Лекція 5

Використання нетрадиційних джерел енергії в тваринництві закордонних країн

5.1 Використання енергії Сонця

5.2 Використання енергії вітру

5.3 Використання біогазу

5.4 Сучасні технології для створення мікроклімату

5.1 Використання енергії Сонця

У зарубіжних країнах нетрадиційні джерела енергії - сонце, вітер, біогаз, використовуються для сушіння сіна і кормів, нагріву води, обробки гною і опалювання.

Одним з основних альтернативних варіантів енергозабезпечення технологічних процесів в тваринництві є використання енергії сонця.

Ученими встановлено, що потенційні ресурси сонячної енергії на земній кулі в десятки тисяч разів перевищують сучасні енергетичні потреби світової енергетики. Але їх потенціал, що практично реалізовується, складає лише 2,16 млрд. т у. п/рік, що еквівалентно приблизно 20 % світового рівня споживання комерційних паливно-енергетичних ресурсів.

По рівню розвитку технічної підготовленості і використанню поновлюваних джерел енергії серед зарубіжних країн слід виділити США (енергія вітру і сонця), Японію, Бельгію, Францію (енергія сонця), Данію, Великобританію, Нідерланди, Німеччину (енергія вітру), Китай, Індія (енергія біогазу).

За кордоном енергію сонця застосовують в геліодомах, які мають різну систему геліотеплозабезпечення. Різноманітність геліосистем зумовила різну архітектуру геліодомов. Американський архітектор Зоколей **класифікує геліодома за типом вживаної геліосистеми на 4 групи:**

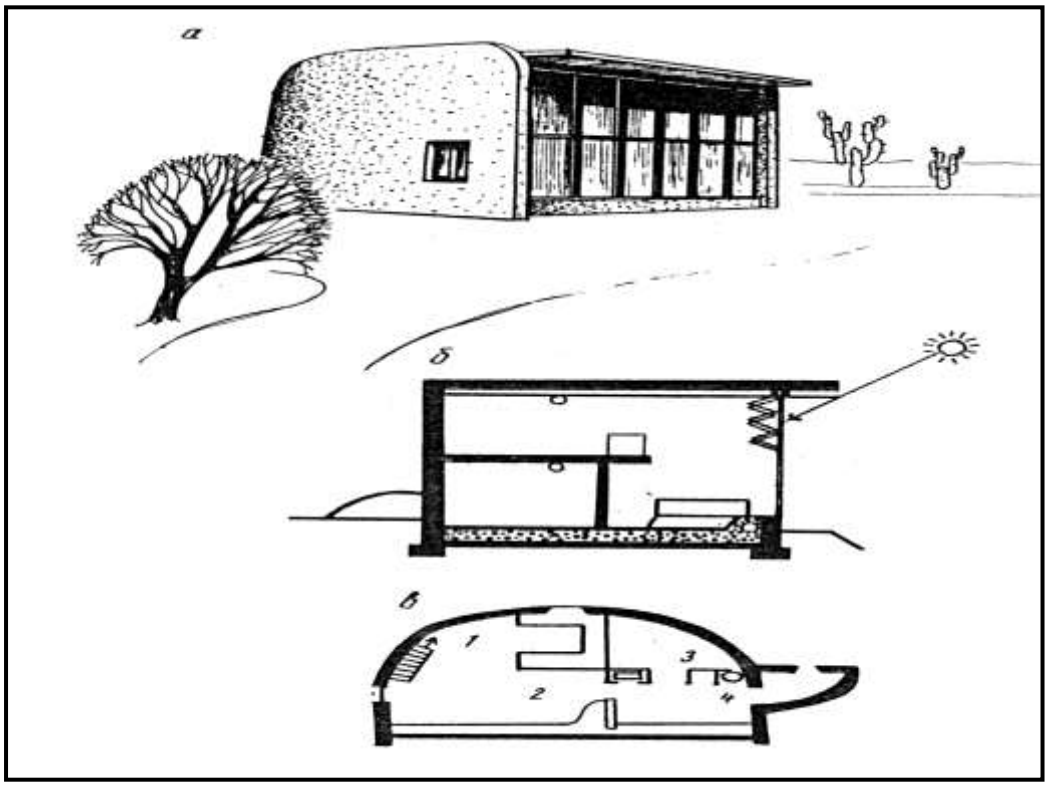
- з пасивною геліосистемою;
- з активною геліосистемою;
- з активною геліосистемою, яка має тепловий насос
- із змішаною (або інтегральною) геліосистемою (активна плюс пасивна).

До геліодомів з пасивною системою геліоопалення ***відносяться всі житлові будівлі з проймами для світла, які орієнтовані на південну сторону. Пасивна система сонячного опалювання заснована на безпосередньому обігріві сонячними променями і на природній циркуляції повітря.***

У США і Франції побудований ряд житлових будинків, які опалюються сонячною енергією, що поступає через велику площину скління південного

фасаду - вітража. Сонячне опалювання такого роду називають простим видом пасивної системи.

Планувальне вирішення геліодома (рисунок 1) (США) найбільш характерний для всієї групи таких будинків. Чотирикімнатний геліодом в США є напівциліндром (рисунок 1).



а – загальний вигляд; б - розріз; в - план (1 - кухня; 2 – загальна кімната; 3 – робоча кімната; 4 - кімната-прихожа)

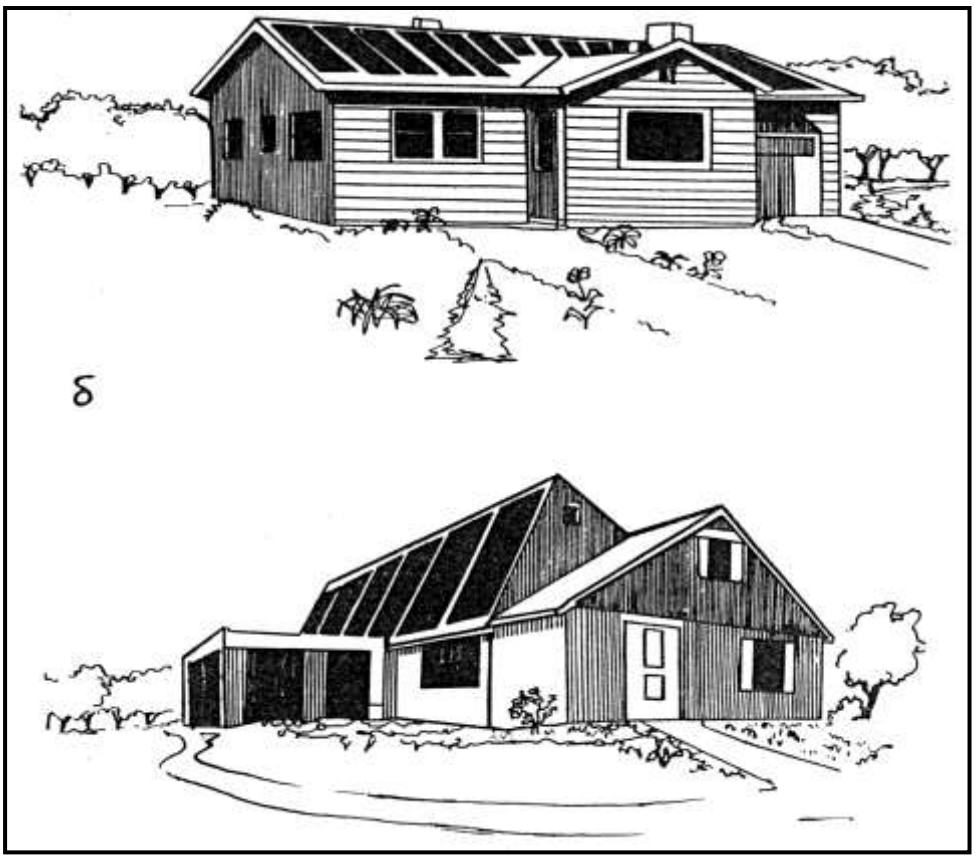
Рисунок 1 – Геліодом (США) з пасивною системою геліоопалення.

<u>Активна геліосистема</u> ***на відміну від пасивної є інженерною системою, що складається з: геліоколектору, акумулятора тепла, приладів опалювання і системи розподілу тепла.***

Наявність безперервних похмурих днів взимку не дозволяє забезпечити безперебійне теплопостачання будинку за рахунок активної системи. В зв'язку з цим до геліосистеми підключають паливний дублер (водогрійну установку, що діє на газі або вугіллі) або застосовують електрообігрів.

Активна система відрізняється своєю багатофункціональністю, її можна використовувати для опалювання, охолоджування і гарячого водопостачання будинку. Це є однією з причин істотного переважання геліодомів з активною системою над геліодомами з пасивною системою.

Спочатку, коли геліодома з активною геліосистемою тільки почали з'являтися, геліоколектори розташовувалися на одному з схилів раніше існуючого даху. Як приклад можна привести геліодом в США (рисунок 2а).



а – геліодом в США; б - геліодом-3 Томасона.

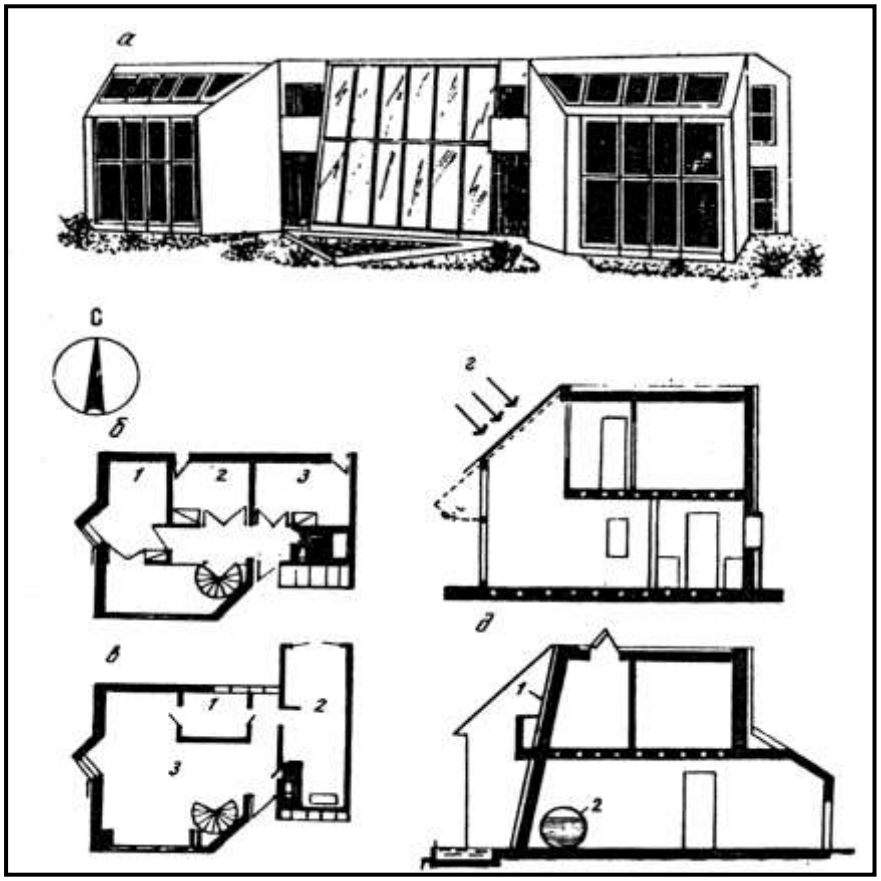
Рисунок 2 - Геліодома з геліоприймальниками на схилі даху (США).

Неефективний кут нахилу геліоколекторів і малі значення коефіцієнту геліозабезпечення ($К^1_{гп}$ = 0,42) з'явилися основною причиною низької питомої ваги геліосистеми (40%) в теплопотребі будівлі.

В подальшому для розміщення необхідної площі геліоколекторів почали проектувати геліодома з крутим південним скатом киши. У США його називають геліодом-3 Томасона (США) (рисунок 2б).

Площина геліоколектору встановлена під більш прямовисним кутом (60^o), ніж сам схил даху. Частина будинку, яка розташована перед геліоколектором має плоский дах з відбивачами, що підвищує ефективність роботи геліоколектору. В геліодомі - 3 Томасона коефіцієнт геліозабезпечення досить високий $К^1_{гп}$, = 0,6. Це є одним з умов забезпечення теплопотреби будівлі за рахунок сонячної енергії до 75%.

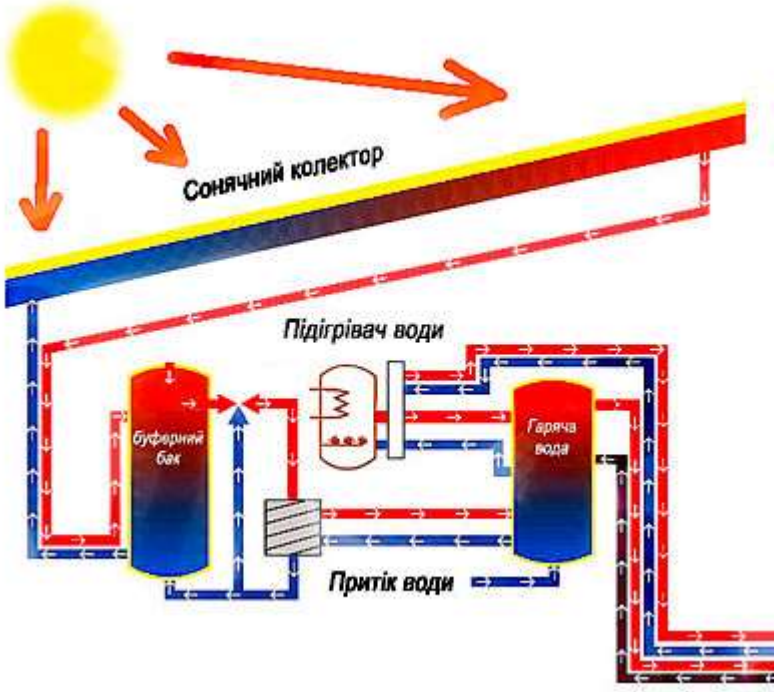
Геліодома із змішаною (або інтегральною) геліосистемою - це використання переваги двох систем: ефективність і гнучкість активної системи поєднується з надійністю і простотою пасивної системи.



а - загальний вигляд; б - план другого рівня (1,2,3 - перша, друга, третя спальні); в - план першого рівня (1 - кухня; 2 - гараж; 3 - загальна кімната); г - розріз по загальній кімнаті; д - розріз по гаражу (1 - геліоприймальник; 2 - акумулятор).

Рисунок 3 - Двоквартирний геліодом із змішаною (інтегральною) системою геліоопалення (Франція).

Геліоенергетичні установки або системи, що випускаються в закордонних країнах працюють за принципом концентрації сонячної енергії в колекторах різних типів, а також за принципом фотоелектричного ефекту з використанням спеціальних хімічних сполук для перетворення сонячної енергії в електричну.



Геліосистеми – це один з видів альтернативної енергії. Принцип таких систем полягає в перетворенні сонячної радіації в теплову енергію. Невеликі геліоустановки часто встановлюють в господарствах або на фермах. Їх можна використовувати для нагрівання і охолоджування води або повітря сушки різних предметів і взагалі як джерело електроенергії. В багатьох державах світу встановлення таких геліосистем нагороджується державою. І воно дає додатковою економію для систем опалювання.

Для зручності користування гелиосистемы класифікуються по деяких параметрах. По кількості контурів теплоносіїв геліосистеми ділять на одноконтурні і двоконтурні. За способом циркуляції – бувають термосифонні (з природною циркуляцією) і з примусовою.

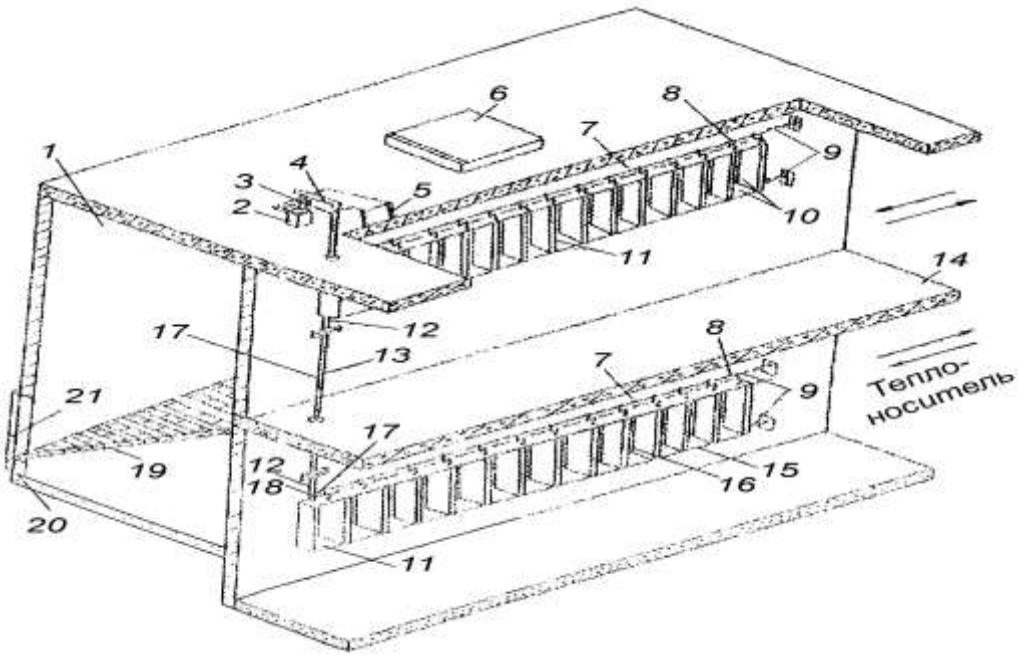
Одноконтурні системи відрізняються тим, що вода, що нагрівається, поступає безпосередньо з резервуара акумулятора і мають найвищий КПД. Звичайно, вони мають і деякі недоліки, зокрема, сильні вимоги до води (вона повинна бути чистою і не жорсткою), погана робота при низьких температурах і т.д. Двоконтурні системи мають спеціальні теплоносії і антифрисові системи. Перевага таких систем – це висока надійність, можливість безперешкодної роботи при мінусових температурах і тривалий термін експлуатації (близько 50 років). Як вже мовилося, за способом циркуляції геліосистеми бувають термосифонні і з штучною циркуляцією повітря. Принцип роботи систем з природною циркуляцією: теплоносій, що нагрівся,

пересувається в протилежну частину колектора, унаслідок чого виникає різниця тиску. Через цю різницю з'являється мимовільна циркуляція теплоносіїв. В системах з примусовою циркуляцією теплоносій пересувається за рахунок спеціальних регуляторів і поршнів.

Попри те, що геліосистема поки що дорога річ, майбутнє стоїть за такими способами отримання теплої води і системами опалювання і електроенергії. Купити геліосистему набагато раціональніше, ніж купляти звичайні сонячні батареї.

Енергозбережна технологія для сушки кукурудзи

Оригінальна сонячна установка для сушки кукурудзи в качанах розроблена в Італії (рисунок 4). Основним елементом сушарки є пристосування для управління положенням затворів для розподілу теплоносія в камерній сушарці. Запропонований пристрій дозволяє проводити напівавтоматичне управління затворами. Вузол управління знаходиться в місці завантаження камер.



1 – камера; 2 – електромашинний привід фіксатора; 3 – фіксатор; 4 - приводна рукоять; 5 - корпус колонки управління, 6, 21 - завантажувальний і розвантажувальний люки; 7 - тяга затворів; 8 - важелі; 9 - зовнішні поворотні елементи; 10 - затвори; 11 - прокладки ущільнювачів; 12 - секція валу затворок; 13 - проміжна секція; 14 - перегородка; 15 - корпус затвора; 16 - створки; 17 - тяга валу; 18 - важіль валу; 19 - перфороване днище; 20 - кінцевий вимикач.

Рисунок 4 - Схема установки для сушки початков кукурузы.

Установка містить камеру *1* з перфорованим похилим днищем *19* дня сушки качанів, розподільні коридори для теплоносія розділені горизонтальною перегородкою *14*. Між камерами і коридорами вбудовані затвори *10*, що мають загальний приводний вал. Для зручності монтажу, він складається з окремих секцій, сполучених між собою. Верхня секція закінчується рукояттю *4* з вбудованою кнопкою управління електромагнітним приводом 2 фіксаторів 3 положення заслінок затворів 10. Камера обладнана завантажувальним 6 і розвантажувальним *21* люками з вбудованим кінцевим вимикачем 20. Секції валу управління 12 через важелі 18 і тяги 17 сполучені з приводом шарнірного-важеля створок 16 затворів і з пружинними поворотними елементами 9. Верхній підшипник секції валу розміщений в корпусі 5 колонок управління, нижній - в перекритті сушарки.

На верхній частині корпусу *5* колонок управління закріплені механізм фіксатора *3*, електромагнітний привід *2* і кінцевий вимикач. Затвор складається з корпусу *15* з отворами, які закриваються створками 16, що притискаються до прокладок ущільнювачів *11*.

Привід включає важелі *8*, жорстко сполучені з осями створок і шарнірно між собою тягами *7* і з секцією валу управління тягою *17*.

Качани кукурудзи подають в кожну камеру сушарки через люк *6*. Люк *21* і затвор *10* при цьому закриті. Після завантаження люк *6* закривають, а затвори відкривають, повертаючи рукоять *4* в положення «відкрито». Щоб повернути рукоять, потрібно натиснути кнопку електромагнітного приводу фіксатора. Разом з нею повертаються всі секції приводного валу, переміщаються тяга і важелі приводу, створок затворів, розтягуються пружинні поворотні елементи. Затвори відкриваються. Після вимикання електромагнітного приводу фіксатора він повертається в первинне положення і фіксує рукоять і створки у відкритому положенні. Теплоносій по черзі через верхній і нижній коридори подається в камеру диспозицією реверсування, що встановлюється залежно від вологості качанів.

Після закінчення сушки качани вивантажують через люк *21*. При відкритті люка спрацьовує кінцевий вимикач *20*, який включає електромагнітний привід фіксатор *3*, і створки *16*. Під дією пружинних поворотних елементів *9* автоматично закривається рукоять, повертаючись разом з валом управління і кінцевий вимикач вимикає електромагнітний привід. Фіксатор *3* фіксує положення «закрито».

Плівкова геліофруктосушильна установка

Розроблена в Швейцарії установка (рисунок 5) використовується для сушки плодів і винограду за допомогою сонячної енергії.

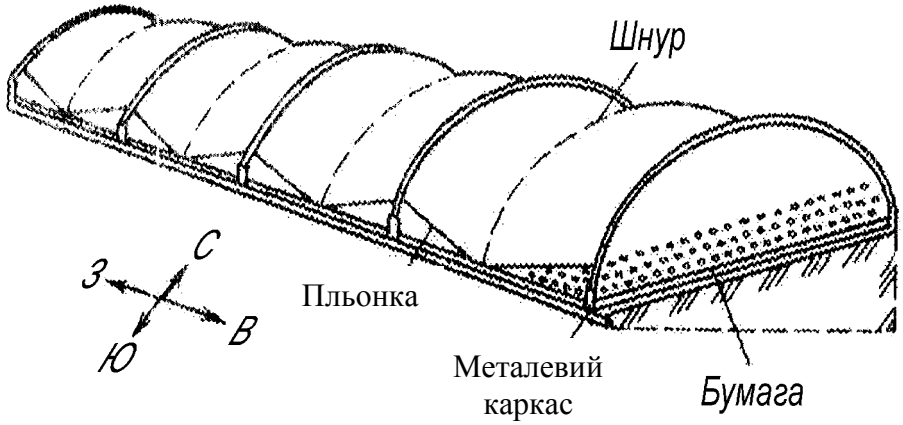


Рисунок 5 - Загальний вигляд похилої плівкової геліофруктосушильної установки.

Установка складається з паралельно розташованих під кутом 20…25˚ майданчиків, які покриті зачорненим рулонним папером.

Для зручності укладання і знімання плівки похилий майданчик розділений на секції завдовжки 10,8 м. Верхні і бічні частини установки повністю закривають поліетиленовою плівкою, а спереду, в нижній частині, між плівкою і ґрунтом залишають регульовану щілину шириною 10... 15 см по всій довжині установки, що створює умови для повітрообміну між робочим об'ємом сушарки і навколишнім середовищем.

Поліетиленову плівку кріплять до збірно-розбірного металевого каркаса за допомогою накидних шнурів зверху плівки між стійками каркаса.

На папір укладають висушуваний продукт (виноград, слива, урюк, нарізані яблука, помідори) (12 кг/м), а зверху на каркас натягують поліетиленову плівку. Сонячні промені проходять всередину і поглинаються сировиною. Температура повітря під плівкою збільшується на 20...25^{o}С в порівнянні з температурою навколишнього середовища. Завдяки нахилу сушильних майданчиків до горизонту усередині установки створюються умови для циркуляції повітря. Частина сонячної енергії акумулюється в ґрунті, що дозволяє подовжити денний цикл в добу на 5-6 год.

Продуктивність установки – 0,3...0,4 кг сухофруктів з 1м^2 протягом доби, променесприймаюча поверхня – 170м^2. За сезон можна висушувати 6-6,5 тонн

фруктів. Витрата металу (сталь кругла діаметром 12 мм) – 500 кг, поліетиленової плівки – 360м^2, бумаги – 180м^2.

На рисунку 6 приведені криві сушки винограду в похилій плівковій установці і на відкритому майданчику.

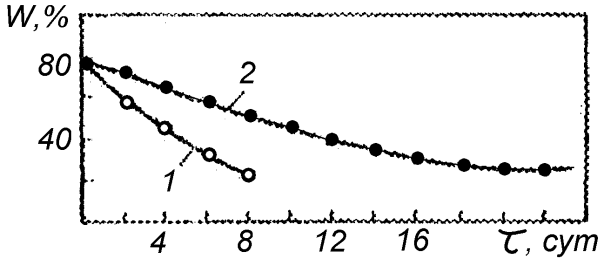


Рисунок 6 - Зміна вологості винограду при сушінні в геліоустановці (1) і на відкритих майданчиках (2).

З рисунка 6 видно, що інтенсивність сушки в геліосушарці майже в 3 рази вище, ніж при сушінні на відкритих майданчиках.

У весняний період установку можна використовувати для вирощування ранньої розсади.

Геліоустановка для сушки сільгосппродуктів

На рисунку 7 представлена радіаційно-конвективна геліоустановка для сушки овочів і фруктів (виноград, яблука, абрикоси, персики).

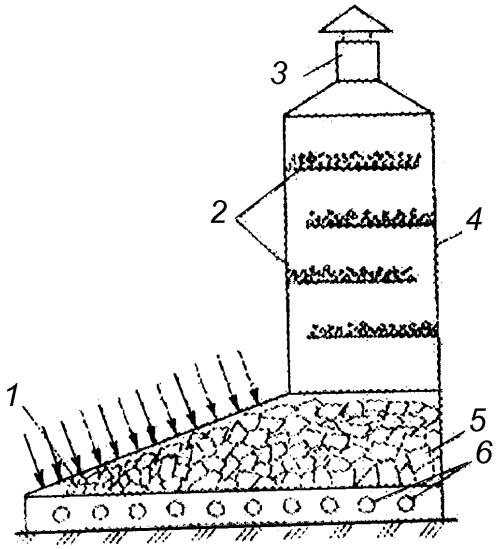


Рисунок 7 - Схема геліоустановки для сушки сільгосппродуктів.

Вона складається з повітрянагрівача-акумулятора *5* і сушильної камери *4*. Повітронагрівач заповнений галькою. Її прозора огорожа *1* розташована під кутом

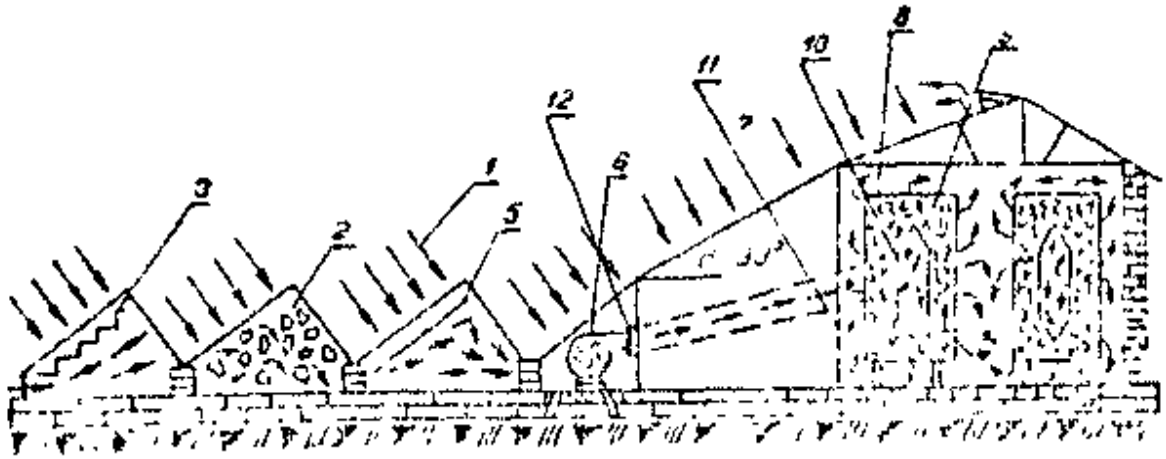
30° до горизонту. В нижній частині виконані отвори *6* для регулювання кількості повітря, що поступає. Сушильна камера *4* є дерев'яною шафою з габаритними розмірам 500х500х2000 мм.

Усередині шафи розташовані в чотири яруси підноси *2*. На кожному можна розмістити 6 кг фруктів.

Всі стінки сушильної камери виконаний з скла завтовшки 3мм і добре загерметизовані. Для заправки сушильної камери в північній її частині є двері.

Фахівцями Швеції (інститут сільськогосподарського будівництва і техніки) розроблена і побудована установка для сушки сіна (рисунок 8).

Загальна площа сушарки 150м^2 , довжина 15м, ширина 10м, висота 4м. Кут нахилу переднього ската φ = 30° до півдня. Повне завантаження установки люцерною або сіном 36-48 тонн. Установка забезпечена також електрокалорифером і галечним акумулятором.



1 - сонячні промені; 2 - галечний акумулятор; 3 - профільований зачорнений металевий лист; 4 - атмосферне повітря; 5 - зачорнений металевий лист; 6 - вентилятор; 7 - воздуховод; 8 - візок; 9 - сіно; 10 - потік сушильного агента; 11 – рейки; 12 - електрокалорифер.

Рисунок 8 - Схема дослідно-виробничої геліосушильної установки сіна.

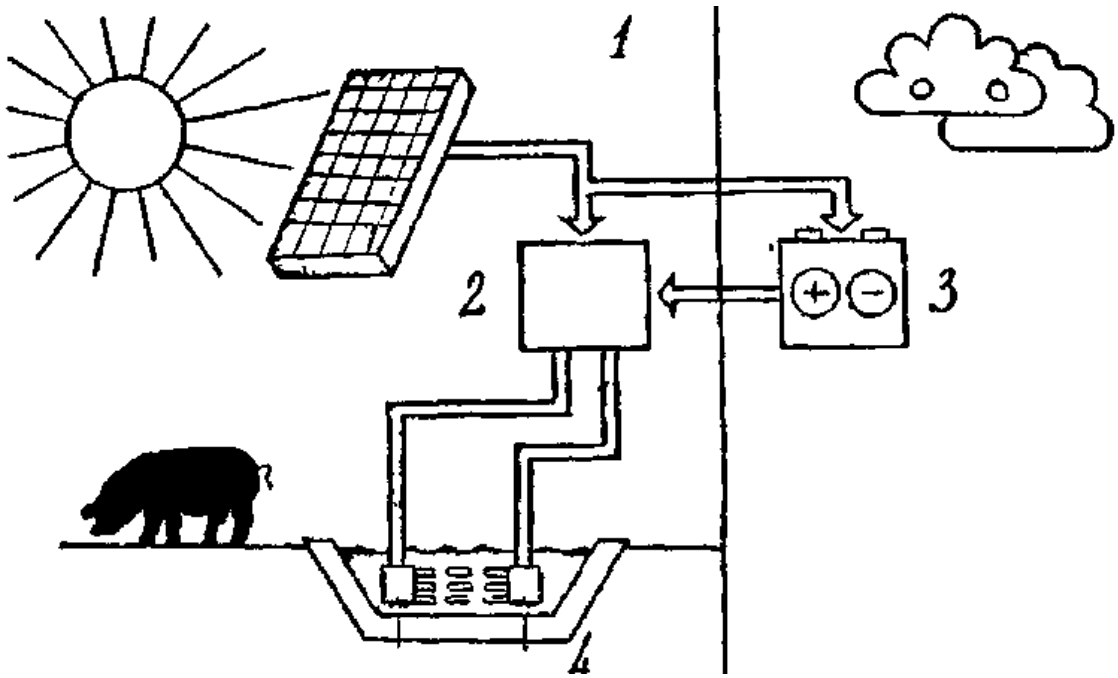
Принцип роботи геліосушарки. У камеру через західні двері у візках по рейках подають сиру люцерну або сіно. Візок ємкістю 27 м^3 має сітчасті стінки і трубопроводи для циркуляції гарячого повітря. У камері розташовують шість таких візків. Сіно або люцерна сушаться сонячною радіацією і гарячим повітрям.

Використовується сонячна енергія і для обробки гною (рисунок 9) на тваринницьких фермах м. Ной-мюле (Німетчина).

Новим напрямом використання сонячній енергії є створення установок для проведення оліголіза, що дозволяють проводити обробку рідкого гною.

Устаткування для системи оліголіза монтується швидко і просто. У резервуар для рідкого гною, який розташований під приміщенням для ВРХ або свиней, встановлюють електроди попарно на тросах і кабелях. До електродів підводиться постійний струм напругою 6 В і силою струму 0,8 А через розподільну установку.

Управление обработкой гноя осуществляется блоком, который располагается в контейнере вблизи животноводческого помещения. Этот блок попеременно, в определенные интервалы времени, проводит переключение пар электродов, которые являются анодами или катодами. Длительность работы между двумя переключениями полюсов проводится по двум схемам:



1 - сонячний генератор; 2 - блок зміни полярності електродів;
3 - акумулятор; 4 - електроди.

Рисунок 9 - Установка системи оліголіза для обробки рідкого гною.

- процес № 1 (підключення двох електродів) продовжується 10 хвилин.

- процес № 2 (вмикання двох мідних електродів і двох передавальних сталевих електродів) продовжується 5 хвилин.

Потреба в електричній енергії установки складає максимально по напрузі 24 В і по силі струму 2 А на пару електродів.

<u>В результаті процесу оліголіза:</u>

– активізуються мікроорганізми, які приводять до розщеплювання твердих органічних речовин і при цьому запобігають утворенню плаваючих і осідаючих шарів гною;

– відпадає необхідність у великій витраті електроенергії для перемішування гною, а також дорога наладка і використання устаткування для гомогенізації гною;

– зникає неприємний запах гною;

– зменшуються агресивні властивості рідкого гною і, оброблений таким чином гній, може використовуватися для поверхневого внесення;

– поліпшується санітарний стан пасовищ і знижується небезпека перенесення захворювань тваринами, оскільки скорочується зміст мікроорганізмів;

– відсутні шкідливі гази при вивантаженні гнойової рідини зі сховищ.

5.2 Використання енергії вітру

Вітер - це саме непостійне і мінливе джерело енергії серед всіх інших видів НПДЕ. Проте саме вітроенергетика є сьогодні світовим лідером по масштабах застосування в порівнянні з використанням інших видів НПДЕ. Це пояснюється майже повсюдною поширеністю енергії повітряного потоку і технічними успіхами, досягнутими в світовій вітроенергетиці за останні 10-15 років.

По орієнтовних оцінках, енергія, яка безперервно поступає від Сонця, відповідає сумарній потужності, що перевищує 1011 ГВт. Це визначає можливе річне вироблення енергії вітроагрегатами, рівну $1{,}18 \cdot 10^{13}$ кВт-год, що у багато разів перевищує кількість енергії, споживаної сьогодні в світі. В світі споживається близько 3 млрд. тонн умовного палива.

Понад мільйон будинків у Великій Британії незабаром будуть використовувати електроенергією від вітростанцій. Це стало можливим завдяки дозволу, що отриманий компанією-землевласником прибережних територій об'єднаного королівства Великої Британії, орендувати землю під будівництво 18 вітростанцій. Завдяки цьому буде створено 8000 робочих місць і щорічні викиди CO_2 зменшаться на 4,3 млн. тонн. Великобританія до 2010 року ввела в експлуатацію ВЕС загальною потужністю 6 000 МВт, підвищивши внесок поновлюваних джерел енергії в енергетику країни до 10 %.

Лідером вітроенергетики в Германії є фірма Enercon, яка випускає до 27,4 % всього об'єму продукції вітроенергетики країни. Минулого року Enercon встановила 195 ВЕС типу Е-66 потужністю 1,5-1,8 МВт, 26 ВЕС Е-58 мегаваттного класу і 125 ВЕС Е-40 потужністю 500 - 600 кВт. Крім того, 192 ВЕС типу Е-40 були продані до Іспанії і Італії.

Успішно розвивається вітроенергетика і в США. На початок 1999 р. потужність встановлених ВЕУ не перевищувала 1819 МВт, а в 2010 р. відповідно затвердженої Міністерством енергетики США "Програми дослідження і розвитку вітроенергетики" вона збільшилася до 10 000 МВт. Крім того, в США планують збільшити до 25% частку вітроенергетики в загальному об'ємі споживаної енергії.

Данія почала широкомасштабне використання енергії вітру після нафтової кризи 70-х років. На сьогодні вже діє 6 тис. ВЕС. Їх сумарна потужність складає 1800 МВт, протягом року вони дають країні 15,7 млрд. кВт-год електроенергії, що дозволяє покривати майже 12% потреб цієї країни в енергії. Крім того, Данія зараз є провідним світовим виробником обладнання для ВЕС. Відповідно програмі, розробленої керівництвом країни, до 2030 р. в Данії планують 50% потреб в енергії забезпечувати за рахунок вітростанцій, що скоротить шкідливі викиди в атмосферу.

Швеція розширює свій парк ВЕС за рахунок їх споруди в прибережній зоні. Нідерландська фірма Enron Wind вже встановила в Швеції 7 ВЕС мегаваттного класу на мілководді.

Ідея заміни звичного палива джерелами поновлюваної енергії стає все більш популярною. У Швеції, Швейцарії, Австрії, Норвегії, Канаді внесок поновлюваних джерел енергії в енергетику країн вже перевищив 25%. У Польщі з 1 січня 2001 року енергетичні компанії забезпечили виробництво 2,4% енергій за рахунок ВДЕ, а до 2010 року вказаний норматив збільшений до 7,5 %.

Велика увага розвитку вітроенергетики відводиться і в Індії. Зараз по масштабах встановленої потужності ВЕУ - понад 992 МВт - Індія вийшла на 4 місце в світі.

В даний час 12 індійських компаній зайняті збіркою і виробництвом ВЕС. За даними Міністерства НДЕ річне виробництво енергії на 1 кВт встановленої

потужності ВЕС на території Індії складає 2,0-2,5 тис. кВт.-год. Уряд Індії планує збільшення частки виробленою на ВЕС енергії в 2020 році - до 10 %.

Високими темпами вітроенергетика розвивається в Китаї. Вперше використовувати енергію вітру в цій країні почали на початку 80-х років з метою електрифікації сільської місцевості. Було встановлено понад 15 тис. малих ВЕУ потужністю від 10 до 100 кВт загальною потужністю 17 МВт. Зараз Китай входить в десятку країн-лідерів у вітроенергетичній галузі.

Окрім названих вище країн, в десятку країн-лідерів, які найактивніше використовують енергію вітру, входять: Іспанія; Нідерланди; Великобританія; Італія; Швеція.

5.3 Використання біогазу

Одним з найважливіших джерел нетрадиційної енергетики в тваринництві є біогаз, який широко використовується за кордоном.

В даний час біогаз використовують в 55 країнах світу. Існує безліч різних конструкцій БГУ, які можна підрозділити на чотири основні типи:

- без підведення тепла і перемішування зброджуваного субстрату;
- без підведення тепла, але з перемішуванням субстрату;
- з підведенням тепла і перемішуванням зброджуваного субстрату;
- з попередньою підготовкою субстрату для зброджування, підведенням тепла, перемішуванням, контролем і управлінням анаеробним процесам.

Досвід Китаю

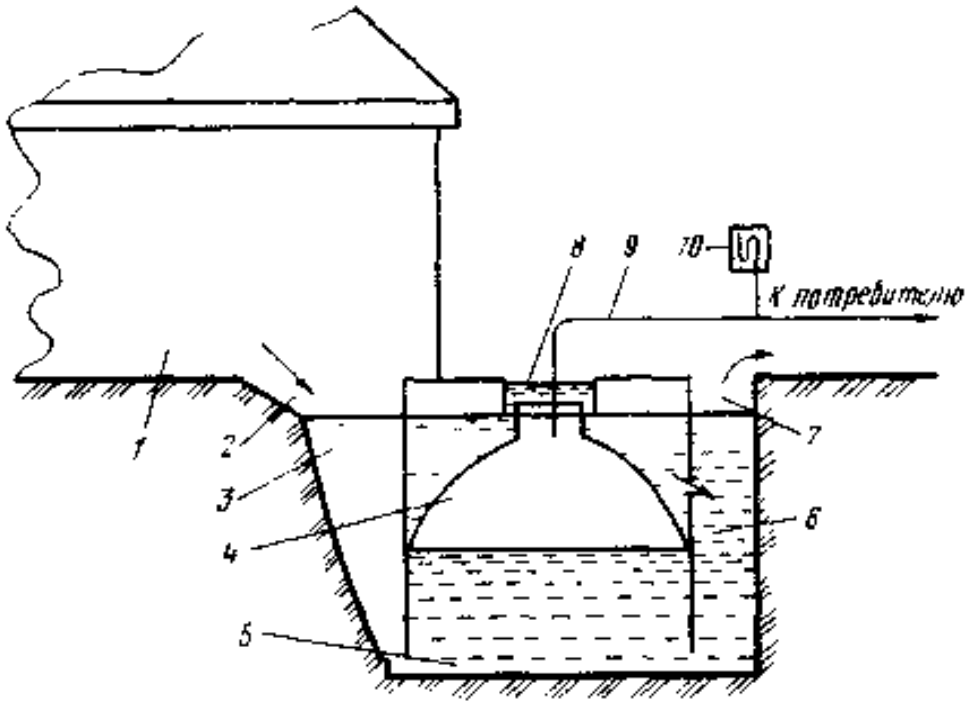
В даний час в країні діє більше 7,2 млн. дрібних БГУ з корисним об'ємом 6,1 $м^3$. Більше 30 млн. сільського населення користуються біогазом для приготування їжі і освітлення. Крім того, діє більше 35 тис. крупних БГУ. Введені в дію 1800 електростанцій, які працюють на біогазі. В країні як паливо використовується 540 млн. тонн сільськогосподарських відходів. Загальний потенціал країни по біогазу оцінюється в 136,6 млн. $м^3$ протягом року.

Найбільш широко поширена в Китаї біогазова установка "Габор" " (рис. 10), яка розміщується під землею.

Камера зброджування і газгольдер урівноважені між собою. Процес бродіння протікає стихійно, безконтрольно, підігрівання і перемішування зазвичай не застосовуються.

Такі установки використовують в дрібних господарствах, розташованих в районах з жарким кліматом. Тривалість переробки субстрату 40 і більше днів. Вихід газу 0,3-0,5 м^3 з розрахунку на 1 м^3 камери зброджування.

Основними недоліками цих установок є значний час необхідний для зброджування органічної речовини, відсутність можливості промислової реалізації технологічного процесу.



1 - тваринницьке приміщення; 2 - завантажувальна горловина; 3 - свіжий гній; 4 - газозбірник; 5 - камера зброджування; 6 - гній після зброджування; 7 - місце для відбору збродженого гною; 8 - водяна пробка; 9 - газопровід; 10 - манометр.

Рисунок 10 - Схема біогазової установки "Габор":

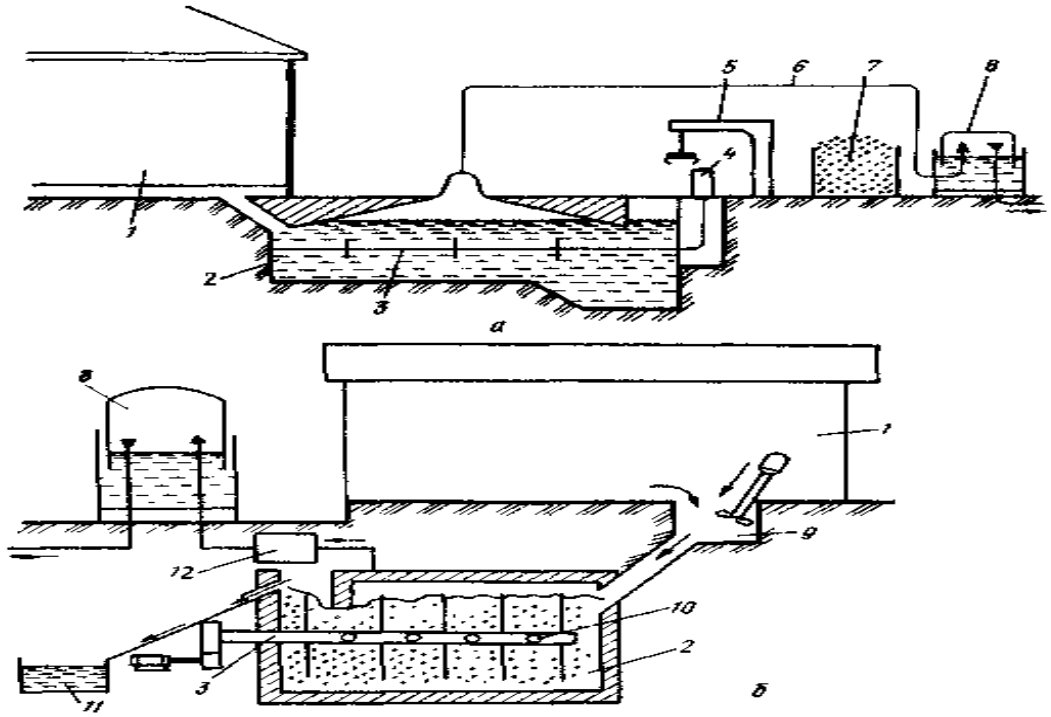
Досвід Німеччини

На рисунку 11 а показана біогазова установка "Дормштадт" (Німеччина). В її камері зброджування розміщена мішалка, яка приводиться в рух електродвигуном. Зброджену масу три рази на добу видаляють грейфером через люк і складають в сховищі. Біогаз, що виділяється, збирають і зберігають в газгольдері низького тиску.

На рисунке 11 б зображена ця установка у вдосконаленому варіанті. Горизонтальний бетонний реактор місткістю 20 м^3 розташований при фермі на 18 голів великої рогатої худоби, яка утримується на підстилці. Субстрат механічно перемішується 10 разів протягом доби по 1 хвилині із швидкістю 6 об/хв.

Вихід біогазу при змісті метану 70% складає в середньому 25 м^3 протягом доби. Температура зброджування 30°С, тривалість 20 діб.

Перевага цієї установки в тому, що субстрат перед зброджуванням подрібнюється, підтримується задана температура зброджування і субстрат перемішується. В результаті цього вихід біогазу з 1 м^3 камери зброджування в 4 рази більше, ніж у установок "Габор".



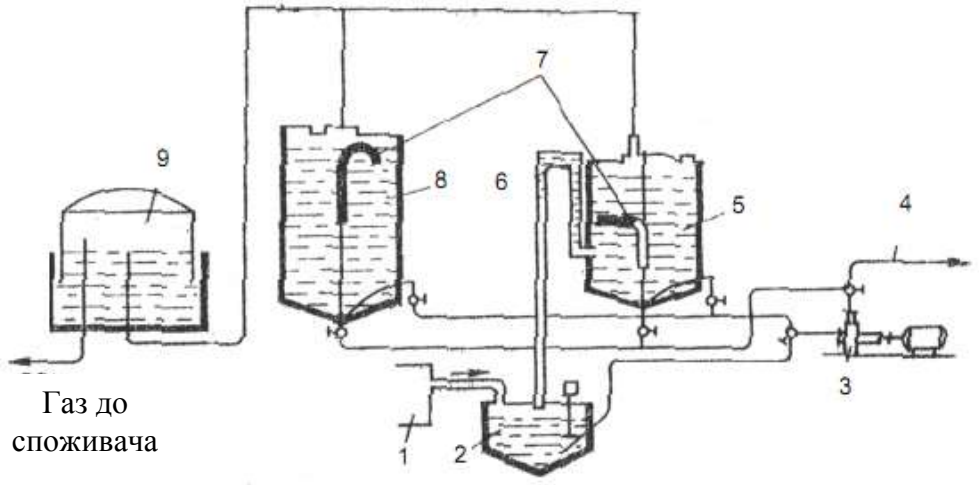
а - до удосконалення; *б* - після удосконалення; 1 - тваринницьке приміщення; 2 - камера зброджування; 3 - мішалка; 4 - електропривод мішалки; 5 - грейфер для вивантаження збродженого гною; 6 - газопровід; 7 - сховище збродженого гною; 8 - газгольдер; 9 - збірка свіжого гною з мішалкою і подрібнювачем; 10 - отвори для випуску пари; 11 - зброджений гній; 12 - пристрій для очищення біогазу.

Рисунок 11 - Схема біогазової установки "Дормштадт":

До недоліків слід віднести те, що підземне розташування камери зброджування погіршує теплотехнічні показники процесу через неможливості використання сучасних теплоізоляційних матеріалів і гідроізоляції. Крім того,

вживаний спосіб перемішування не виключає утворення застійних зон: біогаз виходить по всій довжині камери зброджування, що приводить до інтенсивного коркостворення і збільшенню витрат енергії на її руйнування. На рисунку 12 представлена БГУ системи Шмидта-Эггерглюса (Німеччина), яка працює по безперервній системі. Особливістю конструкції цієї БГУ є те, що перемішування і нагрів зброджуваної маси здійснюються одним і тим же пристроєм.

Перемішування проводиться 1-4 рази протягом доби по 10-13 хв. Насосом здійснюється вивантаження збродженого субстрату. Температура зброджування 30-35°С, тривалість 20-25 діб. Вихід біогазу складає 0, 8-0, 9 м^3 з розрахунку на 1 м^3 об'єму реактора протягом доби.



1 - тваринницьке приміщення; 2 - змішувач; 3 - насос; 4 - трубопровід збродженого гною; 5 - автоклав; 6 - труба; 7 - гідронасадка; 8 - гноєсховище; 9 - газгольдер.

Рисунок 12 – Біогазова установка Шмідта-Еггерглюса.

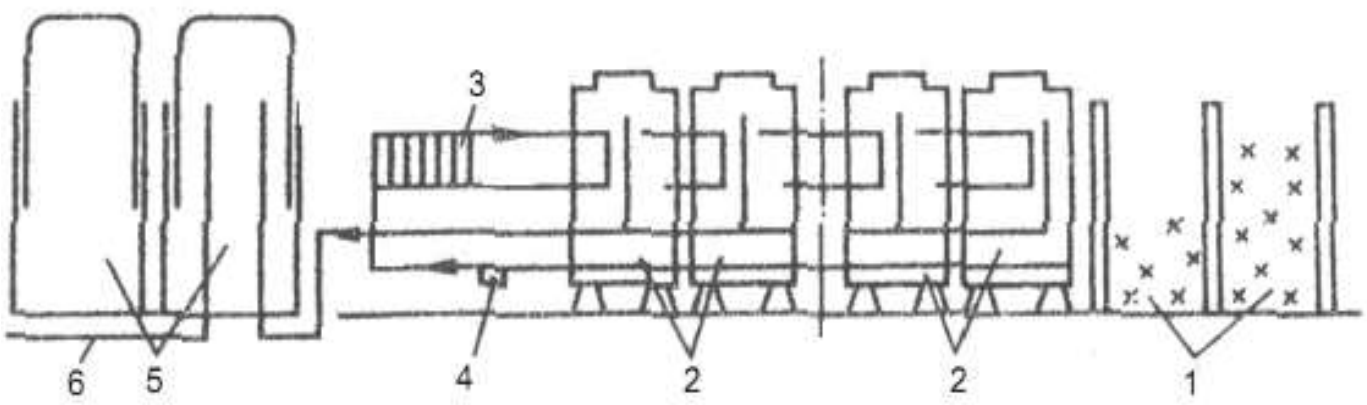
Перевагою даної системи є те, що весь процес переробки і зберігання гною відбувається в герметичних ємкостях, слідством чого є мінімальні втрати живильних речовин (азоту не більше 1%) і відносно високий вихід газу – 78,2 м^3 на 100 кг органічної речовини, що розклалася. Крім того, конструкція метантенка дає можливість одночасно з перемішуванням підігрівати зброджувану масу.

До конструктивних недоліків слід віднести те, що гвинтова штанга проходить через сальникове ущільнення, розташоване в кришці газового ковпака, порушення герметичності якого може привести до витоку метану. Відсутність подрібнюючого пристрою приводить до частого забивання гідронасадки, а розгалужена мережа трубопроводів ускладнює експлуатацію установки.

Досвід Франції

У сільському господарстві країни експлуатується більше 60 БГУ різної потужності, зокрема одна з них переробляє кролячий гній (рисунок 13). Установки в основному працюють за методом Дусельє - Ісмана, який полягає в тому, що гній заздалегідь піддається аеробному бродінню, після чого він поступає на анаеробну переробку в установку циклічної дії, яка має декілька автоклавів. Гній підігрівають шляхом його прокачування насосом через теплообмінник. У момент підігріву здійснюється гідравлічне перемішування.

Після завантаження гною в автоклав газ виділяється протягом трьох місяців, після чого цикл повторюється. Об'єм біогазу з розрахунку на 1 м^3 камери складає 0,3…0,7 м^3 протягом доби. Температура зброджування 20...25°С.



1 - ємкості для аеробної обробки гною; 2 - автоклави; 3 - теплообмінник; 4 - насос для перекачування гною; 5 - газгольдери; 6 - газопровід.

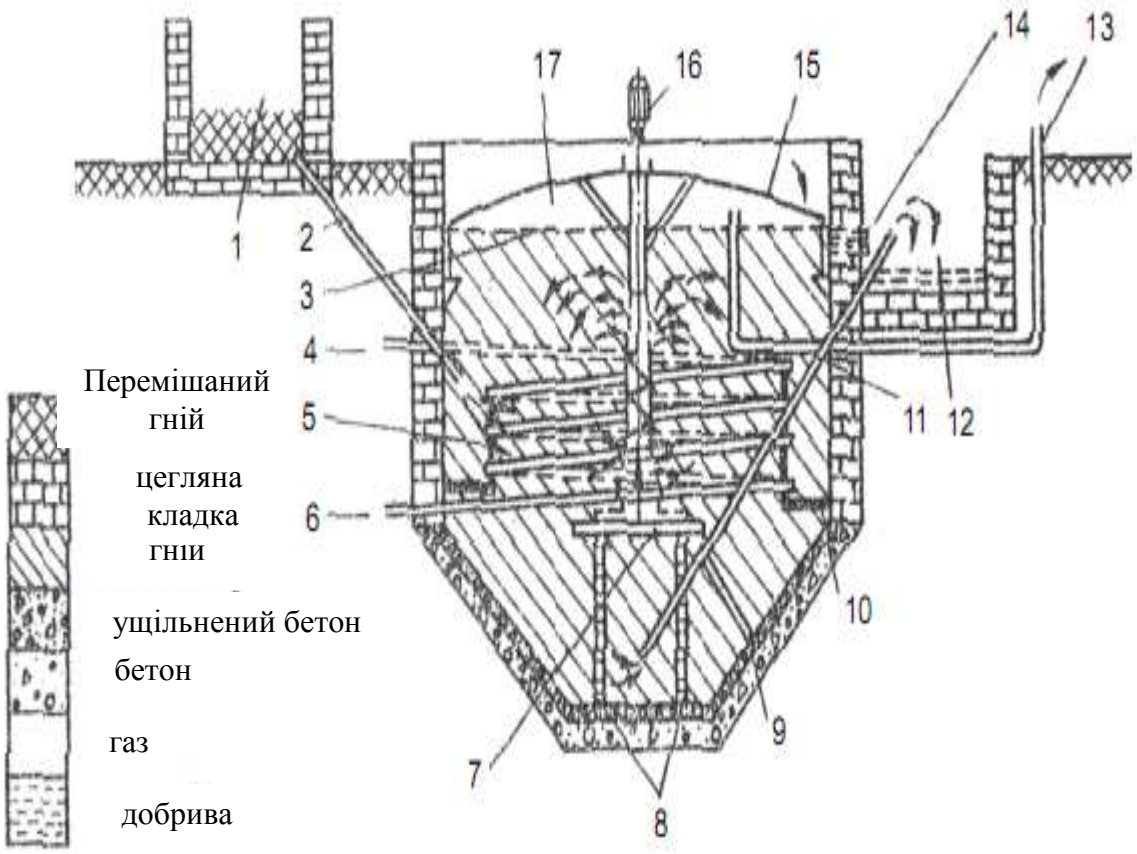
Рисунок 13 - Биогазовая установка Дуселье – Искана (Франция).

Досвід Індії

У 1975 році в країні налічувалося 8 тис. БГУ, в даний час - більше 100 тис. В основному це невеликі установки, що знаходяться у володінні однієї сім'ї. Конструкція БГУ аналогічна конструкції китайської установки «Габор» (підземне розташування камери зброджування, інтегрований газоприймач, відсутність підігріву і перемішування). При 15°С вихід газу з теплотою згорання 4770 ккал/м складає 0,18 м^3 на 1 кг гною. Вихід добрива при 2%-ному змісті азота складає 0,72 кг на 1 кг сухого гною. Отриманий біогаз використовується для приготування їжі –

0,34 м^3 на одну людину протягом доби, для освітлення – 0,13 м^3 /год. на лампу 100 Вт, для приводу установок – 0,3 м^3 на 1 кВт. В перспективі в Індії кількість таких БГУ потужністю 1,72 м^3 газа за добу може бути доведено до 18,8 млн., а кількість більш крупних з потужністю 142 м^3 біогазу протягом доби – до 560 тыс. В 1990 р. Індія отримувала таку кількість біогазу, яка забезпечила на 44% потреби країни в електроенергії, на 15% потреби в вугіллі і на 79% в деревинному паливі.

На рисунку 14 представлена БГУ з метантенком місткістю 100 м^3. Нагрівається зброджувана маса гарячою водою, циркулюючою по змійовику теплообмінника, а перемішується за допомогою шнекового насоса з електричним приводом. Зброджування гною ВРХ продовжується 15…20 діб при температурі 33…35°С, вихід біогазу складає біля 70 м^3 протягом доби.



1 - резервуар свіжого гною; 2 - трубопровід подачі гною; 3 - рівень гною у ферментері; 4 - подача гарячої води; 5 - змійовик; 6 - вихід гарячої води; 7 - майданчик з ущільненого бетону; 8 - опори; 9 - опора трубопроводу; 10 - кріплення змійовика; 11 - трубопровід вивантаження збродженого гною; 12 - приймач збродженого гною; 13 - газопровід; 14 - кран; 15 - перекриття газозбірника; 16 - електропривод шнекового насоса; 17 - газозбірник.

Рисунок 14 - Біогазова установка (Індія).

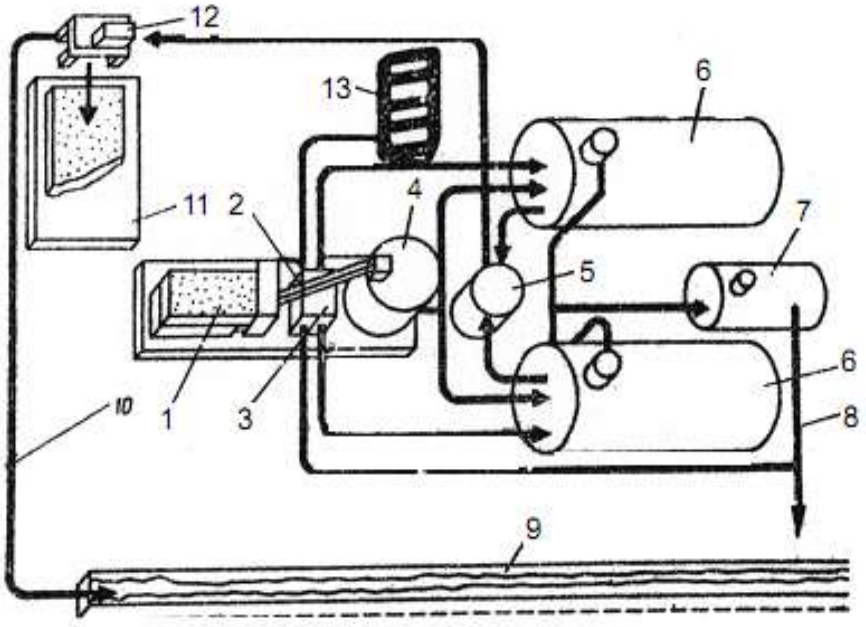
Досвід Японії

Розрахунки фахівців показали, що з 56 млн. т гнойових стоків з 10%-ним змістом органічних речовин можна отримати 1,68 млрд. $м^3$ біогазу, що по теплоті згорання дорівнює 18% всій енергії, що витрачається в сільському господарстві Японії.

У Японії виготовленням метантенків займаються декілька фірм. Одна з них - «Сумітомо Корпорейшн» - розробила технологічну лінію переробки рідкого гною в біогаз. Процес протікає при температурі 37°С. Місткість метантенка 2000 $м^3$, навантаження 7,5 кг/$м^3$ по органічній речовині, об'єм газгольдера 200 $м^3$. Рідкий гній в реактор поступає рівномірно протягом 7 годин. Особливістю установки є можливість очищення відстояної рідкої фракції до норм скидання у водоймища. Недоліки БГУ - велика тривалість зброджування, низький зміст метану і підвищений зміст вуглекислоти (потрібне очищення газу).

Досвід США

Компанія «Bio-Colorado» сконструювала і провела випробування БГУ, що працює з використанням сонячної енергії (рисунок 15).



1 - склад гною; 2- конвеєр; 3 - водонагрівач; 4 - резервуар-накопичувач; 5 - резервуар рідкого осаду; 6 - метантенки; 7 - газгольдер; 8 - газопровід; 9 - сільськогосподарські угіддя; 10 - трубопровід; 11 - майданчик для сушки осаду; 12 - центрифуга; 13 - сонячний колектор.

Рисунок 15 - Біогазова установка з використанням сонячної енергії (США).

Гній з відгодівельної ферми розбавляється водою і піддається ферментації в двох анаеробних метантенках. Вироблюваний біогаз накопичується в газгольдерах. Для обігріву метантенків і сушки залишкового шламу використовуються сонячні батареї з автоматичним регулюванням температурного режиму. Заздалегідь зневоднений в центрифузі залишковий шлак просушується в контейнерах, а потім переробляється в кормові добавки для худоби.

Досвід Швейцарії

На рисунку 16 представлена установка з теплоізольованою бродильною камерою місткістю 65 м^3.

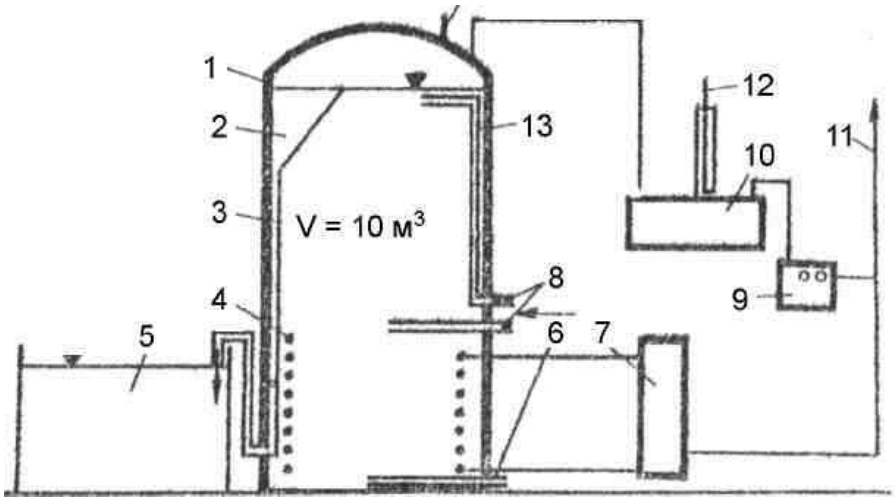


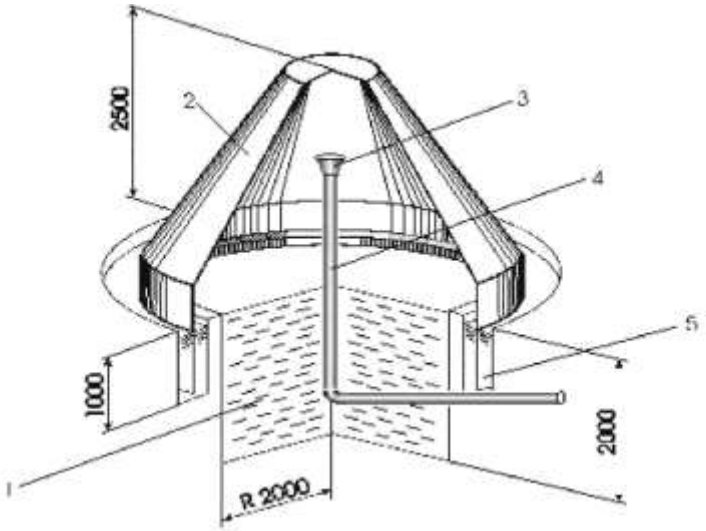
Рисунок 16 - Біогазова установка з теплоізольованою камерою.

На її дні прокладено 300 м пластмасових труб *4* для нагріву гною. Для перепускання гнойової маси, що перебродила, в сховищі *6* служить сифон 5. Через кожні три дні в бродильну камеру по трубопроводу *1* подається з каналу гнойова рідина. Лопатева мішалка *3* з інтервалом в дві години протягом двох хвилин перемішує рідкий гній, що має температуру 33°С. Біогаз, що виділяється, по трубопроводу *2* поступає у вологовідокремлювач, а звідти через газопровід - до пристрою, який нагріває воду для ферми. Інший газопровід підведений до газгольдера на 7,5 м^3 стислого вологого газу. Суточный выход газа зимой 62...68 м^3, влітку при пасовищному утриманні – 36 м^3. Третина вироблюваного газу

використовується для обігріву бродильної камери, решта частини йде на підігрів води і опалювання ферми. Біогаз, 1 м^3 якого еквівалентний по енергоємності 0,7 л мазута, протягом річної експлуатації установки замінює 7,5 т цього палива.

Досвід Румунії

Одна з перших індивідуальних установок (рисунок 17) була введена в експлуатацію ще в грудні 1982 року. Відтоді вона успішно забезпечує газом три родини, що є сусідами. Кожна родина має по звичайній газовій плиті з трьома комфорками і духовкою.



1 - яма ферментатора з сировиною; 2 - дзвін, 3 - випускний патрубок, 4 - трубопровід (шланг) подачі газу, 5 - канавка гідрозасува з водою.

Рисунок 17 - Схема установки для отримання біогазу з конічним дзвоном.

Ферментатор знаходиться в ямі діаметром близько 4 м і завглибшки 2 м (об'єм приблизно 25 м^3), яка викладена зсередини покрівельним залізом, звареним двічі: спочатку електричною зваркою, а потім, для надійності, газовою. Для антикорозійного захисту внутрішня поверхня резервуару покрита смолою. Зовні верхньої кромки ферментатора зроблена кільцева канавка з бетону глибиною приблизно 1 м, що виконує функцію гідро засува. В цій канавці, заповненою водою, ковзає вертикальна частина дзвону, що закриває резервуар. Дзвін заввишки близько 2,5 м - з листової двохміліметрової сталі. У верхній його частині і збирається газ.

Ферментатор завантажується приблизно 12 м^3 свіжого гною, поверх якого виливається коров'яча сеча (без додавання води). Установка починає працювати через 7 днів після наповнення.

При першому наповненні у ферментатор було завантажено 8 м^3 свіжого коров'ячого гною, а зверху залито приблизно 400 л коров'ячої сечі. Через 7-8 днів установка вже повністю забезпечувала власників газом. Найкращі результати установка показала при вологості сировини 90 % і температурі 30-35°С.

5.4 Сучасні технології для створення мікроклімату

Окрім приведених інформаційних матеріалів по використанню в тваринництві енергії сонця, вітру і біогазу в практиці зарубіжних країн знайшли застосування технології по створенню мікроклімату, отриманню теплої води і утилізації соломи.

Аналіз тепловлажностного балансу в будівлях різних типів (молочнотоварні ферми, приміщення для відгодівлі свиней і великої рогатої худоби) в холодний період показує, що втрати теплоти з повітрям, що видаляється, досягають 84% (таблиця 1).

Таблиця 1 - Параметри мікроклімату, втрати теплоти, повітрообмін і енергетичні показники ферми

Приміщення	Параметри мікроклімату		Теплота, що виділяється тваринами за 1 год, кВт	Втрати теплоти з приміщення, кВт (%)		Необхідна потужність джерела теплоти, кВт
	температура, °С	Вологість, %		крізь огорожуючі конструкції	з повітрям, що видаляється	

Корівник на 200 голів	13	75	157	61(25)	180(75)	84
Будівля по відгодівлі великої рогатої худоби на 1200 голів	13	75	560	150(16)	780(84)	370
Свинарник для відгодівлі на 1200 голів (середня маса тварин 30 кг)	16	75	134	72(36)	126(64)	64
Свинарник для відгодівлі на 1200 голів (середня маса тварин 100 кг)	16	75	265	72(21)	275(79)	82

Для забезпечення необхідної температури у вказаних приміщеннях досить утилізувати 30-50% теплоти, яка міститься в повітрі, що видаляється, що цілком можливо, оскільки повітряні теплообмінники мають коефіцієнт ефективності 0,4-0,9.

Для утилізації теплоти, що викидається з повітрям, яке видаляється з приміщень, застосовують регенеративні і рекуперативні теплообмінники.

До особливостей регенеративних теплообмінників відноситься перенесення вологи з повітря, яке видаляється з приміщення, в припливне повітря, що не дозволяє їх використовувати в тваринницьких будівлях, у яких одним з основних показників, що визначають повітрообмін, вважається вологість повітря.

Крім того, регенеративні теплообмінники мають такий істотний недолік (обумовленим принципом їх дії), як часткове перетікання повітряних потоків, що також обмежує область їх застосування.

У рекуперативних теплообмінниках волога в припливне повітря не переноситься і забруднене повітря в свіжий не перетікає: для них характерні великий термін служби, корозійна стійкість і простота очищення поверхонь від забруднення.

Пластинчасті рекуперативні теплообмінники випускають в Австрії, Італії, Німеччині, Швейцарії, Швеції, Японії і в інших країнах. Основний недолік відомих рекуперативних утилізаторів - обмерзання теплообмінних поверхонь при низьких температурах зовнішнього повітря, внаслідок чого зменшується коефіцієнт теплопередачі і збільшується аеродинамічний опір.

Шведська фірма Munters Torcar запропонувала пристрій для періодичного відтаювання пластинчастих теплообмінників. Воно має вигляд заслінки, яка на короткий час припиняє рух холодного повітря через частину каналів, не

перешкоджаючи руху повітря, що видаляється. Проте наявність рухомих частин знижує надійність роботи теплообмінника.

<u>У Білорусії розроблений пластинчастий теплообмінник ТСН</u>, в якому не утворюється інеї на теплообмінних поверхнях.

Теплообмінником ТСН є пакет теплообмінних поверхонь, які розділені перегородками на канали (рисунок 18).

З боку повітря, що видаляється, ТСН має три ходи, з боку припливного - два. Теплообмінні поверхні виготовляють з листів оцинкованої покрівельної сталі, які перед збіркою профілюють.

Для зниження аеродинамічного опору в місцях поворотів потоків теплоносіїв встановлені направляючі лопатки. Перегородки, які утворюють канали для прокачування теплоносіїв, роблять з рулонної гуми або антисептимованої деревини.

Ці перегородки мають різну висоту, завдяки чому можна змінювати перетин каналів. При роботі теплообмінника через канали проходять рівні кількості теплоносія. Повітря, що видаляється, має по всій довжині каналу постійну швидкість, яка більше швидкості припливного повітря, що змінюється по довжині каналу.

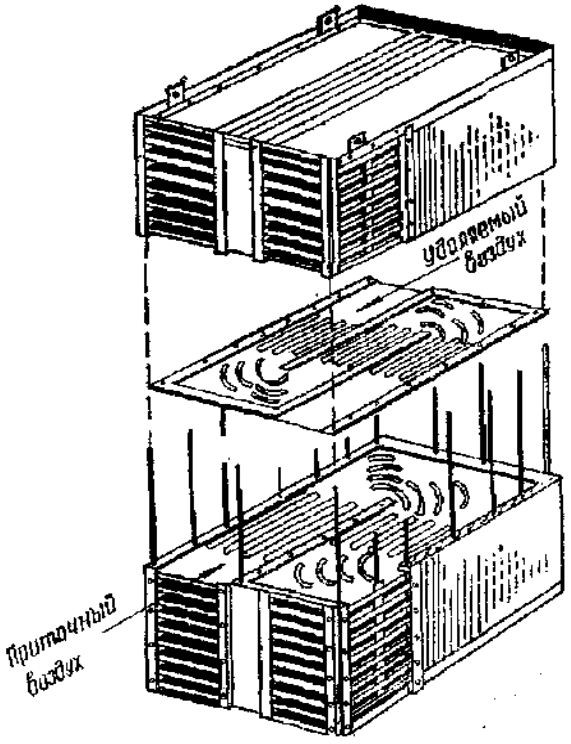


Рисунок 18 - Теплообмінник-утилізатор ТСН.

Для очищення теплообмінних поверхонь ТСН обладнаний вікнами, які закриваються знімними кришками. Теплообмінник виконаний у вигляді

уніфікованих секцій, з яких можна збирати установку необхідної продуктивності залежно від типу і призначення будівлі. Нижче приведені характеристики теплообмінника ТСН:

Таблиця 2 – Технічна характеристика теплообмінника ТСН

Розрахункова температура повітря на вході в теплообмінник °С: припливного що видаляється	 -25 13-18
Коефіцієнт ефективності	0,4-0,6
Теплопродуктивність, кВт	20-25
Подача повітря, кг/год.	4400
Втрати тиску, Па: на витяжці на притоці	 600 200
Габарити, м	1,5×0,7×0,8
Маса з прокладками, кг: з гум з дерева	 320 240

В якості припливних використані відцентрові вентилятори Ц4-70 № 8 з двигунами потужністю 5,5 кВт, а якості витяжних – Ш4-46 № 8 з двигунами 17 кВт. Подача повітря на притоці складає 55000 м^3/год, на витяжці – 47000 м^3/год.

Основні завдання проектування системи вентиляції з теплообмінниками-утилізаторами:

- розрахунок тепловолгостних режимів приміщення для різних періодів року і доби,
- визначення необхідної кількості теплообмінників,
- компоновка їх у вентиляційній камері і розміщення припливних і витяжних повітроводів з урахуванням технологічних особливостей приміщень.

Теплообмінники ТСН сполучають паралельно і встановлюють так, щоб теплообмінні пластини знаходилися в горизонтальному положенні, необхідному для кращого видалення конденсату потоком повітря, що викидається. Під теплообмінниками слід встановлювати піддони для збору і відведення в каналізацію конденсату, що просочується крізь нещільність каналів.

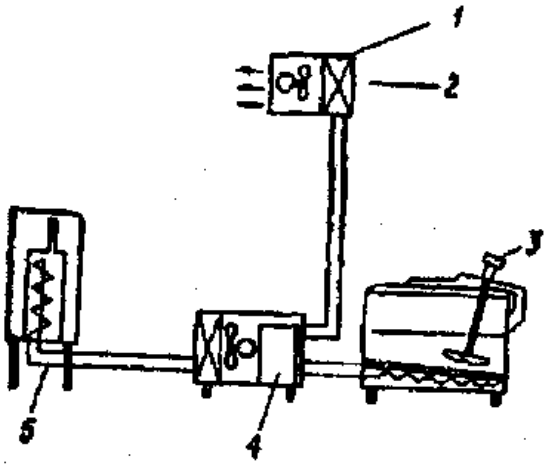
Теплообмінниками ТСН обладнаний ряд тваринницьких комплексів по відгодівлі свиней і великої рогатої худоби в Білорусії, Латвії, в Україні і в Росії.

Досвід тривалої роботи показує, що система з теплообмінником ТСН забезпечує підтримку нормованих параметрів мікроклімату.

В цілому досвід застосування теплообмінників-утилізаторів в системах вентиляції тваринницьких будівель показує їх ефективність і доцільність широкого використання.

В Швеції розроблений пристрій Alfatherm Combi фірми «Alfa Laval» призначений для ферм молочного тваринництва і дозволяє використовувати енергію теплого молока і повітря тваринницького приміщення для приготування теплої води. Схема отримання теплої води приведена на рисунку 19.

Устройство подключается к установке Alfatherm для возвращения тепла с целью получения теплой воды. Если молоко охлаждено к заданной окончательной температуре, то процесс возвращения тепла заканчивается. С помощью устройства возвращение тепла продолжается, но уже из воздуха животноводческого помещения.



1 - пристрій (випарник) Alfatherm Combi, 2 - повітря з тваринницького приміщення, 3 - ванна для охолодження молока, 4 - холодильний агрегат, 5 - нагрівач води Alfatherm

Рисунок 19 - Схема отримання теплої води від теплого молока і повітря тваринницького приміщення

Таким чином, можливе приготування теплої води цілодобово, але фактичний час дії установки залежить від дійсної потреби теплої води в приміщенні.

Пристрій можна підключати до всіх ванн і танків для охолодження молока з компресором і електродвигуном потужністю до 1,5 кВт. Пропонується для тваринницьких приміщень, в яких і взимку підтримується температура біля 15°С.

У Швеції і Нідерландах розроблено обладнання для регенерації тепла при охолодженні молока. Температура парного молока біля 35°С. Щоб зберегти високу якість і попередити розмноження бактерій, молоко необхідно охолодити до 4°С. Різницю температур 31°С можна використовувати для підігріву води, не витрачаючи додатково енергії. Для регенерації тепла при охолодженні молока шведська фірма «Alfa Laval» випускає обладнання, серед якого особливе місце займає тепловий насос «Альфатерм». Його під'єднують до танка-охолоджувача молока. При охолодженні молока холодогент проходить через апарат і нагріває воду, що проходить по трубопроводу до 60°С завдяки хорошій теплоізоляції апарату температура води завжди постійна. Холодогент, що віддає своє тепло, повертається в танк-охолоджувач, і цикл повторюється. Таким чином, апарат забезпечує отримання нагрітої води протягом дня. В апарат вбудований нагрівальний елемент, за допомогою якого можна нагрівати воду 80°С.

Фірма «Manus» (Нідерланди) випустила новий тепловий насос, який дозволяє раціонально використовувати тепло. Насос включається в систему молокоохолоджуючого обладнання і здатний нагрівати 50 л води до температури 55°С. Ці параметри залежать від часу роботи холодильного агрегату. При виборі теплового насоса для ферми необхідно враховувати розмір танка-охолоджувача молока, максимальну і мінімальну кількість молока.

Зарубіжні фірми працюють і над утилізацією соломи.

Енергозберігаюча технологія утилізації соломи поширена в європейських країнах. Як відомо, зернові культури дають приблизно однакову кількість (по масі) зерна і соломи. Енергія, яка знаходиться в соломі досить близька до енергії зерна, але використовувати її дуже важко. Достаток соломи і недолік кормів примушують учених всього світу шукати шляхи вивільнення енергії соломи, що дозволяють використовувати її в якості корму.

Численними зарубіжними фірмами і підприємствами зарубіжних країн запропоновані різні способи обробки соломи. Всі вони передбачають розкладання лігнінной оболонки під дією хімічних речовин, зокрема луги (щелочи), або температури і високого тиску. Оброблену таким чином солому тварини можуть засвоювати як і інші грубі корми, але ці способи вимагають значних витрат енергії і праці

Данська фірма «Grindsted products» пропонує абсолютно інший метод, який дозволяє твариною перетравлювати солому без всякої її попередньої обробки, окрім подрібнення і змішування з додатковими кормами і живильними речовинами, що підтримують діяльність мікробів. При цьому виходять з наступних міркувань. Перший відділ шлунку жуйних тварин - рубець - містить багато мікроорганізмів, які розкладають клітковину.

Відмінна риса травної системи тварин - потужна здатність ферментації рубця. Травна система жуйних має велику схожість з промисловими ферментаторами. Тому процеси ферментації в рубці можна стимулювати і оптимізувати такими ж способами, як і в промислових установках. Іншими словами, необхідно стимулювати власні здібності ферментації тварин, тобто збільшити їх здатність розкладати целюлозу, яка міститься в соломі.

Оптимізація умов флори рубця полягає, перш за все, в задоволенні потреб мікробів в живильних речовинах. Для підтримки розвитку бактерій і збереження здоров'я тварини необхідна певна структура кормів. Целюлоза перетравлюється набагато повільніше, ніж інші корми. Тому необхідно збільшити кількість бактерій, які розкладають целюлозу, для чого корми повинні містити азот (N). Пропонується для цього використовувати сечовину. Сечовина в рубці швидко і повністю розкладається, виділяючи аміак. Висока концентрація аміаку може заподіяти шкоду тварині, тому він повинен негайно перетворюватися на протеїн. Для утворення протеїну необхідні також фосфор і сірка. Приблизне співвідношення (азот : фосфор : сірка) N:p:s повинне бути 10:2:1.