

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРИЧНОГО КОТЛА ТА ЙОГО ПІДКЛЮЧЕННЯ ДО СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

У даній роботі розглядається модель електричного котла на 35 кВт, виготовлення за моделлю та його підключення до системи опалення з герметично замкнутим контуром теплоносія – води, що нагрівається в системі завдяки пропущенням через неї трифазного електричного струму. Створена 3Д модель дозволяє проектувати подібні електродні котли залежно від вимог щодо потужності системи теплопостачання для певних площ приміщень. Розроблений котел має економічну ефективність використання, особливо під час використання його в нічний час, коли тариф на електроенергію мінімальний.

Ключові слова: модель, котел, система теплопостачання.

S. HORIASHCHENKO, V. LIUBCHIK, S. USPALENKO
Khmelnitskyi National University

DEVELOPMENT OF ELECTRIC BOILER AND ITS CONNECTION TO HEATING SYSTEMS

In this paper we consider the model of an electric boiler of 35 kW, the production on the model and its connection to the heating system with a hermetically sealed circuit of the coolant - the water that is heated in the system due to the passage through it of a three-phase electric current. The created 3D model allows the design of similar electrode boilers, depending on the requirements for the capacity of the heat supply system for certain premises. The developed boiler has economic efficiency of use especially when used at night, when the tariff for electricity is minimal. The made boiler was connected to the heat supply system, equipped with feedback. The automation of the control system clearly regulates the power consumption for constant maintenance of the water temperature, heated by the boiler in the necessary range, and quickly reacts to its change both in the positive and the negative side with minimal inertia. In order to provide all of these qualities, the system is equipped with ready-made control devices based on digital microprocessor technology, with great flexibility and high precision. The created system can be easily mounted to any heat supply system and provide heating space up to 350 m².

Key words: model, boiler, heat supply system.

Вступ

Відомо, що для даної системи теплопостачання оптимальною температурою є 90 градусів. Це зумовлюється тим, що теплопровідність теплоносія є високою. На рис. 1 показано унікальну конструкцію електроду, та його розташуванні у фланці корпусу котла. Таких електродів встановлюється 6 шт. по 2 на 3 фази. Як бачимо на рис. 2 вода потрапляє до котла і рівномірно розподіляється електродами. В даній конфігурації котла ми бачимо, що електроди розміщені паралельно, тобто дають більшу потужність і вода нагрівається швидше. Відстань між стінкою котла і електрода збільшена, тобто поверхня котла не електризується.

Спочатку вода у систему подається при кімнатній температурі. Але для ефективної роботи котла нам потрібно, щоб температура теплоносія була не менше 70 градусів.

Корисна модель [2] пояснюється кресленням, на якому представлено загальний вигляд електродного нагрівача рідини у розрізі: 1 позначений циліндричний корпус нагрівача; 2 позначені електроди, які виконують роль фазних електродів; 3 стійка струмопідвідна; 4 діелектрична втулка; 5 позначена кришка; 6 ввідний патрубок; 7 вивідний патрубок; 8 діелектричний розсікач; 9 болт і шайба кріплення кришки до циліндричного корпусу; 10 гайка і шайба кріплення фазних електродів.

В трифазному електродному нагрівачі рідини, який складається з циліндричного корпусу, який виконує роль нульового електрода, розміщено не менше шести електродів V-подібної форми, розташованих по колу, таким чином, щоб поверхні 5 електродів були паралельними. Кожен електрод закріплено на кришці за допомогою двох виводів через діелектричні втулки, ущільнені гідроізолюючим діелектричним шаром, за допомогою різьбового з'єднання. Кришка кріпиться до корпусу не менше як шістьма болтами. Циліндричний корпус оснащено ввідним патрубком, розташованим по осевій лінії корпусу. Ввідний патрубок закріплено таким чином, щоб його частина виступала у внутрішню частину 10 котла.

На внутрішній частині ввідного патрубка закріплено діелектричний розсікач. Розсікач має форму стакана, на бічній поверхні якого утворено отвори, розташовані з рівномірним кроком. Кількість отворів дорівнює кількості електродів. Розсікач закріплено таким чином, щоб отвори були спрямовані у проміжки між електродами. Сумарна площа отворів розсікача повинна бути не меншою за внутрішню площу перерізу ввідного патрубка. Висота циліндричного корпусу 15 повинна бути в два рази вищою за висоту встановлення електродів. Відстань від крайньої точки електрода до внутрішньої поверхні циліндричного корпусу повинна бути щонайменше ніж в два рази більшою за відстань між електродами.

Рідина як теплоносій надходить через ввідний патрубок 6 в діелектричний розсікач 8. Розсікач 8 розділяє потік рідини на декілька потоків, кількість яких дорівнює кількості фазних електродів 2. Потoki, сформовані розсікачем 8, надходять у циліндричний корпус 1 в проміжки між фазними електродами 2, чим забезпечується нагрів рідини, що надходить у нагрівач. Трифазний електричний струм, що проходить між

фазними електродами, нагріває рідину. 30 Використання трифазної мережі живлення підвищує безпеку використання опалювального котла, за рахунок того, що відстань між фазними електродами не більша, ніж відстань від будь-якого фазного електрода до внутрішньої поверхні циліндричного корпусу, струм між фазними електродами в 1,7 рази більший за струм між фазним електродом і циліндричним корпусом. Після нагрівання рідина перетікає у верхню частину циліндричного корпусу, в якій відсутні електроди і формується спрямований потік у вивідний патрубок. Електродний нагрівач рідини, що заявляється, на відміну від відомих пристроїв має підвищену безпеку використання пристрою, а також більше фазних електродів, що дозволяє рівномірно відбирати потужність від трифазної мережі живлення по усіх трьох фазах. А також для підвищення коефіцієнта корисної дії використовується діелектричний розсікач, який формує вхідні потоки рідини у зони нагріву.

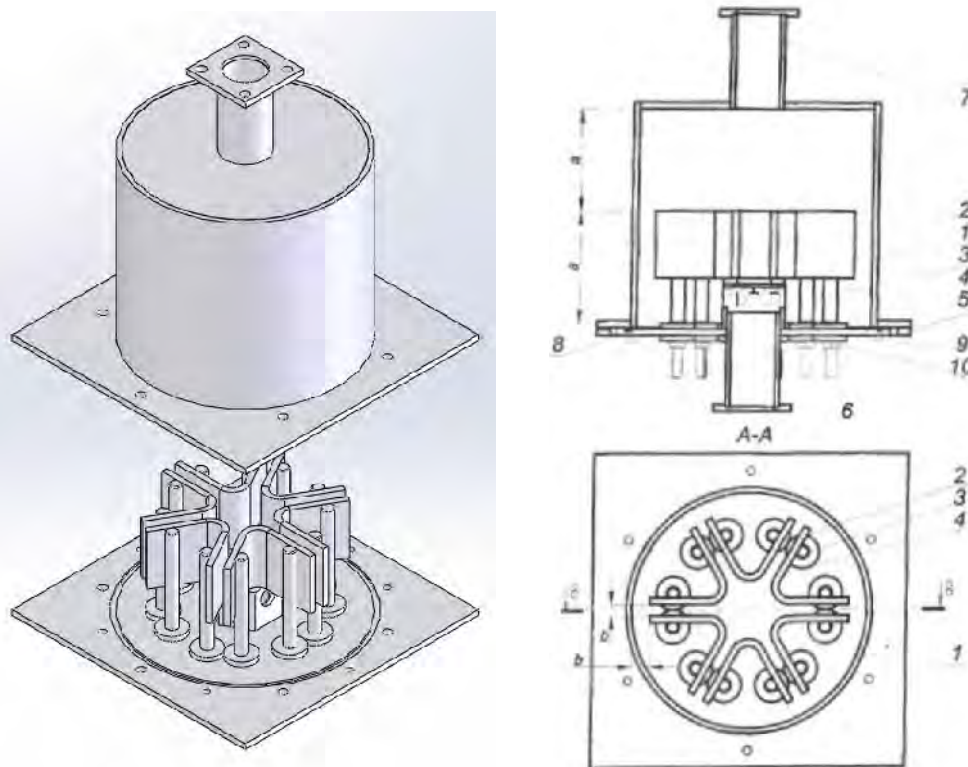


Рис. 1. Зображення 3Д моделі та внутрішньої будови трифазного електродного котла

Електродний нагрівач рідини [3] зі зворотним зв'язком містить циліндричний корпус з вивідним патрубком, кришку з підвідним патрубком, циліндричний корпус і кришка кріпляться фланцевим з'єднанням. Опалювальний котел оснащено патрубком, який з'єднує вивідний патрубок із ввідним патрубком через електромеханічний клапан, який забезпечує подачу нагрітого теплоносія із виходу опалювального котла на його вхід при температурах, менших за критичну, при яких котел виходить на режим номінального споживання електричної енергії, та електромеханічним клапаном на виході котла, який забезпечує перекриття циркуляції теплоносія в системі опалення до моменту виходу опалювального котла на режим номінального споживання електричної енергії.

Електродний нагрівач рідини оснащується колом зворотного зв'язку, яке складається з електромеханічного клапана, термодавача, циркуляційного насоса, розширювального бака та групи захисту. Електродний нагрівач рідини підключається до системи опалення через електромеханічний клапан. Для контролю температури в системі опалення використано термодавач.

Запропонована така система теплопостачання на основі електродного котла пояснюється кресленням, на якому представлена схема електродного нагрівача рідини із зворотним зв'язком: 1 – електродний нагрівач рідини; 2 – електромеханічний клапан зворотного зв'язку; 3 – електромеханічний клапан системи опалення; 4 – циркуляційний насос; 5 – термодавач зворотного зв'язку; 6 – термодавач системи опалення; 7 – розширювальний бак; 8 – група захисту; 9 – система опалення.

Електродний нагрівач рідини із зворотним зв'язком працює наступним чином. В початковий момент роботи нагрівача електромеханічний клапан системи опалення 3 закритий, а електромеханічний клапан зворотного зв'язку 2 відкритий. Цим досягається рух рідини в колі зворотного зв'язку за допомогою циркуляційного насоса 4. При подачі напруги на електроди електродного котла 1 відбувається нагрів рідини, яка циркулює у колі зворотного 30 зв'язку. По досягненні критичного значення температури, починає відкриватись електромеханічний клапан 3, чим досягається рух рідини як у колі зворотного зв'язку так і у системі опалення 9. Критична температура вибирається із умов отримання номінальної потужності споживання електродного опалювального котла. Поступове відкривання клапана 3 дозволяє забирати

частину нагрітої рідини із кола зворотного зв'язку у систему опалення 9, при 35 незначному зниженні температури у колі зворотного за рахунок подачі холодної рідини із системи опалення 9 у коло зворотного зв'язку. Після того, як показання з датчиків температури зворотного зв'язку 5 та системи опалення 6 зрівняються, клапан 2 закривається, а клапан 3 відкривається. Тоді рух рідини відбувається тільки у системі опалення 9, для забезпечення безпечної роботи системи, застосовуються розширювальний бак 7, для компенсації 40 розширення рідини при її нагріванні, група захисту 8, що забезпечує контроль тиску та аварійне відключення електродного нагрівача з одночасним зниженням тиску у системі. Електродний нагрівач рідини із зворотним зв'язком, що заявляється, на відміну від відомих пристроїв має зменшений час нагріву до максимальної робочої температури та час виходу на номінальний режим роботи по потужності.

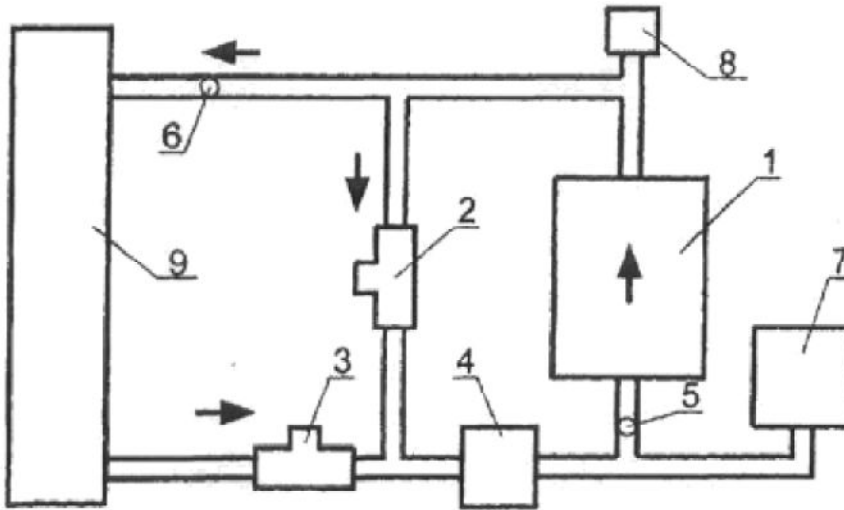


Рис. 2. Система тепlopостачання на основі електродного нагрівач рідини зі зворотним зв'язком

Основна частина

Корпус нагрівача є вертикально розташований циліндр та виконаний з або зі сталі або з нержавіючої сталі, і конструктивно складається з трьох частин, забезпечених фланцями, і з'єднаних між собою болтовими з'єднаннями через гумову прокладку ущільнювача, для виключення течі в з'єднаннях. Така конструкція корпусу дозволяє легко розбирати і збирати нагрівач для його очищення і доступу до внутрішніх елементів з метою їх заміни або ремонту. Підведення холодної води від централізованої системи водопостачання здійснюється через дводюймовий водопровідний вентиль, сітчастий фільтр і запобіжний клапан з нижньої сторони бака нагрівача.

Фільтр необхідний для очищення води з метою запобігання забруднення нагрівача і передчасного виходу його з ладу. Запобіжний клапан призначений для відводу надлишкової кількості води з робочого бака при її нагріві і закритому вентилі холодної води. Відведення гарячої води з нагрівача здійснюється з верхньої його частини, так як в процесі нагрівання тепла вода піднімається догори. На відводі гарячої води встановлений водопровідний вентиль. У найнижчу точку корпусу уварений відведення з дюймовим вентилем для осушення ємності в разі ремонту або планової очистки нагрівача. Всі відводи до найближчого вентиля або клапана виконані з труб з нержавіючої сталі і уварені в корпус нагрівача. Блок пластинчастих електродів виконаний з нержавіючої сталі і розташований в нижній частині корпусу, так як більш холодна вода збирається в зірку з нульовим проводом і підвишені на чотирьох струмоведучих стрижнях з нержавіючої сталі діаметром 20 мм. Для більшої механічної міцності і виключення можливості виникнення короткого замикання, внаслідок незначної деформації струмоведучих стрижнів, пластини з'єднані між собою болтовим з'єднанням через ізолюючі ебонітові втулки і шайби. Струмopровідні стрижні виходять і верхньої частини бака нагрівача, розташовуються один щодо одного в вершинах рівностороннього трикутника з центром розташованим на поздовжньої осі бака, ізолювані від корпусу гумовими конусами і є уведеннями для підключення силового кабелю. Використання гумових конусів дозволяє не тільки електрично ізолювати стрижні від основного корпусу, а й запобігти текти води назовні вздовж стрижнів. Для захисту нагрівача від «сухого» ходу і відключення живлення при рівні води в баку нижче встановленого у верхній частині корпусу передбачений датчик електродного типу, ізолюваний таким же способом як і силові струмоведучі стрижні. Якщо рівень води в баку опуститься нижче нижнього кінця електрода, опір між електродом і корпусом різко зросте і схема управління зніме харчування з нагрівача і подасть відповідну сигналізацію. Для вимірювання температури води на середньому рівні бічної поверхні корпусу розташований датчик температури, сигнал з якого надходить на схему управління нагрівачем. Вимірювальним органом датчика температури є чутливий терморезистор, що змінює свій опір пропорційно температурі середовища в якій він розташований, в даному випадку води. Для більшої надійності системи вище датчика температури розташоване термореле, вимірювальним органом якого є біметалічна пластина. Реле відбудовано на замикання контактів при температурі перевищує 90 °С. З метою електробезпеки корпус нагрівача

заземлюється. У нормальному режимі експлуатації нагрівача вентиля гарячої та холодної води повинні бути відкриті для безперешкодного виштовхування гарячої води назад в систему водопостачання в разі якщо вентиля у безпосереднього споживача закриті, а вентиль осушення закритий. Клапан надлишкового тиску є не робочим а аварійним. Величина уставки тиску спрацьовування для клапана вибирається залежно від тиску в системі водопостачання на рівні установки нагрівача. Для зниження теплових втрат зовні корпус електрообігрівача теплоізовлювані.

Для експериментальної перевірки було виготовлено два зразки електродного котла на 3 кВт. Для одного було вибрано матеріал – Сталь 40, для іншого – Сталь 10X23Н18 (нержавіюча стійка до високих температур та агресивним середовищам).



Рис. 3. Загальний вид корпусу котла на 35 кВт



Рис. 4. Загальний вигляд змонтованого в окремому модулі системі теплопостачання електродного котла на 35 кВт та блоку його управління

Система теплопостачання працює без постійного обслуговуючого персоналу, обладнана технологічними захистами, пристроями автоматизації і сигналізації при виникненні неномінальних режимів. Сама установка захищена автоматичними вимикачами або іншими пристроями, що відключають установку при перевантаженнях і коротких замиканнях. Системи автоматики і захисту швидкодіючими, для запобігання виходу з ладу всієї установки, а також для запобігання нещасних випадків і травматизму у користувачів установки і обслуговуючого персоналу.

Висновки

Комп'ютерна модель електродного котла на 35 кВт була виготовлена у двох варіантах: зі сталі 40 та сталі 10Х23Н18. Процес виготовлення показав простоту монтування та складання котла незалежно від матеріалу. Виготовлений котел був підключений до системи теплопостачання, що оснащена зворотнім зв'язком. Автоматика управління системи чітко регулює споживану потужність для постійного підтримання температури води, що нагрівається котлом, в необхідному, як можна більш вузькому діапазоні, і швидко реагує на її зміну як в позитивну так і негативну сторону з мінімальною інерційністю. Для забезпечення всіх цих якостей в даній системі встановлені готові регулюючі пристрої на основі цифрової мікропроцесорної техніки, що мають велику гнучкість і високу точність. Створена система може легко монтуватись до будь якої системи теплопостачання і здійснювати опалення приміщення до 350 м².

Література

1. Параска Г.Б. Дослідження впливу конструктивних параметрів обладнання на ефективність нагрівання та акумулювання тепла в теплоаккумуляторі / Г.Б. Параска, С.Л. Горященко, А.І. Гордєєв, Є.О. Голінка // Materials Of The Xii International Scientific And Practical Conference Modern European Science (2016 June 30 – July 7, 2016). Volume 9: Chemistry And Chemical Technology Mathematics Technical Science. – Sheffield Science And Education LTD, 2016. – P. 42–46.
2. Горященко С.Л. Моделювання теплових процесів тепло аккумулятора / С.Л. Горященко, Є.О. Голінка // ВОТТП : матеріали XIII міжнародної науково-техн. конф. – 2014. – С. 152–153.
3. Параска Г.Б. Аналіз теплового стану цеху азотування металевих виробів та модернізація його опалення / Г. Б. Параска, С. Л. Горященко, А. В. Вітюк, Є. О. Голінка // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 6. – С. 44–46.

References

1. Paraska H.B. Doslidzhennia vplyvu konstruktyvnykh parametriv obladnannia na efektyvnist nahrivannia ta akumuliuvannia tepla v teploakumuliatori / H.B. Paraska, S.L. Horiashchenko, A.I. Hordieiev, Ye.O. Holinka // Materials Of The Xii International Scientific And Practical Conference Modern European Science (2016 June 30 – July 7, 2016). Volume 9: Chemistry And Chemical Technology Mathematics Technical Science. – Sheffield Science And Education LTD, 2016. – R. 42–46.
2. Horiashchenko S.L. Modeliuvannia teplovykh protsesiv teplo akumulatora / S.L. Horiashchenko, Ye.O. Holinka // VOTTP : materialy XIII mizhnarodnoi naukovo-tekhn. konf. – 2014. – S. 152–153.
3. Paraska H.B. Analiz teplovoho stanu tsekhu azotuvannia metalovykh vyrobiv ta modernizatsiia yoho opalennia / H. B. Paraska, S. L. Horiashchenko, A. V. Vitiuk, Ye. O. Holinka // Visnyk Khmelnytskoho natsionalnoho universytetu. Tekhnichni nauky. – 2014. – № 6. – S. 44–46.

Рецензія/Peer review : 10.04.2018 р. Надрукована/Printed : 15.05.2018 р.
Стаття рецензована редакційною колегією