УДК 66.099.2

Процишин Б.М., Воробйов Л.Й., Лох Є.Л., Павлюк С.М., Гордієнко П.В.

Інститут технічної теплофізики НАН України

ВИРОБНИЦТВО КОМПОЗИЦІЙНИХ ПАЛИВ З ВІДХОДІВ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Наведено результати теплофізичних досліджень зразків композиційних палив на основі соломи з використанням як домішки та зв'язуючого подрібненого вугілля і відходів нафтопереробки. Наведено схему мобільної установки для вироблення штучного палива.

Приводятся результаты теплофизических испытаний образцов композиционных топлив на основе соломы с использованием в качестве добавки и связующего измельченного угля и отходов нефтепереработки. Приведена схема мобильной установки для производства искусственного топлива.

Results of the thermophysics tests of samples composite fuel on the basis of straw with use as the additive and the binding crushed coal and waste products of oil refining are shown. The circuit of mobile equipment for manufacture of artificial fuel is resulted.

У комунальному та сільському господарстві використовується широка гама палив, головними з яких є природний газ та вугілля. З відомих причин останні мають бути частково заміщеними іншими ресурсами для покриття комунальних потреб. У той же час у промисловості при збагаченні вугілля, обробці деревини, при переробці нафти та в сільському господарстві утворюються відходи, основними складовими яких є паливні органічні сполуки, які можна використовувати для вирішення вищезазначеної задачі.

На території України на сьогодні розташовано багато вуглевидобувних шахт, збагачувальних фабрик, вуглепереробних підприємств та безліч вугільних складів та баз. Біля вуглевидобувних та вуглепереробних підприємств утворюються звалища неякісного вугілля та вугільних відходів. Вони відрізняються від вугілля за дисперсним складом, а також через погані умови зберігання підвищеною вологістю та меншою теплотою згоряння. За результатами аналізів, теплота згоряння відходів вуглезбагачувальних фабрик коливається в межах від 3,65 мДж/кг до 12,8 кДж/кг. В енергетичному комплексі переважно піддають грануляції буре вугілля та торф, завдяки тому, що вони мають у своєму складі речовини, які під впливом температури та великого тиску пластифікуються. Але при цьому залишаються поза увагою такі підприємства, які мають займисті відходи вугілля із відносно нижчою теплотою горіння, ніж вугілля. Ці відходи накопичуються на вуглезбагачувальних фабриках та на проміжних паливних базах та складах, захаращуючи території, забруднюючи дощові стоки та розвіюючись за вітром.

На підприємствах нафтопереробної промисловості, а також на тих, що використовують продукти нафтопереробки, утворюються відходи, які не можна використовувати безпосередньо як паливо для котельних через їх незадовільні фізико-механічні властивості (наявність у них піску, корозійно активних хімічних сполук та ін.). Ці відходи накопичуються на територіях нафтопереробних підприємств і забруднюють навколишнє середовище. Теплота згоряння цих відходів залежить від ступеня переробки органічної складової та їх обводненості. Але їх можна використовувати як зв'язку або домішку для формування елементів твердого палива, що дозволить утилізувати відходи нафтопереробки для енергетичних потреб та поліпшити екологічний стан у регіонах розташування вуглепереробних та нафтопереробних підприємств. Кількість цих відходів не піддається повному обліку, але оціночно вони сягають мільйонів тон у перерахунку на умовне паливо. Як пластифікуючу домішку до композиційного палива можна використовувати відходи паперової промисловості,

яких накопичилося вже в Україні близько десятка млн. кубічних метрів.

Великим потенціалом залишаються органічні відходи сільського господарства, які внаслідок їх фізико-механічних властивостей не можуть бути безпосередньо використані для цілей енергетики.

До відходів сільського господарства, які можна вважати за такі, що їх доцільно використовувати для енергетичних потреб (маються на увазі не тільки муніципальні та промислові котельні, але й приватні споживачі енергоресурсів), можна віднести солому (з урахуванням того, що значна її частина іде на корм ВРХ та підстилку), відходи переробки кукурудзи (стебла та початки), відходи переробки соняшника (стебла та корзинки), гречана та пшенична лузга та гній. До цієї ж групи відходів можна віднести і деревинні відходи. Вони накопичуються на переробних підприємствах сільськогосподарської сировини. Їх відносно невелика кількість та погані теплотехнічні властивості не дозволяють використовувати їх для енергетичних потреб. Частково їх використовують як грубий корм для великої рогатої худоби, а решту вивозять на смітник, витрачаючи на це пальне та інші ресурси, проте їх використання для комунальних та побутових потреб може стати досить суттєвим додатком до місцевих енергоресурсів.

На деревопереробних підприємствах накопичується значна кількість займистих органічних відходів у вигляді тирси, тріску, мілких обрізків та кори, які на сьогодні не використовуються через їхні незадовільні технологічні властивості. Але їх можна використати для побутових та технологічних цілей як паливо для технологічного обладнання, печей, побутових опалювальних котлів та камінів.

Україна має досить великий потенціал сільськогосподарських відходів у вигляді соломи, перевагою якої як палива є її відновлювальний характер, локальність розміщення. Одним з найефективніших засобів енергетичного використання соломи є її спалювання у середніх і малих котлах. Але солома має дуже низьку насипну щільність, що знижує ефект її використання і транспортування як палива. Для підвищення ефективності транспортування та спалювання соломи економічно доцільно виробляти з неї брикети. Взагалі брикетування, що також називається компактуванням та ущільненням, є одним з найкращих способів її попередньої обробки для енергетичних цілей. Сформована солома у вигляді брикетів може ефективно транспортуватися і зберігатися. Потенціал такого палива для опалення еквівалентний 0,5...1,0 млн. т у. п.

У первинному вигляді більшість з названих відходів використовувати безпосередньо неможливо внаслідок їхніх поганих технологічних якостей. Але вони можуть стати енергетичною сировиною після технологічної обробки, яка дозволить виробляти високоякісне паливо для комунальних цілей. Причому це є практично єдиним та найекономічнішим шляхом їх використання. Але для цього слід розв'язати комплекс питань, що пов'язані із проблемою утилізації відходів, які утворюються у паливній галузі, промисловості та сільському господарстві із застосуванням при формуванні важких відходів нафтопереробної промисловості. Інститут технічної теплофізики НАН України разом з іншими організаціями та фірмами активно займається оптимізацією технологій змішування, грануляції та формування паливних елементів із погано займистих пилоподібних відходів промисловості та сільського господарства із застосуванням як пластифікатора та зв'язки горючих відходів нафтопереробної промисловості, таких як важкі мазути, відходи мастил, парафінів, петролатум тощо, дослідженням можливості використання відходів нафтопереробки у складі штучного композиційного палива з точки зору впливу підвищеного вмісту шкідливих речовин у цих відходах, та дослідженням фізико-механічних та теплофізичних характеристик складових і штучного твердого палива, виготовленого з них.

Загальна схема використання органічних відходів відображена на схемі (рис.1).

Як ілюстрацію до робіт, що ведуться в ІТТФ НАН України, наведено результати досліджень паливних властивостей формованих брикетів з композицій на базі соломи.

Досліджено зразки органічних палив, які представляють собою композиційні суміші з соломи, відходів нафтопродуктів, подрібнених відходів вугілля.

Теплота згоряння зразків органічних палив на основі соломи досліджувалася за допомогою ка-

лориметра для вимірювання теплоти згоряння палива моделі КТС-2 зав. № 01 (свідоцтво МА № 24-123-98 від 12.03.98 УкрЦСМ), до складу якого входять калориметричні бомби:

БКУ-1 № 01 (атестат № 24-2/658);

БКУ-1 № 02 (атестат № 24-2/658).

Калориметр складається із функціонально пов'язаних теплового і електронного блоків калориметричної бомби і сервісного устаткування.

Методика проведення калориметричного експерименту для визначення теплоти згоряння з використанням калориметричних установок типу КТС розроблена з урахуванням вимог нормативних документів. Підготовка проби палива проводиться так, як і в інших типах бомбових калориметрів, і включає такі основні операції як відбір проби палива і його підготовка. При цьому тверде паливо подрібнюють, перемішують і пресують в спеціальному приладі. Зразки мають вигляд таблетки з отвором для підпалювального дроту. Проби зважують на лабораторних аналітичних терезах з похибкою, яка не перевищує 0,2 мг. Тигель з пробою палива встановлюють в утримувач кришки КБ. Спочатку підпалювальний дріт своєю центральною частиною стискається з пробою, а її кінцівки з'єднуються з

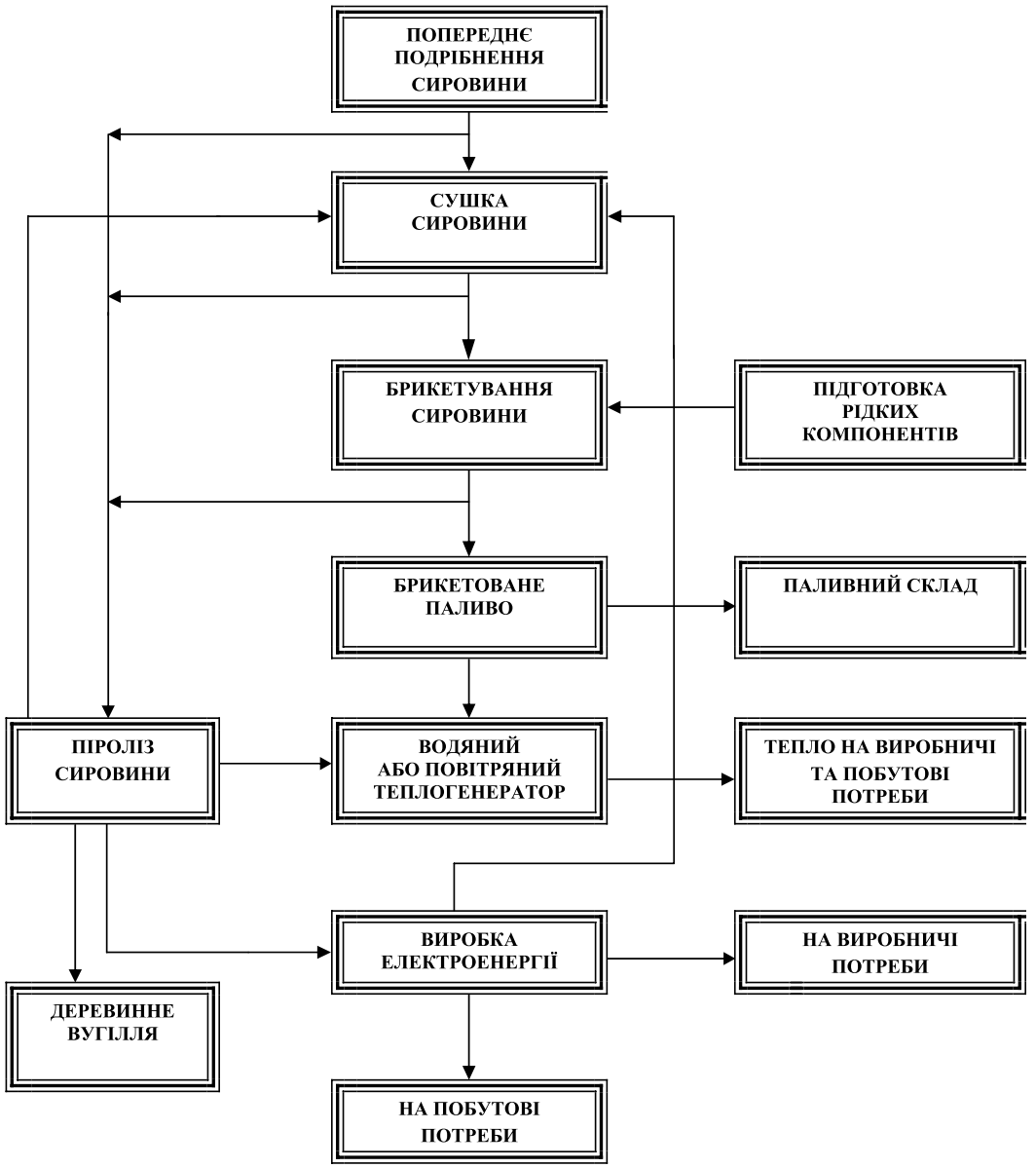

Рис. 1. Схема використання органічних відходів промисловості та сільського господарства.

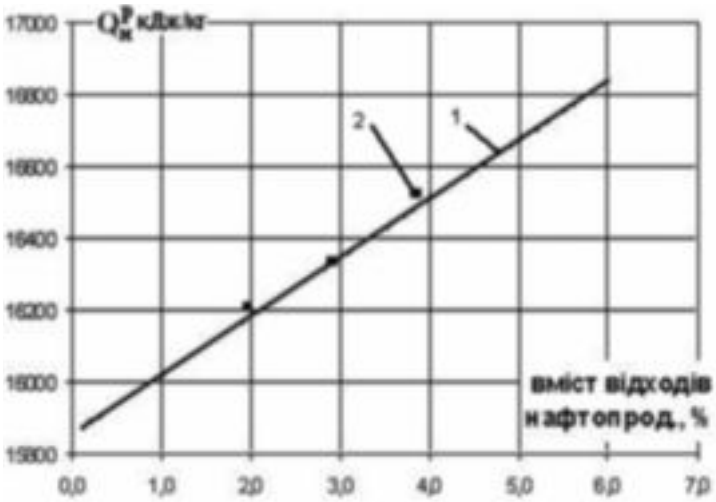

Рис. 2. Залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту відходів нафтопродуктів.

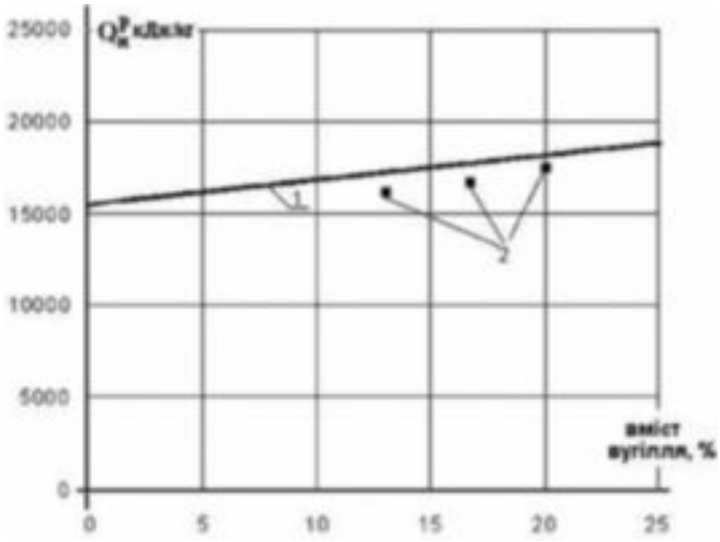

Рис. 3. Залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту вугілля.

струмовивідними елементами ланцюга підпалювача. Кришку з пробою вміщують у стакан КБ, потім бомбу ущільнюють.

На рис. 2 наведено залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту відходів нафтопродуктів: 1 – розрахункова залежність, отримана за значенням теплоти згоряння компонентів – соломи і відходів нафтопродуктів; 2 – експериментальні результати.

На рис. 3 наведено залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від

Рис. 4. Залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту відходів парафіну.

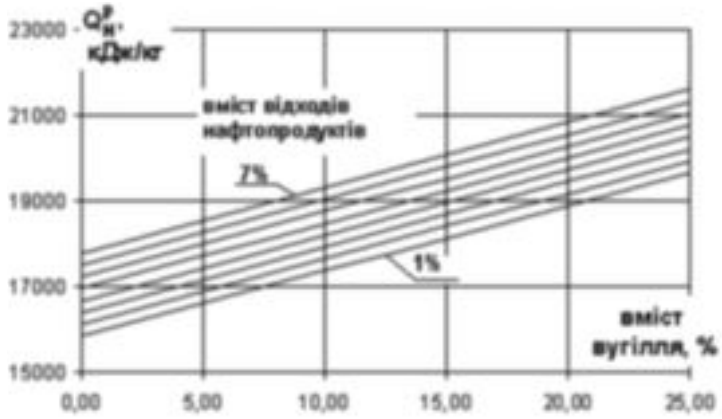

Рис. 5. Залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту відходів нафтопродуктів при варіації вмісту відходів вугілля.

відсоткового вмісту вугілля: 1 – розрахункова залежність, отримана за значенням теплоти згоряння компонентів – соломи і вугілля; 2 – експериментальні результати.

На рис. 4 наведено залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту відходів парафіну: 1 – розрахункова залежність, отримана за значенням теплоти згоряння компонентів – соломи і відходів парафіну; 2 – експериментальні результати.

На рис. 5 наведено залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соло-

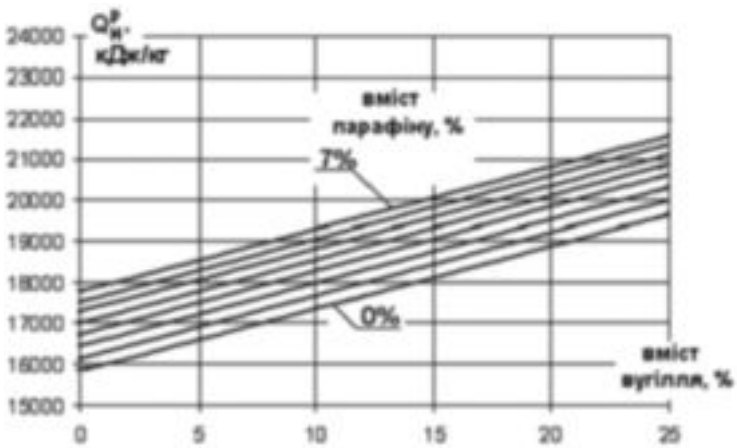

Рис. 6. Залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту відходів вугілля при варіації вмісту парафіну.

ми від відсоткового вмісту відходів нафтопродуктів при варіації вмісту відходів вугілля.

На рис. 6 наведено залежність теплоти згоряння двокомпонентної композиції на основі соломи від відсоткового вмісту відходів вугілля при варіації вмісту парафіну.

відходів вугілля, відходів парафіну – в композиційні палива на основі соломи дозволяє помітно підвищити теплоту згоряння такої суміші. При введенні у суміш до 20 % вугілля та відходів нафтопереробки нижча теплота згоряння може бути підвищена з 16 до 22 мДж/кг. Такі композиційні палива перспективні для використання не тільки в малих фермерських господарствах, але й в комунальній і промисловій енергетиці. Обладнання, яке використовується для приготування композиційних сумішей повинно забезпечувати гомогенізацію палива не тільки при подрібнюванні компонентів і їх змішуванні, але й на стадії брикетування. Оскільки подрібнювана солома має високу вологість, необхідно передбачити в технологічному циклі етап сушки.

2. На базі вже проведених досліджень в ІТТФ НАН України разом з партнерами було розроблено стаціонарні та пересувні установки для брикетування та грануляції композиційних палив.

На рис. 7 подано варіант пересувної установки з розміщенням брикетного комплексу вироб-

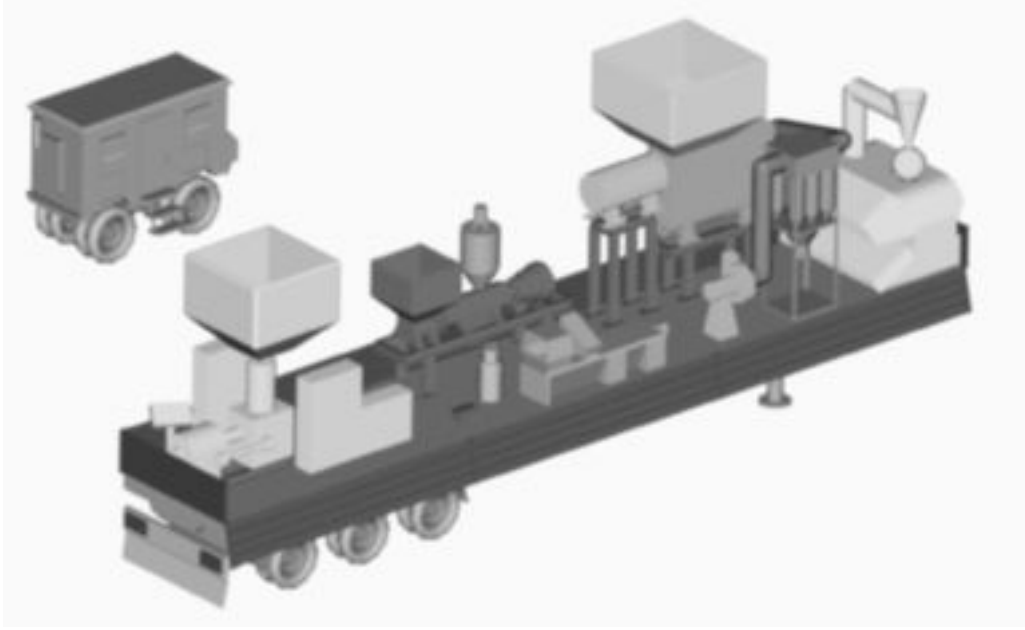

Рис. 7. Розміщення брикетного комплексу виробництва палива з соломи на автодорожній платформі.

Висновки

1. Аналіз результатів дослідів показав, що введення добавок – відходів нафтопродуктів, ництва палива з соломи та інших промислових та сільськогосподарських відходів.

Получено 14.03.2006 г.