

ПЕРСПЕКТИВИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ СОЛОМИ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ

Проаналізована проблема енергоносіїв, шляхи для її вирішення і перспективи енергетичного використання соломи для сільського господарства України. Дані властивості і основні характеристики соломи як твердого біопалива. Розглянуті потенційні ресурси надлишку соломи та стебел і сучасний стан системи збирання соломи. Виявлені тенденції розвитку біоенергетики на селі. Проаналізовані екологічні аспекти спалювання соломи.

Постановка проблеми

Розвідані запаси нафти у світі оцінюються в 140–145 млрд т (160 млрд м³), яких при сучасному її використанні може вистачити на 35–45 років [2].

У окремих регіонах проблеми з запасами нафти стоять більш гостро: 76% запасів знаходяться на Близькому та Далекому Сході, в Латинській Америці. На решту регіонів залишається 24%, з яких 6–7% припадає на СНД. Щодо СНД, то враховуючи рівень добування нафти у 2003 р., цих запасів може вистачити на 12–15 років.

В Україні річна потреба в нафті складає близько 30–40 млн т, в цілому по СНД – 450 млн т, США споживають біля 800 млн т нафти. Ця потреба буде постійно збільшуватися, ініціюючи розвиток альтернативних джерел енергії [1].

Як альтернативні джерела енергії використовуються вітродвигуни, рослинна біомаса, деревина та ін. Наприклад, тільки рослинна біомаса складає біля 1 млрд тонн умовного палива, чи біля 0,7 млрд т нафтового еквіваленту (н. е.), що складає четверту частину видобування та споживання нафти у світі (3 млрд т) [4].

Ресурси щорічно відновлювальної рослинної біомаси енергетично у 25 разів перевищують обсяги добування нафти. Для України проблема ефективного використання альтернативних видів палива дуже актуальна [1]. Місцеві види палива для багатьох регіонів України (у тому числі і для Полісся): деревина, торф, солома, тощо – є основним потенціалом [3].

Для сільського господарства України важким, але наразі найбільш реальним шляхом виживання, є переведення транспортної техніки на альтернативні види палива власного виробництва, які потребують відносно невеликих капіталовкладень.

Однією з головних стала технічна проблема створення зернозбирального комбайна, конструкція якого дозволяє ефективно використовувати солому замість нафтового пального зразу при збиранні зернових культур.

Аналіз останніх досліджень

Виробництво енергії із відновлювальних джерел динамічно розвивається в більшості європейських країн. У 1995 р. в країнах ЄС на частку відновлювальних джерел енергії приходилось 74,3 млн т нафтового еквіваленту (т. н. е., $Q_n^p=41,9$ МДж/кг), що складало 6 % від загального використання первинних енергоносіїв. З них на частку біомаси приходилось більше 60 % [6].

В Європейському Союзі вирішено, що до 2010 року частка відновлювальних джерел енергії в енергетичному балансі країн-членів ЄС збільшиться удвічі і становитиме 12 %.

В Україні потреба в імпортованій нафті складає близько 30–40 млн т, однак альтернативні місцеві енергоджерела використовуються, на жаль, в незначних об'ємах.

Солома є одним із основних джерел біопалива в Україні. Середня кількість соломи злакових культур в Україні становить 40,31 млн т. При використанні 20 % загального збору соломи для енергетичних цілей може бути заміщено 4,3 млн т у.п./рік (близько 2% від загального споживання первинних енергоносіїв в Україні) [5].

Об'єкт та методика досліджень

Об'єктом досліджень є солома пшениці, що використовується як біопаливо. Предметом досліджень є газогенераторна установка, яка працює на цьому біопаливі.

У процесі дослідження використовували експериментальні та теоретичного методи.

Результати досліджень

Солому досить складно використати у вигляді сировини для прямого спалювання через її низьку енергетичну щільність та підвищений вміст хлору й лужних металів. Інші підходи потребують значних капітальних витрат на обладнання для брикетування, транспортування, зберігання, подрібнення і раціональне спалювання [5].

У таблиці 1 наведені основні характеристики соломи пшениці як твердого біопалива.

Таблиця 1. Характеристика соломи пшениці, використовуваної як тверде біопаливо в порівнянні з характеристиками вугілля та природного газу [5,9]

Параметр	Солома пшениці	Вугілля	Газ
Вологість, %	7,85–15	12	0,0
Зольність, %	4–9,04	12	0,0
Летюча речовина, %	66,13–70	25	100
Теплота згоряння, МДж/кг	14,4–15,63	25	48
CO ₂ max, %	20,81	-	-
C, %	39,72–42	59	75
H, %	4,81–5,2	3,5	24
N, %	0,35–0,56	1,0	0,9
S, %	0,043–0,16	0,8	0,0
O, %	37–37,7	7,3	0,9
Cl, %	0,25–0,75	0,08	-
Zn, мг/кг	16	-	-
Cd, мг/кг	0,5	-	-
K, %	0,98	-	-
Ca, %	0,37	-	-
Температура золи °C:			
початку деформації	950	1175	-
розм'якшення	1050	1225	-
рідкоплавкого стану	1150	1275	-

Паливна маса складається з вуглецю C^r, водню H^r, кисню O^r, азоту N^r та сірки S^r:

$$C^r + H^r + O^r + N^r + S^r = 100\% \quad (1)$$

Суха маса палива складається з паливної маси та золи [10]. Складові сухої маси палива позначаються знаком «с».

$$C^c + H^c + O^c + N^c + S^c + A^c = 100\%, \quad (2)$$

де A^c – вміст золи у паливі.

Для перерахунку складу палива з горючої маси на суху використовують для кожного компонента наступну формулу: наприклад, вуглець в сухій масі C^c:

$$C^c = C^r (100 - A^p) / 100, \quad (3)$$

де A^p – вміст вологи в паливі.

Робоча маса палива складається з сухої маси та води [10]. Складові робочої маси позначаються значком «р». Перерахунок з сухої маси на роботу для всіх компонентів виконується за формулою:

$$C^p = C^c (100 - W^p) / 100 \quad (4)$$

Перерахунок горючої маси на роботу виконується за формулою:

$$C^p = C^r (100 - A^c)(100 - W^p) / 100 \cdot 100 \quad (5)$$

Приймаємо відсоткові значення вуглецю $C - 39,72\%$, кисню $O - 37,7\%$, водню $H - 4,81\%$, азоту $N - 0,56\%$ та сірки $S - 0,043\%$ за робочу масу палива (табл. 1), так як додаючи до них відсотковий вміст води в паливі $W^p - 7,85\%$ та золи $A^c - 9,04\%$ отримуємо 100% .

За допомогою формули (5) визначаємо значення горючої маси палива (табл.2).

Нижчу теплотворну здатність робочої маси твердого палива визначають за формулою Менделєєва:

$$Q_{н}^p = 81 \cdot C^p + 246 \cdot H^p - 26 (O^p - S_{л}^p) - 6 \cdot W^p \text{ кал/кг}, \quad (6)$$

де $S_{л}^p$ – вміст летючої сірки в робочому паливі.

Таблиця 2. Склад соломи як газогенераторного палива

Паливо	Вміст води на роботу масу $W^p, \%$	Вміст золи на суху масу $A^c, \%$	Маса пального					Нижча теплотворна здатність маси пального $Q_{н}^p, \text{ кал/кг}$
			вуглець $C^r, \%$	водень $H^r, \%$	кисень $O^r, \%$	азот $N^r, \%$	сірка $S^r, \%$	
Солома пшениці	7,85	9,04	47,4	5,74	45	0,67	0,05	3374,4

Значний вихід летючих компонентів при спалюванні соломи обумовлює необхідність спеціальних вимог до розподілу повітря, що надходить у зону горіння, а також до конструкції котла, особливо пальників.

Температура розм'якшення й плавлення золи соломи відносно низькі через високий вміст лужних металів. Як наслідок, на низькотемпературних поверхнях можуть з'являтися шлакові утворення. Відносно великий вміст хлору, що спостерігається в соломі вівса, ячменя й рапсу, призводить до підвищеної корозії елементів котлів.

Вміст води повинен складати в сухій соломі до 14% , середньої сухості – від 14 до 16% , вологій – від 16 до 20% та у сирій – вище 20% . Діапазон вологості, припустимий для спалювання соломи, становить $10-25\%$. Оптимальне значення вологості 15% [5,8].

Спосіб зберігання впливає на якість соломи. При зберіганні в стогах під відкритим небом близько 10% соломи стає непридатною для енергетичного використання.

В енергетиці можна застосовувати солому всіх видів зернових, а також ріпаку і гречки. Цінною вважається житня, пшенична, ріпакова, гречана, бобова солома, а також кукурудзяні та соняшникові залишки.

Враховуючи, що енергетична цінність 1 кг кам'яного вугілля становить 25 МДж, а 1 кг соломи озимої пшениці 15 МДж, з п'яти тонн соломи можна отримати еквівалент 3 т кам'яного вугілля [7].

Потенційні ресурси надлишку соломи і стебел складають у середньому 21 млн т, що еквівалентно 10,1 млн т умовного палива. Для проведення сільськогосподарських робіт потенційні ресурси соломи і стебел приблизно у 2,6 раза перевищують річні потреби в паливі.

У розвитку світової біоенергетики на селі можна виділити три основні тенденції. По-перше, скорочення загальних витрат енергії в сільськогосподарському виробництві. По-друге, збільшення використання поновлювальних джерел енергії. По-третє, переважне використання твердих видів палива [9].

В Україні сільськогосподарським сектором на власні потреби (корм та підстилка для тварин) використовується біля 80 % щодо загальної кількості соломи, і тільки 20 % її може бути використана для вироблення енергії. Це значно менше ніж, наприклад, в Данії, де 60 % щодо загального збору соломи вважають придатними для вироблення енергії. У майбутньому частка соломи, що доступна для вироблення енергії в Україні, може суттєво зрости [6].

В Україні найбільш розповсюдженою системою збирання соломи є збір подрібненої соломи в скирти та стоги, які зберігаються в полі. Технологія тюкування ще не досягла широкого розповсюдження. Це робить нерентабельним транспортування соломи на великі відстані та перешкоджає створенню великих соломоспалювальних станцій, а також розповсюдженню котлів для спалювання соломи в тюках. Але все більша кількість господарств переходить на технологію збирання соломи за допомогою прес-підбирачів, незалежно від планів щодо встановлення соломоспалювальних котлів. Такий спосіб збирання окупається за рахунок зниження втрат на зберігання та транспортування соломи. За оцінкою експертів до 50 % господарств України будуть мати прес-підбирачі вже до 2010 р.

Використання соломи для прямого спалювання є одним зі способів зниження викидів CO₂ в атмосферу. Солома, як і біомаса у цілому, є CO₂-нейтральним паливом, тобто споживання CO₂ з атмосфери у процесі росту злакових культур відповідає емісії CO₂ в атмосферу при спалюванні соломи. З огляду на додаткові викиди CO₂, які відбуваються при збиранні, транспортуванні й підготовці соломи для спалювання, зниження емісії CO₂ при заміні вугілля, що спалюється в котлі, на солому становить близько 90 % [5].

Висновки

1. Україна має великий потенціал біомаси, доступний для отримання газоподібних моторних палив. БМ може на 100% забезпечити загальні потреби сільського господарства України в моторному паливі.

2. У найближчі роки в Україні перспективними для комерційного застосування будуть технології, які використовують транспортні та стаціонарні газогенератори.

3. Отже, прискорення розвитку й впровадження технологій спалювання соломи в енергетичних цілях в Україні доцільне.

4. Об'єм енергії в соломі та полові дозволяє виконати всі енергозатратні операції на відповідній ділянці.

5. Необхідне створення інфраструктури та устаткування для брикетування, перевезення, зберігання й подрібнення соломи.

Перспективи подальших досліджень

Наступні дослідження слід зосередити на проектуванні та створенні машин для виготовлення брикетів із соломи для подальшого використання в якості палива у стаціонарних та транспортних газогенераторах.

Література

1. Лось Л.В., Цивенкова Н.М. Проблема енергоносіїв та її вирішення в сільському господарстві України біоенергетичними газогенераторами // Вісн. ДАУ. – 2004. – № 2. – С. 3 – 21.
2. Masters S.D. World Petroleum Congress. – Buenos Aeres, 1991.
3. Лось Л.В., Смець Б.В., Шмалюк М.І. Перспективи створення, визначення показників роботи і основних розмірів газогенераторних установок для тракторних двигунів // Вісн. ДАУ. – 2006. – № 1. – С. 109 – 121.
4. Bernard V. Alternative kinds of energy // Afrique exp. – 1984. – №4. – Р. 44.
5. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. Обзор технологий сжигания соломы с целью выработки тепла и электроэнергии // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 1998. – №6. – С.3 – 12.
6. Развитие биоэнергетической технологии в Украине / Г.Г. Гелетуха, Т.А. Железная, С.В. Тишаев, С.Г. Кобзарь // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2002. – №3. – С. 3 – 11.
7. Чарняковська М. Енергія з поля // Новини агротехніки. – 2006. – №6. – С. 27-37.
8. О.Е. Аврор, З.М. Мороз Использование соломы в сельском хозяйстве – Л.: Колос. Ленингр. отд-ние, 1979. - 200с.
9. Мельничук М., Дубровін В. Зелена енергія в Україні // Агросектор. – 2007. – №2. – С. 12 – 13.
10. Токарев Г.Т. Газогенераторные автомобили. – М.: Изд. Мин. колхоз. РСФСР, 1948. – 160 с.