

consumer characteristics; reducing the cost and resource intensity of the production of bakery products with an increase in environmental friendliness by optimizing the operation of equipment in real time and developing innovative SMART-products for regions with contaminated areas. It is proved that coordinated direct digital control of local systems and information support of dispatching MES-control allows to optimize the trajectory of production of n types of products in conditions of changing quality of raw materials — flour — operating parameters of equipment with built-in robotic systems.

Key words: technological process, automated control system, process control system, digital systems, real time scale, optimization.

DOI : 10.33274/2079-4827-2021-42-1-139-147

УДК 338.242:658.26

Горєлков Д. В., канд. техн. наук, доцент¹

Омельченко О. В., канд. техн. наук²

Гейєр Г. В., д-р екон. наук, професор²

Терешкін О. Г., д-р. техн. наук, професор³

Шевченко А. М., студентка¹

¹ Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна (м. Харків, Україна), e-mail: gorelkov.dmv@gmail.com.

² Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг, Україна), e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua.

³ Харківський державний університет харчування та торгівлі (м. Харків, Україна), e-mail: tereshkin09@i.ua.

ІННОВАЦІЙНЕ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧІ ПРИСТРОЇ ДЛЯ УСТАТКУВАННЯ ЗАКЛАДІВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА

UDC 338.242:658.26

*Horielkov D. V., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor¹*

Omelchenko O. V., PhD in Engineering sciences²

*Heiier H. V., Grand PhD in Economy sciences,
Professor²*

*Tereshkin O. G., Grand PhD of Engineering Science,
Professor³*

Shevchenko A. M., Bachelor's Degree student¹

¹ V. N. Karazin Kharkiv National University, Kharkiv, Ukraine, e-mail: gorelkov.dmv@gmail.com.

² Mykhailo Tuhon-Baranovskyi Donetsk National University of Economics and Trade, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: omelchenko@donnuet.edu.ua.

³ Kharkiv State University of Food Technology and Trade, Kharkiv, Ukraine, e-mail: tereshkin09@i.ua.

INNOVATIVE ENERGY SAVING HEAT GENERATING DEVICES FOR EQUIPMENT OF RESTAURANT FACILITIES

Мета. Мета та завдання статті полягає в удосконаленні процесу пароутворення в апаратах закладів ресторанного господарства шляхом розробки інноваційних електродних нагрівачів та парогенеруючих вузлів.

Надійшла до редакції 26.03.2021 р.

© Д. В. Горєлков, О. В. Омельченко,
Г. В. Гейєр, О. Г. Терешкін,
А. М. Шевченко, 2021

Методи. В ході проведення досліджень було використано експериментальні методи досліджень з використанням контрольно-вимірювальної приладів, сучасні методи математичної статистики, стандартні методики дослідження харчової сировини.

Результати. Зазначено, що ресторанне господарство наряду з готельним потребувало і потребує запровадження інноваційних рішень у енергозабезпеченні та застосуванні енергозберігаючих систем для теплових апаратів, зокрема: фритюрниць, стравоварильних котлів, пароконвектоматів, посудомийних машин, мармітів, автоклавів. Для закладів ресторанного господарства питання енергозбереження є одним з пріоритетних питань, оскільки саме цей чинник наряду з вартістю сировини формує собівартість виробів, що обумовлює конкурентоспроможність закладу, можливість гнучкого переоснащення, модернізації, підвищення якості обслуговування, поліпшення умов праці співробітників, запровадження інноваційних методів виготовлення кулінарних та кондитерських виробів.

Вважається, що для забезпечення функціонування системи електродного нагріву необхідно застосування парогенераційної схеми, яка б забезпечила: мінімальний час виходу котлів на робочий режим та мінімальні витрати електроенергії на отримання пари. Запропоновано принципову схему нового парогенеруючого вузла в якості теплогенеруючого пристрою теплових апаратів ресторанного господарства. Доведено раціональність використання електродного нагріву в апаратах ресторанного господарства. Проведено експериментальні випробування конструкції електродного парогенератора, які показали, що отримані експериментальні дані для модернізованого котла КПЕ-60 у порівнянні з його аналогічними даними при використанні ТЕНового парогенератора можна знизити тривалість виходу на стаціонарний режим з 60 хв. до 30 хв. при цьому потужність апарата зменшується з 15 кВт до 12 кВт, кількість нагріваних елементів зменшується з 8 шт. до 3 шт., дозволяє зменшити масу котла за рахунок зменшення маси парогенератора. З урахуванням того, що на поверхні електродів не утворюється накипу, на відміну від ТЕНів, то час виходу на стаціонарний режим для електродного котла буде сталим з плином часу і не збільшить кількості споживаної електроенергії. Також ще одним практичним результатом є досягнення ефекту відсутності утворення накипу на поверхні, що дозволить подовжити строк експлуатації обладнання та знизити споживаної електроенергії.

Ключові слова: електрод, парогенеруючий пристрій, електродний парогенератор, електролітичний нагрів, стравоварильний котел, енергозаощадження.

Постановка проблеми. Ресторанне господарство наряду з готельним потребувало і потребує запровадження інноваційних рішень у енергозабезпеченні та застосуванні енергозберігаючих систем для теплових апаратів, зокрема: фритюрниць, стравоварильних котлів, пароконвектоматів, посудомийних машин, мармітів, автоклавів. На теперішній час теплові апарати в закладах готельно-ресторанного господарства є значними споживачами електричної енергії, а в умовах зростаючих тарифів і енергетичної нестабільності питання зниження витрат електроенергії, спрощення систем енергозабезпечення є актуальними і економічно необхідними для вирішення [4,9,10]. Для закладів ресторанного господарства питання енергозбереження є одним з пріоритетних питань [5,6], оскільки саме цей чинник наряду з вартістю сировини формує собівартість виробів, що обумовлює конкурентоспроможність закладу, можливість гнучкого переоснащення, модернізації, підвищення якості обслуговування, поліпшення умов праці співробітників, запровадження інноваційних методів виготовлення кулінарних та кондитерських виробів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Зазвичай в закладах ресторанного господарства, з організацією як цехової та і без цехової структури виробництва, для забезпечення функціонування теплових апаратів прокладають трифазну мережу із значним запасом потужності, яка зазвичай потребує значних матеріальних витрат [1]. Позбавити необхідності виробництва у такій системі на теперішній час є майже неможливим, оскільки більшість апаратів працює від напруги 380 В і лише незначна частина допоміжного обладнання, тостери, ростери, мікрохвильові печі, сосисковарки, підігрівачі тарілок та ін., працюють від напруги у 220 В. Якщо розглянути середній заклад ресторанного господарства, то те-

плове обладнання за одну добу його роботи споживає в середньому 120...250 кВт електроенергії, якщо поррахувати за чинними тарифами, то кожне підприємство щодоби витрачає значну суму на процес теплової обробки сировини та доведення її до стану кулінарної готовності, що в умовах сьогодення є актуальним питанням в умовах розвитку сучасного виробництва [7,8].

Для теплозабезпечення закладів готельного господарства пропонувалось використання електродних котлів [2], в якості перспективних енергоефективних теплогенеруючих пристроїв. Для закладів ресторанного господарства електродний нагрів є також перспективним [3] для використання, але з урахуванням певних змін і у відповідності до потреб виробничих процесів. Так, серед усього розмаїття теплових апаратів, що використовуються у гарячих цехах найбільш енергоємними є стравоварильні котли. З урахуванням того, що котли, які призначені для приготування перших і других блюд, гарнірів у значних об'ємах — від 100 до 1000 порцій, не мають альтернативи серед обладнання, є необхідним проведення заходів з їх модернізації за рахунок використання інноваційних електродних нагрівачів. Під час застосування електродного нагріву у системах опалення необхідною умовою є облаштування в системі розширюючого резервуару для усунення такого, на перший погляд, «недоліку», як пароутворення на поверхні електродів. Тому системи електродного опалення є відкритими. Явище пароутворення на поверхні електродів, таке незручне для систем опалення, є позитивним явищем для систем теплогенерації для стравоварильних котлів, де основним завданням є нагрів води у парогенераторі з утворенням пари і передачею її до пароводяної оболонки, яка забезпечує рівномірний нагрів по всій поверхні. Проте, слід зауважити, що для ефективного використання системи електродного нагріву у стравоварильному обладнанні — система повинна бути замкненою. Для забезпечення функціонування системи електродного нагріву необхідно застосування парогенераційної схеми, яка б забезпечила: мінімальний час виходу котлів на робочий режим та мінімальні витрати електроенергії на отримання пари. Схема повинна бути простою у експлуатації, мати незначну металоємність, бути універсальною для використання у апаратах за різної виробничої потужності, забезпечувати безпеку експлуатації та не задавати шкоди навколишньому середовищу.

Мета статті — удосконалення процесу пароутворення в апаратах закладів ресторанного господарства шляхом розробки інноваційних електродних нагрівачів та парогенеруючих вузлів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Розроблена нами схема електродного парогенератора (рис. 1), що враховує висунуті вимоги, містить камеру нагріву, яку виконано у вигляді циліндра, в якій розміщено електроди, нульовий і заземлювальний контакти розташовані на боковій стінці корпусу.

Для запобігання утворенню накипу використовується підготовлена вода, яка за допомогою насоса подається із живильної ємності до парогенеруючого вузла через вхідний патрубок. Перед входом до парогенеруючого вузла, завдяки встановленому фільтру, рідина очищується від домішок, що усуває утворення шламу. Далі рідина омиває фазні електроди. Після з'єднання фазних електродів і нульового контакту до мережі живлення між електродами та нульовим контактом виникає змінне електричне поле, яке викликає нагрів рідини. Готова пара через вихідний патрубок подається до технологічного апарата. Конденсат через патрубок для відводу конденсату потрапляє в ємність з рідиною.

Запропонований парогенеруючий пристрій складається з парогенеруючого електродного вузла 4, що містить закріплені в блоці електроди. Для подачі рідини патрубок відводу води 10, нульовий та заземлювальний контакти розміщені на боковій стінці корпусу парогенеруючого електродного вузла. Для подачі рідини з живильної ємності 8 встановлено насос 6. Конденсат із технологічного апарата відводиться за допомогою патрубка для відводу конденсату 12. Для запобігання потрапляння в парогенеруючий вузол механічних домішок, які можуть привести до замикання, у відвідному коліні 7 встановлено фільтр. Контроль наповнення ємності підготовленою рідиною здійснюється за допомо-

гою регулятора рівня 9. Для автоматичного підживлення водою і автоматичного продування парогенератор комплектується електромагнітним мембранним 2 та зворотним 5 клапанами, а тиск вихідної пари контролюється електроконтактним манометром 3.

Принцип роботи парогенератора наступний: підготовлена рідина (у випадку коли пара виступає у ролі проміжного теплоносія — суміш дистильованої води та електроліту) поступає в ємність через заливний отвір. Перед входом до парогенеруючого вузла, завдяки встановленому фільтру, очищується від домішок, що сприяє запобіганню виникнення замикання. Під час відкривання електромагнітного мембранного клапана рідина насосом із ємності через вхідний патрубок потрапляє до корпусу парогенеруючого вузла.

Далі рідина омиває фазні електроди. Під час вмикання живлення між електродами та нульовим контактом виникає змінне електричне поле, яке викликає нагрів рідини. Для запобігання замикання електродів та для фіксації, вони додатково ізолюються від корпусу ізолятором. Готова технологічна пара через штуцер, який перекривається вентилем, подається до технологічного апарата. Надлишок рідини та конденсат із технологічного апарата за допомогою клапана для відведення конденсату та патрубку потрапляють в ємність з рідиною.

При відсутності або недостатньому рівні води в котлі датчик рівня розімкнений, а електромагнітний мембранний клапан відкритий. Вода з живильної ємності за допомогою насоса через мембранний і зворотний клапани заповнює систему до рівня, заданого за допомогою датчика рівня. Потужність електродного нагрівача визначається рівнем води між електродами. Зміною висоти рівня води у котлі можна, за бажанням, змінювати потужність парогенератора в широких межах. При заповненні водою міжелектродного простору, за рахунок електропровідності води, між електродами виникає електричний струм, який викликає нагрів та інтенсивне кипіння води. При закритому вентилі пара накопичується в котлі, приводячи до зростання її тиску. При підвищенні тиску до значення верхньої межі на електроконтактному манометрі ЕКМ напруга на електродах відключається і пароутворення припиняється. При відкритому вентилі пара із заданим тиском надходить до технологічного апарата. При зниженні тиску, нижче значення нижньої межі на ЕКМ, на електроди знову подається напруга, і в котлі починається пароутворення, що супроводжується зростанням тиску, і процес повторюється. У процесі паротворення рівень води в котлі падає. При його зниженні нижче рівня, що визначається датчиком рівнеміра, електромагнітний мембранний клапан знову відкривається і система за допомогою насоса поповнюється водою до заданого рівня. Таким чином, парогенератор безперервно видає пару з тиском, що визначається нижньою і верхньою межею на ЕКМ, що є регулятором тиску пари.

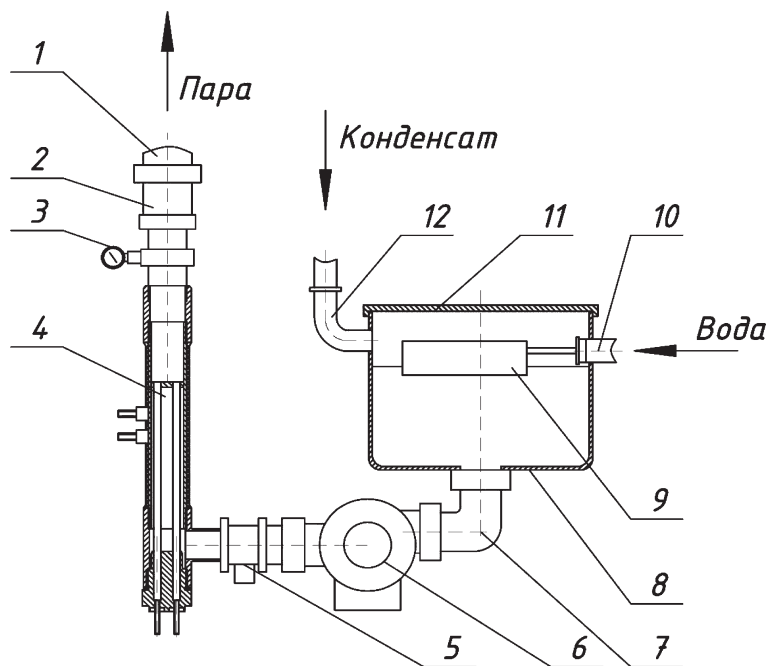


Рисунок 1 — Принципова схема універсального електродного парогенератора:

- 1 — штуцер; 2 — клапан електромагнітний мембранний;
3 — манометр; 4 — вузол електродний; 5 — клапан зворотний; 6 — насос; 7 — коліно відвідне; 8 — ємність живильна; 9 — регулятор рівня; 10 — патрубок підводу води; 11 — кришка; 12 — патрубок відводу конденсату

Електродний спосіб пароутворення дозволить підвищити ефективність роботи розробленого обладнання, широко застосувати його для інтенсифікації технологічних процесів, знизити енерговитрати та зменшити металоємність, рис. 2.

Принцип роботи апарата наступний: підготовлена рідина (у випадку коли пара виступає у ролі проміжного теплоносія — суміш дистильованої води та електроліту) поступає в ємність через заливний отвір. Під час відкривання вхідного вентиля рідина насосом із ємності через вхідний патрубок потрапляє в корпус парогенеруючого вузла. Перед входом до парогенеруючого вузла завдяки встановленому фільтру очищується від домішок, що сприяє запобіганню утворення шламу та виникнення замикання. Далі рідина омиває фазні електроди. Під час вмикання живлення між електродами та нульовим контактом

виникає змінне електричне поле, яке викликає нагрів рідини. Для запобігання замикання електродів та для додаткової фіксації, вони додатково ізолюються від корпусу ізолятором. Готова технологічна пара через вихідний патрубок, який перекривається вентилем подається до технологічного апарата. Надлишок рідини та конденсат із технологічного апарата за допомогою клапана для відводу конденсату та патрубку потрапляють в ємність з рідиною.

Для визначення ефективності спроектованої схеми парогенератора та експлуатації її в реальних виробничих умовах нами було проведено низку первинних досліджень процесу нагріву води до пароутворення. Для проведення досліджень було обрано виробничий стравоварильний котел КПЕ-60, як апарат з найбільш розповсюдженим об'ємом варильної судини. З урахуванням того, що загальновідомими даними електролітичний нагрів залежить від провідності води було прийнято рішення на першому етапі досліджень використовувати звичайну відфільтровану водопровідну воду як рідину, що є найбільш розповсюдженою та доступною для використання у виробничих умовах. Для всієї серії експериментів температура води становила $+10^{\circ}\text{C}$, температура навколишнього середовища не перевищувала $+20^{\circ}\text{C}$. Для можливості проведення порівняльної оцінки систему електродного парогенератора було приєднано як і для стандартного котла до трифазної мережі. Для експерименту було обрано електродний котел з трьома електродами, які для проведення досліджень були з'єднані паралельно і мали кожен окремий перемикач для можливості увімкнення у необхідний час. В якості об'єкту нагріву було обрано воду питну і для кожного циклу експериментів коефіцієнт заповнення котла (φ) змінювався в межах 0,25...0,75, що відповідає мінімальним технологічним вимогам під час приготування перших страв. Під час проведення досліджень проводились вимірювання температури в середині варильної судини за допомогою датчика температур та контроль за потужністю електродів під час нагріву. Основним завданням дослідження було проведення випробувань роботи розробленого парогенератора для визначення ефективності роботи електродів за їх оптимальної кількості та геометричних розмірів, визначення швидкості та тривалості виходу котла стравоварильного на стаціонарний режим з метою подальшого

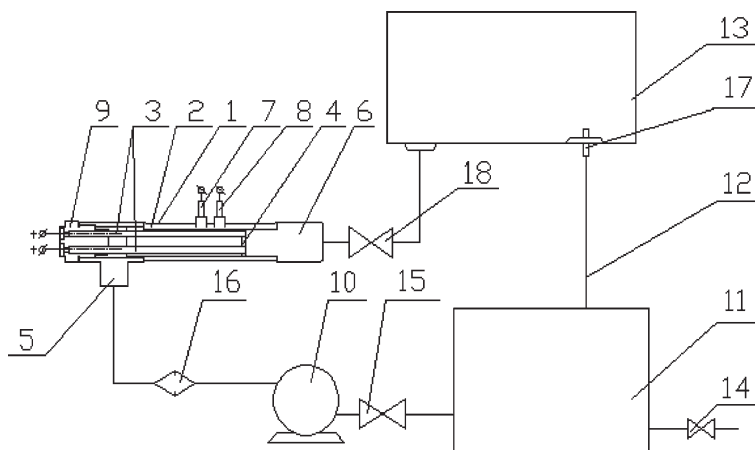


Рисунок 2 — Схема електродного парогенератора до стравоварильного обладнання:

- 1 — парогенеруючий вузол; 2 — корпус; 3 — електроди, 4 — ізолятор; 5, 6 — вхідний та вихідний патрубки; 7, 8 нульовий та заземлювальний контакти; 9 — блок електродів; 10 — насос; 11 — ємність; 12 — патрубок для відводу конденсату; 13 — апарат технологічний; 14 — вентиль; 15 — вентиль вхідний; 16 — фільтр; 17 — клапан для відводу конденсату; 18 — вентиль вихідний

порівняння зі стандартними показниками роботи апарата та розповсюдження отриманих результатів на інші апарати.

Першу серію експериментів було проведено з увімкненням одного електрода для різних коефіцієнтів заповнення судини. Як показують отримані дані (рис. 3) вихід апарата на стаціонарний режим при коефіцієнті заповнення 0,25 відбувся в межах 50–52 хвилин, під час нагріву спостерігалось повільне зростання температури в парогенераторі та пароводяній оболонці, сторонніх шумів та ударів не відчувалось. Під час дослідження нагріву за коефіцієнтів заповнення 0,5 та 0,75 спостерігалась дещо повільніше зростання температури і як видно за даними залежності, температурний діапазон для цих коефіцієнтів не суттєво відрізняється. За

експериментальними даними (рис. 3) різниця виходу апарата на стаціонарний режим становить 10 хв. хоча різниця в об'ємі води становить 50 %. На відміну від даних для $\phi = 0,25$ де різниця в часі становить 15 хв. Такі дані свідчать про позитивний ефект для застосування та вказують на те, що збільшення об'єму рідини для нагріву не суттєво впливає в часі на інтенсивність нагріву, а збільшення коефіцієнта заповнення до $\phi = 0,85$ незначним чином впливатиме на швидкість виходу апарата на стаціонарний режим.

Слід зауважити, що $\phi = 0,85$ це максимальний коефіцієнт заповнення рекомендований для стравоварильних котлів, який забезпечує максимально ефективне протікання процесу приготування страв та максимально можливу кількість виготовлених порцій.

Необхідно також зауважити, що за результатами експериментальних даних споживана потужність електрода становила в межах 4,5–6 кВт. Найбільше зростання споживання було за температури рідини у варильній судині 65...75 °С. Якщо розглянути результати експериментальних даних, то можна побачити, що кількість рідини майже не впливає на збільшення потужності нагрівача, що свідчить про стійку роботу електрода. Стійкість роботи електрода та плавне зростання температури, незначне коливання потужності дозволяє припустити, що при реалізації приготування кулінарної продукції за належної роботи контрольно-вимірної арматури можна бути контролювати плавність протікання процесу, наприклад, варки бульйону в «тихому режимі», що в свою чергу надасть можливість отримувати кулінарну продукцію більш високої якості.

Під час проведення другої серії експериментів було збільшено кількість активних електродів до двох. Метою збільшення було дослідження пришвидшення тривалості виходу на стаціонарний режим та оцінка зміни споживаної енергії. Крім того, необхідно було оцінити ефективність взаємодії в робочому стані двох електродів та дослідити їх вплив на роботу системи парогенерації.

Як свідчать отримані експериментальні дані (рис. 4) для коефіцієнта заповнення $\phi = 0,25$ спостерігається така сама динаміка як і під час застосування одного електрода, але слід зауважити, що тривалість виходу на стаціонарний режим зменшилась на 15 хв. і сягнула 38...40 хв., у порівнянні з 50...52 хв. Якщо розглянути показники потужності, то можемо констатувати, що відбувається збільшення споживаної потужності на рівні 60...75 %, яка становить 8,5...11 кВт. За експериментальними даними максимальне зростання потужності спостерігається за температури рідини 75...90 °С так само як і при використанні одного електрода. Результати свідчать, що підвищення споживаної потужності, в розрізі всьо-

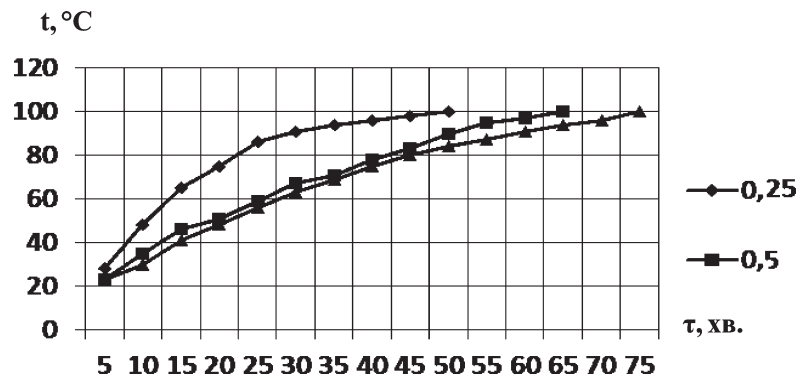


Рисунок 3 — Залежність зміни температури від тривалості нагріву при використанні 1-го електрода та коефіцієнта заповнення $\phi = 0,25...0,75$ за початкової температури води +10 °С

го часу нагріву, відбувається з 6 кВт до 8,7 кВт. Збільшення кількості електродів не вплинуло на стійкість роботи системи. Як для одного електрода, так і для двох спостерігався плавний розігрів та підтримання заданої температури без сторонніх шумів та ударів. Отримані експериментальні дані підвищення потужності в розрізі збільшення коефіцієнта заповнення до $\phi = 0,75$

показали, що у порівнянні з $\phi = 0,25$ потужність зросла з 8,5...11 кВт до 9,5...12 кВт, що свідчить про незначне зростання, проте, тривалість зросла в межах 25 хв. і становила 65 хв.

Збільшення тривалості нагріву для двох електродів, у порівнянні з аналогічними умовами для одного електрода, пояснюється частковим зменшенням ефективної робочої площі електродів за рахунок їх перекривання один одного у робочому просторі, хоча загалом збільшення кількості електродів призводить до зменшення тривалості виходу на стаціонарний режим на 10...15 хв.

З метою інтенсифікації процесу виходу апарата на стаціонарний режим та підвищення ефективності роботи парогенеруючої системи було прийнято рішення про збільшення кількості активних електродів до трьох. Таке рішення було прийнято виходячи з міркувань збільшення ефективної площі електродів та уникнення накладання потоків частинок під час нагріву.

З огляду на отримані експериментальні дані (рис. 5) можна зробити висновки, що збільшення кількості електродів призвело до вирівнювання динаміки нагріву рідини для всіх коефіцієнтів заповнення варильної судини, дозволило знизити тривалість виходу на стаціонарний режим за максимального завантаження до 38...40 хв., що у порівнянні з 75 хв. для одного електрода. Отже збільшення кількості електродів дозволяє зменшити тривалість нагріву майже в 2 рази. Якщо порівняти отримані дані для споживаної потужності, то можна побачити, що для $\phi = 0,75$ споживана потужність зросла на 70...80 %. Збільшення кількості електродів не вплинуло на стійкість та ефективність роботи парогенеруючої системи.

Якщо порівняти отримані експериментальні дані для модернізованого котла КПЕ-60 з його аналогічними даними при використанні ТЕНового парогенератора, то можемо побачити наступні результати: тривалість виходу на стаціонарний режим зменшується з 60 хв. до 30 хв. при цьому потужність

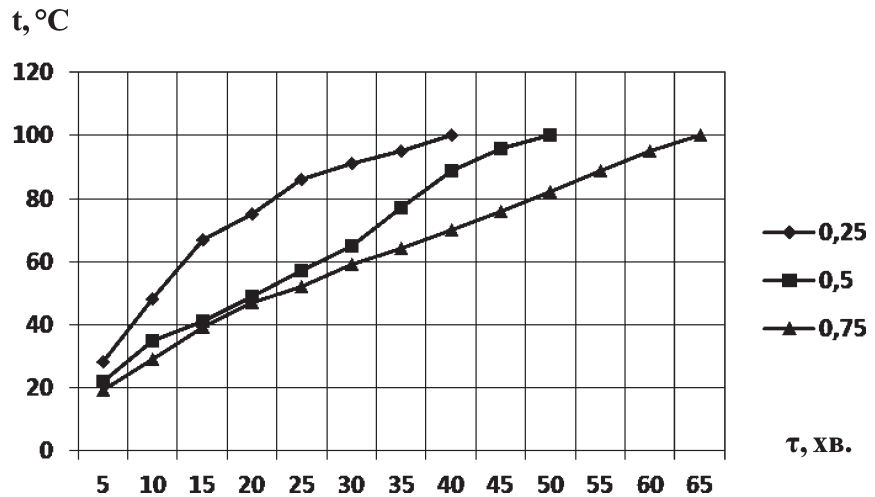


Рисунок 4 — Залежність зміни температури від тривалості нагріву при використанні 2-х електродів та коефіцієнта заповнення $\phi = 0,25...0,75$ за початкової температури води $+10^\circ\text{C}$

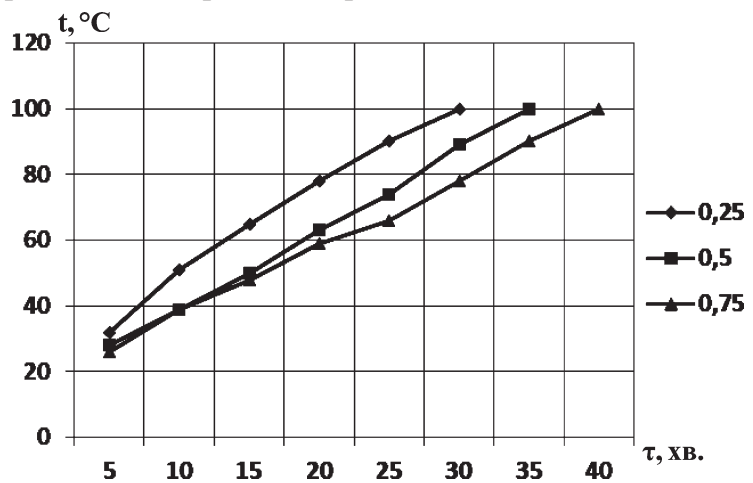


Рисунок 5 — Залежність зміни температури від тривалості нагріву при використанні 3-х електродів та коефіцієнта заповнення $\phi = 0,25...0,75$ за початкової температури води $+10^\circ\text{C}$

апарата зменшується з 15 кВт до 12 кВт, кількість нагріваючих елементів з 6 шт. до 3 шт., зменшити масу котла за рахунок зменшення маси парогенератора.

Окрім наявних технічних показників необхідно відзначити, що строк експлуатації електродів перевищує ТЕНи в декілька разів. Якщо урахувати, що на поверхні електродів не утворюється накипу, на відміну від ТЕНів, то час виходу на стаціонарний режим для електродного котла буде сталим з плином часу і не збільшить кількості споживаної електроенергії. Відсутність утворення накипу на поверхні дозволить подовжити строк експлуатації обладнання та знизити кількість проведених технічних обслуговувань.

Висновки. Згідно проведених досліджень процесу пароутворення можна зробити висновок, що електродний спосіб пароутворення дозволить підвищити ефективність роботи теплового обладнання, широко застосувати його для інтенсифікації технологічних процесів, знизити енерговитрати при приготуванні страв та зменшити металоємність при виробництві стравоварильного обладнання. Планується використовувати електродний спосіб у вже існуючих на виробництві апаратах, а також у нових апаратах, що розробляються з метою інтенсифікації процесів виробництва кулінарної продукції.

Список літератури

1. Дуб В. В. Терешкін О. Г., Горелков Д. В. Інжиніринг у ресторанному господарстві: навч. посіб. Харків: ХДУХТ, 2017. 176 с.
2. Пат. 60669 Україна, МПК F22B 1/30, F22B 27/00, B02C 23/00. Електродний парогенератор / Дейниченко Г. В., Терешкін О. Г., Горелков Д. В., Балик О. В.; заявник та патентовласник ХДУХТ. № 201014434; заявл. 02.12.2010; опубл. 25.06.2011, Бюл. № 12.
3. Терешкін О. Г., Балик О. В. Енергозберігаючі технології в харчовій промисловості. Стратегия качества в промышленности и образовании: междунар. конф. Varna, Bulgaria, Proceedings volume I (P.1), International Scientific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus Special number Dnipropetrovsk, Varna, 2010. С. 37–39.
4. Комплексна державна програма енергозбереження України. Постанова Кабінету Міністрів України №148. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN41650>.
5. Ряшко Г., Крусір Г., Новічкова Т. Аналіз енергозберігаючих технологій в ресторанному господарстві. URL: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v80i2.324>.
6. Лебеденко Т. Е., Крусір Г. В., Шунько Г. С. Енергозберігаючі технології в ресторанному господарстві. Вісник ЛТЕУ. Економічні науки. 2020. Вип. 61. С.61–67.
7. Горун М. В., Федірко М. М. Енергоефективність як інструмент підвищення екологічної безпеки закладів рекреаційної інфраструктури. Економічний аналіз. 2018. Том 28. № 3. С. 9–14.
8. Семенов А. Перспективы развития традиционной и альтернативной энергетики. Электрик. 2017. № 6. С. 30–32.
9. Статистичний щорічник світової енергетики 2017. URL: <https://yearbook.enerdata.ru>.
10. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». URL: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npras/250250456>.

References

1. Dub, V. V., Tereshkin, O. H., Horielkov, D. V. (2017). Inzhynirynh u restorannomu hospodarstvi [Engineering in the restaurant industry]. Kharkiv, KhDUKhT. 176 p.
2. Deinychenko, H. V., Tereshkin, O. H., Horielkov, D. V., Balyk, O. V. (2011) Pat. 60669 Ukraine, MPK F22B 1/30, F22B 27/00, B02C 23/00. Elektrodnyi parohenerator [Electrode steam generator]; zaiavnyk ta patentovlasnyk KhDUKhT. № 201014434; zaiavl. 02.12.2010; opubl. 25.06.2011, Biul. № 12.
3. Tereshkin, O. H., Balyk, O. V. (2010) Enerhozberihaiuchi tekhnolohii v kharchovii promyslovosti [Energy saving technologies in the food industry]. Stratehiya kachestva v promyshlennosti y obrazovanny [Quality strategy in industry and education]: mezhdunar. konf. [Quality strategy in industry and education: international. conf]. Varna, Bulgaria, Proceedings volume I (P. 1), Inter-

national Scientific Journal Acta Universitatis Pontica Euxinus Special number Dnipropetrovsk, Varna. pp. 37–39.

4. Kompleksna derzhavna prohrama enerhozberezhennia Ukrainy (1997). [Comprehensive state energy saving program of Ukraine]. Available at: <https://ips.ligazakon.net/document/FIN41650>.

5. Riashko, H., Krusir, H., Novichkova, T. (2017). Analiz enerhozberihaiuchykh tekhnolohii v restorannomu hospodarstvi [Analysis of energy-saving technologies in the restaurant industry]. Available at: <https://doi.org/10.15673/swonaft.v80i2.324>.

6. Lebedenko, T. E., Krusir, H. V., Shunko, H. S. (2020). Enerhozberihaiuchi tekhnolohii v restorannomu hospodarstvi [Energy saving technologies in the restaurant industry]. Visnyk LTEU. Ekonomichni nauky [Visnik LTEI. Economical sciences]. vol. 61. pp. 61–67.

7. Horun, M. V., Fedirko, M. M. (2018) Enerhoefektyvnist yak instrument pidvyshchennia ekolohichnoi bezpeky zakladiv rekreatsiinoi infrastruktury [Energy efficiency as a tool to increase the environmental safety of recreational infrastructure]. Ekonomichniy analiz [Economic analysis]. Tom 28. № 3. pp. 9–14.

8. Semenov, A. (2017). Perspektyvy rozvytytia tradytsyonnoi y alternatyvnoy enerhetyky [Prospects for the development of traditional and alternative energy]. Elektryk [Electrician]. № 6. pp. 30–32.

9. Statystychnyi shchorichnyk svitovoi enerhetyky (2017). [Statistical Yearbook of World Energy]. Available at: <https://yearbook.enerdata.ru>.

10. Enerhetychna stratehiia Ukrainy na period do 2035 roku «Bezpeka, enerhoefektyvnist, konkurentospromozhnist» [Energy strategy of Ukraine for the period up to 2035 «Security, energy efficiency, competitiveness»]. Available at: <https://www.kmu.gov.ua/ua/npas/250250456>.

Objective. *The purpose and objectives of the article is to improve the process of vaporization in the apparatus of restaurants by developing innovative electrode heaters and steam generating units.*

Methods. *In the course of research experimental methods of researches with use of control and measuring devices, modern methods of mathematical statistics, standard methods of research of food raw materials were used.*

Results. *It is noted that the restaurant industry along with the hotel required and requires the introduction of innovative solutions in energy supply and application of energy saving systems for heating appliances, in particular: deep fryers, cooking boilers, combi ovens, dishwashers, food warmers, autoclaves. For restaurants, the issue of energy saving is one of the priority issues, because this factor, along with the cost of raw materials forms the cost of products, determines the competitiveness of the institution, the possibility of flexible re-equipment, modernization, improving service, improving working conditions, introducing innovative methods of cooking and culinary products. It is considered that in order to ensure the functioning of the electrode heating system, it is necessary to use a steam generation scheme, which would ensure the minimum output of boilers to the operating mode and the minimum cost of electricity to produce steam. The schematic diagram of a new steam generating unit as a heat generating device of heat appliances of a restaurant economy is offered. The rationality of the use of electrode heating in the apparatus of the restaurant industry is proved. Experimental tests of the design of the electrode steam generator were carried out, which showed that the obtained experimental data for the upgraded boiler KPE-60 in comparison with its similar data when using the TEN steam generator can reduce the time to steady state from 60 minutes. up to 30 minutes while the power of the device decreases from 15 kW to 12 kW, the number of heating elements decreases from 6pcs. up to 3 pcs., allows you to reduce the weight of the boiler by reducing the weight of the steam generator. Given the fact that no scale is formed on the surface of the electrodes, unlike heat exchangers, the time of entering the stationary mode for the electrode boiler will be constant over time and will not increase the amount of electricity consumed. Also, another practical result is to achieve the effect of the absence of scale on the surface, which will extend the life of the equipment and reduce electricity consumption.*

Key words: *electrode, steam generating device, electrode steam generator, electrolytic heating, digester kettle, energy saving.*