



УДК 663.058.4

РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ ДРОБИЛЬНО-СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТУ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПЕЛЕТ

Чуйко Сергій Леонідович*, аспірант
Вінницький національний аграрний університет

S. Chuiko, postgraduate
Vinnytsia National Agrarian University

У статті розглянуто технологію виробництва твердопаливних гранул на основі рослинної сировини. Розроблено принципову схему дробильно-сушильного агрегату, в якому реалізується комбінована термомеханічна обробка сировини, за рахунок введення в систему теплогенератора та активного вібруючого дека, що забезпечує процес високоактивного сушіння та подрібнення оброблюваного матеріалу за умови мінімізації питомих енерговитрат на його обробку.

Ключові слова: дробильно-сушильний агрегат, комплексний вплив, пелети, мінімізація питомих енерговитрат.

Табл. 1. Рис. 3. Літ. 6.

1. Вступ

Розвиток біоенергетики пов'язаний з постійним зростанням цін на невідновлювальні види енергоресурсів. Світовий ринок виробництва біопалива постійно розвивається завдяки державним програмам з розвитку біоенергетики. У найближчі десятиліття внесок біоенергетики в світове виробництво палива та енергії буде постійно підвищуватися [1].

Головна перевага біоенергетики в порівнянні з традиційними способами отримання енергії полягає у можливості утилізації відходів та викидів вуглекислого газу в атмосферу, що призводить до поліпшення екологічної обстановки [2].

В даний час біомаса переважно використовується у вигляді твердого палива (дров, тирси, тріски, паливних гранул і пелет), що заміщає вуглеводневу сировину в котлах, котельнях, тепло- та електростанціях. При використанні деревного палива не потрібно серйозних модифікацій технологічного обладнання для спалювання твердопаливних гранул, при цьому викиди шкідливих речовин в навколишнє середовище значно знижуються. Максимальна тепловіддача досягається при спалюванні гранульованої та спресованої сировини.

2. Постановка проблеми

Одними з ключових ланок у технологічному циклі виробництва пелет є процес подрібнення сировини та її подальша теплова обробка. Здрібнення крупнокускових матеріалів до розмірів не більше 25×25×2 мм здійснюється внаслідок застосування молоткових дробарок решітчастого типу, що дозволяє значно інтенсифікувати послідовуючу технологічну операцію сушіння, яка реалізується в сушарках барабанного або стрічкового типу. Для отримання високоякісних пелет необхідно використовувати сировину з вологістю 8-12% [3, 4]. За умови збільшеної вологості оброблюваного матеріалу, понад 15 %, отримана продукція не матиме цілісної структури, що зумовлено її низькою технологічною придатністю в процесі гранулювання.

Означена постадійна обробка сировини є найбільш енергоємною у загальному циклі виробництва пелет та відіграє ключову роль в оптимізації як технологічних режимів роботи лінії так і забезпечення якісних показників вихідної продукції [5, 6].

Зростаючий попит на використання альтернативних енергоносіїв, зокрема на паливні гранули, важливість попередньої термомеханічної обробки рослинної сировини, як для споживчих показників так і для зменшення собівартості продукції зумовлює **актуальність** даних досліджень.

**Науковий керівник: Янович Віталій Петрович, д.т.н., доц.*

V. Yanovych, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor



3. Мета роботи

Метою даної роботи є удосконалення технологічного циклу по виробництву пелет шляхом розробки енергоефективного дробильно-сушильного агрегату для комплексної реалізації процесів подрібнення та сушіння рослинної сировини означеного виробництва.

4. Викладення основного матеріалу

У більшості випадків матеріалом для виробництва пелет є відходи деревообробки - тирса та стружка з невеликими вкрапленнями крупнокускового матеріалу, який може бути використаний без подальшого доопрацювання. Вище означений вид сировини необхідно розділяти на фракції. Велику фракцію відокремлюють за допомогою дисковидного сепаратора та направляють на подрібнення у рубильну машину тоді, як дрібну – направляють на сушку. Подрібнена фракція подається в сушильний комплекс за допомогою стрічкового транспортера.

Для безпечного, рівномірного зменшення вологості сировини використовують сушильну камеру барабанного типу, за умови врахування оптимальних витрат енергії. Проходячи бункер-накопичувач сушильної установки, сировина подається за рахунок скребкового транспортера, звідки за тяги циклона рівномірно розподіляється в сушильній камері. Оброблюваний матеріал, який складається з тирси, стружки та дрібної тріски переміщуючись вздовж сушильної камери значно зменшує свою вологість до 10%, що забезпечує в подальшому його якісне пресування. Вхідна вологість сировини сягає близько 45-65%, в іншому випадку процес сушіння не буде забезпечувати необхідних параметрів, як за якісними так і кількісним показникам.

Роботу сушильної камери забезпечує теплоагент у вигляді топкових газів, вироблених теплогенератором. З котла гарячі гази надходять до камери теплогенератора де, змішуючись з киснем, гази зменшують свою температуру до 280-360°C та потрапляють в іскрогасник, а потім в сушильну камеру. Взаємодіючи з вологою сировиною у сушильній камері, сухі гази вбирають вологу і на виході з сушарки за допомогою циклона видаляються в атмосферу. На вході в сушильну камеру поміщають аварійну заслінку та іскрогасник, щоб не було можливості попадання іскор і виникнення пожежонебезпечної ситуації. При необхідності потік гарячих газів відсікається від камери і надходить в атмосферу. На виході з сушильної камери розміщують дозуючий пристрій, що забезпечує надходження сухої сировини на молоткову дробарку, яка забезпечує доведення розмірів деревної фракції до необхідних розмірів.

Подрібнивши сировину до необхідних розмірів, сировину меншим циклоном подають у бункер-гранулятора. Кондиційна сировина з бункера-гранулятора безпосередньо надходить у дозатор гранулятора, де за допомогою парогенератора реалізується процес гомогенізації оброблюваного матеріалу. Гостра пара сприяє розм'якшенню сировини і, як наслідок, поліпшує процес гранулювання, зменшує знос матриці та пресуючих роликів.

Процес формування продукції, переважно, реалізується внаслідок механічної взаємодії валків та матриці, діаметр отворів якої визначає товщину гранул від 6 до 8 мм, довжина останніх в залежності від установки обрізного ножа становить 15-20 мм. На виході з прес-форми температура готової продукції досягає до 110 °C в залежності від типу сировини та вибраного оператором режиму роботи.

Отримана продукція подається в охолоджувач, де набуває температури навколишнього середовища + 10 ° C, збільшуючи при цьому власну механічну міцність. Одночасно з цим, в охолоджувачі на віброситі відсіюється недеформована сировина, яка повертатися для повторного пресування або використовуватися як паливо у твердопаливній печі сушильного комплексу, а сформовані і охолоджені гранули надходять на ваги-дозатор, фасуються та відправляються на склад готової продукції.

На основі проведеного аналізу технологічних аспектів виробництва твердопаливних гранул, за допомогою програмного середовища 3D-КОМПАС було спроектовано технологічний комплекс по виробництву пелет (рис. 1).

Для досягнення поставленої мети дослідження було запропоновано принципову схему дробильно-сушильного агрегату (рис. 2), в якому реалізується комбінована термомеханічна обробка рослинної сировини, за рахунок введення в систему теплогенератора та активного віброуючого дека, що забезпечує процес високоактивного сушіння та подрібнення оброблюваного матеріалу за умови мінімізації питомих енерговитрат на його обробку.

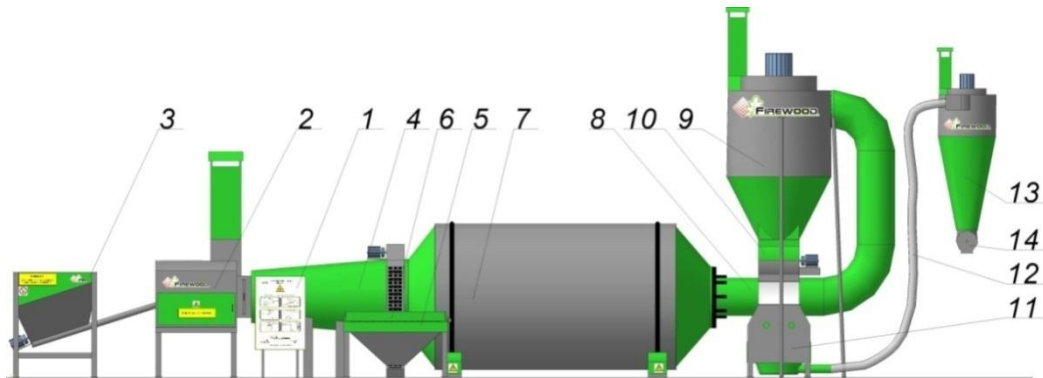


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема лінії по виробництву пелет: 1 – шкаф керування; 2 – топка; 3 – бункер-накопичувач; 4 – теплогенератор; 5 – віброрито; 6 – скребковий конвеєр; 7 – сушарка барабанного типу; 8 – повітрозбірник з уловлювачем важких часток; 9, 13 – циклон; 10, 14 – живильник; 11 – молоткова дробарка; 12 – повітрозбірник.

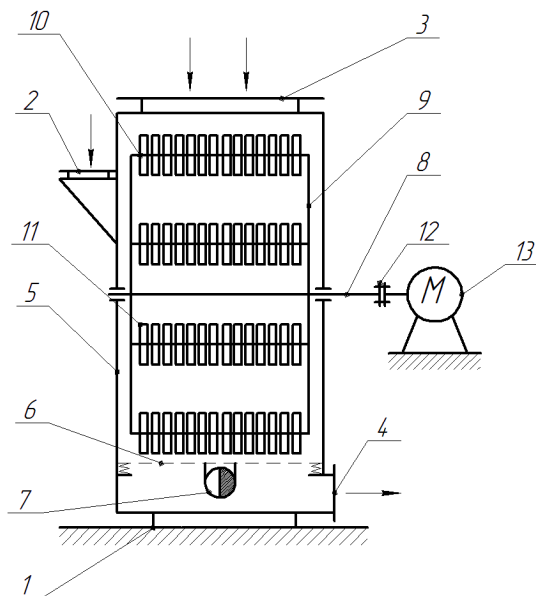


Рис. 2. Принципова схема дробильно-сушильного агрегату: 1 – станина; 2 – патрубок для подачі теплоагента; 3, 4 – завантажувальна та розвантажувальна горловина; 5 – корпус; 6 – підпружинене перфороване деко; 7 – віброридвигун; 8 – ротор; 9 – монтажні диски; 10 – осі; 11 – молоткові сегменти; 12 – фрикційна муфта; 13 – електродвигун.

Дробильно-сушильний агрегат містить у своєму складі станину 1, патрубок 2 для подачі теплоагента, завантажувальну та розвантажувальну горловину 3, 4, корпус 5 з підпружиненим перфорованим деком 6 з жорстко змонтованим віброридвигуном 7, ротор 8 з монтажними дисками 9, осями 10 та молотковими сегментами 11, який через фрикційну муфту 12 з'єднаний з електродвигуном 13.

Дробильно-сушильний агрегат працює наступним чином. При включенні електродвигуна 13 крутний момент через фрикційну муфту 12 передається на ротор 8, що в свою чергу, призводить до обертання монтажних дисків з осями 10 та молоткових сегментів 11. Одночасно здійснюють подачу теплоагента через патрубок 2 та вмикають віброридвигун 7, робота якого зумовлює створення комбінованої силової та моментної невірноваженості підпружиненого перфорованого дека 6.

Оброблюваний матеріал безперервно надходить через завантажувальну горловину 3 всередину корпусу 5, де активно вступає у взаємодію з теплоагентом та, подрібнюючись внаслідок силової взаємодії з молотковими сегментами 11, класифікується підпружиненим перфорованим деком 6 та через вивантажувальну горловину 4 вивантажується з агрегату.



Коливна дія підпружиненого перфорованого дека 6 дозволяє реалізувати псевдозважене транспортування сипкого матеріалу, а, як наслідок, активний циркуляційний рух відносно молоткових сегментів 11, збільшуючи площу контакту з сушильним агентом та інтенсивність силового технологічного впливу на оброблюваний матеріал. Загальний вигляд запропонованого дробильно-сушильного агрегату відображено на рис 3.

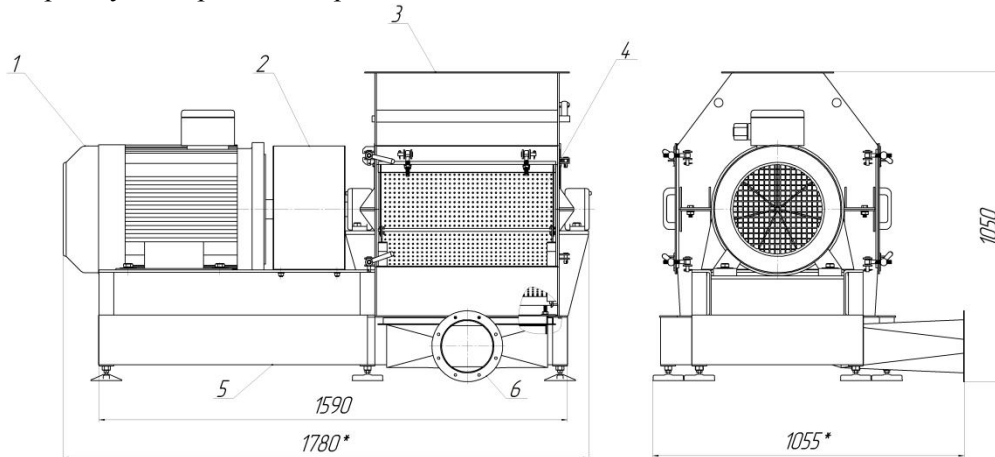


Рис. 3. Загальний вигляд дробильно-сушильного агрегату: 1 – електродвигун; 2 – муфта зчеплення; 3 – завантажувальна горловина; 4 – вібраційне деко; 5 – станина; 6 – патрубок для забору сировини.

Така конструктивна реалізація дробильно-сушильного агрегату забезпечує комплексний термомеханічний вплив на рослинну сировину та дозволяє одночасно реалізувати процес подрібнення сировини, його активне сушіння та послідовне розділення на фракції, а, як наслідок підвищити продуктивність та мінімізувати питомі енерговитрати на організацію даного технологічного циклу обробки.

Прогнозовані технічні та конструктивні параметри дробильно-сушильного агрегату для рослинної сировини приведені в таблиці 1.

Таблиця 1

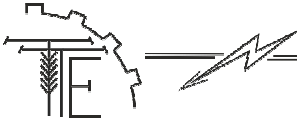
Технічна характеристика проектованого агрегату

| Найменування параметрів | Значення |
|--|--------------|
| Режим роботи | безперервний |
| Форма коливань вібраційного дека | еліптичний |
| Продуктивність, кг/год | 1200-1800 |
| Кількість обертів подрібнюючого ротора, хв ⁻¹ | 1500 |
| Частота коливань вібраційного дека, Гц | 12 |
| Амплітуда коливань, мм | 8 |
| Сумарна споживана потужність, кВт | 30 |
| Габаритні розміри, м: | |
| довжина | 1780 |
| ширина | 850 |
| висота | 1100 |
| Розмір вихідної фракції рослинної сировини, мм | 5-8 |

5. Висновки

На основі проведених аналітичних досліджень було спроектовано фізичну модель технологічного комплексу по виробництву пелет в програмному середовищі КОМПАС-3DV16 та встановлено доцільність одночасної реалізації теплової та механічної обробки сировини в контексті мінімізації питомих енерговитрат на її обробку.

Проведений аналіз технологічних особливостей виробництва твердопаливних гранул дозволив розробити принципово-технологічну схему та загальний вигляд дробильно-сушильного агрегату, що дає можливість здійснювати комплексний фізико-механічний вплив на оброблюваний матеріал за рахунок одночасної реалізації процесів подрібнення та сушіння щепи при виробництві пелет.

**Список використаних джерел**

1. Калетнік Г.М. Біопалива. Ефективність їх виробництва та споживання в АПК України / Г.М. Калетнік, В.М. Пришляк // Навчальний посібник. – Вінниця, РВВ ВДАУ, 2008 – 192 с.
2. Дубровін В.О. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло та ін. – К. : ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. – 256 с.
3. Технологии сжигания твердого биотоплива. Экоэнергетика. [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.ecology-energy.ru/technology/technologies_of_burning/.
4. Котельне обладнання на біопаливі. Енергоресурс. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://energetyka.com.ua/homepage/biotoplivo/562-kotelne-obladnannia-na-biopalyvi>.
5. Опалення пелетами. Енергоресурс. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://energetyka.com.ua/biotoplivo/555-opalennia-peletamy>.
6. Янович В.П. Розробка гідроімпульсного пресу для виробництва високоенергетичних паливних брикет / В.П. Янович, О.С. Ковальчук // Всеукраїнський науково-технічний журнал. Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2015. – №1(91).– С.119-123

References

- [1] Kaletnik, G.M., Pryshlyak V.M. (2008). *Efekte vnist` yix vy`robny`cztva ta spozhy`vannya v APK Ukrainy`* [Efficiency of their production and consumption in the agroindustrial complex of Ukraine]. Vinnitsa, VDAU [in Ukrainian].
- [2] Dubrovin, V.O., Korchemny, I.P. (2004). *Biopaly`va (texnologiyi, mashy`ny` i obladnannya)* [Biofuels (technology, machinery and equipment)]. Kiev, TTI "Energy and Electrification" [in Ukrainian].
- [3] *Technology`y` szhy`gany`ya tverdogo by`otoply`va*. Экоэнергетика [Biofuel burning technology. Ecoenergy] Retrieved from http://www.ecology-energy.ru/technology/technologies_of_burning/. [in Russian].
- [4] *Kotel`ne obladnannya na biopaly`vi*. Energoresurs [Boiler equipment for biofuels. Energy resource] Retrieved from <http://energetyka.com.ua/homepage/biotoplivo/562-kotelne-obladnannia-na-biopalyvi>. [in Russian].
- [5] *Opalennya peletamy`*. Energoresurs. [Heating with pellets. Energy resource] Retrieved from <http://energetyka.com.ua/biotoplivo/555-opalennia-peletamy>. [in Russian].
- [6] Yanovych, V.P., Kovalchuk, O.S. (2015). *Rozrobka gidroimpul`snogo presu dlya vy`robny`cztva vy`sokoenergety`chny`x paly`vny`x bry`ket* [Development of the hydropulse press for the production of high-energy fuel briquettes]. *Vseukrayins`ky`j naukovo-texnichny`j zhurnal. Texnika, energety`ka, transport APK*. - All-Ukrainian scientific tennis magazine. Engineering, energy, transport of agroindustrial complexes, №1(91), 119-123 [in Ukrainian].

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДРОБИЛЬНО-СУШИЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ

В статье рассмотрена технология производства твердотопливных гранул на основе растительного сырья. Разработана принципиальная схема дробильно-сушильного агрегата, в котором реализуется комбинированная термомеханическая обработка сырья за счет введения в систему теплогенератора и активного вибрирующего дека, что обеспечивает процесс высокоактивной сушки и измельчения обрабатываемого материала при минимизации удельных энергозатрат на его обработку.

Ключевые слова: дробильно-сушильный агрегат, комплексное воздействие, пеллеты, минимизация удельных энергозатрат.

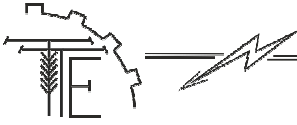
Табл. 1. Рис. 3. Лит. 6.

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION-TECHNOLOGICAL SCHEME OF DRY-DRYING AGGREGATE FOR PRODUCTION OF PELET

The article deals with the technology of production of solid fuel pellets on the basis of plant raw materials. The principle scheme of the crushing and drying unit is developed, in which the combined thermomechanical processing of raw materials is realized, due to the introduction into the system of the heat generator and active vibration deck, which provides the process of high-drying and grinding of the processed material, provided that the specific energy consumption is reduced to its processing.

Keywords: crushing and drying aggregate, complex influence, pellets, minimization of specific energy consumption.

Tab. 1. Fig. 3. Ref. 6.



ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Чуйко Сергій Леонідович – аспірант, кафедра «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С. Берника», Вінницький національний аграрний університет (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, email: melomanvn@gmail.com).

Чуйко Сергей Лионидович – аспірант, «Процесов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств имени профессора П.С. Берника», Винницкий национальный аграрный университет (вул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, email: melomanvn@gmail.com).

Chuiko Sergei – postgraduate, Processes and Equipment for Processing and Food Productions named after Prof. P.S. Bernik, Vinnytsia National Agrarian University (Soniachna str., 3, Vinnitsa, Ukraine, 21008, email: melomanvn@gmail.com).