

## ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНІ ТА ЕКОЛОГО-ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ СУХОЇ БІОМАСИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

*Розглядаються економіко-математичні та еколого-енергетичні аспекти використання сухої біомаси як альтернативного джерела енергії в Україні, зокрема у Вінницькій області на прикладі соломи. Обґрунтовується висновок про те, що спалювання сухої біомаси в сучасних високоефективних котлах в значній мірі вирішить проблему теплотехнічного забезпечення населених пунктів Подільського регіону.*

### Вступ

Проблема енергоносіїв для України, зокрема для Вінницької області є надзвичайно актуальною. Існує два напрямки у вирішенні цієї проблеми — це здешевлення енергетичних ресурсів та енергозбереження. Як відомо, є відновлювальні і не відновлювальні типи джерел енергії. До відновлювальних відносяться: енергія сонця, вітру, гідроресурси, геотермальна енергія. Невідновлювальними є: енергія спалювання органічного палива, ядерна та термоядерна (остання ще не має остаточного інженерного вирішення).

### Постановка задачі

Звичайно, відновлювальні джерела енергії є безальтернативними. Однак, на даному етапі економічного розвитку України їх інтенсивне впровадження вимагає значних капіталовкладень, чого не може дозволити собі Україна. Отже, нам сьогодні нічого не залишається, як розумно та раціонально використовувати потенціал не відновлювальних джерел енергії. При цьому, з огляду на Чорнобильську техногенну катастрофу, ядерна енергія з екологічної та соціальної точки зору не витримує критики. Таким чином, залишається працювати над удосконаленням одержання енергії з органічного палива. Проте його ресурси вичерпуються, а з іншого боку — за імпортований газ та нафту доводиться дорого платити нашій державі. Одним з перспективних шляхів виходу з енергетичної кризи є впровадження технологій одержання теплової енергії в результаті спалювання сухої біомаси, зокрема, соломи. Відомо, що Україна володіє надзвичайно великим сільськогосподарським потенціалом зернових та інших культур — джерелом соломи, який є еквівалентним 30 млн. тонн вугілля [1].

### Шляхи вирішення проблеми

Для Вінницької області річний валовий збір зернових та соломи з них наведені у табл. 1, а енергетичний потенціал біомаси в Україні — у табл. 2.

Площа Вінницької області складає 2,65 млн га. Засівна площа с/г культур, що після збирання залишають солому, становить 740 тис. га, обсяг соломи 1432 млн т. Тонна соломи коштує близько 10 грн. За даними управління сільського господарства у Вінницькій області з цього обсягу для корму використовують 54 тис. т соломи і полови, 12 тис. т соломи — на підстилку, а решта спалюється та приорується. Якщо врахувати, що частину соломи з агрохімічних міркувань варто приорювати, то без будь-якого збитку можна щороку залишати для спалювання у Вінницькій області близько 1 млн. тонн ( $m_1$ ) соломи (для спрощення розрахунків цифри округлені). Враховуючи, що теплова здатність соломи ( $q$ ) сягає 14...14,5 ГДж/т, то максимальна кількість теплоти ( $Q$ ), яка може утворитися в разі згоряння такої кількості соломи, становитиме:

$$Q = q \cdot m_1 = 14 \cdot 10^9 \text{ ГДж/т} \cdot 10^6 \text{ т} = 14 \cdot 10^{15} \text{ Дж}.$$

Таблиця 1

## Річний валовий збір зернових у Вінницькій області

№ п/п	Назва с/г культури	Засівна площа, тис. га	Обсяг зерна, тис. т	Обсяг соломи, тис. т
1	Озима пшениця	343	936	748,8
2	Жито озиме	27	61	48,8
3	Ячмінь озимий	20	56	44,8
4	Ячмінь ярий	209	520	416
5	Пшениця яра	15	36	28,8
6	Овес ярий	16	34	27,2
7	Просо	5	4	3,2
8	Гречка	54	36	28,8
9	Горох	40	84	67,2
10	Квасоля	11	23	18,4
	Разом	740	1790	1432

Таблиця 2

## Енергетичний потенціал біомаси в Україні

№ п/п	Вид біомаси	Енергетичний потенціал, млн т у.п.
1	Зернові культури (солома)	2,21
2	Кукурудза (стебло)	1,19
3	Ячмінь	0,79
4	Овес	0,10
5	Жито	0,15
6	Соняшник (стебло, лузга)	2,31
7	Листя	1,98
8	Відходи деревини	1,58
9	Газ звалищ	0,19
10	Інші	0,20
	Всього	10,7

ККД найсучасніших котлів-агрегатів для спалювання органічного палива, у тому числі, соломи складає близько 30...40 %.

Якщо одержане таким чином тепло направити на нагрівання води, зокрема, для опалювання житла мешканців Подільського регіону, а воду нагрівати з 10° до 60 °С, то матимемо таку масу нагрітої до цієї температури води ( $m_2$ ):

$$m_2 = \frac{0,35Q}{c \cdot \Delta t} = \frac{0,35 \cdot 14 \cdot 10^{15}}{2500 \cdot 50} = 3,92 \cdot 10^{10} \text{ кг,}$$

де  $c = 2500 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$  — питома теплоємність соломи.

Враховуючи, що на Вінниччині є близько 1500 сільських населених пунктів ( $N$ ), то на кожне село припадатиме така кількість нагрітої води ( $m_3$ )

$$m_3 = \frac{m_2}{N} = \frac{3,92 \cdot 10^{10}}{1500} = 2,61 \cdot 10^7 \text{ кг.}$$

Беручи до уваги, що для помірного клімату Вінницької області гарячу воду необхідно подавати приблизно 150 днів на рік ( $Z$ ), матимемо масу води на кожен день ( $m_4$ )

$$m_4 = \frac{m_3}{Z} = \frac{2,61 \cdot 10^7}{150} = 1,74 \cdot 10^5 \text{ кг,}$$

тобто близько 150...170 тонн на добу для села. Якщо цю цифру розділити на 24 години доби, то щогодини треба нагрівати близько 6...7 т води, що «під силу» середньому котлоагрегату з відповідними насосами, системою водопостачання та опалення. Таку систему центрального водяного опалення можна запровадити практично у кожному селі, фермерському господарстві тощо.

В селі в середньому 200 дворів (будинків), які опалюються переважно вугіллям або дровами. На 1 будинок необхідно витратити в середньому 2 тонни вугілля, вартість однієї тонни якого становить близько 500 грн. Отже, середні витрати на опалювання сільського населеного пункту по області становлять

$$V_1 = 500 \cdot 2 \cdot 200 \cdot 1500 = 300 \text{ млн грн.}$$

Вартість же соломи, яка підлягатиме спалюванню для одержання тепла, становитиме

$$V_2 = 25 \cdot 10^6 = 25 \text{ млн грн.}$$

Навіть, якщо розрахунки зроблені наближено, то економія від використання сухої біомаси, зокрема, соломи у порівнянні з іншими видами видобувного палива все ж таки на порядок вища. Крім того, емісія в атмосферу  $\text{SO}_2$  та  $\text{N}_x\text{O}_y$  при спалюванні соломи є значно нижчою, ніж при використанні вугілля чи мазуту. З точки зору екології, така постановка питання і такий спосіб вирішення цієї проблеми має очевидні переваги. При цьому створення сучасних вітчизняних автоматизованих котлів для спалювання соломи і запровадження проектів розвитку даного напрямку енергетики в умовах Вінницької області є нагальною необхідністю і потребує всебічної державної підтримки.

### Висновки

Використовуючи суху біомасу, зокрема, солому, можна значно скоротити споживання, в першу чергу, імпортного природного газу і забезпечити суттєву економію державних ресурсів. Відповідні сприятливі правові та економічні умови дадуть змогу вивести технологію отримання енергії з сухої біомаси на комерційний рівень, забезпечити високу економічну віддачу. Ці фактори позитивно вплинуть на усю систему енергозабезпечення України та, в кінцевому результаті, уможливлять залучення в цю сферу інвестицій [2, 3].

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Колотило Д. М. Екологія і економіка: Навч. посібник. — К.: КНЕУ, 1999. — 368 с.
2. Якубеня Я. М., Шумський Т. Б. Екологічні та теплотехнічні аспекти використання соломи // Ринок інсталяційний. — 2001 р. — № 7. — С. 56—59.
3. Небава М. І., Петрук Д. В. Економічні, екологічні та теплотехнічні аспекти використання соломи як альтернативного джерела енергії у Вінницькій області // Промисловий потенціал Вінниччини: сучасний стан і перспективи розвитку. Зб. пр. науково-практичної конференції. м. Вінниця, 27 березня 2002 р., Ч. 1. — С. 137—139.

**Мацюк Діана Василівна** — провідний спеціаліст.

Управління комунального майна і приватної власності Вінницької міської ради