

3. Борян Л. О. Географічні інформаційні системи (ГІС) в енергетиці / Л. О. Борян / Розвиток українського села – основна аграрної реформи в Україні /– 2013. – № 6. – С. 107.
4. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних і нетрадиційних джерел енергії України / [С. О. Кудря, Л. В. Яценко, Г. П. Душина, Л. Я. Шинкаренко та ін.]. – К. , 2001. – 41 с.

ВИКОРИСТАННЯ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ КУКУРУДЗИ В ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦІЛЯХ

Гук Я. В., аспірант 1 року навчання 051 Економіка

Єрмаков С. В., завідувач навчально-наукової лабораторії «DAK GPS»

Бялковська О. А., доктор економ. наук, доцент кафедра менеджменту, публічного управління та адміністрування

Подільський державний аграрно-технічний університет.

Пожнивні рештки, які залишаються на полі після збирання кукурудзи становлять проблему для землеробів. Задерев'янілі кореневища, пружні фрагменти стебел, цупке листя розкладаються довго і далеко не завжди ефективно. Щоб розправитися із цим усім за допомогою борони, доведеться пройти полем у кілька проходів. Тому очевидною альтернативою пріорювання такої біомаси є використання її в інших цілях, зокрема в енергетичних. До того ж побічної продукції після кукурудзи залишається досить багато - за результатами досліджень, після збирання кукурудзи на полі лишається 10–14 т/га корневих і пожнивних решток [1].

В Україні з побічної продукції кукурудзи на зерно переважно виробляють тверді біопалива: прямокутні і круглі тюки, гранули та брикети. Також були спроби застосування такої біомаси як субстрату для біогазових установок у тестовому режимі. Значні обсяги побічної продукції кукурудзи на зерно переробляють у США, зокрема, сучасні технології дозволяють отримувати з такої лігноцелюлозної біомаси біоетанол.

При обмолоті початків кукурудзи на стаціонарних пунктах збирають стрижні качанів, з яких можна виробляти паливні гранули. Характеристики таких гранул, що представлені на ринку України, наступні: діаметр 6-8 мм, вологість робоча 7,3%, зольність 2,6%, нижча теплота згоряння 4168 ккал/кг (17,4 МДж/кг) [2]. Також гранульоване і брикетоване біопаливо одержують з інших частин кукурудзи, які необхідно зібрати з поля і доставити на місце переробки. Деякі агровиробники вже провели модернізацію зерносушарок для використання тюкованої соломи як палива, у тому числі соломи кукурудзи.

Вміст золи у побічній продукції кукурудзи залежить від технології заготівлі, оскільки при контакті біомаси із ґрунтом її зольність збільшується. З огляду на це виділяють два типи золи: структурну та неструктурну [3]. Структурна зола складається з неорганічних речовин рослини, які залишаються

після її спалювання. Звичайна зольність кукурудзяної соломи становить 3,5%. Неструктурована зола – це неорганічні речовини (переважно ґрунт), що потрапляють до соломи під час збирання, зокрема при формуванні валків та тюкуванні. Типовий повний вміст золи при багаторазовому проходженні сільськогосподарських машин при збиранні складає 8-10%.

За характеристиками плавкості золи кукурудзяна солома наближається до деревної біомаси (для порівняння: у деревини температура плавлення золи складає близько 1200°C), що забезпечує кращі умови для спалювання порівняно із соломою зернових колосових культур.

Також солома кукурудзи містить менше хлору порівняно із свіжою («жовтою») соломою зернових колосових. Це є позитивним фактором з точки зору застосування соломи як палива з огляду на те, що сполуки хлору викликають корозію сталевих елементів енергетичного обладнання.

За елементарним складом кукурудзяна солома майже не відрізняється від соломи зернових колосових, тому у них порівнювана теплотворна здатність. Властивості соломи сильно залежать від місця вирощування, періоду збирання та погоди, ґрунту й добрив [4]. Найбільше на теплотворну здатність біомаси кукурудзи впливає вологість (Рис. 1).

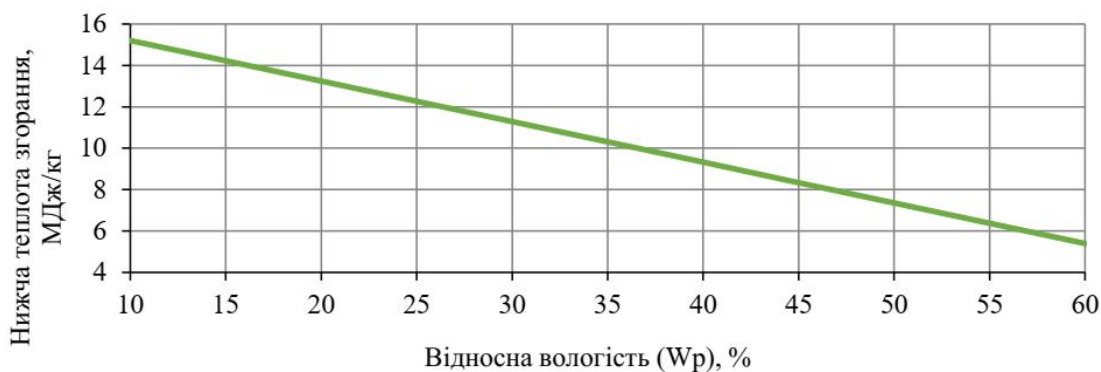


Рис. 1. Графік залежності нижчої теплоти згорання від відносної вологості стебел кукурудзи.

Вологість окремих частин кукурудзи неоднорідна і стрімко зменшується після 120 дня від дати сівби. Стрижні качанів кукурудзи завжди вологіші (W 35-45%), ніж зерно (W 22-35%), але під час сушіння інтенсивніше випаровують вологу. Одразу після збирання вологість стебел знаходиться в межах 45-60% (теплота згорання 5-8 МДж/кг) [5]. Але належна технологія, що створює умови для продування біомаси вітром, дозволяє у полі зменшити W до 30% протягом 10 годин [6]. Також вологість пожнивних решток кукурудзи дуже сильно залежить від часу збирання та погодних умов, а тому сильні опади у період збирання врожаю можуть призвести до недоцільності заготівлі біомаси для виробництва твердого біопалива.

Таким чином, заготовляти побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання необхідно у період, коли вологість біомаси зменшиться до 20%, що приблизно настає після 150 дня від дати сівби. Важливими чинниками для забезпечення належної якості біомаси є правильно

підібрані технологія та обладнання. Також необхідно координувати плани виконання робіт збиральної компанії із прогнозом погоди.

Дослідження [7] показують можливість успішного спалювання тюків зі стебел кукурудзи у котлі Farm 2000 (Великобританія) потужністю 176 кВт (Рис. 2), призначеному для тюкованої соломи зернових культур. Однією з відмінностей було утворення більшого обсягу золи – 9,2% для стебел кукурудзи проти 2,6% для соломи зернових. Середній рівень викидів CO при спалюванні стебел кукурудзи був вище, ніж для соломи, а NO_x і SO_2 – нижче.



Рис. 2. Загальний вигляд котла Farm 2000 [7].

Для того щоб спалювати поживні рештки кукурудзи в звичайних котлах їх необхідно додатково переробляти, щоб покращити їх енергетичні властивості. Виробництво пелет чи брикетів з побічної продукції кукурудзи дозволяє отримати досить добре тверде паливо, а проведення додаткової термічної обробки, дозволяє отримати торефікат чи біовугілля, що дозволяє вивести це паливо на рівень близький за енергетичними показниками до деревного чи кам'яного вугілля.

В Подільському державному аграрно-технічному університеті в навчально-науковій лабораторії «DAK-GPS» уже третій рік триває робота над піднятими вище питаннями. Розробляється тема «Агробіомаса України, як енергетичний потенціал Центральної та Східної Європи» (державний реєстраційний номер 0119U103056), яка включає такі компоненти як технології вирощування біомаси та пошуку можливостей нарощування енергетичного потенціалу, механізації і автоматизації процесів при виробництві біомаси, її переробки шляхом торефікації, сертифікації біопалив і можливого збуту його у країни Європейського Союзу [8-10]. Зокрема дослідження процесу торефікації (термічної обробки при температурах 200-300°C) побічної продукції кукурудзи дозволяють досить оптимістично оцінювати таку обробку на шляху до покращення властивостей такої біомаси як твердого палива (рис.3)[11-12].



Рис. 3. Загальний вигляд сирові і торефікованої при температурах 220 і 260°C кукурудзи. Зразки лабораторії «DAK-GPS»

Отже, використання побічної продукції кукурудзи на зерно для отримання енергії в Україні запроваджено давно, але у досить обмежених масштабах, переважно для виробництва теплової енергії для потреб домогосподарств, хоча має значну сировинну базу для масштабного розвитку. Крім цього, зола від спалювання побічної продукції кукурудзи може бути використана як добриво. Також енергетичні властивості біомаси кукурудзи можуть бути легко покращені за рахунок термічної обробки з отриманням торефікату чи біовугілля.

Література:

1. Альтернативна органіка. Режим доступу: <https://agrotimes.ua/article/zagortannya-pislyazhnyvnyh-reshtok-kukurudzy-pokrashhuye-grunt/>
2. Драгнев С.В., Железна Т.А., Гелетуха Г.Г. Можливості заготівлі побічної продукції кукурудзи на зерно для енергетичного використання в Україні. Аналітична записка БАУ №16 – Біоенергетична асоціація України, 2016. – 51 с.
3. Brittany Schon, Matt Darr Corn Stover Ash. Режим доступу: <https://store.extension.iastate.edu/Product/CornStover-Ash>
4. Справочник потребителя биотоплива / [под. ред. Виллу Вареса]. – Таллин: Таллинский ехнический университет, 2005. – 183 с.
5. Гелетуха Г.Г., Железна Т.А. Перспективи використання відходів сільського господарства для виробництва енергії в Україні. Аналітична записка БАУ №7 – Біоенергетична асоціація України, 2014. – 33 с.
6. L. Kocsis, Z. Hudoba and T. Vojtela Investigation of the maize stalk gathering for energetic use. Режим доступу: www.tankonyvtar.hu/.../publikacio_67.pdf
7. Morissette, R.; Savoie, P.; Villeneuve, J. Corn Stover and Wheat Straw Combustion in a 176-kW Boiler Adapted for Round Bales. – Energies, 2013, 6. – p.5760-5774.
8. Yermakov S. Application of the laplace transform to calculate the velocity of a two-phase fluid modulated by the movement of cuttings of an energy willow (*Salix Viminalis*). TeKa. Quarterly journal of agri-food industry. 2 (19), 2019. pp. 71-78.
9. Hutsol T., Glowacki S., Mudryk K. Agrobiomass of Ukraine – Energy Potential of Central and Eastern Europe (Engineering, Technology, Innovation, Economics). Monograph. – Warsaw: 2021. – 136 p.
10. Гуцол Т., Єрмаков С., Розкош А. Торефікація як спосіб покращення споживацьких характеристик біомаси. Аграрна наука та освіта в умовах євроінтеграції. 2019.
11. Yermakov S., Hutsol T., Glowacki S. Primary Assessment of the Degree of Torrefaction of Biomass Agricultural Crops. Environment. Technologies. Resources. 2021. pp.264-

УМОВИ ПОБУДОВИ ЦИФРОВОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Денчик І. А., студент 3 курсу факультету Енергетики цифрових та комп'ютерних технологій

Тіщенко С. В., студент 4 курсу факультету Енергетики цифрових та комп'ютерних технологій

Гузенко В. В., к.т.н., асистент кафедри Автоматизованих електромеханічних систем

Державний біотехнологічний університет

Постановка задачі. У сучасному світі процеси глобалізації та комп'ютеризації, а також підвищення вимог надійності електропостачання призвели до того, що виникла потреба у створенні ефективного механізму керування енергосистемою, механізму, у якому була б знижена ймовірність людської помилки (так званого «людського фактору»). З появою мікропроцесорних реле та систем автоматизованого керування технологічним процесом в електроенергетиці (АСУТП), виникла потреба у вирішенні питань налаштування та сумісної роботи різних мікропроцесорних пристроїв і систем.

Мета дослідження. Аналіз умов побудови цифрових підстанцій на основі протоколу МЕК 61850. Проаналізувати перспективи використання мікропроцесорного обладнання та новітніх комунікаційних технологій на електричних підстанціях завдяки розвитку та впровадженню новітніх стандартів обміну даними, на основі яких будуються цифрові підстанції.

Аналіз останніх досліджень. З початку розробки у електроенергетиці проектів автоматизованих систем керування технологічними процесами на підстанціях (АСК ТП ПС) відбувся значний розвиток апаратних і програмних засобів систем керування на ПС [1, 2]:

- з'явилися високовольтні цифрові трансформатори струму та напруги;
- розроблюється первинне та вторинне електромережеве обладнання з вбудованими комунікаційними портами;
- виробляються мікропроцесорні контролери;
- прийнято міжнародний стандарт МЕК 61850, який регламентує представлення даних про ПС, як об'єкт автоматизації, а також протоколи цифрового обміну даними між мікропроцесорними інтелектуальними електронними пристроями (IED – англ.) ПС, включаючи пристрої контролю та керування, релейного захисту та автоматики (РЗА), протиаварійної автоматики (ПА), телемеханіки, лічильники електричної енергії.