

УДК 620.92.061

О.О. Самилін

аспірант

Н.М. Цивенкова

А.А. Голубенко

аспірант

Житомирський національний агроекологічний університет

СУЧАСНІ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ БІОМАСИ В СІЛЬСЬКОМУ, ЛІСОВОМУ ТА КОМУНАЛЬНОМУ ГОСПОДАРСТВАХ

Проаналізовані переваги та недоліки використання в сільському, лісовому та комунальному господарствах газогенераторних установок для газифікації місцевого відновлюваного палива на основі відходів біомаси. Проведений аналіз існуючих запасів ресурсів потенційного відновлюваного палива у вигляді невикористаних залишків або відходів, вказані перспективи інноваційних шляхів створення науково-технічних основ, необхідних для практичної реалізації та подальшого стрімкого розвитку в Україні стійкої децентралізованої енергетичної системи, побудованої на базі місцевих відновлюваних енергоресурсів.

Постановка проблеми

Наразі, у процесі спалювання різних видів палива, у світі витрачається приблизно 14 млрд т кисню на рік; концентрація CO₂ в атмосфері найбільш висока за останні 20 млн років. З 1850 до 2007 року шкідливі викиди в атмосферу в результаті спалювання викопних видів палива та промислової діяльності склали – приблизно 320 млрд т вуглецю [1]; у результаті змін в землекористуванні – ще додаткових 140 млрд т з 460 млрд т вуглецю, викинутого в атмосферу, 250 млрд т поглинули океан та лісові масиви, темпи використання яких наразі у 10 разів перевищують можливі об'єми їх відновлення. «Зелений пояс» суші та карбонатна система океанів могли б поглинути надлишок атмосферного CO₂ за 10–20 років. Наведена статистика демонструє необхідність розвитку стійкої енергетики, що базується на гармонійному соціальному розвитку суспільства, раціональному використанні місцевих поновлюваних джерел енергії; енерго- та ресурсозбереженні. Найкраще в дану концепцію вписується виробництво енергії з відходів біомаси (рис. 1).

Стійке енергопостачання сільськогосподарського виробництва наразі неможливе без використання поновлюваних джерел енергії та альтернативних енергоносіїв. На певному етапі розвитку сільського господарства історично склалися два основних способи енергозабезпечення робіт у сільському господарстві: мобільних процесів – за рахунок рідкого палива нафтового походження, що використовується в тракторах і автомобілях; стаціонарних – від централізованих електричних мереж. З ряду причин обидва способи енергозабезпечення постійно

зростають у ціні і є ненадійними, тому таким важливим стає розвиток системи децентралізованого енергопостачання.

Могутньою базою щодо одержання генераторного газу в сільському господарстві є рослинні відходи. Це може служити реальною підставою для планування і розвитку самостійної мережі низової енергетики. Щорічна здатність до відновлення цієї сировинної бази визначає стійкість створеної на її основі енергетичної системи, що є важливим економічним показником у сучасних умовах господарювання. Активна робота з реалізації технологій використання поновлюваних місцевих енергоджерел та відходів сільськогосподарського виробництва створює передумови для подальшого стійкого розвитку економіки держави за рахунок ресурсозбереження і зниження енергоємності продукції.

Об'єкт дослідження

Інноваційні шляхи виробництва і впровадження у сільське та лісове господарство обладнання, необхідного для створення в Житомирській області власної самостійної мережі альтернативної енергетики з газогенераторними установками, що ґрунтується на паливно-енергетичній базі Житомирщини на основі місцевих поновлюваних палив з відходів біомаси; визначення умов, за яких така енергетична система стане економічно рентабельною і технічно доцільною для суспільства.

Предмет дослідження

Можливість отримання прибутку від виробництва та реалізації сучасного обладнання з метою отримання силової та теплової енергії для потреб сільського, лісового і комунального господарств із місцевого поновлюваного палив на основі відходів біомаси.

Завдання дослідження

Створення науково-технічної бази та визначення напрямків практичної реалізації технологій стійкої енергетики в Україні, ініціювання гармонійного соціального розвитку суспільства за допомогою всебічного використання альтернативних місцевих поновлюваних енергоресурсів у сільському, лісовому і житлово-комунальному господарствах України.

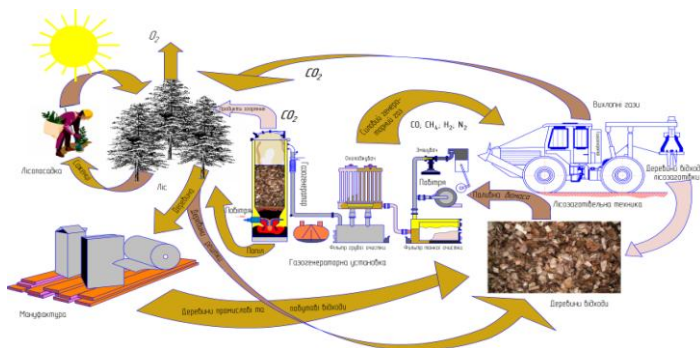


Рис. 1. Вуглецевий цикл використання біопалив

Матеріали та методика досліджень

Використані матеріали Державного комітету статистики України, роботи вітчизняних та зарубіжних дослідників, особисті розробки та дослідження авторів. У процесі дослідження використано розрахунково-конструктивний, системно-аналітичний і статистико-економічний методи.

Аналіз останніх досліджень

Однією з технічних основ створення стійкої моделі енергетики, що базується на побудові в Житомирській області бази місцевих енергетичних систем, є здійснення ідеї комплексного використовувати енергетичних ресурсів відповідно до специфіки сільськогосподарських районів з їх територіально-природними умовами. У силу особливостей кліматичних умов України комплексне використання первинної біомаси ускладнюється розбіжністю в часі нагромадження і використання ресурсів: у періоди найменших можливостей- потреби найбільші, і навпаки. Для виправлення ситуації необхідно створити та відпрацювати технології збереження палива на основі біомаси шляхом додаткового її енергетичного збагачення методами пелетування, брикетування тощо.

Сучасні енергетичні потреби України складають 32–36 млн т нафти і 70–75 млрд м³ природного газу. Житомирська область, попри найбільші в Україні запаси місцевих поновлюваних енергетичних ресурсів, щорічно споживає для потреб теплового забезпечення населення, виробничих та громадських приміщень приблизно 2 млн т у.п. (0,8–1,1 млн т нафти і 979,7 млн м³ природного газу) на загальну суму більше 1,5 млрд гривень [2]. Крім того, щорічно для опалення житлових приміщень і виробничих будинків споживається більш 10 тис. т кам'яного і бурого вугілля. У структурі енергоспоживання області частка традиційних органічних видів палива складає близько 83 %, а частка місцевого палива – лише 17 %.

Рівень газифікації населених пунктів області становить 29 %. У той же час, послуги з тепlopостачання надають 960 котелень, із них 760 працюють на природному газі.

У сфері електроенергетики для області є характерним: практична відсутність власних потужностей, нерівномірне енергоспоживання, практична відсутність резервних потужностей для вирішення проблем енергопостачання у „пікові” періоди. Загальне споживання електроенергії становить близько 1,8 млрд кВт/год. на рік.

Різниця в навантаженні між „піковим” та „нічним” періодами становить 25–35 %. Виходячи з необхідності покриття „пікових” навантажень, в області необхідно створити маневрові електроенергетичні потужності, здатні забезпечити навантаження в 100–160 МВт. Найбільш раціональне вирішення цієї проблеми – створення газогенераторних станцій малої потужності (250–300 кВт), які працюють на біопаливах з торфу та відходів біомаси.

Проблеми імпорту та висока вартість традиційних енергоносіїв призвели до обмеження споживання населенням і компенсації дефіциту палива через, несанкціоновану заготовлю дров у місцях охоронних і захисних лісонасаджень, у посадках навколо міст і населених пунктів, а також у лісових масивах.

Потенційні ресурси паливної біомаси складають у середньому по області 8 млн т на рік (або 3 млн т у.п. на рік), з яких використовується близько 5–6 тис. т.

З наведених даних видно, що потенційні можливості ресурсів паливної біомаси значно перевищують річну їх потребу в комунальній сфері і сільськогосподарських роботах.

Площа лісів по області становить 934,7 тис. га, значні площі займають парки, багаторічні насадження, кісточкові та плодові сади. Річний приріст деревини (без урахування сучків, коренів, гілок) у лісах області складає 4,05 м³/га, а середній запас деревини становить 212 м³/га. За здійснення щорічних головних рубок лісів заготовляють 1441 тис.м³ деревини, в тому числі 418 тис.м³.дров Структура лісів Житомирщини потребує проведення щорічних рубок догляду та вибірково-санітарних рубок на площі близько 55 тис.га. Досвід ведення лісового господарства у промислово розвинених країнах свідчить, що за здійснення рубок догляду та санітарних рубок, не зменшуючи об'єктів заготівлі товарної деревини та дров, можна додатково виробляти до 40 м³/га паливної тріски.

На підприємствах області щороку переробляється близько 237 тис. м³ деревини, при цьому у відходи (тирса, кора, горбилі, стружка) йде до 50 тис.м³. Зі збільшенням первинної переробки заготовленої деревини потенціальний обсяг відходів лісопиляння може досягти 100 тис.м³. Відповідно, сумарні потенційні ресурси надлишку відходів деревини (включаючи кору) у лісовому господарстві і деревообробних галузях області складають 743 тис. м³, що еквівалентно 400 тис.т у.п. І це без урахування інших місцевих поновлюваних видів палива, найголовніші з яких – відходи біомаси (обсяги біомаси, що можуть бути використані як паливо, в сільському господарстві, становлять близько 218 тис. т у.п. на рік), торф і гідроресурси.

З огляду на місцеве походження біопалива, фінансові потоки, пов'язані з його виробництвом і використанням, замикаються у межах регіону: гроші, виплачені споживачами енергоресурсів за місцеву сировину, залишаються в регіоні і сприяють його економічному розвитку. Тобто, можна вважати, що біомаса – це невичерпне джерело оборотних коштів, яке необхідно активно "розробляти" в регіоні. Як показують проведені дослідження, **заміна споживання 55–60 % викопного і нафтового палива в області на місцеві поновлювані палива еквівалентна залученню в бюджет області додаткових 500–800 млн грн щорічно**, які замість того, щоб витратитися на соціально-економічний розвиток регіону,

виплачуються постачальникам енергоресурсів – головним чином російським та туркменським компаніям.



Рис. 2. Газогенераторний трактор фірми Volvo, який працює на пелетованих рослинних відходах

З впровадженням відновлюваної енергетики пов'язані цікаві перспективи для сільського і лісового господарств Житомирської області та України. Вона розширює діапазон доступних джерел енергії, створює нові ринки збуту для сільськогосподарських виробників. Поєднання продовольчого та енергетичного ринків у сільському господарстві підвищить рівень конкуренції (найбільш ефективні виробники отримуватимуть прибуток на нових ринках), зміцнить енергетичну незалежність країни за рахунок урізноманітнення джерел енергопостачання.

У ХХІ столітті передбачається широке розповсюдження газогенераторних технологій. Хоча сам процес газифікації твердих палив не новий, саме зараз винайдено та розроблено технології, які суттєво підвищують не лише швидкість процесу протікання газифікації, але і її ступінь, підвищуючи ККД газогенераторної установки до 85–90 %, що забезпечує можливість силового використання генераторного газу з незначною втратою потужності двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ). Крім того, сучасні газогенераторні установки за своїми технічними параметрами наближуються до кращих зразків силових та енергетичних установок, які використовують традиційні викопні енергоносії.

У розвинених країнах газогенераторні установки використовуються, головним чином, для транспортних засобів у галузях з надлишком біомаси, переважно в сільському господарстві (рис. 2). Електроенергія, що виробляється центральними електростанціями, забезпечує потребу енергоємних секторів промисловості. Подібні роботи активно ведуться в Німеччині, Фінляндії, Данії, Канаді, США, Голландії і Японії. Цікаво що в США, де досить скептично ставляться до перспектив переходу навіть

сільськогосподарської техніки на генераторний газ, розвиток даної технології активно фінансується Департаментом з надзвичайних ситуацій, яке видає проспекти [5], що безкоштовно розповсюджуються серед сільських мешканців. Така практика є типовою і для інших розвинених країн. Подібні заходи корисно було б проводити і в Україні, особливо в районах, які часто страждають від стихійного лиха.



Рис. 3. Газогенераторна станція потужністю 100 кВт, що працює на відходах деревини (Китай)

Енергетика більшості країн, що розвиваються, характеризується широким використанням ДВЗ як генераторів для забезпечення потреб в електроенергії, особливо в сільській місцевості. Це обумовлено відсутністю розгалуженої системи енергетики. Технологія газифікації твердого палива для ДВЗ, після мінімальної підготовки, має специфічну важливість. Так установка, що показана на рис.3, використовується для виробництва електроенергії, а установка, що представлена на рис.4, виробляє генераторний газ для мережі тепlopостачання.

Серед країн, що розвиваються, безперечні лідери в розвитку технології газифікації біомаси – Бразилія, Філіппіни, Індія, Китай, ЮАР, Куба, Малі, Кенія, Бурунді та Мадагаскар. Там ця технологія закріплена державними програмами, що мають на меті усунення залежності внутрішньої економіки від паливного імпорту. Найбільш активно технологія газифікації розвивається на Філіппінах, в Індії, Бразилії, на Кубі та в ЮАР. Досвід ЮАР є особливо цікавим, оскільки ембарго, накладене на ЮАР в 1975 році, разом з відсутністю власних запасів газу та нафти призвело до серйозного обмеження споживання палива нафтового походження, а всі галузі промисловості, по можливості, були переведені на генераторний газ, що отримували з кам'яного та бурого вугілля.

У країнах СНД газогенератори масово не використовуються,



Рис. 4. Газогенераторна станція потужністю 150 кВт що, працює на рослинних відходах (Китай)

незважаючи на різке подорожчання традиційного палива та значні наукові напрацювання минулого. Єдине виключення – Естонія: в Кохта-Ярві працює завод газифікації горючих сланців, які у великій кількості добуваються у північно-східних районах країни. Генераторного газу виробляється стільки, що для його транспортування побудували 400-кілометровий газопровід до Талліну. В Естонській столиці на генераторному газі працюють всі міські котельні. Щодо України, такий стан з використання відновлювальних джерел енергії пояснюється тим, що наразі ціни на традиційні енергоносії на внутрішньому ринку непрямо дотуються державою.

Результати досліджень

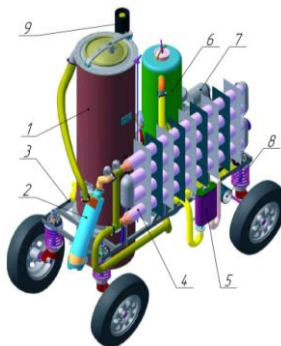
Газогенераторні установки, які поставляються в Україну, за умов роботи на паливі місцевого виробництва не досягають техніко-економічних показників, регламентованих виробником. Тому для виробників однією з умов нормальної експлуатації такого обладнання є використання біопалива, виробленого країнах-постачальника. У результаті цього експлуатація такого устаткування в Україні стає нерентабельною, а у випадку використання біопалив місцевого походження, виробник відмовляється від гарантійного обслуговування.



Рис. 5. Газогенераторний автомобіль, розроблений у ЖНАЕУ

Склад і якість паливної біомаси залежать від застосованої для її виготовлення сировини і способу виробництва. Відповідно до ботанічних і фізико-хімічних властивостей вихідної біомаси розробляється технологічний процес її енергетичного збагачення і конструктивної оптимізації газогенераторних установок. Тому в даному випадку виробництво вітчизняного устаткування з урахуванням особливостей місцевого біопалива дозволяють успішно конкурувати з іноземними виробниками на внутрішньому ринку України. Таким чином, нами в ЖНАЕУ була розроблена та досліджена газогенераторна установка, оптимізація експлуатаційних параметрів якої дозволила перевести автомобіль ГАЗ-53А на рослинне паливо (рис. 5) і створити на її основі високоефективну мотопомпу (рис. 6). Експлуатаційними дослідженнями встановлено, що вартість 1 м³ генераторного газу, отриманого з відходів лісопильних підприємств, що продають їх за ціною 0,45 грн/м³, складає

0,18 грн/м³ газу. Це значно дешевше природного газу і створює сприятливі умови для розповсюдження технологій не тільки у сільському та лісовому, але і в комунальному господарстві області.



*Рис. 6. Газогенераторна мотопомпа, розроблена в ЖНАЕУ.
1 – газогенераторна установка; 2 – циклон; 3 – візок; 4 – охолоджувач;
5 – підігрівач; 6 – скруббер; 7 – двигун; 8 – насос; 9 – факел*

Викиди вихлопних газів ДВС, що працюють на генераторному газі, Більш екологічно безпечні, ніж традиційні, а отриманий у результаті роботи газогенераторної установки попіл може бути використаний як високоефективне добриво. Подальші дослідження дозволять оптимізувати розроблену установку для створення на її основі самохідного універсального енергетичного модуля.

Висновки

На основі проведеного аналізу можна стверджувати:

1. Наявний енергетичний потенціал Житомирської області є достатнім для ефективного функціонування сільсько- і лісгосподарського комплексів регіону та забезпечення комунально-побутових потреб населення.
2. Поряд із цим, підвищення ефективності використання енергетичного потенціалу є нагальною необхідністю, оскільки імпортування традиційних видів палива обтяжливе для бюджету області та ускладнює подальший інтенсивний розвиток її паливно-енергетичного комплексу.
3. Лише місцеві поновлювальні палива є джерелом відносно дешевої енергії для всіх галузей господарства та населення. Тому найбільш перспективними напрямками вирішення проблеми підвищення ефективності використання енергетичного потенціалу регіону є диверсифікація джерел енергії, у першу чергу, за рахунок використання місцевих поновлювальних палив та впровадження енергозбереження на всіх стадіях їх виробництва, транспортування та використання.

4. У сільському та лісовому господарствах виявлений недостатній рівень енергозабезпечення, який компенсується використанням застарілого устаткування і великими затратами традиційних видів палива. Ситуацію досить швидко можна виправити завдяки розвитку самостійної мережі альтернативної енергетики з газогенераторними установками, ДВЗ і котлами.
5. Розуміння важливості розвитку технологій з переробки та використання альтернативних видів палива є дуже важливим як на рівні держави, так і на рівні майбутніх користувачів, тому популяризація ідей енергозбереження та раціонального енергокористування, розповсюдження інформації щодо нових технологій у цьому напрямку стає етапом на шляху реорганізації такої складної та інерційної системи, як енергетичний комплекс України.

Перспективи подальших досліджень

Занепад газогенераторних технологій у середині минулого століття був зумовлений низькими цінами на паливо нафтового походження. Наразі створені сприятливі умови для подальшого розвитку технології газифікації твердого палива на основі біомаси. Найбільш перспективні напрями: механізація та, особливо, автоматизація завантаження палива; вивантаження решток, що не згоряють; автоматичне регулювання процесу горіння та очищення; підвищення ККД системи газогенератор-ДВЗ.

В Україні найбільш доцільним стає використання газогенераторних установок фермерськими та лісозаготівельними господарствами, а також іншими галузями промисловості з надлишком відходів біомаси. Особливо економічно вигідно комплектувати універсальні сільськогосподарські газогенераторні модулі, енергетичне забезпечення навісного обладнання яких також здійснюється за рахунок газогенераторної установки.

Активно ведеться робота в рамках розробки науково-технічних та виробничих основ, спрямованих на енерго- і ресурсозбереження в лісовому та сільському господарствах за допомогою удосконалення існуючих і створення нових прогресивних конструкцій газогенераторних установок, що працюють на біопаливі. Раціональне використання альтернативних місцевих поновлюваних джерел енергії на основі біомаси для їх подальшої газифікації є запорукою успішного розвитку технології зокрема та економіки в цілому.

Література

1. *А.А. Самылин.* Дрова – автомобильное топливо будущего. Конструктивное становление технологии легких газогенераторов / *А.А. Самылин, Н.М. Цивенкова* // ЛЕСПРОМИНФОРМ. – 2005. – №4. – С. 60–66.
2. *А.А. Самылин.* Дрова – автомобильное топливо будущего. Конструктивное становление технологии легких газогенераторов /

- А.А. Самылин, Н.М. Цивенкова // ЛЕСПРОМИНФОРМ. – 2005. - №5. – С. 72–79.*
3. *Л.В. Лось. Проблема енергоносіїв та її вирішення в сільському господарстві України біоенергетичними газогенераторами / Л.В. Лось, Н.М. Цивенкова // Вісн. ДАУ. – 2004. – №2. – С.3–21.*
 4. Програма енергозбереження Житомирської області на 2007–2010 рр. / Житомирська обл. держ. адм. – Житомир, 2007. – 87 с.
 5. T.B Reed Handbook of Biomass Downdraft Gasifier Engine Systems / T.B Reed, A. Das // The Biomass Energy Foundation Press. – Colorado: Golden, 2002.
-
-