

ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ БІОМАСИ ДЛЯ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ КОМУНАЛЬНО-ПОБУТОВИХ ОБ'ЄКТІВ ГОСПОДАРСТВА

В. Є. Василенков, кандидат технічних наук, доцент

Я. І. Заблоцький, студент магістратури

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: wasil14@ukr.net

Анотація. Підвищення цін на енергоресурси та погіршення екологічного стану навколишнього середовища, внаслідок зростаючого споживання викопних видів палива спонукають людство до використання біомаси на енергетичні потреби. Аграрний комплекс є основною галуззю, що виробляє біомасу. Перехід системи теплозабезпечення на нову основу, а саме на використання енергії біомаси для потреб комунально – побутових об'єктів господарств вимагає нових способів по розрахунку об'ємів енергетичного врожаю альтернативного джерела тепlopостачання на основі відходів рослинництва, що забезпечить більш раціональне їх використання.

Однією із проблем з ефективного використання альтернативного джерела тепlopостачання на основі відходів рослинництва є розроблення методологічного підходу з визначення його об'ємів на опалювальний сезон з врахуванням теплотворної властивості.

Мета роботи – ефективне використання альтернативного джерела тепlopостачання на основі відходів рослинництва за рахунок розроблення методологічного підходу з визначення потенціалу енергетичного врожаю з відходів рослинництва, їх об'ємів на опалювальний сезон з врахуванням теплотворної властивості і підбором технологічного обладнання.

Ефективне використання альтернативного джерела тепlopостачання здійснювалось за рахунок раціонального використання структури посівних площ господарства і визначення об'ємів палива на опалювальний період з врахуванням його теплотворної властивості за ISO 1928:1995 IDT, ДСТУ ISO 1928:2006 „Палива тверді мінеральні. Визначення найвищої теплоти згоряння методом спалювання в калориметричній бомбі та обчислення найнижчої теплоти згоряння.

Запропоновано одне з перспективних та актуальних напрямків ефективного використання альтернативного джерела тепlopостачання, а саме використання спресованої у тюки соломи в комбінації із використанням газу. Представлено структуру полів, з яких можна збирати 2 врожаї – продовольчий та енергетичний.

При теплотворній властивості соломи 10501 кДж/кг, об'ємом 12130 ц опалювальний період становить 162 доби, що призводить до заміщення природного газу в кількості 42 тис м³/рік.

Ключові слова: *структура посівних площ, теплотворна властивість соломи, ресурсозбереження, енергетичний врожай*

Актуальність. Майже 65 % енергії з відновлюваних джерел можна сформувати за рахунок продукції сільськогосподарського походження. З кожного поля щорічно можна збирати два врожаї, а саме: продовольчий та енергетичний. При чому на енергетичні потреби використання біомаси в обсязі, що не перевищує 30 %. Перехід системи теплозабезпечення на нову основу, а саме на використання енергії біомаси для теплозабезпечення комунально – побутових об'єктів господарств потребує нових способів з розрахунку енергетичного врожаю альтернативного джерела теплопостачання на основі відходів рослинництва, що забезпечить більш раціональне їх використання.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Розвиток енергетичної галузі в сільському господарстві має свою особливість, а саме свою логістику перевезень, яка повинна бути не більш 50 км [1]. Тому переробку біомаси слід проводити недалеко від полів, на яких її виростили. Щоб енергетичний гектар запрацював, необхідна власна переробка.

Використовуючи біомасу як енергетичну сировину, слід враховувати можливості різних технологій її переробки. Учені працюють над створенням новітніх технологій і обладнання для виробництва та використання в сільській місцевості всіх видів біопалив: твердих (брикети, гранули, брикетувальники й котли для їх використання), газових (біогаз), рідких (біодизель).

Окрім енергетичних проблем, застосування біомаси і біопалив може вирішити і ряд екологічних проблем. По-перше – стан повітря, яке забруднене шкідливими речовинами вихлопних і димових газів. По-друге – значні об'єми викидів в атмосферу парникових газів – діоксиду вуглецю, метану та інших. Оскільки біологічна маса є CO_2 – нейтральним паливом, то її застосування не веде до підсилення парникового ефекту і відповідає рамкам механізмів Кіотського протоколу. З огляду на це, наша держава повинна робити впровадження біоенергетичних технологій та застосування всіх видів біопалив. Україна має

великий потенціал біомаси, з якої можна виробляти енергію. Загальний щорічний теоретично можливий потенціал біологічної маси складає 45 млн. т у. п., технічно досяжний - 32 млн. т у. п., а економічно доцільний - 24 млн. т у. п. У розрізі видів біомаси солома зернових має найвищий щорічний енергетичний потенціал, який складає 1,34 млн. т у. п. економічно доцільного.

Тому одним з основних напрямків ефективного використання альтернативних джерел на основі відходів рослинництва для теплопостачання є солома зернових культур [1, 3-6].

Мета дослідження – ефективне використання альтернативного джерела теплопостачання на основі відходів рослинництва за рахунок розроблення методологічного підходу з визначення об'ємів на опалювальний сезон енергетичного врожаю з відходів рослинництва і підбору технологічного обладнання.

Матеріали і методи дослідження Ефективне використання альтернативного джерела теплопостачання здійснювалося за рахунок раціонального використання структури посівних площ господарства і визначення об'ємів палива на опалювальний період з врахуванням його теплотворної властивості за ISO 1928:1995 IDT, ДСТУ ISO 1928:2006 „Палива тверді мінеральні. Визначення найвищої теплоти згоряння методом спалювання в калориметричній бомбі та обчислення найнижчої теплоти згоряння“[6].

Результати досліджень та їх обговорення. Важливою енергетичною характеристикою біологічної маси при використанні її як твердого біопалива є теплотворна властивість. У розрізі видів енергетичної сировини, яку раніше відносили до відходів агропромислового виробництва, середня теплотворна здатність при абсолютній її вологості на рівні 20 % становить: солома зернових культур, гілки плодкових дерев – 10,5 Мдж/кг, стебла кукурудзи і соняшника – 12,5 Мдж/кг, виноградна лоза – 14,2 Мдж/кг.

Апробація методології визначення енергетичного потенціалу поля проводилася на реальній структурі посівних площ НДГ "Великоснітинське" ім. О.В. Музиченка (табл. 1).

1. Структура посівної площі господарства

Найменування	Посівна площа, га	Відношення до повної посівної площі, %
Повна посівна площа	2384	100
Кормові та технічні культури	1484	62,2
Ранні зернові культури	900	37,8
пшениця озима	500	
інші ранні зернові культури	400	

Визначення енергетичного потенціалу полів проводилося в такій послідовності:

1. Врожай ранніх зернових культур:

$$m_y = y \cdot S_n ,$$

де m_y – кількість урожаю кожної з культур, ц; y – урожайність культур, ц/га; S_n – площа посіву, га.

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.

2. Дані для ранніх зернових культур

Найменування	Площа посіву S_n , га	Врожайність культур y , ц/га	Врожай зернових культур m , ц
Пшениця озима	500	40,2	20100
Інші ранні зернові культури	400	37,86	15144

2. Загальної маса соломи визначалася за формулою:

$$m_c = m_y \cdot K_1 ,$$

де m_c – маса соломи ранніх зернових культур, ц; m_y – врожай кожної з культур, ц; K_1 – коефіцієнт виходу соломи з ранніх зернових культур. Оскільки співвідношення

між зерном і соломою дорівнює 1:1,1, коефіцієнт виходу соломи з ранніх зернових культур становить $K_l = 1,1$. Результати розрахунків зведені в таблицю 3.

3. Загальна маса соломи

Найменування	Врожай зернових m_y , ц	Коефіцієнт виходу соломи K_l	Маса соломи m_c , ц	Загальна маса соломи m , ц
Пшениця озима	20100	1,1	22110	40434,24
Інші ранні зернові культури	16658,4	1,1	18324,24	

3. Визначення маси соломи, що йде на спалювання.

У роботі "Енергозбереження в агропромисловому комплексі" (с.788) частина соломи, яка рекомендується на спалювання, складає 20-30 % від загальної маси соломи:

$$M_c = \frac{m}{100\%} \cdot 30\% ;$$

$$M_c = \frac{40434,24}{100\%} \cdot 30\% = 12130,27 \text{ ц}$$

Можливий надлишок соломи визначався, як різниця між потенційним збором та плановими потребами для сільськогосподарського використання.

4. Загальна кількість теплоти при спалюванні соломи визначається за формулою:

$$Q_{заг} = M_c \cdot q_c ,$$

де $Q_{заг}$ – загальна кількість теплоти, Дж; M_c – маса соломи, яка йде на спалювання, ц; q_c – теплотворна властивість соломи, МДж/кг.

$$Q_{заг} = 12130,27 \cdot 10,5 = 12736783,5 \text{ МДж} = 12736835 \cdot 10^5 \text{ Дж}$$

5. Визначення опалювального періоду з використанням твердого біопалива.

Спочатку знаходять кількість теплоти, необхідну для опалення приміщень за 1 день. Будемо враховувати експериментальні дані і досвід агрофірми "ДіМ", де вперше в Україні використано котел RAU-2-1210 для спалювання спресованої в тюки соломи (с. Дрозди, Білоцерківського району, Київської обл.). Витрата соломи при одному завантаженні становить 3 великих тюки (1500 кг). Тривалість спалювання одного завантаження приблизно 5 год, за добу завантажень 5 при ККД котла 81,4 %. За день отримаємо теплової енергії: 7500 кг множимо на теплотворну властивість спресованої соломи 10,5 МДж/кг, отримуємо $75750 \cdot 10^5$ Дж, за місяць відповідно $2362500 \cdot 10^5$ Дж.

Далі знаходять кількість місяців, протягом яких здійснюється опалення приміщень за допомогою отриманого біопалива – пресованої в тюки соломи:

$$12736835 \cdot 10^5 \text{ Дж} : 2362500 \cdot 10^5 \text{ Дж} = 5,39 \text{ місяців} = 162 \text{ діб}$$

Розрахунок альтернативного джерела теплопостачання показує, що запасу біопалива для безперервного опалення приміщень цього господарства за допомогою пресованої соломи вистачає на 162 доби. Термін опалення твердим біопаливом на основі відходів рослинництва господарства становить 90 % всього опалювального сезону (6 місяців або 180 діб), якщо використовувати 30 % загальної маси соломи.

6. Вибір котельного обладнання.

Вибираємо котел для спалювання соломи RAU-2-1210 (рис.1), датського виробника PASSAT Energi A/S, з тепловою потужністю 980 кВт., паливом для якого є солома (рис.2).



Рис. 1. Котел для спалювання соломи RAU-2-1210

Рис. 2. Спресована в тюки солома

Характеристики котла:

тип	RAU-2-1210
виробник	PASSAT Energi A/S
теплова потужність	980 кВт
об'єм тепло акумуляційного бака	32 м ³
температура димових газів	250 С
витрата соломи при одному завантаженні	1500 кг (3 великих тюка)
вологість соломи	max 20 %
зольність соломи	max 5 %
тривалість спалювання одного завантаження	приблизно 5 годин
ККД котла	81,4 %
споживання електроенергії	3,5 кВт
витрата соломи за опалювальний період	1100 тон
кількість заміщеного природного газу	385 тис м ³ /рік
вартість котла RAU-2-1210	100 000 \$
термін окупності котла RAU-2-1210	4,7 років

Висновки і перспективи. За результатами досліджень пропонується одне з перспективних і актуальних напрямків ефективного використання альтернативного джерела теплопостачання, а саме використання спресованої у тюки соломи в

комбінації із використанням газу. Представлено структуру полів, з яких можна збирати 2 врожаї – продовольчий та енергетичний.

При теплотворній властивості соломи 10501 кДж/кг і об'ємі 12130 ц опалювальний період становить 162 доби, що призводить до заміщення природного газу в кількості 42 тис м³/рік.

Список використаних джерел

1. Дубровін, В. О. Біопалива (Технології, машини і обладнання) / В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло. – К.: Енергетика і електрифікація, 2004. – 256 с.
2. Швець І. Т. Голубинский И. Т. Общая теплотехника / И. Т. Швець, В. И. Голубинский. – К.: Видавництво Київського університету, 1963. – 561 с.
3. Костенко В. М. Практикум з годівлі сільськогосподарських тварин. Ч. 1. Хімічний склад, оцінка поживності та якості кормів / В. М. Костенко, В. В. Панько, К. М. Сироватко. – Вінниця, 2008. – 141с.
4. Василенков В. Є. Поетапна технологія визначення теплотворної властивості твердого біопалива / В. Є. Василенков // Науковий вісник НУБіП України. – 2010. – Вип. 144, ч.3. – С.157–163.
5. Василенков, В. Є. Визначення теплотворної властивості рідкого біопалива / В. Є. Василенков // Вісник Харківського Національного університету с.-г. ім. Петра Василенка. – 2010. – Вип. 93. – С. 363 – 367.
6. Палива тверді мінеральні. Визначення найвищої теплоти згоряння методом спалювання в калориметричній бомбі та обчислення найнижчої теплоти згоряння: ISO 1928:1995 IDT, ДСТУ ISO 128:2006. – К.: Держспоживстандарт України, 2008. – 37 с.

References

1. Dubrovin, V.O., Korchemny, M.O., Maslo, I.P. (2004) Biopalyva (Tekhnolohii, mashyny i obladnannia) [Biofuels (Technologies, machines and equipment)]. Kyiv: Tsentr Tekhnichnoi informatsii Enerhetyka i elektryfikatsiia, 256.
2. Shvets, I. T., Golubinsky, V. I. (1963). Obshchaia teplotekhnika. Navchalnyi posibnyk [General heating engineering]. Kyiv: Vydavnytstvo Kyivskoho universytetu, 561.
3. Kostenko, V. M., Panko, V. V., Syrovatko, K. M. (2008). Praktykum z hodivli silskohospodarskykh tvaryn [Workshop on feeding farm animals.]. Vinnytsia: RVV VDAU, 141.
4. Vasilenkov, V. E. (2010). Poetapna tekhnolohiia vyznachennia teplotvornoii vlastyvoli tverdoho biopalyva [Step-by-step technology for determining the calorific value of solid biofuels]. Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, 144 (3), 157–163.
5. Vasilenkov, V. E. (2010). Vyznachennia teplotvornoii vlastyvoli ridkoho biopalyva [Determination of calorific value of liquid biofuels]. Visnyk Kharkivskoho

Natsionalnoho universytetu s.h.im.Petra Vasylenka, 93, 363–367.

6. Palyva tverdi mineralni. Vyznachennia naivyshchoi teploty zghoriannia metodom spaliuvannia v kalorymetrychnii bombi ta obchyslennia nainyzhchoi teploty zghoriannia Solid mineral fuels (2008). [Determination of the highest combustion heat by the method of burning in a calorimetric bomb and the calculation of the lowest combustion heat]: ISO 1928: 1995 IDT, DSTU ISO 128:2006. Kyiv: State Consumer Standard of Ukraine, 37.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ БИОМАССЫ ДЛЯ ТЕПЛООБЕСПЕЧЕНИЯ КОМУНАЛЬНО-БЫТОВЫХ ОБЪЕКТОВ ХОЗЯЙСТВА

В. Е. Василенков, Я. И. Заблоцкий

Аннотация. *Рост цен на энергоносители и ухудшение экологического состояния окружающей среды в результате растущего потребления ископаемого топлива побуждают человечество использовать биомассу для энергетических нужд. Агропромышленный комплекс является основной отраслью производства биомассы. Переход системы теплоснабжения на новую основу, а именно на использование энергии биомассы для нужд коммунальных и бытовых хозяйств фермерских хозяйств, требует новых методик расчета объема выхода тепловой энергии альтернативного источника теплоснабжения на основе отходов сельскохозяйственных культур. Это обеспечит их рациональное использование.*

Целью работы является эффективное использование альтернативного источника теплоснабжения на основе отходов растениеводства путем разработки методического подхода к определению потенциала получения энергии с отходов сельскохозяйственных культур, их объемов за отопительный сезон с учетом теплотворных свойств и подбор технологического оборудования.

Эффективное использование альтернативного источника теплоснабжения проводилось за счет рационального использования структуры посевных площадей хозяйства и определения объема топлива на отопительный период с учетом его теплотворной способности согласно ISO 1928: 1995 IDT, ДСТУ ISO 1928: 2006 «Топливо твердое минеральное. Определение высшей теплотворной способности методом сжигания в калориметрической бомбе и расчет низшей теплотворной способности».

По результатам исследований предложено одно из перспективных и актуальных направлений эффективного использования потенциала альтернативного источника теплоснабжения, а именно сочетание использования соломы, спрессованной в тюки, и газа. Представлена структура полей, с которых можно собирать 2 урожая - продовольственный и энергетический. При теплотворной способности соломы 10501 кДж/кг и объёме её сжигания 12130 ц отопительный период составляет 162 дня, что приводит к замене природного газа в количестве 42 тыс. м³/год.

Ключевые слова: *структура посевных площадей, теплотворное свойство соломы, ресурсосбережения, энергетический урожай*

THE USE OF BIOMASS ENERGY FOR HEAT SUPPLY OF COMMUNITY AND HOUSEHOLD FACILITIES

V. Vasilenkov, Ya. Zablotsky

Abstract. *The rise in energy prices and the deterioration of the ecological state of the environment, as a result of the growing consumption of fossil fuels, are prompting humanity to use biomass for energy needs. The agricultural complex is the main biomass producing industry. The transition of the heat supply system to a new basis, namely, to the use of biomass energy for the needs of communal and household facilities of farms, requires new methods for calculating the volume of the energy yield of an alternative source of heat supply based on crop waste, will ensure their more rational use.*

One of the problems for the effective use of an alternative source of heat supply based on crop waste is the development of a methodological approach to determine its volume for the heating season, taking into account the calorific properties. The purpose of the work is the effective use of an alternative source of heat supply based on crop waste by developing a methodological approach to determine the potential of energy harvest from crop waste, their volumes for the heating season, taking into account the calorific properties and the selection of technological equipment.

The effective use of an alternative source of heat supply was carried out due to the rational use of the structure of the cultivated areas of the farm and the determination of the volume of fuel for the heating period, taking into account its calorific value according to ISO 1928: 1995 IDT, DSTU ISO 1928: 2006 "Solid mineral fuels. Determination of the highest calorific value by the method of combustion in a calorimetric bomb and the calculation of the net calorific value".

According to the research results, one of the promising and relevant directions for the effective use of the potential of an alternative source of heat supply is proposed, namely the combination of the use of straw and gas compressed into bales. The structure of the fields from which you can harvest 2 crops - food and energy - is presented. With the calorific value of straw 10501 kJ/kg and the volume of its combustion 12.130 centners, the heating period is 162 days, which leads to the replacement of natural gas in the amount of 42 thousand m³/year.

Key words: *structure of sown areas, calorific value of straw, resource conservation, energy harvest*