількість технічної олії з брикету. Для більш інтенсивного відбору олії другу по черзі насадку робимо коротше ніж інших так як на даному етапі формування брикету відбувається найбільше виділення олії. З досліджень бачимо що оптимальні оберти шнеків складають від 70 до 85 об/хв.

Спираючись на отримані результати дослідів ми бачимо ефективність застосування розробленого пристрою остаточного формування. Адже з застосуванням його вихід технічної олії при різних температурах значно збільшився. Досліди показали що найбільший вихід олії та найкращу якість брикету ми отримали після встановлення 8 насадок, а після встановлення 9 насадки тиск став критичним при цьому почало зменшуватися відділення олії, почав відбуватися перегрів пресу, та значно зросло навантаження на електродвигун.

В роботах по дослідженню прес-екструдерів для виготовлення паливних брикетів з олієвмістної сировини зазначається, що покращення виходу олії відбувалося завдяки примусовому збільшенню ступеня заповнення всередині шнекового преса, при чому збільшується тиск, та одночасного збільшення перебування сировини в пресі. В пресах де відбір олії відбувається тальки через відвідні отвори в зеєрній камері при занадто великій подачі маслянистих відходів часто відбувається блокування модулю фільтрації зеєрної камери та матриці твердими частинками сировини, що сприяє до закупорювання



олієвідвідних отворів, чого нема при використанні пристрою остаточного формування з функцією відбору олії.

Оскільки шнековий прес є закритою системою, для повного розуміння процесів під час формування брикету, застосовують комп'ютерне моделювання всіх процесів що відбуваються в пресі, що значно об'єднує та пришвидшує виготовлення експериментальних одиниць обладнання.

*Висновки.* З аналізу процесів при виготовленні паливних брикетів з оліємісткої сировини з одночасним відділенням технічних олій, принципів дії та конструкцій зарубіжного та вітчизняного пресового обладнання та оцінки їх взаємодії з різними видами сировини, отримали результати, які розширюють пізнання процесів та технічних особливостей використання шнекових пресів для виготовлення паливних брикетів з відходів оліє містких сировин. Розробили обладнання та провели експериментальні дослідження, якими підтвердили що вихід олії з оліє містких відходів залежить від таких факторів, ступеня стискання, який обумовлений геометричними параметрами конструкції шнеків та камер, часу перебування сировини в пресі, кількості секцій пристрою остаточного формування та температури. Експериментальним шляхом підтверджено що при поетапному відборі олії в пристрої остаточного формування через масло збірні канавки, вихід олії значно збільшився. Дані дослідження та розроблене обладнання найбільш актуальним є для власників аграрних підприємств які вирощують такі культури як соняшник, льон, сою, коріандр та інші оліє місткі культури, відходи яких гарно підходять для виготовлення паливних брикетів та одночасного виробництва технічної олії. Після встановлення даного обладнання, можна отримати додатково до 45кг технічної олії з кожної переробленої тони сировини. А з перерахунку на виробничу потужність підприємства в сотнях тон, буде значний приріст прибутку так як середня вартість технічної олії на сьогоднішній день сягає 27000гр/т, а тобто з кожних перероблених 100т сировини дохід на технічній олії складатиме 121700гр. На основі отриманих результатів бачимо що у розробленого обладнання гарні перспективи, так як з постійним ростом цін на енергоносії, направлення виготовлення паливних брикетів швидко розвивається, а так як в нашому регіоні переважає сільське господарство де вирощують велику частку оліє містких рослин то і оліє містких відходів дуже багато, при роботі з якими дане обладнання показало гарні результати.

Список використаних джерел.

1. Адаменко О, Височанський В., Лютко В., Михайлов М. 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. № 3(17). С. 15–22.

3. 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>.

4. 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*. 2018. Вип. 190 «Механізація сільськогосподарського виробництва». С. 192–202.

5. Bogaert 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. Vol. 27. article number 65. 2020. <https://doi.org/10.1051/oc/2020060>.

6. 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.

7. Бойко В. С., Самойчук К. О., Тарасенко В. Г., Верхованцева 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., Гособський Р. Р., Мотіль І. М. Дослідження процесу формування паливних брикетів із рослинної сировини та визначення їх характеристик. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2013. Т. 11. С. 138–146.

11. Шнековий прес-екструдер для отримання брикетів: пат. 127064, Україна, МПК 2022.05, а 202007249: заявл.



13.11.2020: опубл. 30.03.2023, Бюл. № 13.

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. Мелітополь, 2020. С. 182–184.

Стаття надійшла до редакції 21.04.2023 р.

**V. Samokhval, K. Samoichuk**  
**Dmytro Motorny Tavria state agrotechnological university**

**STUDY OF THE EFFICIENCY OF EQUIPMENT FOR  
INTENSIFICATION OF SQUEEZING OF INDUSTRIAL OILS IN SCREW  
PRESS EXTRUDERS FOR THE MANUFACTURE OF FUEL BRIQUETTES**

*Summary*

The article is formulated relevance of the study is due to the problem of excessive content of industrial oils in fuel briquettes made from oil-containing raw materials, which significantly affects both the quality of the briquette and environmental performance. This problem is typical for different types of screw press designs for the production of fuel briquettes. In this regard, this study aims to find the most optimal methods for manufacturing fuel briquettes on presses of this type and to develop and improve their design in order to improve the quality of finished products. One of the main types for finding the optimal solution to this problem is empirical research methods, which analyze the methods and ways to improve and develop more innovative equipment for the manufacture of fuel briquettes from oil-containing plant material. In order to solve this problem, the features of the known designs of screw-type equipment for the manufacture of fuel briquettes from oil-containing raw materials were analyzed, and the need to develop new forming and pressing working bodies was substantiated. Experiments with the developed new working bodies were carried out. These bodies make it possible to create a controlled process of compression and separation of oils from oil-containing raw materials at each stage of briquette formation. Depending on the number of pressing nozzles, the cycles of compression and oil separation can be repeated many times. The use of the developed nozzles significantly increased the degree of pressure build-up over the entire area from the grinding of the curd to the final formation of the briquette. Due to this, the quality of finished products has improved and the range of raw materials has expanded, as well as the yield of technical oils used for the manufacture of paints, the price of which is several times higher than the briquettes themselves, which means that the companies that will improve their extruders with these working bodies will also increase their profits rameters, molding nozzles, oil yield

**Key words:** briquette production, press, geometric parameters, molding nozzles, oil yield.

Електронне наукове фахове видання

**Науковий вісник**  
Таврійського державного агротехнологічного університету

Випуск 13, том 1.

Відповідальний за випуск – к.т.н., професор Скляр О. Г.

Комп'ютерна верстка: Комар А. С.

Підписано до друку 22 квітня 2023 р.  
Друкарня ТДАТУ  
26,76 умов. друк. арк.