

Рисунок 6. Схема нестійкого мультивібратора

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

6. Комп'ютерні науки та інформаційні технології : зб. наук. пр. / відп. ред. Ю. М. Рашкевич. – Л.: Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2009. – 24 с.
7. Литвин А. В. Дидактичні проблеми впровадження комп'ютерних технологій у професійних навчальних закладах / А. В. Литвин // Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи : зб. наук. пр. – Львів: ЛДУБЖД, 2006. – [вип. 1]. – С. 140–146.
8. Про затвердження Положення про навчальні кабінети загальноосвітніх навчальних закладів [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z1121-04>.
9. DipTrace 1.40 Rus - пакет програм розробника електронних пристроїв [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: [http://schemu.te.ua/programs/140-diptrace\\_140\\_rus\\_schemuteua.html](http://schemu.te.ua/programs/140-diptrace_140_rus_schemuteua.html).

Тютюнник І.

Науковий керівник – проф. Федорейко В.С.

### ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПОТОКОВОЮ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ДВОХКОМПОНЕНТНОГО ТВЕРДОГО БІОПАЛИВА

Скорочення споживання природного газу та вирішення нагальних екологічних проблем – найбільш актуальні задачі, що постають сьогодні у галузі енергозбереження перед Україною. Незважаючи на це, розвиток виробництва та використання твердих біопалив в Україні відстає, як від внутрішніх потреб країн, так і від світової динаміки її розвитку.

Виробництво твердого біопалива в Україні у 2012р., за оцінками експертів становило близько 300 тис. т/рік, з яких 95 % експортувалося в країни ЄС. Таким чином, нова для економіки України галузь є на сьогодні експортоорієнтованою.

За програмою ООН, частка відновлюваних джерел енергії в загальносвітовому паливно-енергетичному балансі у 2050 р. може досягти 50 %, а відповідно до прогнозу Світової енергетичної Ради, на кінець поточного століття вона сягне 80-90 %. Сьогодні біомаса за значенням посідає четверте місце серед палив і забезпечує близько 2 млрд. тон умовного палива на рік, або 14 % загального споживання первинних енергоносіїв у світі (у країнах, що розвиваються – понад 30 %, іноді до 50-80 %).

В Україні економічно доцільний потенціал біомаси оцінюється у 27 млн тон/рік, де основними складовими його є сільськогосподарські відходи та енергетичні культури.

Якщо зауважити на позитивізм використання твердого біопалива в Україні, зрозуміло, що ця галузь є водночас проблемною і перспективною для енергетики. Тому дослідження направлені на удосконалення систем керування та покращення паливних характеристик брикетів з твердої біомаси є як ніколи актуальними.

Представлені на ринку лінії виробництва біопалива (Україна, Росія Польща) мають високі енергозатрати, що викликане внерегульованою продуктивністю робочих машин і відсутністю зв'язного регулювання.

Розробка та покращення енергозберігаючих систем керування виробництвом двохкомпонентного твердого біопалива є актуальним та перспективним напрямком для досліджень.

**Метою** наших досліджень є розробка структурної схеми системи керування потоковою лінією виробництва двохкомпонентного твердого біопалива, що забезпечить енергоощадність технології виготовлення та підвищить енергоефективність паливних брикетів.

Одним із пріоритетних напрямів зменшення обсягів використання традиційних енергоресурсів є використання твердого біопалива на користь якого свідчать економічні, технічні та екологічні чинники.

Впровадження теплотехнічного обладнання, що працює на даному виді палива, характеризується малим терміном окупності, відсутністю викидів в атмосферу сполук сірки, хлору та інших шкідливих елементів, річним циклом відновлення потенціалу сировини [1].

Перспективною сировиною для виготовлення твердого біопалива є солома зернова, відходи елеваторної промисловості (продукти очистки зерна) та насінневих заводів (кукурудзяні качани). За своїми енергетичними характеристиками вони практично адекватні. Як відомо [2], по своїй теплотворній здатності 2,7–2,9 тонни вказаної біомаси еквівалентні 1000 м<sup>3</sup> природного газу. На сьогодні солома, качани кукурудзи та відходи не є товарним продуктом, що має свою конкретну ціну. В кожному конкретному випадку ціна залежить від регіону України і корелює в межах 150 ... 300 грн. за тону. Це на порядок нижчі ціни від природного газу, мазуту, півного палива – традиційних для АПК джерел енергії [3].

У процесі досліджень технології виробництва двохкомпонентного твердого біопалива встановлено, що загальна вологість –  $w$  суміші сировини у бункері-змішувачі, яка надходить у прес, має становити 12-16 %, а співвідношення масових часток сухих компонентів (подрібнені солома та кукурудзяні качани) у ній – 1:1 – 1:5 відповідно [4].

Для забезпечення вказаних вище умов виникає необхідність керування продуктивністю шнекових дозаторів у процесі дозування кожного із компонентів біопалива у заданому співвідношенні, яке доцільно здійснювати засобами частотно-регульованого асинхронного електропривода.

З цією метою нами розроблено структурну схему автоматизованої потокової технологічної лінії виробництва двохкомпонентного твердого біопалива (рис. 1). Вона складається з двох завантажувальних дозаторів: секторного 1 для подрібненої соломи та шнекового 2 для подрібнених качанів кукурудзи з регульованими асинхронними двигунами (АД) 3, 4, бункера-змішувача 12, підпресовувального шнека-екструдера з регульованою продуктивністю 14 та преса 15. Процес керування швидкісними режимами регульованих технологічних машин здійснюється нейроконтролером 11 та відповідними перетворювачами частоти 7-10 з АД.

Для забезпечення сталого об'єму заповнення бункера-змішувача та постійної щільності брикетів згідно вимог, сумарна масова продуктивність двох завантажувальних бункерів-дозаторів  $Q_1$ ,  $Q_2$  повинна дорівнювати продуктивності вивантажувального шнека-дозатора  $Q_3$  і, в свою чергу, має визначатися продуктивністю технологічної лінії, тобто залежати від продуктивностей підпресовувального шнека-екструдера та преса  $Q$ :

$$Q_1 + Q_2 = Q_3 = Q \quad (1)$$

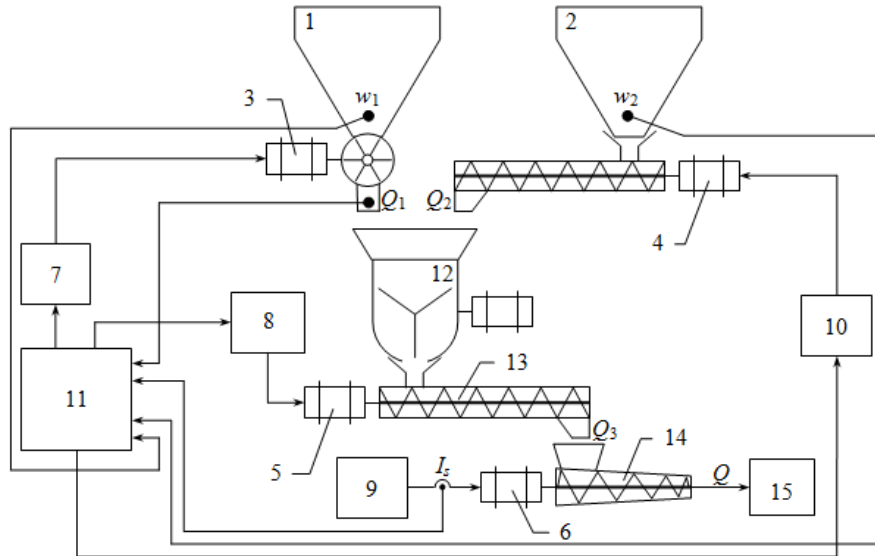


Рис. 1. Структура автоматизованої потокової технологічної лінії виробництва двокомпонентного твердого біопалива:  $w_1, w_2$  – давачі вологості;  $Q_1$  – давач продуктивності,  $I_s$  – давач струму статора АД

Об'ємна продуктивність шнекового дозатора через його геометричні параметри

$$Q = 0,25\pi ((D + 2\delta)^2 - d^2)ns_i\gamma, \quad (2)$$

де:  $D$  – діаметр шнека, м;  $\delta$  – зазор між корпусом і шнеком, м;  $d$  – діаметр вала шнека, м;  $n$  – частота обертання шнека, об/хв;  $s_i$  – крок навивки шнека, м;  $\gamma$  – коефіцієнт заповнення шнека.

Виразивши продуктивності через щільності компонентів отримаємо:

$$\sum_{i=1}^n S_1 v \rho_{1i} \Delta t_i + \sum_{i=1}^n S_2 k_i v \rho_{2i} \Delta t_i = \sum_{i=1}^n S_3 \alpha (v + k_i v) \rho_3 \Delta t_i = S_4 \beta (v + k_i v) \rho_4 T, \quad (3)$$

де:  $S_1, S_2, S_3, S_4$  – площі поперечних перерізів робочих органів шнекових дозаторів і технологічного отвору преса;  $v, k_i v$  – швидкості руху компонентів сировини;  $\alpha, \beta$  – коефіцієнти швидкості, що залежать від параметрів вивантажувального шнека та щільності пресування;  $\square_{1i}, \square_{2i}, \square_3$  – насипні щільності компонентів сировини та їх середня щільність;  $\square_4$  – щільність після пресування.

Механічна потужність шнека-дозатора визначається за формулою:

$$N = 10^3 Q L k, \quad (4)$$

де:  $Q$  – продуктивність дозатора,  $\text{кг}\cdot\text{с}^{-1}$ ;  $L$  – довжина шнека, м;  $k$  – коефіцієнт, що враховує опір переміщення сировини в корпусі дозатора ( $k = 1,5 \dots 3$ ).

Продуктивності шнекових дозаторів при сталій швидкості обертання робочих органів мають характер випадкових функцій з нормальним законом розподілу величин. Для згладжування дисперсії їх продуктивностей в існуючих технологіях застосовують бункери-змішувачі великого об'єму ( $2 \text{ м}^3$ ), які виконують роль інтеграторів. Процес змішування у них забезпечується АД потужністю 3 кВт. Величина об'єму бункера-змішувача та відповідно потужність АД вибрані із розрахунку забезпечення необхідних якісних показників сировини (згідно вимог), що надходить у прес, з урахуванням невідповідності швидкісних режимів вхідних і вихідних дозаторів та дисперсію їх продуктивностей.

З точки зору забезпечення енергоефективності технологічного процесу доцільно підтримувати продуктивності вказаних машин у визначених швидкісних режимах, що забезпечують номінальну для встановленого двигуна величину струму статора.

Ця задача вирішувалася шляхом регулювання продуктивності дозатора  $Q_3$  за допомогою частотно-регульованого асинхронного електропривода, виходячи із величини струму АД підпресувального шнека.

На основі поданих вище результатів досліджень розроблено імітаційну модель установки виробництва двохкомпонентного твердого біопалива з використанням нейроконтролера для здійснення керування технологічним процесом (рис. 2).

У запропонованій структурі імітаційної моделі інтелектуальної системи керування (див. рис. 2) продуктивність шнека-дозатора  $Q_3$  задається, виходячи із величини струму статора АД підпресовувального шнека і, в свою чергу, визначає сумарну продуктивність дозаторів  $Q_1, Q_2$ , яка встановлюється рівною продуктивності  $Q_3$ .

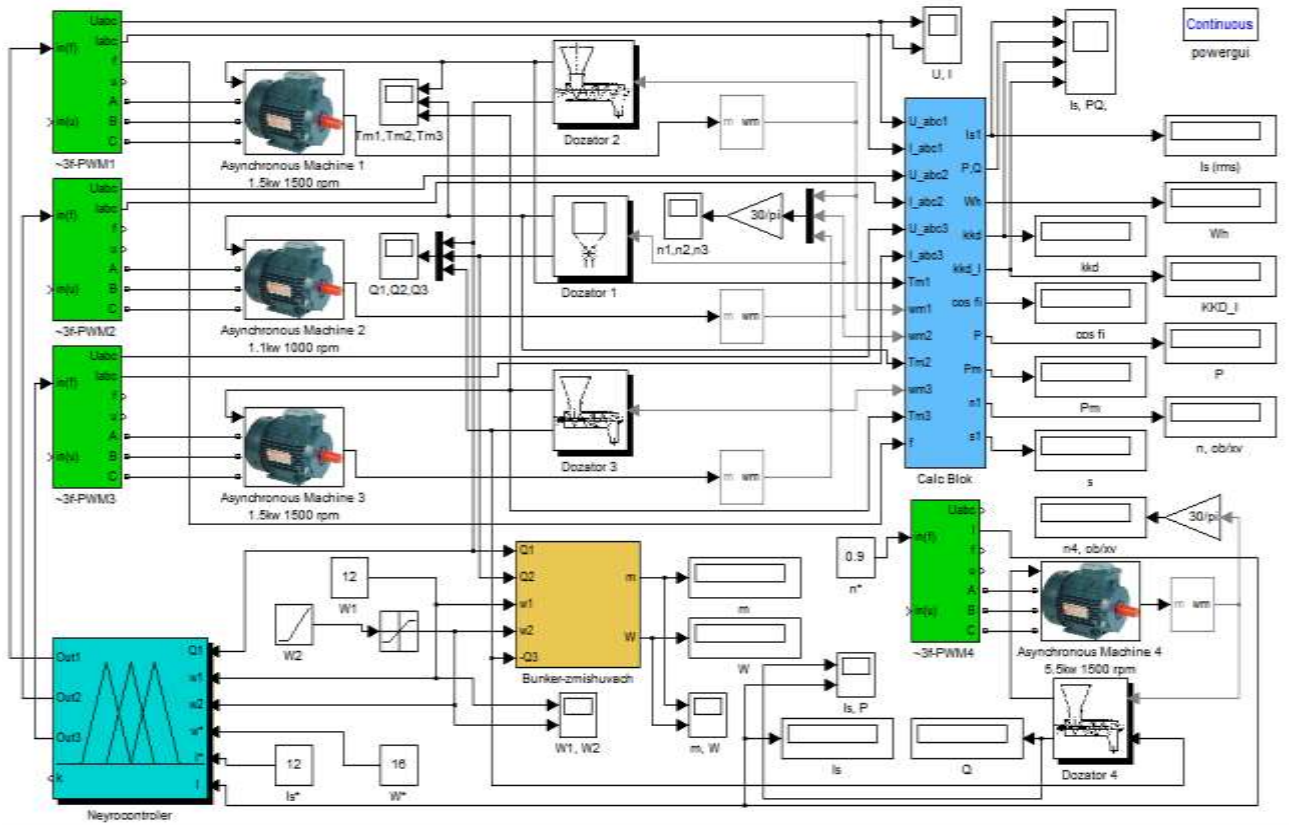


Рис. 2. Імітаційна модель технологічної лінії для виробництва двохкомпонентного твердого біопалива

Задана вологість суміші підтримується за рахунок змішування двох вхідних компонентів – соломи та кукурудзи. У процесі функціонування змішувача регулюються об'ємні витрати подрібнених качанів кукурудзи та соломи за рахунок зміни продуктивності дозаторів, відповідно  $Q_1, Q_2$  при підтримці сталої продуктивності  $Q_3$  на виході змішувача:

$$Q_3 = Q_1 + Q_2 \quad (5)$$

У сталому режимі значення вологості  $w_3$  і продуктивності дозаторів  $Q_3$  зв'язані наступними залежностями:

$$Q_1(w - w_1) + Q_2(w - w_2) = 0 \quad (6)$$

$$w = (Q_1 w_1 + Q_2 w_2) / Q \quad (7)$$

При заданій вологості  $w_3$  і продуктивності  $Q_3$  на виході змішувача необхідні продуктивності дозаторів кукурудзи  $Q_1$  та соломи  $Q_2$  обчислюються згідно залежностей:

$$Q_1 = \frac{Q_3(w_3 - w_2)}{w_1 - w_2}; \quad Q_2 = \frac{Q_3(w_1 - w_3)}{w_1 - w_2} \quad (8)$$

Динамічні властивості датчиків вологості компонентів (кукурудзи та соломи) описуються передавальною функцією:

$$G_1(s) = G_2(s) = \frac{a}{s + a} \quad (9)$$

Таким чином, розроблена інтелектуальна система керування технологією брикетування твердого двохкомпонентного біопалива дозволяє у широкому діапазоні регулювати склад суміші і тим самим вирішувати питання надлишкової вологості соломи та зменшення зольності кінцевого продукту.

Застосування бункера-змішувача мінімально необхідного об'єму з десятикратним зниженням потужності приводного двигуна, а також здійснення регулювання продуктивності завантажувального шнека-дозатора за величиною номінального струму статора АД підпресовувального шнека-екструдера дало змогу зменшити загальне енергоспоживання технологією в середньому на 20 %.

**Висновки:**

1. Розроблена структурна схема автоматизованої потокової технологічної лінії виробництва двохкомпонентного твердого біопалива, що дозволяє:
2. Зменшити загальне енергоспоживання технологією в середньому на 20 %.
3. Розширити вологісний діапазон базової сировини до 35%;
4. Застосовувати бункер-змішувач мінімально необхідного об'єму, що дозволяє зменшити потужність приводного асинхронного двигуна з 3 кВт до 0,25 кВт.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Биотопливо твёрдое. Технические характеристики и классы топлива. Ч. 1. Общие требования: ГОСТ Р 54220 (ISO 14961-1:2010). Федеральное агенство по техническому регулированию и метрологии. – Москва, 2010. – 51 с.
2. Гарбель М.С. Порівняльне виробництво твердого біопалива в Україні: стан та перспективи розвитку / М.С. Гарбель // Науковий вісник НЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Львів: РВВ НЛТУ. – 2011, № 9. – с. 126-131.
3. Гостев В.И. Нечеткие регуляторы в системах автоматического управления / В.И. Гостев. – К.: Радиоаматор. – 2008. – 972 с.
4. Федорейко В.С. Дослідження характеристик багатокомпонентного твердого біопалива / В.С. Федорейко, І.С. Іскерський // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Вип. 24. – Т.4. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2011. – С. 80–88.

*Тимчій С.*

*Науковий керівник – доц. Горбатюк Р.М.*

**РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОГРАМНОГО СЕРЕДОВИЩА 3DSMAX 2010 В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ МАЙБУТНІХ ДИЗАЙНЕРІВ**

Зважаючи на стрімкий розвиток комп'ютерних та інших сучасних технологій, майбутній дизайнер повинен володіти, а головне, проявляти свою творчість оперуючи їхніми засобами. Існує безліч сучасних програмних засобів, які допомагають реалізувати будь-які дизайнерські рішення, в галузях дизайну інтер'єру, реклами, індустріального та ландшафтного дизайну, web-дизайну тощо.

Побудова об'єктів тривимірної графіки на сьогоднішній день є невід'ємною частиною роботи дизайнера. Сучасний дизайнер – це всесторонньо освічена і розвинута людина, яка здатна поєднати в своїх працях філософський світогляд, творче начало, вміння втілювати творчий образ у навколишнє середовище. Підготовка учнів ВНЗ I–II рівня акредитації до використання 3ds MAX у професійній діяльності вимагає застосування різних педагогічних технологій та їх комплексного впровадження в процес навчання. Сформовані на ранніх етапах навчання пізнавальний інтерес, творчі здібності, дослідницькі вміння є міцним фундаментом формування майбутніх кваліфікованих фахівців.

3ds MAX (3D Studio MAX) – повнофункціональна професійна програмна система для створення і редагування тривимірної графіки і анімації, розроблена компанією Autodesk. Містить найсучасніші засоби для художників і фахівців в області мультимедіа. Працює в операційних системах Microsoft Windows і Windows NT (як в 32-бітових, так і в 64-бітових). 3ds MAX використовується для створення комп'ютерних ігор, тривимірних анімаційних мультфільмів, рекламних роликів тощо [1].

На сьогоднішній день у професійній освіті навчальними програмами передбачено в незначній мірі вивчення спеціалізованих програм із потужними можливостями: