УДК 631.12:621.181.24:519.872

ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ РІШЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВІТРОСОНЯЧНИХ УСТАНОВОК ДЛЯ ЕНЕРГО- ТА ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СВИНОФЕРМИ

С. Постельга
Л. Рудик
УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого

У статті наведено теоретичні розрахунки використання комбінованої вітросонячної системи для забезпечення потреб свиноферми на 120 голів. Розраховано тепловий баланс, враховуючи теплонадходження та тепловтрати в приміщенні для утримання тварин. На основі проектно-технологічного рішення було підібрано відповідні характеристики та параметри комбінованої вітросонячної системи.

Ключові слова: *вітросонячна установка, мікроклімат, електрична енергія, теплова енергія, комбінована вітросонячна система, геліоколектор.*

Основними напрямками використання сонячної та вітрової енергії у сільськогосподарському виробництві можуть бути отримання теплової і електричної енергії для автономних стаціонарних споживачів.

У результаті опрацювання інформаційних матеріалів визначено такі перспективні напрямки застосування вітрової і сонячної енергії в сільському господарстві:

а) отримання теплової енергії для:

- забезпечення підігріву води і кормових сумішей з періодичним їх використанням для технологічних потреб утримання тварин і птиці;
- забезпечення обігріву тваринницьких і птахівничих приміщень як автономно, так і в складі комбінованих систем;
- забезпечення сушіння сільськогосподарського продукції в спеціалізованих приміщеннях.

б) отримання електричної енергії для:

- забезпечення енергоефективності технологічного обладнання в складі комбінованих систем електроживлення для виробництва сільськогосподарської продукції;
- забезпечення безперервного електроживлення технологічного обладнання в складі комбінованих систем електроживлення, а також заощадження споживання електроенергії з електромережі загального користування;

- забезпечення автономності електроживлення будь-якого виробничого обладнання сільськогосподарських об’єктів, для яких відсутня можливість під’єднання до електромережі загального користування [3-5].

Постановка проблеми. Проблеми використання нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (НВДЕ) у галузях сільського господарства почали розв'язуватися з другої половини XX ст. До цього спонукали кризові ситуації: світова енергетична криза 1973 р. і Чорнобильська катастрофа 1986 р., які змусили більшість країн переглянути свою енергетичну політику щодо темпів і перспектив практичного застосування НВДЕ.

Під нетрадиційними і поновлюваними джерелами енергії розуміють джерела електричної і теплової енергії, які використовують енергетичні ресурси рік, водоймищ і промислових водостоків, енергію вітру, сонця, біомаси, стічних вод, твердих побутових відходів та ін.

На сьогоднішній день доцільно використовувати комбіновані вітросонячна системи, виходячи з порівняльної оцінки енергоспоживання, енергоємності та екологічності національного виробництва в Україні Доведено, що однією з найбільш ефективних можливостей диверсифікації джерел постачання енергоносіїв є зміна структури паливно-енергетичного балансу, зокрема, за рахунок альтернативних джерел енергії на умовах їх ефективного використання з урахуванням необхідності посилення охорони навколишнього природного середовища (екологічно чиста енергія, однозначне використання для віддалених об’єктів).

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз сільськогосподарського виробництва для більшості районів України дозволяє визначити як перспективними, так і поновлювальні джерела енергії і енергоносіїв: сонячна і вітрова енергія та енергія біомаси.

Перші два види поновлювальної енергії мають очевидні переваги щодо незалежності енергозабезпечення виробництва сільськогосподарської продукції. Але через особливості кліматичних умов України використання енергії сонця та вітру має обмеження саме у періоди найбільшої потреби в енергії багатьох технологічних процесів рослинництва і тваринництва, тому доречно використовувати комбіновані системи.

Розроблення проектно-технологічних рішень комбінованих віт росонячних систем для енерго- та теплозабезпечення виробничих процесів та операцій у тваринництві є актуальною задачею, яка на сьогоднішній день мало досліджена.

Мета досліджень – стабілізація забезпечення електро- та теплопостачання сільськогосподарських об’єктів в умовах використання комбінованих вітросонячних систем.

Результати досліджень. Зважаючи на те, що одним із перспективних напрямків використання енергії сонця і вітру є саме теплопостачання тваринницьких об’єктів було розроблено вітросонячну систему для забезпечення потреб свиноферми на 120 голів.

Сутність цієї системи полягає у застосуванні геліоколекторів влітку для нагрівання води, яку використовують для технологічних потреб ферми і часткового охолодження приміщення. Електричну енергію вироблену вітроагрегатом використовують для електрозабезпечення приводу вентиляційних установок, підігріву води в баку-акумуляторі в похмурі та прохолодні дні, освітлення приміщення в нічний час доби.

Взимку геліоколектори використовують як нагрівальні елементи опалювальної системи, теплоносій якої підігрівають за рахунок електроенергії, виробленої вітроагрегатом.

Комбінована вітросонячна система складається: з блоку геліоколекторів з'єднаних гнучкими еластичними патрубками з гідроакумулятором, в якому встановлені тени, енергоживлення яких здійснюється вітроагрегатом.

Свиноферма на 120 свиноматок – це сучасно облаштована ферма із замкнутим циклом виробництва продукції.

Приміщення для утримання свиней має такі характеристики: ширина – 10,0 м, довжина – 27,0 м, висота – 5,0 м; каркас будівлі металевий; дах має аркову форму загальною площею 315 м^2; стіни і дах свинарника покривають профнастилом у два шари, між якими розміщують синтетичний утеплювач товщиною 50 мм; частина даху з південної сторони по всій довжині покрита прозорим полікарбонатом шириною 2 м.

Таблиця 1 – **Структура стада свиноферми на 120 голів**

Статево-вікова і технологічна група	**Голів**
Свині, всього	120
Кнури-плідники	1
Свиноматки поросні	3
Свиноматки підсосні	2
Свиноматки холості	1
Свиноматки, які перевіряються	4
Поросята віком до 2-х місяців	28
Молодняк свиней віком 2-4 місяці	24
Ремонтні свині	3
Відгодівельне поголів'я	54

Для обґрунтування параметрів комбінованої вітросонячної системи було враховано досліджений вітросонячний потенціал для конкретної місцевості, а також розраховано тепловий баланс тваринницького приміщення. Під час розрахунку теплового балансу були враховані проектно-будівельні особливості тваринницького приміщення, кількість поголів'я в статево-вікових групах тварин, особливості технології утримання.

Для розрахунку теплового балансу визначено теплонадходження і тепловтрати в приміщення для утримання тварин [1,2,6-8].

Розрахунок теплонадходжень. Теплонадходження складаються з тепла, яке виділяють всі статево-вікові групи тварин і кількості тепла, яке надходить через покриття, і розраховуються за формулою, кДж/год:

$$Q_{надх} = Q_{тв} + Q_{пок} \quad (1)$$

Тепло, яке виділяють всі статево-вікові групи тварин, розраховують за формулою

$$Q_{тв} = r_{гол}\, q k_{т} \quad (2)$$

де $r_{гол}$ – кількість тварин;

q – кількість теплоти, яку виділяє одна тварина;

$k_{т}$ – коефіцієнт зміни тепловиділень тварин залежно від температури внутрішнього повітря ($k_{т}$ приймаємо 0,92).

Кнури-плідники $Q_{тв} = 1950 \cdot 0.92 = 1794$ кДж/год

Свиноматки поросні $Q_{тв} = 3 \cdot 1620 \cdot 0.92 = 4471$ кДж/год

Свиноматки підсосні $Q_{тв} = 2 \cdot 3220 \cdot 0.92 = 5924$ кДж/год

Свиноматки холості $Q_{тв} = 1 \cdot 1355 \cdot 0.92 = 1246$ кДж/год

Свиноматки, які перевіряються $Q_{тв} = 4 \cdot 1020 \cdot 0.92 = 3753$ кДж/год

Поросята віком до 2-х місяців $Q_{тв} = 28 \cdot 260 \cdot 0.92 = 6697$ кДж/год

Молодняк свиней віком 2-4 місяці $Q_{тв} = 24 \cdot 600 \cdot 0.92 = 13248$ кДж/год

Ремонтні свині $Q_{тв} = 3 \cdot 1200 \cdot 0.92 = 3312$ кДж/год

Відгодівельне поголів'я $Q_{тв} = 54 \cdot 1500 \cdot 0.92 = 74520$ кДж/год

Загальна кількість тепла, що виділяється тваринами становить

$$Q_{заг.тв} = 1794 + 4471 + 5924 + 1246 + 3753 + 6697 + 13248 + 3312 + 74520 = 115000 \text{ кДж/год} \quad (3)$$

Кількість тепла яке надходить через покриття, знаходять з виразу

$$Q_{пок} = K_1 K_2 F_{п}(\Delta t_1 + \Delta t_2) = 0{,}36 \cdot 1 \cdot 264 \cdot (0 + 21) = 1996 \text{ кДж/год} \quad (4)$$

Для холодного періоду року тепло, яке надходить через покриття не враховується.

Розрахунок тепловтрат. Загальні тепловтрати приміщення визначають за формулою

$$Q_{заг} = Q_{покр} + Q_{вип} + Q_{інф} \quad (5)$$

$Q_{покр}$ – втрати тепла через окремі покриття конструкції (стіни, двері, дах з профнастилу, вікна на даху);

$Q_{вип}$ – кількість тепла, яке втрачається на випаровування змоченої поверхні;

$Q_{інф}$ – витрата тепла на нагрівання повітря, яке інфільтрується через вікна, двері та ворота.

Основні втрати тепла через окремі конструкції розраховують за формулою:

– через стіни

$$Q_с = F\frac{1}{R_0}n(t_в - t_н) = 173 \cdot \frac{1}{2,77} \cdot 1 \cdot (18 + 6) = 1499 \text{ кДж/год} \quad (6)$$

– через двері

$$Q_д = F\frac{1}{R_0}n(t_в - t_н) = 12 \cdot \frac{1}{1,39} \cdot 1 \cdot (18 + 6) = 207 \text{ кДж/год} \quad (7)$$

– через дах з профнастилу

$$Q_д = F\frac{1}{R_0}n(t_в - t_н) = 264 \cdot \frac{1}{2,77} \cdot 1 \cdot (18 + 6) = 2287 \text{ кДж/год} \quad (8)$$

– через вікна на даху

$$Q_в = F\frac{1}{R_0}n(t_в - t_н) = 54 \cdot \frac{1}{1,39} \cdot 1 \cdot (18 + 6) = 932 \text{ кДж/год} \quad (9)$$

Загальні втрати становлять

$$Q_{покр} = 1499 + 207 + 2287 + 932 = 5115 \text{ кДж/год} \quad (10)$$

Кількість тепла , що втрачається на випаровування змоченої поверхні

$$W_{вм} = W_{вм}F_{вм} = 20 \cdot 200 = 4000 \text{ г/год} \quad (11)$$

$$Q_{вип} = q_в W_{вм} = 2.45 \cdot 4000 = 9800 \text{ кДж} \cdot \text{г/год} \quad (12)$$

Витрата тепла на нагрівання повітря, що інфільтрується через вікна, двері та воріт визначають за формулою

$$G_{інф} = \alpha G_щ l = 12,6 \cdot 2 \cdot 36 = 907 \text{ кг} \cdot \text{м/год} \quad (13)$$

$$Q_{інф} = CG_{інф}(t_в - t_н) = 1 \cdot 907 \cdot 24 = 21768 \text{ кДж/год} \quad (14)$$

Сумарні тепловтрати приміщення

$$Q_{вт} = 5020 + 9800 + 21768 = 36500 \text{ кДж/год} \quad (15)$$

Вентиляція. Система вентиляції повинна забезпечувати необхідний повітрообмін та розрахункові параметри повітря в тваринницьких приміщеннях. Потрібний повітрообмін визначають із умов створення заданих параметрів внутрішнього повітря та видалення найбільшої кількості шкідливих речовин (теплоти або вологи або газів) для холодного та теплого періодів року.

Загальна волога, яку виділяють тварини становить $W = 16503$ г/год.

Загальна кількість вуглекислого газу від тварин $CO_2 = 3842$ л/год.

Повітрообмін (кг/год) із умов видалення надлишку вологи визначають за формулою:

- взимку

$$G_в = \frac{W}{d_в - d_з} = \frac{16503}{9 - 1,8} = 2292 \text{ кг/год} \quad (16)$$

де $d_в$ – вологовміст внутрішнього повітря;

$d_з$ – вологовміст зовнішнього повітря;

– влітку

$$G_в = \frac{W}{d_в - d_з} = \frac{16503}{11 - 9} = 8251 \text{ кг/год}$$

Повітрообмін із умов підтримання необхідної кількості концентрації вуглекислого газу визначають за формулою:

$$G_{CO_2} = g_{CO_2} \cdot \frac{1,2}{c_в - c_н} = 3842 \cdot \frac{1,2}{2 - 0,3} = 3322 \text{ кг/год} \quad (17)$$

Надлишкова загальна теплота визначається за формулою:

$$Q_{н.заг} = Q_{надх} - Q_{сгр} = 115000 - 36500 = 78500 \text{ кДж/год} \quad (18)$$

Повітрообмін (кг/год) у приміщенні за умови видалення надлишку тепла визначають із рівняння теплового балансу приміщення за формулою:

$$G = \frac{Q_{н.заг}}{C(t_в - t_н)} = \frac{78500}{1 \cdot 28} = 2800 \text{ кДж/год} \quad (19)$$

Виходячи з найбільшого значення необхідного повітрообміну 3322 кг/год та мінімальної температури зовнішнього повітря у холодний період – 25 °С знаходимо від'ємні теплонадходження у приміщення зі свіжим повітрям:

$$Q_{св.пов} = 3322 \cdot (-25) = -83050 \text{ кДж/год} \quad (20)$$

З рівняння теплового балансу отримуємо значення необхідного максимального теплонадходження в приміщення

$$Q_{необх} + Q_{надх.тв} = Q_{вт} + Q_{св.пов} \quad (21)$$

$$Q_{необх} = Q_{вт} + Q_{св.пов} - Q_{надх.тв} = 36500 + 83050 - 115000 = 4550 \text{кДж/год} \quad (22)$$

Значення складових теплового балансу наведено на рисунку 1.

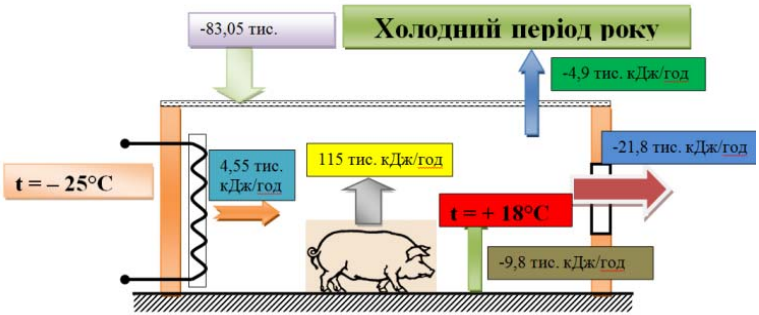

Рисунок 1 – **Тепловий баланс у приміщенні для утримання свиней у холодний період року**

Розрахунок теплового балансу для цього проектно-технологічного рішення свинарника показав, що для забезпечення необхідного рівня температури і вологи в холодний період року необхідно додаткове максимальне теплонадходження 4,55 кДж/год. Для цього комбінована вітросонячна система повинна мати такі характеристики та параметри:

- геліосистема складається з 8 геліоколекторів загальною площею 40 м^2 (5 м^2 – один геліоколектор);
- кількість трубок в одному геліоколекторі – 60;

- діаметр трубок – 40 мм;
- теплоносій – вода;
- об’єм води в системі – 2500 л, в тому числі в баку-акумуляторі – 1250 л;
- температура подачі води в систему опалення 60°С;
- температура повернення води в бак-акумулятор 45°С;
- продуктивність насоса 4000 л/год;
- потужність вітроагрегата – 4 кВт.

Висновки. Одним із перспективних напрямків використання енергії сонця і вітру є теплопостачання тваринницьких об’єктів. Було розроблено вітросонячну систему для забезпечення потреб свиноферми.

Сутність цієї системи полягає у застосуванні геліоколекторів для нагрівання води влітку, яку використовують для технологічних потреб ферми і часткового охолодження приміщення. Електричну енергію вироблену вітроагрегатом використовують для електрозабезпечення механізмів з електроприводом, освітлення в нічний час доби тощо.

Взимку геліоколектори використовують як нагрівальні елементи опалювальної системи, теплоносій якої підігрівають за рахунок електроенергії, виробленої вітроагрегатом.

Для обґрунтування параметрів комбінованої вітросонячної системи було враховано досліджений вітросонячний потенціал у Київській області, а також розраховано тепловий баланс тваринницького приміщення. Під час розрахунку теплового балансу були враховані проектно-будівельні особливості тваринницького приміщення, кількість поголів’я в статево-вікових групах тварин, особливості технології утримання.

Таким чином, розраховано необхідний повітрообмін і визначено основні параметри вітроелектричної установки та сонячних колекторів для створення комбінованої вітросонячної системи, щоб підтримувати відповідний мікроклімат у свинарському приміщенні на 120 голів.

Література

1. Установки для создания микроклимата на животноводческих фермаз /Д.Н. Мусусидзе, А.М. Зайцев, Н.А. Степанова и др./ – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Колос, 1979. – 327 с.

2. Коротков Е.Н. Вентиляция животноводческих помещений /Е.Н. Коротков/ – М.: Агропромиздат, 1987. – 111 с.

3. Розроблення наукових засад формування комбінованої системи використання поновлювальних джерел енергії в сільськогосподарському виробництві [Текст]:звіт про НДР (проміжний) /УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; наук. керівник В.С. Таргоня. – Дослідницьке, 2009. – 75 с.

4. Провести дослідження і розробити пропозиції по впровадженню нетрадиційних джерел енергії для енергозабезпечення тваринницьких ферм

[Текст]:звіт про НДР (проміжний) /УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; наук. керівник В.А. Ясенецький. – Дослідницьке, 1999. – 68 с.

5. Провести дослідження і розробити пропозиції по впровадженню нетрадиційних джерел енергії для енергозабезпечення тваринницьких ферм [Текст]:звіт про НДР (проміжний) /УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого; наук. керівник В.А. Ясенецький. – Дослідницьке, 2000. – 41 с.

6. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров /Х. Уонг/ Справичник. – М.: Автомиздат, 1979. – 216 с.

7. Юрков В.М. Микроклимат животноводческих ферм и комплексов / В.М. Юрков/ – М. : Россельхозиздат, 1985. – 223 с.

8. Пчелкин Ю.Н. Устройства и оборудование для регулирования микроклимата в животноводческих помещениях / Ю.Н. Пчелкин, А.И. Сорокин/ – М. : Россельхозиздат, 1977, 216 с.

Аннотация

В статье приведены теоретические расчеты использования комбинированной ветросолнечной системы для обеспечения потребностей свинофермы на 120 голов. Рассчитан тепловой баланс, учитывая теплопоступления и теплопотери в помещении для содержания животных. На основе проектно-технологического решения было подобрано соответствующие характеристики и параметры комбинированной ветросолнечной системы.

Summary

The article presents the theoretical calculations of combined wind and sun system to meet the needs of pig farm for 120 heads. Heat balance considering heat input and heat losses in the room for animals is calculated. Based on the design and technological solutions appropriate features and options of combined wind and sun system were chosen.