

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Бадах Євгеній Романович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Вдосконалення системи управління та напрямки автоматизації
сільськогосподарських електричних теплоустановок
(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Бадах Є.Р.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Слюсаренко Ірина Павлівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

старший викладач кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Консультант

Палійчук Володимир Костянтинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к. т. н. доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Бадах Є.Р. Вдосконалення системи управління та напрямки автоматизації сільськогосподарських електричних теплоустановок. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

У роботі розглянуті питання вдосконалення системи управління та розробка систем автоматизації теплоустановок в сільському господарстві.

Один із перспективних варіантів розв'язання даної проблеми є впровадження акумулюючої системи теплозабезпечення та сонячної теплонасосної установку для теплозабезпечення сільських споживачів теплом.

Ключові слова: система управління, акумулятор тепла, теплоустановка, сонячний колектор, тепловий насос.

ABSTRACT

Badakh E. R. Improving the control system and directions of automation of agricultural electric heating systems. Qualification work for a bachelor's degree in specialty 141 - Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics - Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

The paper considers the issues of improving the control system and development of automation systems for heating systems in agriculture.

One of the promising options for solving this problem is the introduction of an accumulative heat supply system and a solar heat pump installation for heat supply of rural consumers with heat.

Key words: control system, heat accumulator, heating system, solar collector, heat pump.

ВСТУП

Технологічні процеси, які використовуються в сільськогосподарському виробництві, потребують великої кількості теплової енергії. Для вироблення теплової енергії наряду з традиційними вогневими способами одержання тепла, які базуються на спалюванні рідкого та твердого палива, широкого використання знаходять електричні нагрівальні установки, що мають великі переваги перед вогневими.

В багатьох випадках використання електричного нагріву в сільськогосподарському виробництві є не тільки економічно вигідним, але і єдиним раціональним.

Слід відмітити, що всі теплопостачальні системи для виробництва повинні мати високий коефіцієнт корисної дії, бути простими в конструктивному виконанні та надійними в експлуатації. Крім того всі ці системи повинні бути компактними, добре автоматизованими, забезпечувати високий рівень технологічного процесу, забезпечувати малі затрати праці обслуговуючого персоналу, високий рівень пожежної безпеки та відповідати нормам виробничої санітарії і гігієни.

Визначені вимоги до теплопостачальних систем та постійне зростання цін на основні енергоносії висувають підвищені вимоги щодо впровадження в сільськогосподарське виробництво нових підходів до виробництва тепла та раціонального його використання.

Напрямки вдосконалення та розробка нових систем теплозабезпечення для сільських споживачів визначають **актуальність теми** даної кваліфікаційної роботи.

Об'єктом дослідження в даній роботі є система теплопостачання для сільськогосподарських потреб виробництва та побуту на прикладі фермерського господарства.

Метою роботи є обґрунтування впровадження акумулюючої системи теплозабезпечення та сонячної теплонасосної установку для теплозабезпечення сільських споживачів теплом.

Перелік публікацій автора за темою дослідження:

1.Бадах Є. Р. АКУМУЛЮЮЧА СИСТЕМА ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СІЛЬСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ

Матеріали 1-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «Комп'ютерні технології та сучасна інженерія-2021», 3,4 червня 2021 Житомир, Україна.

2.Слюсаренко І.П.,Бадах Є. Р. ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ТЕПЛОНАСОСНОЇ УСТАНОВКУ ДЛЯ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СІЛЬСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ

Матеріали 1-ої МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ «Комп'ютерні технології та сучасна інженерія-2021», 3,4 червня 2021 Житомир, Україна.

РОЗДІЛ 1

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ СІЛЬСЬКИХ ТЕПЛОПОСТАЧАЛЬНИХ СИСТЕМ

1.1 Особливості використання електронагрівальних установок в сільськогосподарському виробництві

Електронагрівальні установки широко застосовують в сільському господарстві завдяки їх наступним перевагам: постійної готовності до дії на відміну від вогневих котлів, які знаходяться в спеціальних приміщеннях та не потребують сховищ палива і його транспортування; можливістю автоматизувати процес нагрівання; кращими санітарно-гігієнічними умовами для обслуговуючого персоналу; можливістю розподілу теплоти по значній території; зменшення собівартості вироблення теплової енергії та зниженою пожежною небезпекою.

Підігрів води можна виконувати як за рахунок електричного струму, який проходить безпосередньо через воду (прямий нагрів), так і за допомогою теплових електронагрівальних елементів (ТЕНів) (непрямий нагрів), а також в установках індукційного і діелектричного нагрівання. Установки прямого електродного нагрівання мають більш просте конструктивне виконання, велику швидкість нагріву та високий ККД.

У сільськогосподарському виробництві для напування тварин підігрітою водою, а також для технологічних потреб використовують електричні водонагрівачі низького тиску - термоси типу УАП (ВЕТ) з резервуаром місткістю 50 ... 1000л, проточні електроводонагрівачі типу ЕПШ продуктивністю 600 л теплової води в годину идр. Для отримання гарячої води і пара застосовують наступні типи електродних котли: КЕВ (котел електродний водогрійний), із замкнутим контуром потужністю 10 ... 6000 кВт марки КЕВЗ, електродні прямоточні із замкнутим контуром марки ЕПЗ, та котли з електродним паровим регулюванням марки КЕПР різної потужності 160 , 250, 2500 і 5000 кВт і вище [1,2].

Для підігріву повітря в тваринницьких приміщеннях до 5°C використовують стаціонарні електрокалоріферні установки типу СФОА потужністю 5 ... 100 кВт.

Динамічні властивості майже всіх водогрійних електроустановок описуються за допомогою передавальної функції другого порядку аперіодичної ланки. Автоматичне управління електроводонагрівачами відбувається по температурі, а електричними паровими котлами - ще і по тиску пари.

Розглянемо схеми управління автоматизації елементних і електродних водогрійних і парових установок, так як вони не мають принципових відмінностей від установок інших типів. Перед включенням в мережу елементні водонагрівачі обов'язково слід заповнити водою, так як в протилежному випадку вийдуть з ладу нагрівальні елементи. Цієї особливості не мають електродні водонагрівачі. На рисунку 1.1 наведено пристрій водонагрівача типу УАП, що випускається замість водонагрівача ВЕТ, і електрична схема управління їм.

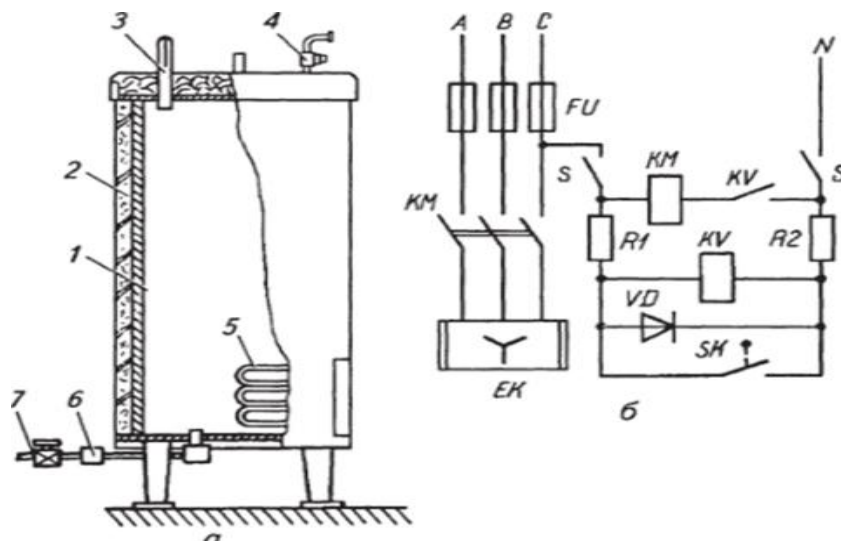


Рисунок 1.1. Будова водонагрівача марки УАП (а) і його принципова електрична схема управління (б):

1 – сталевий резервуар; 2 – скловата; 3 – контактний термометр; 4 – патрубок для гарячої води; 5 – елементні нагрівачі; 6 – обернений клапан; 7 – запорний вентиль

Водонагрівник призначений для нагріву води до 90°C і виконаний у вигляді сталевих резервуарів 1 з патрубком 4 для гарячої води. Резервуар має теплову ізоляцію скловатою 2 і зовні закритий кожухом. Завдяки виконаній теплоізоляції температура води знижується дуже повільно. У трубопроводі, що підводить встановлені зворотний клапан 6 і запірний вентиль 7. Під дією надлишкового тиску (не менше 50 кПа), гаряча вода витісняється через патрубок 4 із водонагрівача до водопроводу.) За допомогою контактного термометра 3, здійснюється автоматичне управління елементними нагрівачами 5 (ТЕНи), контакти SK якого при високій температурі води шунтують обмотку магнітного пускача КМ, а останній - електронагрівачі ЕК. Повторне включення електронагрівача відбувається при пониженні температури води на 5°C . Для полегшення роботи контактів SK використовується діод VD. У більш потужних водонагрівачів типу УАП ТЕНи встановлюють в нижній і верхній зонах резервуара. Кожною групою ТЕНів управляє свій термодатчик.

На рисунку 1.2 наведено пристрій і схема управління проточного водонагрівача ЕПШ-2А. Даний водонагрівач починає забезпечувати гарячою водою споживачів відразу після включення, проте мають погану теплоізоляцію і невелику місткість, а отже, не можуть зберігати теплоту води. Вода через такий водонагрівач повинна проходити безперервним потоком.

Холодна вода подається через штуцер 4, а гаряча йде через штуцер 7 із запобіжним клапаном 6. Контактний термодатчик встановлений в штуцері 5. У корпусі водонагрівача, що складається з двох металевих циліндричних стінок 1 і 2, закріплена група ТЕНів 3 потужністю 12 кВт, підключених до трифазної мережі .

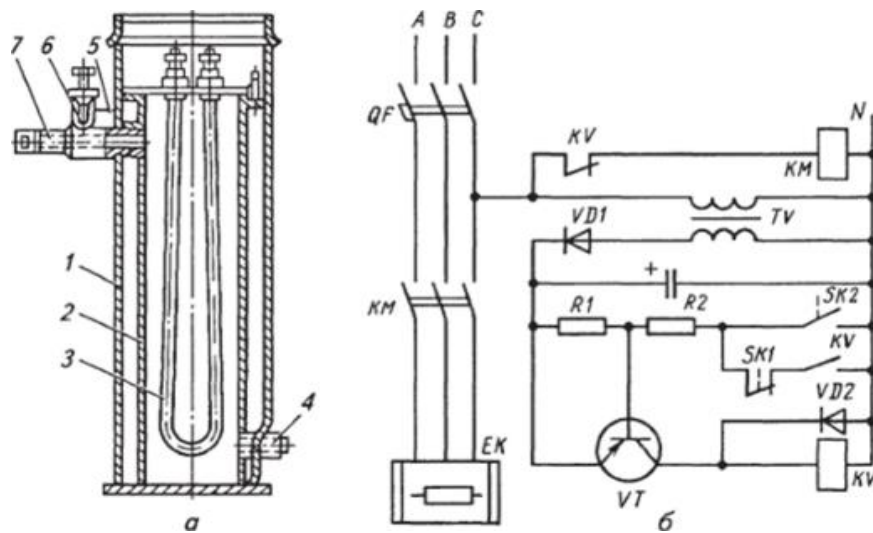


Рисунок 1.2. Будова проточного водонагрівача ЕПВ-2А (а) і принципова електрична схема управління їм (б):

1, 2– циліндричні стінки; 3 – група ТЕНів; штуцер подачі холодної води; 5 – штуцер кріплення термодатчика; 6 – запобіжний клапан; 7 – штуцер відводу горячої води

Схема управління здійснює двопозиційне релейне регулювання контактами термодатчиків SK1 і SK2 температури води. Коли температура води підіймається до заданого верхнього значення то замикаються контакти SK2, відкривається тріод VT і включається реле KV, яке через свої контакти за подає живлення на магнітний пускач KM і тим самим відключає електронагрівач ЕК.

Для підтримки необхідної температури води в автопоїлках корівника, розрахованого на 200 тварин, використовується водонагрівач ЗЕП-600 (рис. 1.3) з відповідною схемою автоматизації. До складу водонагрівача входить проточний нагрівальний бак 1 з запобіжним клапаном 2, термометр 3, термодатчик SK1 та нагрівальний блок 7. Циркуляцію води забезпечує насос 6, який подає теплу воду ($\sim 20^{\circ}\text{C}$) з бака до автопоїлок. Невикористана вода із автопоїлок повертається в бак 1.

Температура води контролюється термодатчиком SK2, який встановлений в найбільш холодній зоні системи напування корів. Ізоляційні

вставні трубки 5 ізолюють електрообладнання від водопроводів. Запірні вентилі 4 перекривають потік води.

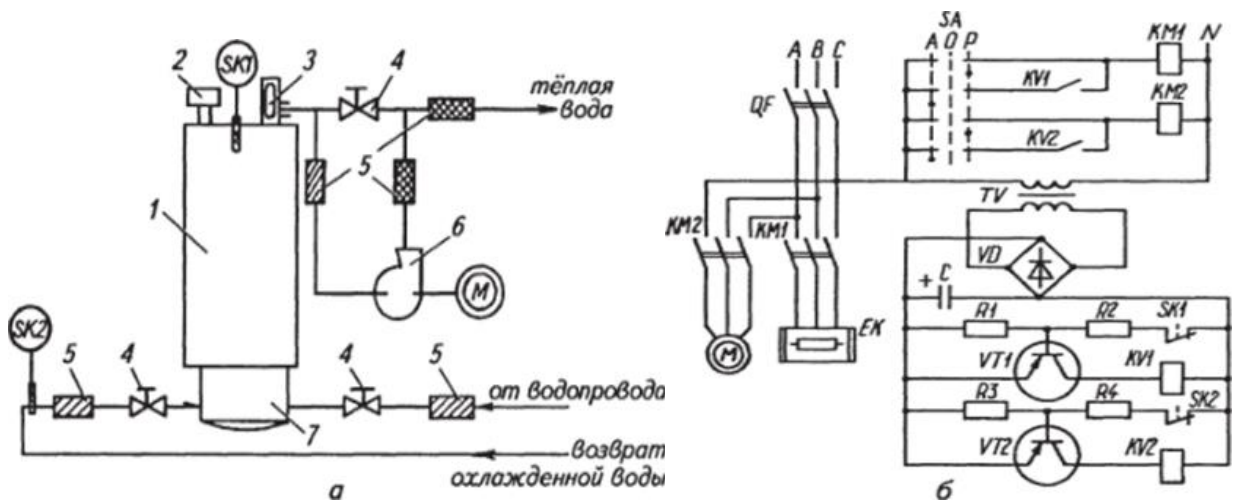


Рис. 1.3. Технологічна схема електронагрівача ВП-600 (а) і принципова електрична схема управління їм (б):

1 – проточний нагрівальний бак; 2 – запобіжний клапан; 3 – термометр; запірний вентиль; 5 – ізоляційна вставка труби; 6 – насос; 7 – нагріватений бак

Схема управління працює аналогічно схемі управління водонагрівача ЕПШ-2А. При малій температурі контакти SK1 і SK2 термодатчиків замкнуті, реле KV1, KV2 і включені магнітні пускачі KM1, KM2. Коли температура води в баку підвищується розмикається контакт SK1, закривається триод VT1, реле KV1 відключається і своїм контактом відключає магнітний пускач KM1 електрообігрівача KM2 насоса і термореле SK2. При пониженні температури зворотної води замикаються контакти SK2, откривається триод VT2, спрацьовує реле KV2 яке включає магнітний пускач KM2 електронасоса. Відповідно цього охолоджена вода в автопоїлках замінюється на теплу з бака. Для ручного включення і відключення установки ЗЕП перемикач SA переводять в положення Р і 0.

Автоматичне управління електродними водогрійними і паровими котлами здійснюється за величиною температури, тиску і рівня води в котлі. Електродний нагрів води для отримання пара забезпечує простоту конструкції котла і регулювання потужності в великому діапазоні (від 10 до 100%). До недоліків слід віднести вплив температури та засоленості води на потужність водонагрівачів, а також відкладення солей на електродах. Дані котли використовують в центральних і місцевих електрокотельнях в системах гарячого водопостачання. Для зменшення накипів воду попередньо пом'якшують або одну і ту ж воду використовують як теплоносій між котлом і теплообмінним апаратом.

Електродний водогрійний котел КЕВ-3 має номінальну потужність від 25 до 1000 кВт [7]. Корпус 1 (рис. 1.4, а) котла має циліндричну форму з подвійними стінками, між якими розташована теплоізоляція 2 зі скловолокна. Підведення та відведення води відбувається через нижній 8 і верхній 7 патрубкі. У верхньому патрубку встановлені електроконтактні термометри 5 і 6. Корпус закривається кришкою J, на якій закріплений кожух, що закриває електричні висновки електронагрівачів.

Трифазні електронагрівальні електроди виконані з трьох пар сталевих коаксіальних труб. Між трубами виставлені три рухомих ізоляційних стеклотекстолитові циліндри. Потужність котла регулюється зміною їхнього положення за допомогою маховика 4. Котел може працювати в режимі нагрівання води або опалення.

У режимі нагріву води реле КVI (рис. 1.4, б) датчик SK1 температури води підключається тумблером S до ланцюга живлення, а в режимі опалення - до датчика SK2, який контролює температуру повітря в приміщенні. При досягненні температури води максимально допустимого значення, замикаються контакти термодатчика SK3. Режими автоматичного А чи ручного Р управління встановлюють перемикачем SA.

Схема управління в автоматичному режимі працює наступним чином. При повороті перемикача в положення А, включається магнітним пускачем електродний нагрівач.

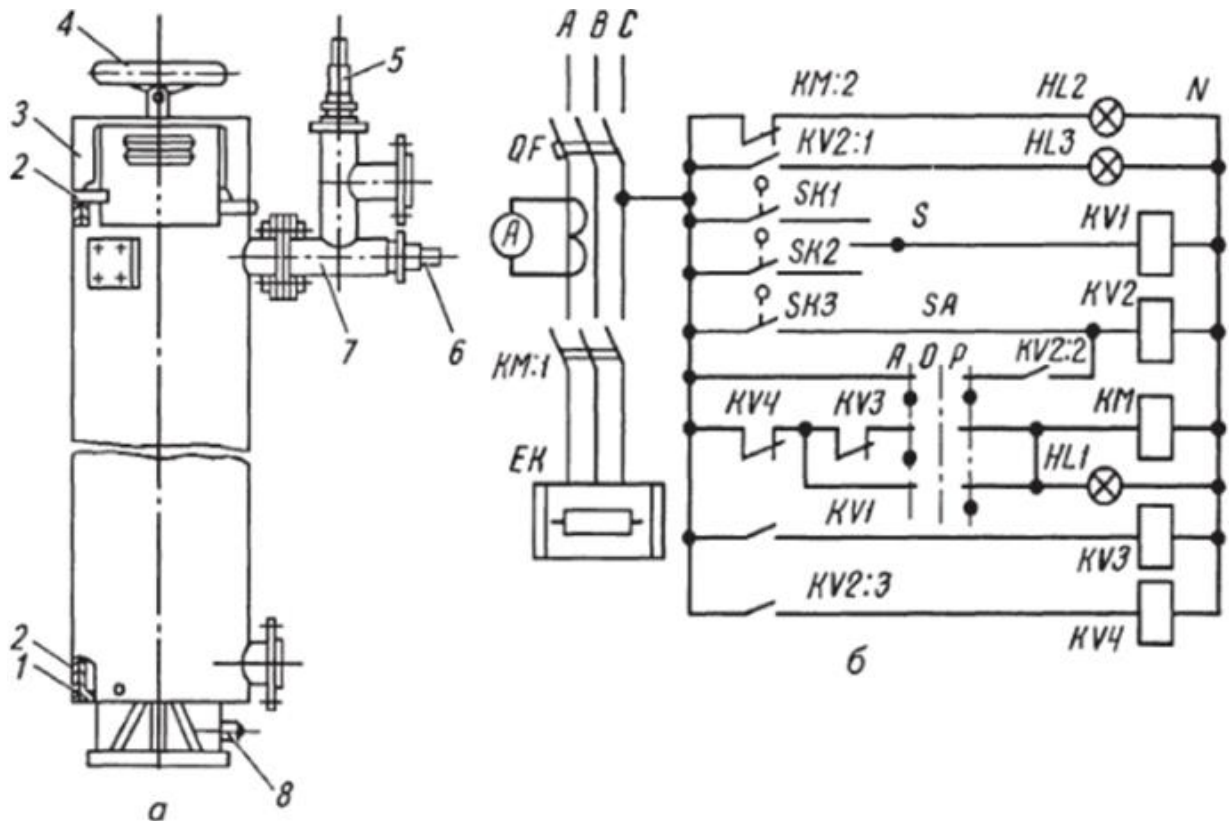


Рисунок 1.4. Будова котла КЕВ-3 (а) та принципова електрична схема управління їм (б):

1 – корпус котла; 2 – теплоізоляція; 3 – кришка; маховик; 5, 6 – електростикові термометри; 7 – верхній патрубок; 8 – нижній патрубок

Нагрів води в котлі триває до заданої температури, при якій контакти термодатчика SK1 включають слабкострумове реле KV1, а реле KV1 включає реле KV3, що відключає магнітний пускач електрообігрівача ЕК. Повторне включення відбувається за допомогою реле KV1, К УЗ і пускача КМ при розмиканні контактів SK1 внаслідок зниження температури води. Потім цикл повторюється. При неприпустимому підвищенні температури замикаються контакти SK3 і реле KV2, KV4 аварійно відключають електронагрівач. Після

цього відключений котел може включити тільки обслуговуючий персонал. Сигнальні лампи HL1, HL2 і HL3 загоряються відповідно при включенні, нормальному і аварійному відключенні котла.

Саморегульвний електродний паровий котел типу ЕКП працює наступним чином. Електроди 7, виконані у вигляді пакету плоских пластин (рис. 1.5), розміщені в центральній камері 3. Центральна камера в нижній частині корпусу 2 і через вентиль 5 у верхній частині вільно з'єднана з зовнішньою камерою 6. Вентиль 5 відкривається і закривається за допомогою регулятора тиску Упертого дії. Рівень води в камері підтримується поплавковим регулятором 7 прямого дії.

Якщо споживання пара менше його виробництва, то підвищується тиск, під дією якого регулятор тиску 4 закриває вентиль 5. Внаслідок цього вода з центральної камери витісняється у зовнішню, електроди оголюються, і зменшується паропроизводительность казана. Цей принцип забезпечує автоматическое підтримку тиску не тільки при зміні розбору пара, а й при зміні електричної провідності води.

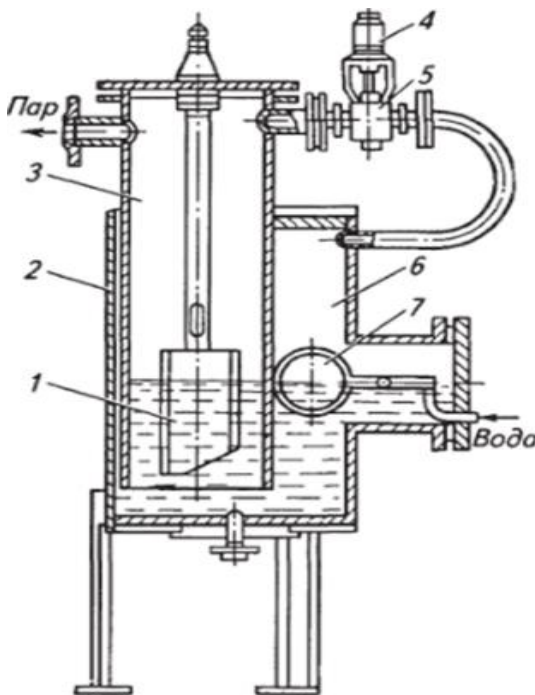


Рисунок 1.5. Будова саморегульованого електродного парового котла.

1.2 Основні принципи побудови сільських теплопостачальних систем з використанням сучасного обладнання автоматизації

Системи теплопостачання, як правило, включають в свій склад переважно три основні частини до яких відноситься:

1. Джерело тепла, яке може бути різного типу
2. Тепловий пункт (ТП), до якого приєднані теплові мережі з високою температурою теплоносія (130 ... 150⁰С) [3,7,11].
3. Індивідуальні теплові пункти (ІТП), які встановлюються в індивідуальних будинках або приміщеннях.

Однако для сільських споживачів, дана система в основному є двох ступінчатою, яка складається з різних джерел і ІТП сполучених між собою.

Принциповою особливістю рішень такої системи є те, що така система складається на основі двотрубною розводки, яка є найраціональнішим техніко-економічним варіантом. Дана система дозволяє значно зменшити втрати тепла і споживання електричної енергії в зрівнянні з широко використовуваними чотирьох трубними або одно трубною системами.

Модернізація яких систем без зміни їх структури мало ефективна, а затрати на технічне обслуговування даних систем постійно зростають. Сьогодні основним критерієм ступеня розвитку та доцільності технічного вдосконалення системи теплопостачання являється економічний ефект. Відповідно, що при будівництві нових даних систем для потреб сільгосп виробництва, необхідно використовувати оптимальні рішення, які додатньо зарекомендовали себе на практиці. Крім того, при капітальних ремонтах системи теплопостачання неоптимальної, економічно вигідно переходити до затрати для двотрубною системи з індивідуальними тепловими пунктами в кожній будівлі значно менші.

Структура постійних витрат при забезпеченні сільських споживачів теплоносіями, буде складатись з наступних складових:

- витрат на вироблене для споживання тепло;

- втрат в самих джерелах тепла по причині їх недосконалості ;
- втрат теплоносіїв при транспортуванні в теплових магістралях;
- витрат на електричну енергію.

Дані складові можна суттєво знизити при використанні на кожному рівні оптимального управління та сучасних засобів автоматизації.

Джерела тепла

Відомо, що централізована система теплопостачання являється продуктом комбінованого виробництва тепла та електроенергії або ж такі вторинним продуктом результату промислового виробництва. Однак в сільській місцевості дана система не працює. Тут в якості основними джерелами тепла є невеликі котельні, які працюють на різних видах палива, та забезпечують теплом школи, лікарні дитсадки та адміністративні споруди. Якщо використовуються газові котельні то для економії витрат газу вони повинні обов'язково використовувати систему автоматичної оптимізації процесу горіння. Так можна отримати економію при виробленні теплової енергії.

Насосні станції

Тепло від джерел вироблення подається в теплову мережу за допомогою постійно працюючих мережевих насосів. Тому, особлива увага повинна приділятися підбору і способу експлуатації даних насосів. Робота насоса визначається режимом теплового пункту. Понижена витрата теплоносія на пунктах вироблення приводить до збільшеного напору в насосі (насосах). Збільшений напір негативно впливає на продуктивність роботи всієї теплосистеми. Крім того збільшується витрата електричної енергії.

В даному випадку значний економічний ефект можна досягнути при частотному управлінні насосами з використанням різних алгоритмів їх управління. У такому варіанті контролер підтримує заданий визначений тиск на насосі шляхом зміни частоти обертання. Таким чином, зменшення витрат теплоносія знижує втрати тиску в трубах, а також понижує перепади тиску в

системі. Дане управління насосами називається пропорційним і дозволяє поліпшити роботу насоса.

1.2.1 Індивідуальні теплові пункти (ІТП)

На економічні показники системи теплопостачання значно впливає робота ІТП, який являється основною частиною системи теплопостачання. Слід відмітити, що перехід на двотрубну систему теплопостачання пов'язаний з певними труднощами у вигляді необхідності додаткових інвестицій на впровадження нових технічних рішень на ІТП. При даній схемі теплопостачання, ІТП знаходиться безпосередньо в будівлі, яка опалюється і для якого також може готуватися підігріта вода. При цьому до будівлі підключено лише дві або три труби: одна (дві) для тепла і одна для холодного водопостачання. Таким чином, маємо значно спрощену структуру трубопроводної системи, що є плюсом при плановому ремонті та дає економію на прокладенні труб.

Управління контуром опалення

Тепловою потужністю системи опалення управляє контролер ІТП шляхом зміни температури теплоносія. Температура опалення встановлюється по температурі зовнішнього повітря.

Інерційність будівлі

Значно впливає на результат погодозалежного управління опаленням інерційність будівель. Контролер ІТП повинен враховувати даний впливаючий фактор. Інерційність будівлі визначається значенням постійної часу, яке лежить в діапазоні від 10 до 35 в залежності від типу будинку [3]. На підставі постійної часу будівлі, контролер ІТП визначає середню температуру зовнішнього повітря, яка і береться в якості коригуючого сигналу в автоматичній системі температури теплоносія.

Обмеження температури зворотної води

Температура зворотної води є головним показником економічної роботи системи теплопостачання, тому всі описані вище види управління повинні

впливати на її зниження. Для різних режимів роботи ІТП температура зворотної води може бути понижена за допомогою функцій обмеження. Застосування таких функцій обмеження повинно мати техніко-економічне обґрунтування. У незалежних схемах контур опалення для економічної роботи теплообмінника повинен відключатися при різниці температур зворотної води первинного контуру і контуру опалення не вище ніж 5°C [4]. В даному випадку економічність забезпечується функцією динамічного обмеження температури зворотної води (DRT - differential of return temperature): при перевищенні заданого значення різниці температур зворотної води первинного контуру і контуру опалення контролер знижує витрату теплоносія в первинному контурі. При цьому знижується і пікове навантаження, що і показано на рис. 2.1.

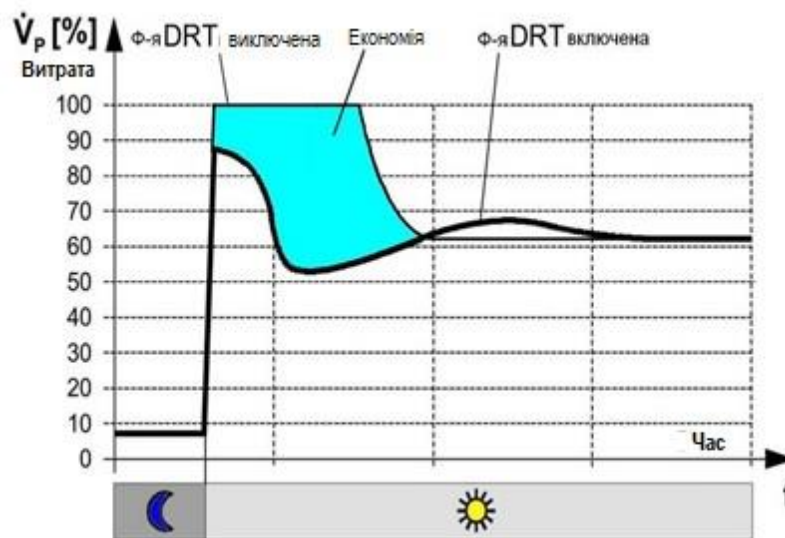


Рисунок 2.1. Функція DRT

Функція статичного обмеження температури зворотної води використовується, якщо опалювальні прилади в контурі опалення обладнані термостатичними регуляторами або якщо необхідно гарантувати виконання умов підключення теплового пункту до мережі тепlopостачання. У цьому випадку контролер знижує витрату теплоносія в первинному контурі при перевищенні заданого значення температури зворотної води.

Обмеження потоку води або потужності ІТП

Компоненти ІТП і, тим самим, всієї системи тепlopостачання розраховані і підібрані на підставі номінального навантаження з певним запасом. У динамічних умовах роботи системи тепlopостачання виникають пікові навантаження, які значно перевищують номінальні. Пікові навантаження в кращому випадку знижують економію і термін експлуатації компонентів, в гіршому - можуть викликати збій системи. Контролер ІТП допомагає уникнути пікових навантажень за допомогою функції обмеження потужності. Ця функція може працювати при наявності вузла обліку, з якого отримує відповідну інформацію. При виявленні граничної максимальної навантаження контролер зменшує витрату тепла відповідно до встановленого обмеженням.

Управління контуром гарячого водопостачання

Важливою частиною ІТП є підсистема гарячого водопостачання (ГВП). В системі тепlopостачання застарілі накопичувальні системи ГВП необхідно замінювати пристроями проточного підігріву води через швидкодіючі теплообмінники. Необхідність розвитку саме таких систем обумовлена більш строгими санітарними вимогами, спрямованими на зниження розвитку бактерій легіонелли, а також спробами мінімізувати втрати тепла, що неминуче виникають при повільній роботі системи. Виникає також необхідність в використанні накопичувальних резервуарів в якості буферів в режимах максимальних пікових навантажень. На підставі сучасних гідравлічних рішень нагріву ГВП формуються такі вимоги до системи автоматизації:

- стабільна температура ГВП без стрибків;
- енергозбереження з використанням теплової енергії опалення;
- надійна і довготривала робота виконавчих пристроїв автоматики;
- зниження витрат на обслуговування забруднених теплообмінників;
- планування обслуговування;
- робота системи ГВП без збоїв.

1.2.2 Використання виконавчих компонентів автоматики

Система автоматизації складається з декількох компонентів, і помилково вважати, що автоматика це тільки контролер. На кінцевий результат впливає правильний підбір всіх компонентів, так як контролер не може компенсувати недоліки інших елементів системи.

Регулюючий клапан і привід

Якість виконання клапана і приводу в значній мірі впливає на якість всієї системи автоматизації. Важливу роль відіграє діапазон управління клапана, час спрацьовування приводу і термін служби приводу, який повинен витримувати дуже велику кількість перемикачів. З урахуванням даних жорстких вимог компанія Siemens, наприклад, розробила нові технології виробництва клапанів і приводів, які за своїми характеристиками помітно перевершують аналогічні пристрої, що застосовуються до теперішнього в проточних системах ТП. У приводах використовується електрогідравлічна або електромагнітна технологія, яка таким чином запобігає механічному зносу внутрішніх виробів. Термін служби таким чином збільшена в два рази. Завдяки новим технологіям збільшена потужність і знижена постійна часу приводів до 2 секунд.

Датчики температури

Якість використовуваних датчиків часто недооцінюється споживачами. Датчики повинні бути не тільки надійними, але, що важливо для систем ТП, малоінерційними. Дуже добре зарекомендовали себе датчики з постійною часу менше 4 с. Так при заміні датчика з постійної часу 8 с на датчик з константою 4 с термін служби приводу збільшується на 40%. У системах ІТП з циркуляцією рекомендується використовувати також датчик температури холодної води, який інформує контролер про зміну навантаження і, тим самим, впливає на якість управління.

Контролер

Контролер системи ІТП повинен працювати по ПІД-алгоритму і бути оснащеним функціями адаптації та оптимізації.

В системі ТП повинна виконуватись адаптація ходу штока регулюючого клапана.

Регулюючий клапан в системі ТП працює в жорстких умовах. Він повинен швидко і точно реагувати на зміни навантаження в контурі. На працездатність, динамічну точність автоматичної системи з ПД алгоритмом і термін експлуатації приводу і клапана істотний вплив роблять параметри налаштування (константи алгоритму). При цьому робота контролера ускладнюється різною температурою подачі в первинному контурі залежно від опалювального сезону.

Режим	Температура гарячої води	Реакція контролера
Літній	70°C	Швидка
Зимній	110°C	Повільна

Контролер повинен бути оснащений функцією адаптації управління клапаном ТП, при цьому постійно оцінювати максимальний хід штока клапана (<100%) і визначати діапазон управління клапана. Таким чином, досягається стабільна робота контролера протягом всього року. Якщо у контролера немає функції адаптації, в зимовому режимі він працюватиме нестабільно.

Пріоритет нагріву

При наявності ІТП в системі теплопостачання рекомендується підбирати трубопроводи, орієнтуючись не на повну навантаження опалення і ГВП, а тільки на 70%, оскільки піки навантажень опалення та ГВП не збігаються. Крім цього при піковому споживанні гарячої води контролер в контурі опалення короткочасно знижує споживання теплової енергії. Обмежене зниження потужності опалення не впливає на зниження температури (комфарту) в приміщеннях будівлі. На рис. 2.2 приведена схема ІТП з паралельним підключенням контуру опалення і ГВП. Контролер ІТП розпізнає пікове навантаження в системі ГВП без додаткових датчиків. Пікове навантаження визначається тільки на підставі значення температури подачі ГВП (датчик В3). Якщо при повному відкритті регулюючого клапана ГВП (У5

/ Y6) температура ГВП опускається нижче заданої, наприклад, 48°C, то контролер починає визначати ступінь пікового навантаження за значенням інтеграла від цього відхилення. За значенням інтеграла формується вплив на прикриття керуючого клапана опалення (Y1 / Y2).

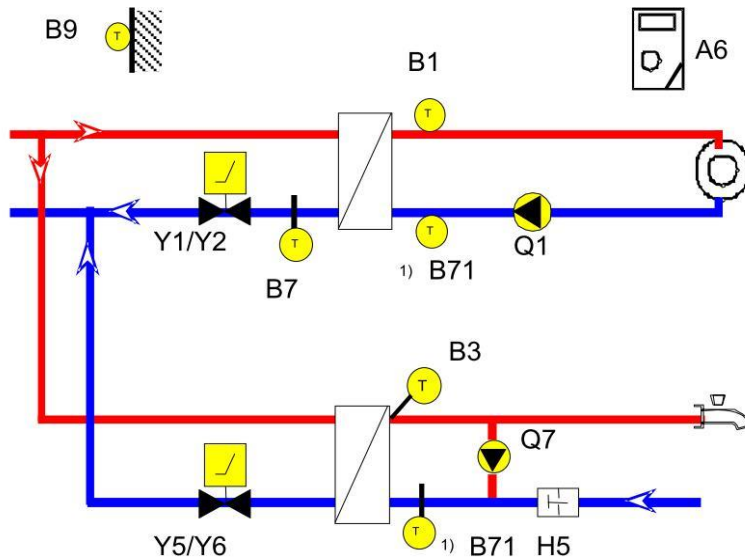


Рисунок 2.2. Схема ГВП

Зниження забруднення пластин теплообмінника

Якість автоматичного управління певним чином впливає на забруднення пластин теплообмінника, яке відбувається через наявність домішок в нагрівається воді і значно знижує стабільність роботи всієї системи ГВП. Ступінь забруднення залежить від концентрації домішок і різниці температур між нагрівається і гріє водою на пластинах теплообмінника. Робота автоматики значно впливає на різницю температур на пластинах теплообмінника.

З урахуванням цього до пристроїв автоматики висувуються такі вимоги:

- швидкодію приводу регулюючого клапана (рекомендується електромагнітний клапан);
- можливість використання інформації від температури холодної води і комбінованої структури автоматичної системи регулювання з компенсацією обурення;

- можливість зниження температури (наприклад, шляхом змішування) води, що входить в теплообмінник. Крім того, рекомендується використання системи з двома клапанами ТП, що зображено на рис. 2.3..

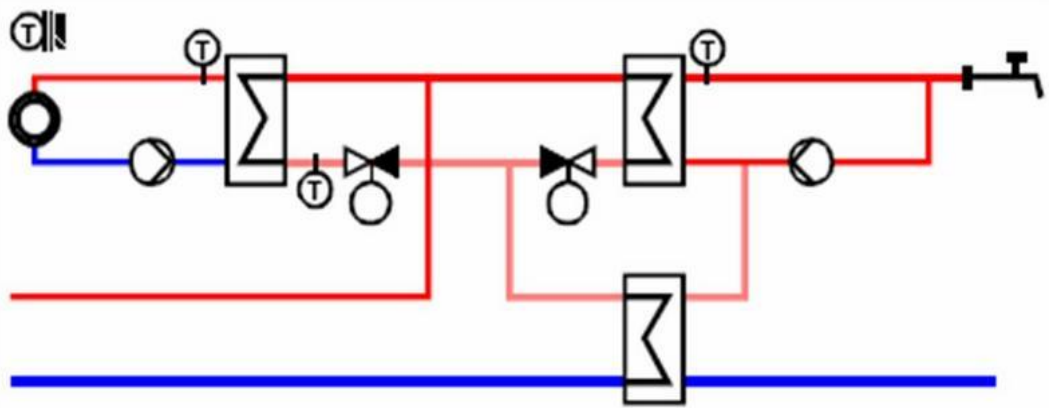


Рисунок 2.3. Система з двома клапанами ТП.

Висновки по першому питанню

Для задоволення потреб мешканців сіль та сільгоспвиробників необхідно постійно вдосконалювати системи забезпечення теплоносіями. Це вимагає використовувати нові сучасні системи вироблення тепла, а також впроваджувати гнучкі системи автоматизації вироблення та постачання тепла до споживачів.

Автоматизована система складається з декількох компонентів до яких належать контролер, датчики та регулюючі клапани.

РОЗДІЛ 2

НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТА РОЗРОБКА НОВИХ СИСТЕМ ТЕПЛОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СІЛЬСЬКИХ СПОЖИВАЧІВ

Аналіз обсягів і структури теплопостачання в сільському господарстві показав, що порівняно висока теплова потужність систем теплопостачання, що дорівнює 0,5 МВт і вище, характерна для великих тваринницьких комплексів, міжгосподарських підприємств і т.п. Для дрібних ферм і селянського подвір'я характерна потужність систем теплопостачання 0,15 МВт і нижче [6,9]. Необхідно підкреслити, що така характеристика є не тільки кількісною, але і якісною, тому що відображає специфічні особливості як самої системи теплопостачання, так і зв'язку цієї системи з технологічними об'єктами. До таких особливостей, наприклад, відносяться питомі значення тепло- втрат в зовнішніх теплових мережах, які різко зростають у міру зниження теплової потужності системи теплопостачання.

2.1. Акумуляюча система теплозабезпечення для сільських споживачів

Теплова енергія в фермерському господарстві (рис. 2.1) витрачається на опалення житлового будинку, гаряче водопостачання, створення мікроклімату в тваринницькому приміщенні, підігрів припливного повітря для вентиляції сіно і овочесховища. Незважаючи на малу одиничну потужність кожної системи, численність таких споживачів зумовлює важливе значення питань економії при споживанні енергоресурсів, створення автономних теплогенеруючих установок, розробку систем автоматичного регулювання теплових процесів, що виключають перевитрату палива і забезпечують раціональне використання теплоти.

Все більшої актуальності в сільській місцевості набувають децентралізовані системи теплопостачання та мікроклімату, які базуються на розподілених джерелах теплоти і припливного атмосферного повітря з використанням окремих тепловентиляційних агрегатів, кожен з яких

забезпечує нормовані параметри середовища в певних локальних зонах приміщення.

У зв'язку з що спостерігається зміна цін на енергоносії в ринковій економіці важливим напрямком є визначення кон'юнктури вітчизняного і світового ринку на основне обладнання систем тепlopостачання та мікроклімату. Велика кількість обладнання, незважаючи на наявність досвідчених зразків і протоколів приймальних випробувань з рекомендацією до серійного виробництва, повільно освоюється вітчизняною промисловістю у зв'язку з відсутністю результатів маркетингових досліджень. Також відсутня організація, яка виконала б ці дослідження і стала б посередником між виробниками енергетичного обладнання та його споживачами в сільському господарстві.

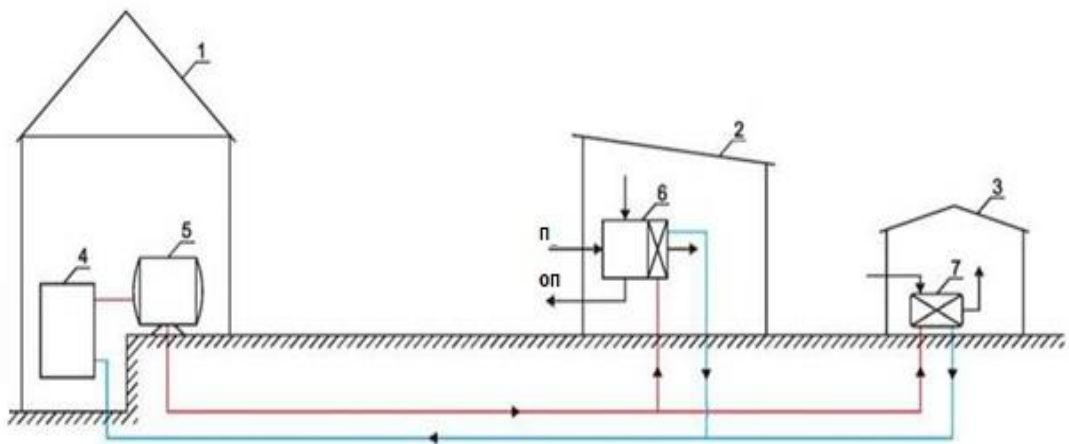


Рисунок 2.1. Схема житих та виробничих приміщень фермерського господарства:

1-жиле приміщення; 2-приміщення для тварин; 3-сховище сіна; 4-водогрійний котел; 5-бак-акумулятор з електричним компенсатором; 6-вентиляційна установка з тепловим утилізатором; 7- установка активного вентильовання; п - повітря; оп - охолоджене повітря після теплового утилізатора.

Як вже зазначалося вище, для малих тепло- споживачів значні втрати теплової енергії в протяжних теплопроводах роблять неекономічними централізовані системи тепlopостачання і зумовлюють перехід до

децентралізованих систем. Розглянемо використання в якості автономних теплоджерел опалювальних установок на викопному паливі та електроенергії.

Останнім часом рідке паливо мало тенденцію дорожчати і досягла ціни близько 24 грн. / л. Ціна на тверде паливо в даний час також нестабілізовані, і його поставки мають обмеження. Застосування електроенергії в теплових процесах сільськогосподарського виробництва та опаленні останнім часом також отримало сприятливу перспективу. З огляду на, що існуючі сільські трансформаторні підстанції завантажені тільки на 30-40%, має сенс забезпечити повне використання встановленої потужності електричних мереж.

Завдяки введенню пільгового тарифу на відпуск електроенергії в години провалів графіків навантаження у споживача тариф знижується в 2-3 рази. Тому можна очікувати, що використання електроенергії в нічний час може забезпечити основні теплоенергетичні потреби дрібних ферм і особистих підсобних господарств. Споживання цієї енергії в сільському господарстві дозволить більш раціонально використовувати умовне паливо, перевитрачене електростанціями в години провалів графіків навантаження.

До негарздів систем електричного опалення слід віднести недостатню потужність розгалужувальних електромереж. Тому в негазифікованих районах сільської місцевості рекомендуємо застосовувати опалення на твердому паливі в разі відсутності потужних розподільних мереж, і з використанням електроенергії, якщо такі технічні можливості є.

Вимоги до теплотехнічного обладнання

Проведений, як приклад, розрахунок теплоспоживання фермерського господарства (ГВП, опалення (зовнішній обсяг приміщень 450 м³), вентиляція телятника на 50 голів) показує, що в зимовий період потреба такого господарства в тепловій енергії становить 0,29 Гкал / год [9].

До складу типової схеми системи теплопостачання фермерського господарства (рис. 2.2) входить наступне обладнання: котел водогрійний, бак-акумулятор з електричним компенсатором втрат, бак комбінований

розширювальний, пристрій автоматичного управління, опалювальні прилади, тепловий утилізатор і установка активного вентилявання.

Котельне обладнання повинно забезпечувати:

- нормативний технологічний рівень спалювання твердого палива;
- можливість завантаження твердого палива на колосникові грати зверху;
- можливість установки пальника для спалювання газового палива;
- можливість установки в житлових і технологічних приміщеннях приладів вибухо- і пожежобезпеки, габаритів маси, та щоб вони мали естетичний вигляд і відповідали санітарно-гігієнічним умовам;
- можливість застосування найпростіших технологій при виготовленні і монтажі, і мінімального використання дорогих матеріалів за рахунок вибору доцільної конструктивної схеми.

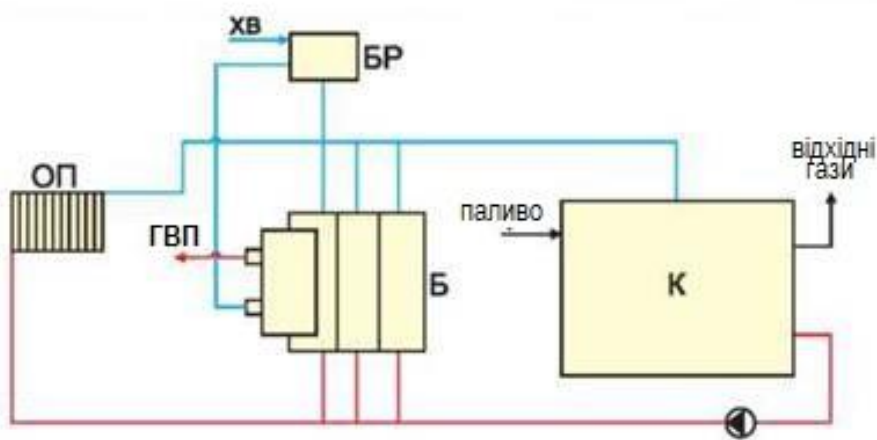


Рисунок 2.2. Принципова схема системи теплозабезпечення з використанням акумулятора з електричним компенсатором втрат:

К-котел, Б-бак-акумулятор, ОП-опалювальні прилади, ГВП – гаряче водопостачання, хв - холодна вода.

Використання електроенергії для опалення в даній схемі можливо завдяки застосуванню в конструкції бака-акумулятора електронагрівальних елементів. Також особливістю конструкції є поділ бака-акумулятора на три ємності, що забезпечують зручність доставки складових частин до місця

монтажу. Ємності пов'язані між собою «по воді» через котел. Застосування збірно-розбірний конструкції значно спрощує подальше технічне обслуговування бака-акумулятора.

У свою чергу, акумулятор з електричним компенсатором втрат (рис.2. 3) повинен забезпечувати:

- акумулявання теплової енергії для здійснення добового циклу опалення житлових і технологічних приміщень при непрацюючому котлі;
- контактний теплообмін між потоками води з опалювальних приладів і нагрітою водою з котла в період роботи;
- можливість роботи в піковому аварійному режимі;
- підігрів води в вбудованому у місткості нагрівачі для системи ГВП;
- природну циркуляцію теплоносія між котлом і баком-акумулятором, між баком- акумулятором і опалювальними приладами побутових приміщень при відстані між котлом і опалювальними приладами не більше 25 м (примусова циркуляція теплоносія на великі відстані здійснюється з допомогою насоса);
- мінімальні втрати тепла в навколишнє середовище;
- затоку системи опалення через розширювальний бачок;
- затоку системи ГВП, включаючи вбудований ємнісний водонагрівач ГВП, через бак холодної води, який з'єднаний атмосферним патрубком, який забезпечує роботу бака холодної води в якості розширювального;
- можливість установки в житлових і технологічних приміщеннях завдяки оптимальним габаритними розмірами.

Необхідний обсяг теплоакumuлюючої ємності, розрахований для аналізованого варіанта фермерського господарства, склав 1,96 м³.

Для даної системи теплопостачання також розроблений експериментальний зразок пристрою автоматичного контролю і управління, створеного з урахуванням специфіки сільськогосподарського виробництва, а саме, відсутність, як правило, на фермах кваліфікованого обслуговуючого персоналу. Пристрій максимально спрощено для експлуатації, що

забезпечується простотою і наочністю вводиться і відображається, мінімальною кількістю і «прозорістю» функціонального призначення клавіш, надійним захистом від натискання клавіш в будь-який непередбачуваної послідовності, мінімальною кількістю розрядів в цифровому дисплеї.

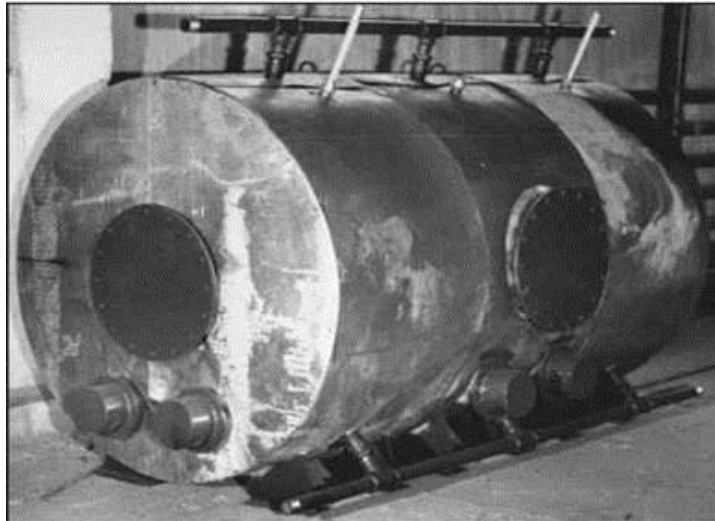


Рисунок 2.3. Вигляд бака-акумулятора з електричним компенсатором втрат

2.2. Використання сонячної теплонасосної установку для теплозабезпечення сільських споживачів

Перспективним рішенням для систем теплопостачання будівель різного призначення є використання низькотемпературної (5-30⁰С) природної теплоти для теплопостачання при застосуванні теплових насосів (ТН). У ряді регіонів України вже активно впроваджуються сонячні водонагрівальні установки (СВНУ). Розробка даних технологій спрямована на використання геотермальних джерел теплоти [3,10].

Значного підвищення ефективності та надійності систем децентралізованого теплопостачання можна домогтися при комбінуванні теплового насоса і сонячної водонагрівальної установки. У цьому випадку з'являється можливість дублювати непостійне джерело теплової енергії сонячне випромінювання за рахунок отримання додаткової теплоти від

теплового насоса, що підключається до низькотемпературного джерела теплоти, а також забезпечувати акумуляцію надлишків теплоти, що виробляється СВНУ.

Вибір типу теплового насоса.

В даний час в світі створено і експлуатується велика кількість теплонасосних установок, які відрізняються за тепловими схемами, параметрами і виду робочого тіла, за складом використовуваного обладнання. Для систем теплопостачання, що включають СВНУ, які працюють на спеціальному теплоносії в інтервалі температур 0°C , найбільш прийнятними є парокомпресійні ТН та абсорбційні ТН, які найбільш часто використовуються в системах теплопостачання та кондиціонування [10].

Вибір низькотемпературного джерела теплоти.

Застосування теплового насоса в комплексі зі СВНУ дозволяє вирішувати кілька важливих завдань: ТН трансформує теплоту від низькотемпературного джерела, дублюючи СВНУ при відсутності сонячного випромінювання або недостатньої продуктивності сонячних колекторів; ТН забезпечує сезонну акумуляцію теплоти від СВНУ в літній період при зниженому теплоспоживанні для використання накопиченої теплоти в зимовий період на максимальних теплових навантаженнях; ТН відводить в тепловий акумулятор надлишки теплоти, що виробляється сонячними колекторами СВНУ протягом сонячного дня, що дозволяє вирівняти графік енергоспоживання при його тимчасовому зсуві щодо графіка енергетичного виробництва протягом доби; ТН реверсує споживану системою теплопостачання від СВНУ теплоту, підвищуючи коефіцієнт її використання до максимально можливого рівня. Застосування ТН в тому чи іншому ракурсі визначається в основному наявністю низькотемпературного джерела теплоти.

Геотермальні джерела теплоти.

В якості геотермальних джерел теплоти для ТН використовуються ґрунтові теплові акумулятори, підземні води, штучні підземні басейни,

спеціальні водо-гравійні підземні теплові акумулятори та інші системи накопичення теплоти.

Найбільш часто для сезонного накопичення і відбору теплоти застосовуються ґрунтові теплообмінники різної конструкції. Ці геотермальні пристрої останні років широко застосовуються в якості низькотемпературного джерела тепла для систем опалення та гарячого водопостачання, оснащених тепловими насосами. Основним недоліком геотермальних джерел теплоти є значна вартість глибинних свердловин для відбору підземних вод, ґрунтових теплообмінників або спеціалізованих підземних теплових акумуляторів [7]. Незважаючи на це, ґрунтові теплообмінники сьогодні є найбільш ефективними конструкціями для сезонного накопичення надлишків теплоти, одержуваних від СВНУ в літній період.

Повітряні джерела теплоти.

Крім використання тепла ґрунту або підземних вод найбільш привабливим джерелом теплоти для теплового насоса є повітря з навколишнього середовища. Як джерело тепла повітря має ряд недоліків, тому потрібна ретельна оптимізація конструкції системи регенерації теплоти в залежності від місця установки ТН, так як температура повітря може істотно змінюватися як протягом сезону, так і за часом доби. Для підвищення економічної ефективності системи включення додаткового нагрівача, наприклад електричного або газового, рекомендується тільки тоді, коли тепловий насос не може покрити повну навантаження. Якщо тепловий насос працює в схемі спільно зі СВНУ, то електричний нагрівач або газовий котел зазвичай включаються тільки в екстремальних кліматичних умовах або при аварійній ситуації.

При створенні теплогенеруючого комплексу, що включає СВНУ і реверсивний тепловий насос, ряд принципів питань, що виникають при проектуванні тепломеханічного обладнання, можна вирішити методами математичного і натурного моделювання. Розробка і дослідження моделі СВНУ з реверсивним тепловим насосом дозволяє не тільки провести оцінку

режимів роботи установки при коливаннях інтенсивності сонячної радіації протягом доби, а й врахувати вплив залежно добового і сезонного зміни теплового навантаження у споживача.

Оптимізація схемних рішень для системи СВНУ з ТН.

У більшості випадків діють водонагрівальні установки з сонячними колекторами генерують лише частина теплоти, споживаної системою тепlopостачання будівлі.

У центральних районах і на півночі нашої країни використання сонячних водонагрівачів доцільно в міжсезоння і літній період, так як в зимовий період СВНУ не дають більше ніж 20-30% теплоти, яка споживається в системи ГВП будівель.

Для підвищення ефективності СВНУ необхідно оцінювати роботу комбінованих установок, що включають ТН і які мають поліпшені гідравлічні і електричні схемами підключення, а також оснащених засобами автоматики, що забезпечують роботу СВНУ на максимальному тепловому навантаженні. У кліматичних умовах нашого регіону СВНУ повинен мати три контури, що працюють на різних теплоносіях (рис.2.4)

Перший контур установок, що включає сонячні колектори (1) і теплообмінник (2), заповнений незамерзаючим теплоносієм. Робоча температура теплоносія в першому контурі 105°C . Другий контур призначений для нагріву води в баках акумуляторів (8) через теплообмінник першого контуру. Максимальна температура води в баках акумуляторів 85°C . Завданням другого контуру є також подача теплоносія з баків-акумуляторів на пластинчастий теплообмінник (3) для нагріву холодної води на потреби споживачів до температури 55°C . Третій контур забезпечує подачу гарячої води споживачам.

СВНУ оснащені засобами вимірювання параметрів в кожному з трьох розглянутих контурів витратомірами, датчиками температури і тиску середовища. До засобів автоматики відносяться регулятор тиску в третьому контурі підігріву води і клапан відключення сонячних колекторів в першому

контурі СВНУ при досягненні температури води в баку-акумуляторі 85°C . Для регулювання температури робочого середовища і теплового навантаження контури СВНУ додатково оснащуються насосами з частотними регуляторами числа обертів (RT).

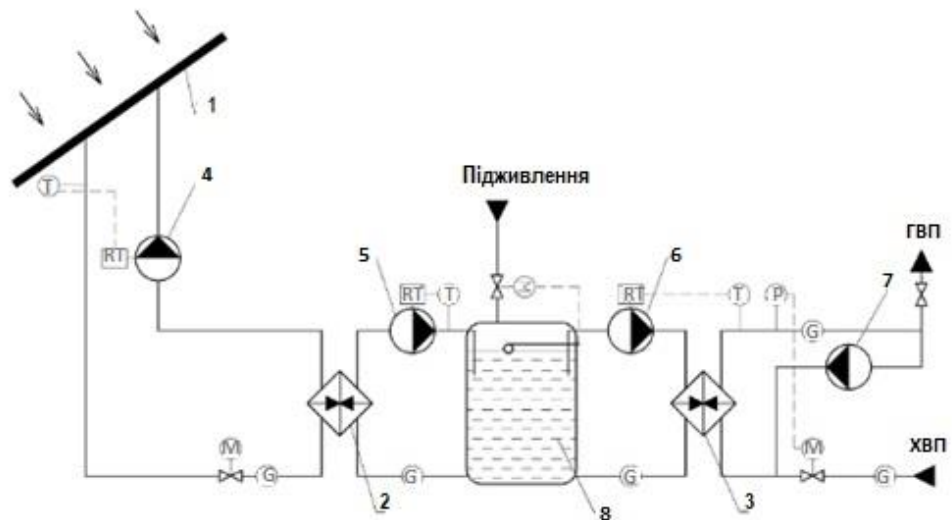


Рисунок 2.4. Принципова схема СВНУ з регулюванням витрати теплоносіїв у контурах циркуляції:

1-сонячний колектор; 2,3-теплообмінники; 4,5,6,7-циркуляційні насоси; 8- бак-акумулятор.

Розглянуті СВНУ мають обмеження по піковій тепловій потужності (не більше 35-40 кВт), які обумовлені недостатньою кількістю сонячних колекторів, а також невисокою акумулюючої здатністю системи через малий обсяг баків-акумуляторів (8) при значній нерівномірності навантаження в контурі споживання гарячої води в протягом доби.

У період високої інтенсивності сонячного сьйва (денні години) споживання гарячої води незначно і сонячні колектори СВНУ працюють з недовантаженням. Зростання споживання гарячої води в вечірній період призводить до швидкого зниження температури води в баку-акумуляторі і необхідності включення електричного котла для додаткового підігріву води.

Оптимізація схеми СВНУ з метою підвищення кількості вироблюваної теплоти може бути виконана кількома методами:

- збільшенням обсягу бака-акумулятора, що дає можливість підвищити тривалість подачі теплоти в контур нагріву води в період максимуму теплоспоживання;

- підвищенням кількості змонтованих сонячних колекторів для збільшення теплової потужності СВНУ (це рішення буде ефективним тільки при збільшенні обсягу бака-акумулятора);

- установкою теплового насоса, що відбирає теплової потенціал від джерела, що має низьку температуру і подає додаткову теплоту в тепловий акумулятор в період максимальної витрати гарячої води споживачами.

Висновки по другому розділу

Використання бак-акумулятора з електричним компенсатором втрат дозволить значно знизити витрати праці при отопленні на твердому паливі в зимку, а також використовувати систему в автоматичному режимі (без чергового персоналу) в перехідний період осінь-зима, зима-весна.

Використання СВНУ дозволить значно підвищити ефективність використання енергії сонця для потреб тепlopостачання.

ВИСНОВОК

Кваліфікаційна робота присвячена оцінці та вибору найбільш ефективних систем і технічних засобів теплозабезпечення сільськогосподарських об'єктів, розробці нового енергоефективного електротеплового обладнання та визначенню області ефективного застосування електричних систем в стаціонарних технологічних процесах сільськогосподарського виробництва.

При обґрунтуванні параметрів, залежності і конструкційних рішень, нових і модернізованих технічних засобів, які формують системи електричного теплозабезпечення, були використані закони і положення електротехніки, теорії теплопередачі, термодинаміки, методи фізичного і комп'ютерного моделювання, а також застосовані методи системного підходу, аналізу і синтезу накопичених знань в області теплопостачання об'єктів сільського господарства.

Визначено, що застосування систем акумуляції тепла з електричним компенсатором втрат енергії а також використання сонячних теплонасосних установок для теплозабезпечення сільських споживачів в теплових процесах сільськогосподарського виробництва має значні переваги в порівнянні з іншими нині використовуваними системами .

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Седнин В. А. Теория и практика создания автоматизированных систем управления теплоснабжением. Минск : БНТУ, 2005. 192 с.
2. Баутин, В.М. Механизация и электрификация сельскохозяйственного производства. М.: Колос, 2000. 536 с.
3. Вагнер В.В., Слесаренко В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ГЕЛИОУСТАНОВОК // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 4.;
4. Автоматизация технологических процессов : учебно- методическое пособие / сост.: Е. С. Якубовская, Е. С. Волкова. - Минск : БГАТУ, 2012. - 132 с.
5. <https://leg.co.ua/arhiv/raznoe-arhiv/elektrooborudovanie-i-avtomatizaciya-selskohozyaystvennyh-agregatov-44.html>
6. Аккумуляционная система теплоснабжения для сельских потребителей, Н.Н. Новиков, Б.И. Назаров, Источник: Журнал «Новости теплоснабжения» №6 (106), 2009 г
7. Дайнеко В. А. Электрооборудование сельскохозяйственных предприятий: учебное пособие для студентов специальностей "Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства" / В. А. Дайнеко , А. И. Ковалинский. - Минск : Новое знание, 2008. - 320 с.
8. <https://moydomik.net/kommunik/santehnika/170-ustroystvo-vodonagrevatelya-vybrat-vidy.html>
9. Тодорцев, Ю. К. Объектно-ориентированная модель системы теплоснабжения. Информационные модели [Текст] / Ю. К. Тодорцев, И. Н. Максименко / Труды Одесского политехнического университета.-2005. Вып. 2(24).-С. 160-164
10. Воронин С.М. Формирование автономных систем электроснабжения сельскохозяйственных объектов на основе возобновляемых источников энергии -Зерноград: РИО ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2009. - 104 с.

11. Мельников, С.Ф. Технологическое оборудование животноводческих ферм и комплексов/ С.Ф Мельников. - Л.: Агропромиздат, 1985. - 640 с.
12. Трутнев, Н.В. Водоснабжение, поение животных, микроклимат на фермах: учеб. пособие / Н.В. Трутнев, И.П. Машкарева, М.А. Трутнев; под ред. Н.В. Трутнева; – Пермь : ИПЦ «Прокрость», 2017.– 116 с.