

УДК 631.371:621.311.23:504.064.4

Ю. А. Мирончук

к. т. н., докторант

Одеська державна академія холоду

М. В. Мельник

к. т. н.

Державний агроекологічний університет

**ЕКОЛОГІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ АВТОНОМНИХ
ДИЗЕЛЬ-ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ**

Показано шляхи зниження рівня екологічно шкідливих викидів підприємствами енергетичної галузі за рахунок впровадження децентралізованих систем комплексного тепло-електропостачання об'єктів сільськогосподарського виробництва від автономних дизель-електростанцій.

Викид в навколишнє середовище значної частини екологічно шкідливих забруднень пов'язаний з процесами виробництва та споживання енергії.

В сучасній енергетиці в переважній більшості випадків первинним видом енергії, яка виробляється, є тепло, яке отримується при згоранні палива. Надалі це тепло може бути використане безпосередньо для опалення, або ж бути перетворене в інший вид енергії, наприклад, електричну на електростанціях або ж у механічну роботу в двигунах внутрішнього згорання.

В силу відомих термодинамічних обмежень, в механічну роботу L може бути перетворена тільки частина енергії первинного високотемпературного тепла $Q_{нал}$, отриманого при згоранні палива:

$$L = \eta_K \cdot Q_{нал}; \quad (1)$$

Максимально можливе теоретичне значення коефіцієнту перетворення тепла в роботу визначається коефіцієнтом корисної дії циклу Карно.

$$\eta_K = 1 - T_{хол} / T_{нал}; \quad (2)$$

Частина енергії у вигляді низькотемпературного тепла $Q_{хол}$ буде втрачена через принципову неможливість повного перетворення тепла в роботу.

$$Q_{хол} = Q_{нал} - L; \quad (3)$$

В сучасних електростанціях первинне тепло згорання палива спочатку перетворюється у механічну роботу в турбоагрегатах, а вже потім – у електроенергію в електричних генераторах. Електричний ККД діючих теплових електростанцій становить $\approx 34\%$. При цьому, з врахуванням допустимих втрат у провадах ліній електропередач, до споживача у вигляді електричної потужності доходить тільки $\approx 30\%$ від енергії, отриманої при згоранні палива. Інші $\approx 70\%$ енергії безповоротно втрачаються (рис. 1), спричинюючи теплове забруднення природного середовища, яке одночасно супроводжується забрудненням шлаками та димовими газами.

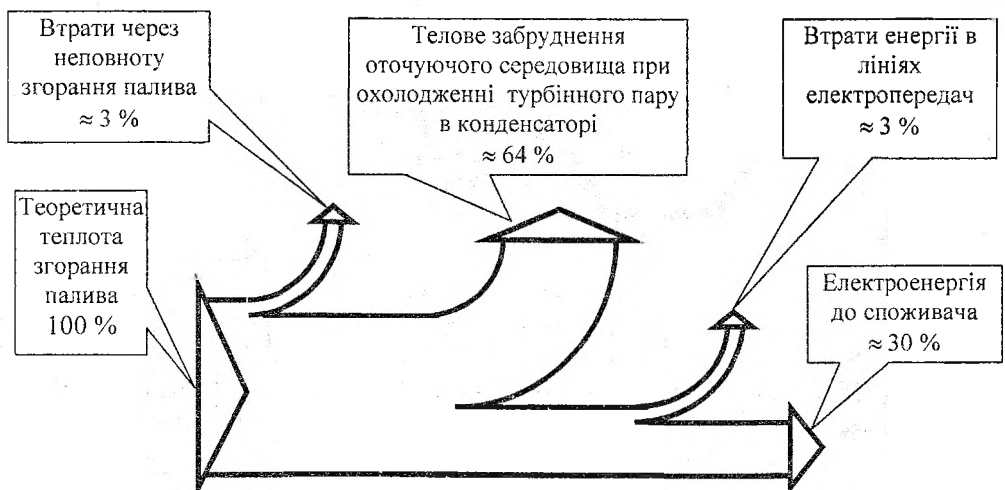


Рис. 1. Типовий енергетичний баланс теплової електростанції

З метою більш раціонального використання паливних ресурсів наряду з класичними електростанціями також введені в експлуатацію теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які розташовуються у безпосередній близькості від великих міст. Порівняно з електростанціями, у термодинамічних циклах ТЕЦ підтримується більш висока температура конденсації відпрацьованого турбінного пару – при цьому знижується коефіцієнт перетворення теплової енергії в електричну, але це дозволяє використовувати тепло відпрацьованого турбінного пару $Q_{\text{хв}}'$ для нагріву води у централізованих системах опалення міст. Загальний коефіцієнт корисного використання теплоти згорання палива при цьому зростає і стає близьким до 100%, оскільки деяка частина тепла $Q_{\text{хв}}'$ втрачається через теплоізоляційні конструкції теплотрас.

Більшість електростанцій країни працюють без утилізації $Q_{\text{хв}}'$. Так, наприклад, на Чорнобильській АЕС тепло $Q_{\text{хв}}'$, яке відводиться при охолодженні відпрацьованого турбінного пару, скидається у проточні води річки Прип'ять.

Проблеми раціонального використання паливних ресурсів у ряді випадків можуть бути успішно вирішені при впровадженні децентралізованих систем енергопостачання малопотужних енергоспоживачів від автономних дизель-електростанцій. Оскільки, при нинішніх співвідношеннях цін на електроенергію та дизельне паливо, використання автономних дизель-електростанцій вийнятоково для виробництва електроенергії далеко не завжди економічно оправдане, то при розробках систем децентралізованого електропостачання необхідно додатково забезпечувати можливість утилізації тепла з систем охолодження дизельних двигунів та утилізацію тепла вихлопних газів з одночасним використанням утилізованого тепла для теплопостачання виробничих об'єктів.

У галузі сільськогосподарського виробництва, враховуючи сучасні тенденції розвитку переробних мініпідприємств, для впровадження децентралізованих систем електропостачання від автономних дизель-електростанцій доцільне створення виробничих комплексів, наприклад «автономна дизель-електростанція - мінімлин - тепличне господарство», у яких водяне опалення теплиць у холодний період року забезпечується за рахунок утилізації теплових відходів дизельного двигуна (рис. 2).

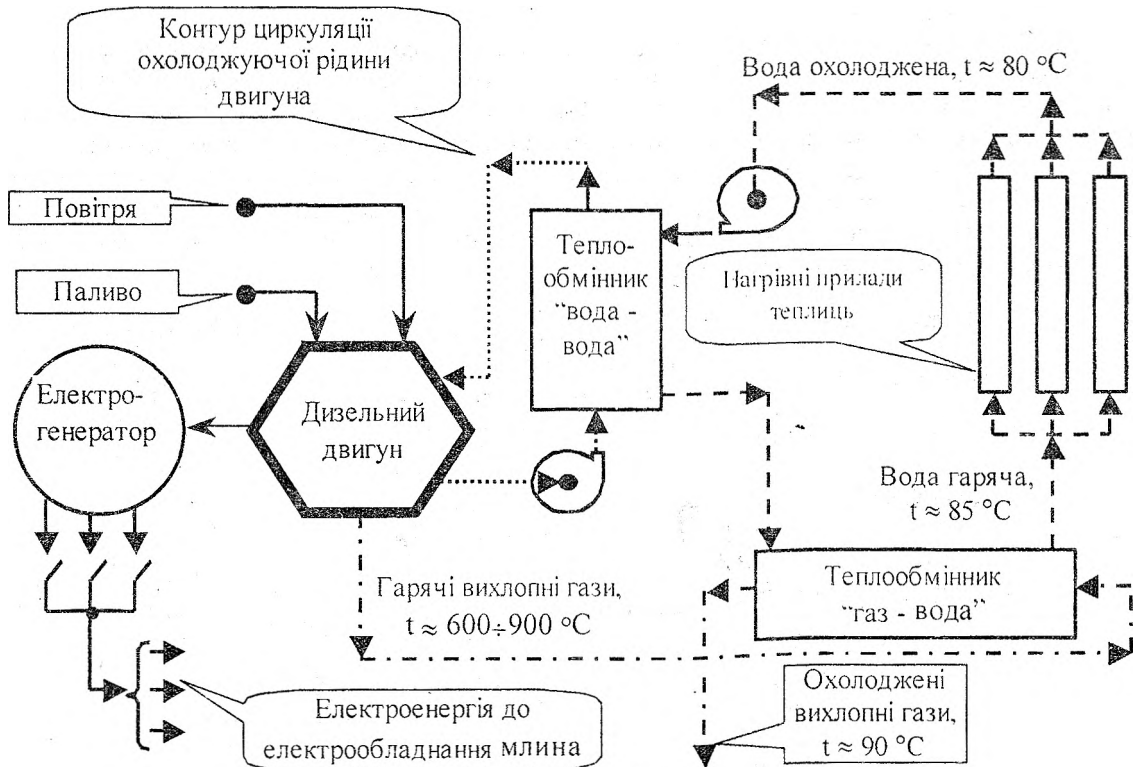


Рис. 2. Технологічна схема системи комбінованого тепло- енергопостачання мінімлина та тепличного господарства від автономної дизель-електростанції

Вибір мінімлина як об'єкту для енергопостачання в першу чергу зумовлюється тим, що для сільськогосподарських мінімлинів реально забезпечити круглодобову безперервну роботу без вихідних днів протягом холодного періоду року, що, в свою чергу, забезпечує рівномірність (у часі) навантаження на дизель-електростанцію. Вибір тепличного господарства у ролі об'єкту опалення також зумовлений тим, що в цьому випадку забезпечується рівномірне (в часі) споживання утилізованого тепла одночасно з процесом отримання цього тепла. Пікові навантаження на систему опалення теплиць, які виникають через сезонні та добові коливання температури, у найбільш холодні періоди можуть додатково покриватись за рахунок використання традиційних засобів опалення.

В сучасних дизельних двигунах із теплоти згорання палива $35\div 39\%$ перетворюється у роботу, $30\div 36\%$ віддається оточуючому середовищу через систему охолодження двигуна і до 30% викидається в оточуюче середовище з вихлопними газами, температура яких становить $600\div 900\text{ }^{\circ}\text{C}$. До 4% теплоти втрачається тепловіддачею двигуна оточуючому середовищу [1]. Таким чином, теоретично є потенційна можливість поряд з отриманою роботою додатково утилізувати з метою теплопостачання до 55% від теоретичної теплоти згорання палива у дизельному двигуні (рис. 3).

Двигун СМД-62, (трактор Т150) потужністю 120 КВт, забезпечує електропостачання мінімлина типу «Харків'янка-1200», продуктивність якого становить $1000\div 1200$ кг. зерна за годину. За рахунок повної утилізації тепла з системи охолодження двигуна та часткової утилізації тепла вихлопних газів забезпечується повне опалення тепличного комплексу загальною площею до 1500 м^2 при температурі в теплицях $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$, температурі на вулиці $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ та коефіцієнті теплопередачі двошарового скляного оранжерейного огороження $3,5\text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot\text{К})$ [3]. При цьому досягається використання теплоти згорання палива на $80\div 85\%$ (порівняно із 30% для теплових електростанцій).

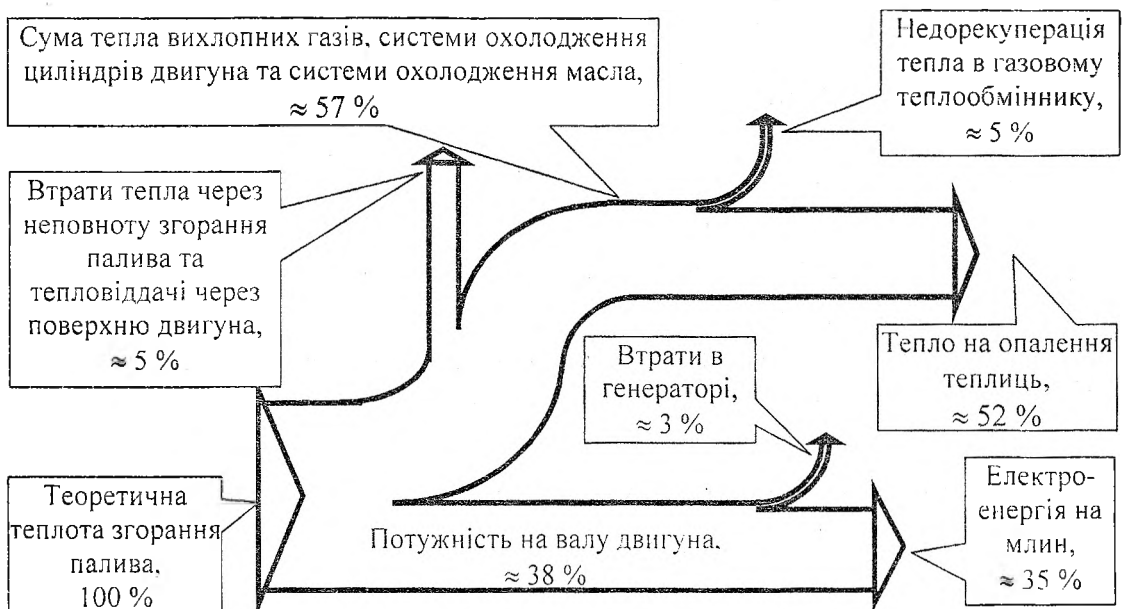


Рис. 3. Енергетичний баланс системи комбінованого тепло- енергопостачання мінімлина та тепличного господарства від автономної дизель-електростанції

Для відбору тепла з системи охолодження двигуна його радіатор замінюється водяним теплообмінником "рідина-рідина". Для відбору тепла від вихлопних газів вони пропускаються через газовий теплообмінник "газ-рідина". Враховуючи низьку інтенсивність тепловіддачі з боку газів та те, що газовий теплообмінник повинен

працювати при високих температурах і допускати регулярне оперативне проведення операцій його очистки від кіптяви, цей теплообмінник доцільно виконувати пластинчатим, напіврозбірним – на базі теплообмінних пластин типу 0,75, які серійно виготовляються для підприємств хімічної промисловості і здатні забезпечувати високу тепловіддачу від газових потоків.

При підході до розробки систем комбінованого енергопостачання від автономних дизельних електростанцій необхідно враховувати те, що в нинішніх економічних умовах співвідношення цін на електроенергію (основним паливом для отримання якої є вугілля) та дизельне паливо не є стабільним і часто піддається різким коливанням, при яких ціна одного з цих енергоресурсів стає занадто високою по відношенню до іншого. Отже, виникає потреба розглянути, при яких граничних співвідношеннях цін на різні енергоносії системи комбінованого енергопостачання мають не тільки екологічну, а й економічну перевагу перед класичними системами розділеного енергопостачання. Економічний аналіз проведемо у спрощеній формі – тобто, порівнюватимемо тільки затрати на самі енергоносії. Капіталовкладення та інші види експлуатаційних затрат до порівнювального розгляду включати не будемо.

При спалюванні 1 кг дизельного палива у двигуні системи комбінованого енергопостачання виділяється кількість тепла Q_n , рівна нижчій теплоті згорання палива. Частина цього тепла у кількості $\eta_{ел} Q_n$ буде перетворена у електроенергію. ($\eta_{ел}$ - електричний коефіцієнт корисної дії системи комбінованого енергопостачання). Інша частина від тепла Q_n у кількості $\eta_{тепл} Q_n$ буде використана для теплопостачання. ($\eta_{тепл}$ - теплофікаційний коефіцієнт корисної дії системи комбінованого енергопостачання). Ціна, яку необхідно заплатити за 1 кг дизельного палива, витраченого на вказані цілі, становить $C_{комб} = C_{ел} \cdot Q_n$, гривень.

У випадку розділеного постачання об'єктів електроенергією з державної електромережі та теплом від котельної установки, працюючої на дизельному паливі, сумарні грошові витрати на придбання кожного з необхідних енергоносіїв становитимуть:

$$C_{розд} = \eta_{ел} Q_n C_{ел} + \frac{\eta_{тепл}}{\eta_{кот}} Q_n C_{отз}, \quad (4)$$

де $\eta_{кот}$ – тепловий коефіцієнт корисної дії котельної установки тепличного господарства.

Для того, щоб система комбінованого енергопостачання була економічно вигіднішою, ніж система розділеного енергопостачання, необхідно виконання умови:

$$C_{комб} < C_{розд}; \quad (5)$$

Наведена умова (5) виконуватиметься в тому випадку, коли:

$$\frac{C_{ел}}{C_{отз}} > \frac{1}{\eta_{ел}} \left(1 - \frac{\eta_{тепл}}{\eta_{кот}} \right); \quad (6)$$

Прийнявши (згідно рис. 3) $\eta_{ел} \approx 0.35$, $\eta_{тепл} \approx 0.52$ та $\eta_{кот} \approx 0.95$ знаходимо, що системи комбінованого енергопостачання забезпечують економію затрат на енергоносії у тому випадку, коли ціна електроенергії $C_{ел}$ (у гривнях за мегаджоуль) перевищує ціну палива $C_{отз}$ для отримання теплової енергії (також у гривнях за мегаджоуль) більше, ніж на 30%, або ж, якщо перейти до загальноприйнятих одиниць вимірювання – то у тому випадку, коли ціна електроенергії у гривнях за кіловат-годину становить більше 11% від

ціни дизельного палива у гривнях за кілограм, або ж більше 9.3% від ціни дизельного палива у гривнях за літр.

Отримані таким чином результати техніко-економічного аналізу показують, що застосування автономних дизель-електростанцій для децентралізованих систем комбінованого енергопостачання об'єктів сільськогосподарського виробництва доцільне як з екологічної, так і з економічної точок зору.

Відомо, що при збереженні нинішніх темпів споживання, наявні запаси родовищ викопних енергоносіїв будуть практично повністю вичерпані ще до середини нинішнього століття. Це зумовлює необхідність пошуку шляхів енергопостачання виробничих об'єктів від швидковідновлюваних джерел енергії.

Для автономних сільськогосподарських електростанцій є перспективним перехід на використання у якості палива біогазу, який виділяється при анаеробному зброджуванні гноєвих мас тваринницьких ферм. Тваринницький комплекс на 1000 голів великої рогатої худоби забезпечує вихід біогазу, достатній для забезпечення круглодобової роботи карбюраторного двигуна внутрішнього згорання потужністю до 120 кВт [2], що дозволяє виробляти до $10,0 \cdot 10^9$ Дж/добу електричної енергії. На власні потреби тваринницького комплексу споживається до $5,4 \cdot 10^9$ Дж/добу електроенергії [4], причому, переважно на протязі денного часу. Надлишок отримуваної електроенергії в нічний час може використовуватись для забезпечення роботи мініміна або ж інших виробничих об'єктів.

З метою утилізації теплової енергії у теплий період року, до складу виробничих комплексів доцільно включати мініцеخي з переробки м'ясо-молочної сировини. При цьому теплову енергію, отримувану від двигуна внутрішнього згорання, можна використати для теплозабезпечення технологічних процесів переробних мініцехив а також для приведення в дію адсорбційної холодильної машини, яка забезпечуватиме короткочасне передреалізаційне зберігання в охолодженому стані продукції переробних мініцехив. В зимовий період короткочасне зберігання продукції переробних мініцехив може бути організоване за рахунок використання природного холоду.

Підбір виробничих об'єктів для включення до складу сільськогосподарських виробничих комплексів з автономними децентралізованими системами енергопостачання повинен проводитись таким чином, щоб сумарні добові та річні графіки електро- і теплоспоживання були узгоджені з графіками виробництва відповідних енергоресурсів.

Література

1. Двигатели внутреннего сгорания: Учеб. для вузов по спец. "Строительные и дорожные машины и оборудование" / Хачиян А.С., Морозов К.А., Луканин В.Н., и др.: Под ред. В.Н. Луканина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Высш. Шк., 1985. - 311 с.
2. Драганов Б. Х. и др. Теплотехника и применение теплоты в сельском хозяйстве. - М.: Агропромиздат, 1990. - 463 с.: ил.
3. Захаров А.А. Применение теплоты в сельском хозяйстве. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1986. - 288 с., ил. - (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
4. Кива А.А., Рабитына В.М., Сотников В.И. / Биоэнергетическая оценка и снижение энергоемкости технологических процессов в животноводстве. - М.: Агропромиздат, 1990. - 176 с.