



Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

**Machinery
Energetics
Transport
of Agribusiness**



**ТЕХНІКА
ЕНЕРГЕТИКА
ТРАНСПОРТ АПК**



Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» / Редколегія: Калетнік Г.М. (головний редактор) та інші. – Вінниця, 2018. – 3 (102) – 116 с.

Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету (протокол 9 від 19.04.2019 р.)

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.

Журнал є друкованим засобом масової інформації, який внесено до переліку наукових фахових видань України з технічних наук (Додаток 12 до наказу Міністерства освіти і науки України 16.05.2016 № 515).

Головний редактор

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААНУ, Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

Матвійчук В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Анісімов В.Ф. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Іскович – Лотоцький Р.Д. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Огородніков В.А. – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет

Бурдо О.Г. – д.т.н., проф., академік АНТКУ, Одеська національна академія харчових технологій

Гулько І.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Бандура В.М. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Булгаков В.М. – д.т.н., проф., академік НААН, Національний університет біоресурсів і природокористування України

Солона О.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Іванов М.І. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Кондратюк Д.Г. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Любін М.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Пришляк В.М. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Серета Л.П. – к.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Веселовська Н.Р. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Гевко Р.Б. – д.т.н., проф., Тернопільський національний економічний університет

Зарубіжні члени редакційної колегії

Володимир Крочко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словаччина)

Януш Новак – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

Маріан Веселовські – д.т.н., проф., Люблінський природничий університет (м. Люблін, Польща)

Зденко Ткач – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словаччина)

Семенс Івановс – д.т.н., проф., Латвійський аграрний університет (м. Улброка, Латвія)

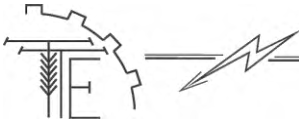
Людвікас Шпокас – д.т.н., проф., Університет Олександра Стулгинського (Литва)

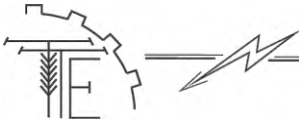
Марош Коренко – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словаччина)

Ян Франчак – д.т.н., проф., Словацький аграрний університет (м. Нітра, Словаччина)

Володимир Юрча – д.т.н., проф., Чеський університет сільського господарства (м. Прага, Чехія)

Гражина Езевська-Вітковська – д.т.н., проф., Люблінський аграрний університет (м. Люблін, Польща)

**ЗМІСТ****I. МАШИНОВИКОРИСТАННЯ У РОСЛИННИЦТВІ ТА ТВАРИННИЦТВІ***Бабин І.А.***ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТРОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИСТРОЮ ДЛЯ
ВИМІРЮВАННЯ ВАКУУММЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЛІНІЇ ПРОМИВКИ ДОЇЛЬНОЇ
УСТАНОВКИ.....5***Калетнік Г.М., Шаргородський С.А., Браніцький Ю.Ю.***РОЗРОБКА КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ ПРИЧІПНОГО КОМБАЙНА ДЛЯ ЗБИРАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВЕРБИ11***Руткевич В.С.***DEVELOPMENT OF MULCHERS BRANCH OF FRUIT TREES BETWEEN THE ROWS OF
AN INTENSIVE GARDEN22***Гулько І.В., Холодюк О.В., Кузьменко В.Ф.***ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА ПРИ
ЗАГОТІВЛІ КУКУРУДЗЯНОГО СИЛОСУ28***Шимко Л.С., Шатров Р.В., Опалко В.Г., Солтисюк В.І.***ОБГРУНТУВАННЯ ТА ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ
ЗЕРНОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА, ОБЛАДНАНОГО САМОСКІДНИМ
ЗЕРНОВИМ БУНКЕРОМ.....37****II. ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС МОБІЛЬНОЇ ТЕХНІКИ***Погорілий С.П.***ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РУХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО АГРЕГАТУ НА
БАЗІ АВТОМОБІЛЬНОГО ШАСІ46***Труханська О.О.***ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ РЕМОНТУ І ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ.....52****III. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ***Гулько І.В., Майборода Ю.В., Зозуляк І.А.***УНІВЕРСАЛЬНЕ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ ПАСТЕРИЗАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ
ВИРОБНИЦТВА ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ62****IV. МАШИНОБУДУВАННЯ ТА МАТЕРІАЛООБРОБКА***Гулько І.В., Кравець С.М., Служанюк М.О.***ГІДРАВЛІЧНІ ПРИВОДИ В СИСТЕМАХ ПОДРІБНЕННЯ ДЕРЕВИНИ.....70***Матвійчук В.А., Колісник М.А., Штуць А.А.***ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВНОГО СТАНУ МАТЕРІАЛУ ЗАГОТОВОК
ПРИ ПРЯМОМУ ВИТИСКУВАННІ МЕТОДОМ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ.....77***Островський А.Й.***ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД У ВИКОРИСТАННІ УНІВЕРСАЛЬНО-ЗБІРНИХ
ПРИСТОСУВАНЬ.....85****V. ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ТА АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ***Гулько І.В., Галуцак О.О., Бурлака С.А.***ВИЗНАЧЕННЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА ГЛОБАЛЬНІ ЗМІНИ КЛІМАТУ90**



VI. ТРАНСПОРТНІ ТА ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ

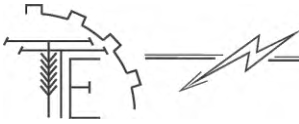
Стаднік М.І., Видмиш А.А.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПУСКУ СТРІЧКОВИХ КОНВЕЄРІВ.....98

VII. АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Козлов Л.Г., Коріненко М.П., Пилявець В.Г.

**ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ РЕГУЛЯТОРІВ НА СТІЙКІСТЬ ТА ДИНАМІЧНІ
ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАТРОННОЇ ГІДРОСИСТЕМИ.....105**

**III. ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ**

УДК 637.023

УНІВЕРСАЛЬНЕ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ ПАСТЕРИЗАЦІЙНЕ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЖИРОВИХ ПРОДУКТІВ

Гулько Ірина Василівна, к.т.н, доцент,
Віце-президент ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»
Майборода Юрій Васильович, к.т.н., заст. зав. відділом масло- та сироробства
Інститут продовольчих ресурсів НААН України
Зозуляк Ігор Анатолійович, к.т.н., ст. викладач
Вінницький національний аграрний університет,

I. Gunko, PhD, Associate Professor,
Vice-President of the All-Ukrainian Scientific and Training Consortium
Y. Mayboroda, PhD, Deputy of Head of Department
of oil and cheese production of the Institute of Food Resources of the
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
I. Zozulyak, PhD, Senior Lecturer
Vinnytsia National Agrarian University,

Проаналізовані недоліки відомого обладнання для пастеризації молока, в результаті чого встановлено, що пластинчасті теплообмінники, які широко застосовуються в переробній промисловості є непридатними для теплової обробки молочних продуктів в умовах високих температур, через утворення на їх теплообмінних поверхнях шару коагульованого білка, що призводить до зниження теплової продуктивності апарату і порушення технологічного режиму. В той же час, розбирання пакета пластин для очищення поверхні теплообміну обумовлює порушення безперервності процесу. У зв'язку із цим та використовуючи досвід відділу масло- та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН України ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум», була розроблена розбірна конструкція скребково-пластинчастого пастеризаційного апарату, що оптимально поєднує переваги пластинчастих і скребкових теплообмінників. Застосування скребків в кільцевому зазорі проходження продукту між паровими пластинами запобігає утворенню білкового пригару на робочій поверхні теплообмінної пластини. З метою економного використання теплових ресурсів на етапах нагрівання вершків перед пастеризацією використовується рекуперативне тепло пастеризованих вершків. Для цього ж високотемпературний пастеризатор оснащений пластинчастим теплообмінником-рекуператором, основним елементом якого обрана пластина сітково-потокового типу Р-0,26 виробництва «Альфа-лаваль».

Ключові слова: ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум», тепла обробка, пастеризація, масло, вершки, спрей, маслоутворювач.

Рис. 3. Табл. 1. Літ. 8.

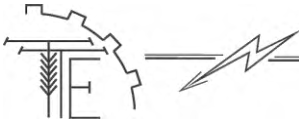
1. Постановка проблеми

Устаткування для теплової та вакуумної обробки вершків – є найважливішою частиною комплексних ліній для виробництва різних видів сметани, масла і спредів. Майже повсюдно для інактивації патогенних мікроорганізмів використовують теплову обробку з наступним швидким охолодженням продукту.

Процес пастеризації завжди вважався енергоємним з позиції використання різних видів енергії. В умовах енергетичного дефіциту актуальним питанням для промислових підприємств молокопереробної галузі стає питання економного використання енергії, зокрема теплової.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

Процес термообробки переслідує дві мети: знищення патогенних мікроорганізмів для отримання продукту безпечного для споживання і максимальне зниження загального бактеріального обміну молочних продуктів для підвищення їх стійкості при зберіганні. Проведені в цьому напрямі численні дослідження, а також досвід кращих виробників технологічного обладнання довели доцільність застосування підвищених температур пастеризації (105 – 115°C) як важливої умови



отримання високоякісного продукту [1, 2, 3]. При виборі температурних режимів було враховано вплив температурних і часових параметрів процесу пастеризації вершків, як на ефективність інактивації патогенних організмів, так і на фізичні, а також органолептичні властивості продуктів які з них виробляються. Більш низька, ніж у молока, теплопровідність вершків обумовлює необхідність застосування підвищених температур для досягнення необхідного бактерицидного ефекту. При цьому слід враховувати, що висока температура нагріву вершків (120 – 150°C) і тривала витримка викликають появу осаленого присмаку. Короткочасна ж пастеризація вершків в меншій мірі впливає на біохімічні зміни в продукті, ніж стерилізація з тривалою витримкою [3]. Найбільш бажаною з точки зору формування смакових відтінків для вершків 35% жирності є температура 105 – 110 °С [2]. Така теплова обробка також гарантує знищення патогенної мікрофлори і зводить до мінімуму наявність спорової інфекції.

3. Мета і задачі дослідження

Мета роботи – розробити параметричний ряд енергозберігаючих установок високотемпературної пастеризації вершків і жирових сумішей, яке б дало можливість запобігти утворенню пригару на теплообмінній поверхні та підвищити ефективність теплообміну.

Для досягнення поставленої мети потрібно розв'язати такі основні задачі:

- розглянути технологічну схему процесу пастеризації молока, вимоги та параметри, які потрібно забезпечити при його реалізації;
- з врахуванням переваг та недоліків відомого обладнання для пастеризації створити на його основі удосконалене більш ефективне обладнання аналогічного призначення;
- провести дослідження на базі відділу масло- та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН України *ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум»*,

4. Основні результати дослідження

Високотемпературна пастеризація в потоці при 108 °С одночасно з максимальним бактерицидним ефектом дозволяє домогтися забезпечення характерних для традиційних видів масла смаку і запаху.

Високотемпературну пастеризацію при виробництві масла виконують в два етапи - попередній нагрів вихідних вершків і їх подальша обробка в режимі високих температур.

На першому етапі з успіхом використовуються компактні пластинчасті теплообмінники, що забезпечують можливість рекуперації до 90% витраченої енергії. Тому з метою ефективного енергозбереження прийнято рішення включити до складу установки пластинчастий теплообмінник-рекуператор фірми «Анкор-теплоенерго» виконаний відповідно до вихідних вимог і з урахуванням можливості його універсального застосування в різних технологічних схемах переробки вершків.

Серед розглянутих варіантів пастеризації вершків у виробництві масла найбільш доцільним виявилось застосування трисекційного теплообмінника-рекуператора.

У першій секції (I теплообмінника) здійснюється попередній нагрів вихідних вершків охолоджуваним вторинним знежиреним молоком (при виробництві масла перетворенням) або охолоджуваними вершками (при виробництві сметани). При цьому знежирене молоко охолоджується до температури зберігання (7 – 10°C), а охолоджені вершки - до температури внесення закваски (28 – 31°C) при виробництві сметани. У другій секції здійснюється додатковий нагрів вершків 35% гарячою водою. У третій секції (III рекуперації) здійснюється рекуперація тепла від пастеризованих та дезодорованих (при необхідності) вершків, до вершків, які прямують на високотемпературну пастеризацію. Конструктивне рішення теплообмінника має забезпечувати можливість введення додаткових технологічних операцій (дезодорацію, гомогенізацію) на певних стадіях теплової обробки вершків в залежності від вироблюваного кінцевого продукту.

Другий етап процесу був вивчений більш глибоко. Актуальною проблемою в комплексах обладнання для високотемпературної обробки, що вимагає кардинального рішення, є створення ефективного високотемпературного пастеризатора.

Пластинчасті теплообмінники які широко застосовуються в переробній промисловості виявилися мало придатними для теплової обробки молочних продуктів в умовах високих температур. Утворення шару коагульованого білка на теплообмінній поверхні веде до зниження теплової продуктивності апарату і порушення технологічного режиму [4]. Необхідність розбирання пакета пластин для очищення поверхні теплообміну негативно впливає на безперервність процесу і на



обов'язкову вимогу надійної герметичності системи каналів. Відновлення режиму шляхом збільшення витрати робочого середовища і температурного напору економічно не вигідно, а часто і практично неможливо.

У вітчизняній промисловості для високотемпературної обробки вершків найчастіше використовуються трубчасті пастеризатори. Вони прості і надійні в роботі і забезпечують теплову обробку продукту при високих температурах. Однак трубчасті пастеризатори також мають ряд суттєвих недоліків. Необхідність ручної очистки від пригару - впливає на безперервність процесу, відсутність регенерації тепла - обумовлює значні витрати пара, відсутність турбулізуючих елементів - виключає можливість інтенсифікації процесу.

Високих температур пастеризації вершків можна досягти в циліндричних скребкових апаратах, що забезпечують високу турбулентність потоку і стабільну теплопередачу протягом всього процесу. Недоліком конструктивних особливостей таких апаратів є нерівномірність теплової обробки в загальному робочому обсязі, обмеження в розвитку поверхні теплообміну, низька питома теплопередача і великі енергетичні витрати на обертання масивного барабана.

В результаті аналізу технологічних і конструктивних чинників, що визначають процес теплової обробки вершків, було прийнято рішення розробити нову конструкцію моделі апарата для високотемпературних режимів обробки вершків.

Такою моделлю стала розбірна конструкція скребково-пластинчастого пастеризаційного апарату (рис.1), оптимально поєднуючи переваги пластинчастих і скребкових теплообмінників. При розробленні конструктивного рішення використовувався досвід, накопичений під час проектування пластинчастих скребкових маслоутворювачів.

Застосування скребків в кільцевому зазорі проходження продукту між паровими пластинами направлено на запобігання утворенню білкового пригару на робочій поверхні теплообмінної пластини. Основними перевагами такого пастеризатора є:

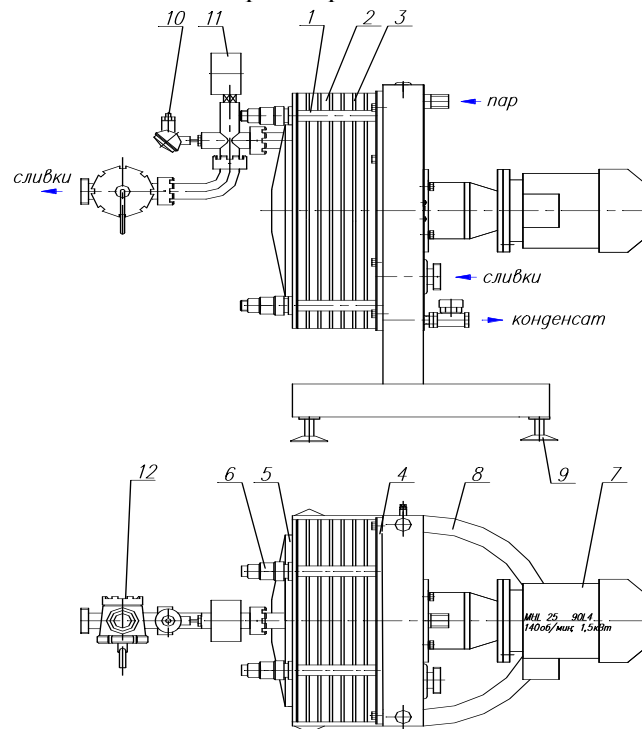
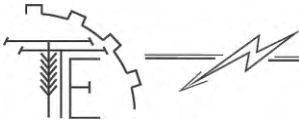


Рис. 1. Пластинчастий скребковий пастеризатор:

1 – штанга; 2 – пластина продуктова; 3 – пластина парова; 4 – плита опорна; 5 – плита натискна; 6 – гайка; 7 – мотор-редуктор; 8 – рама; 9 – опора; 10 – термометр; 11 – манометр; 12 – кран двоходовий

- обробка продукту в потоці;
- розвинена теплопередаюча поверхня;
- невеликі габарити і питома металоемність;
- мінімальна ймовірність утворення пригару;



- ефективна система миття та дезінфекції без розбирання пакета пластин.

Впровадження цих рішень в розробку нового пастеризатора забезпечує його найкращими умовами підтримки стабільної ефективності при високих температурах пастеризації з мінімальним часом витримки. Конструктивні особливості пастеризатора захищено патентом України № 19630 U [5]. Останнім часом в вдосконалених і модернізованих пастеризаторах вирішені проблемні питання пов'язані з довговічністю використання колекторних пристроїв.

Дуже часто вершки містять небажані речовини, які обумовлюють дефекти смаку і запаху. Вони мають низьку температуру кипіння і досить повно видаляються в процесі вакуумдезодорації. Тому введення дезодоратора до складу установки було враховано при проектуванні.

З огляду на існуючі проблеми застосування високотемпературних режимів, фахівцями інституту виконано науково-конструкторська робота, спрямована на інтенсифікацію пастеризаційних процесів і зниження їх енергоємності. Вирішальними факторами у виконанні цих завдань стала конструкція пастеризатора [5, 6] і його гідродинамічні характеристики, які повинні забезпечити мінімальні енергетичні витрати, стабільну та ефективну пастеризацію.

Дослідження гідродинамічних і теплообмінних процесів виконувалися на експериментальній моделі пастеризатора методом локального теплового моделювання, який здійснювався за умов гідродинамічної подібності модельного і реального процесів на базі відділу масло- та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН України ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». Геометрична подібність забезпечувалася реальними розмірами основних елементів експериментальної моделі скребкового пастеризатора. Дослідження теплообміну виконували відомим методом з безпосереднім вимірюванням температури теплообмінної стінки. Витрати енергії визначали одночасно з дослідженням теплообміну [7].

В результаті отримані закономірності інтенсивності тепловіддачі від швидкості руху робочих органів і витрат потужності на турбулізацію потоку у вигляді залежностей між тепловими (Nu), (Pr), енергетичним (Eu) і гідродинамічним (Re) критеріями.

За ступенем впливу рівня турбулізації і кількості скребків встановлені розрахункові рівняння для визначення коефіцієнта тепловіддачі і витрат потужності в ламінарній і турбулентній області.

Отримані критеріальні рівняння введені до методики розрахунку, які дозволяють науково обґрунтовано визначити конструктивні та енергетичні параметри скребково-пластинчастого пастеризатора. Технічне рішення апарату забезпечує високу ефективність тонкошарової обробки потоку, конструктивну простоту і компактність при розвиненій поверхні теплообміну, властивий пластинчастим теплообмінникам, в об'єднанні з високою турбулентністю потоку, запобіганням утворення пригару та здійсненні безрозбірного миття, властивий скребковим апаратам.

З метою економного використання теплових ресурсів перед пастеризацією вершків використовується рекуперативне тепло пастеризованих вершків. Для цього високотемпературний пастеризатор оснащений пластинчастим теплообмінником-рекуператором, основним елементом якого обрана пластина сітчато-потокового типу Р-0,26 виробництва «Альфа-лаваль».

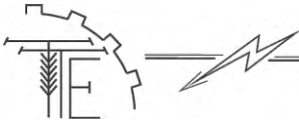
Пластина випускається в двох модифікаціях - з вертикальними і горизонтальними гофрами, - комбінації яких дають можливість регулювати рівень турбулентності і гідравлічні витрати в міжпластинних каналах. Для встановлення загального теплового та енергетичного навантаження рекуператора дослідним шляхом були встановлені теплові і гідравлічні характеристики пластин [8].

На підставі результатів науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт, аналізу літератури визначена технологічна схема ділянки теплової та вакуумної обробки вершків 35% жирності в процесі виробництва масла або сметани (рис. 2).

Установка для високотемпературної пастеризації, вакуумної дезодорації і охолодження вершків складається з бачка з поплавковим регулятором рівня вершків, пластинчастого рекуператора, пластинчастого скребкового високотемпературного пастеризатора, дезодоратора і трьох насосів - відцентрового, продуктового та вакуумного.

В результаті проведених конструкторських робіт у відділі масло- та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН України ННБК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» створено модельний ряд установок для комплектації ліній виробництва масла, сметани та інших молочно-жирових продуктів продуктивністю 1250, 2500 і 5000 кг/год. Блоковий варіант установки продуктивністю 2500 кг/год представлений на рис. 3.

Робота установки здійснюється відповідно до технологічної схеми пастеризації вершків у виробництві спрейдів, масла методом збивання, перетворення або виготовлення сметани.



Система керування забезпечує роботу установки в автоматичному режимі в якому здійснюються такі функції: керування електродвигунами насосів, скребкового пастеризатора і клапанами установки; автоматичне регулювання температури пастеризації і повернення недопастеризованих вершків. Також системою управління здійснюється ряд інформаційних функцій шляхом контролю, реєстрації, а також світлових і звукових сигналів. Прилади контролю і регулювання, світлова сигналізація і захист електродвигунів розміщені в пульті керування.

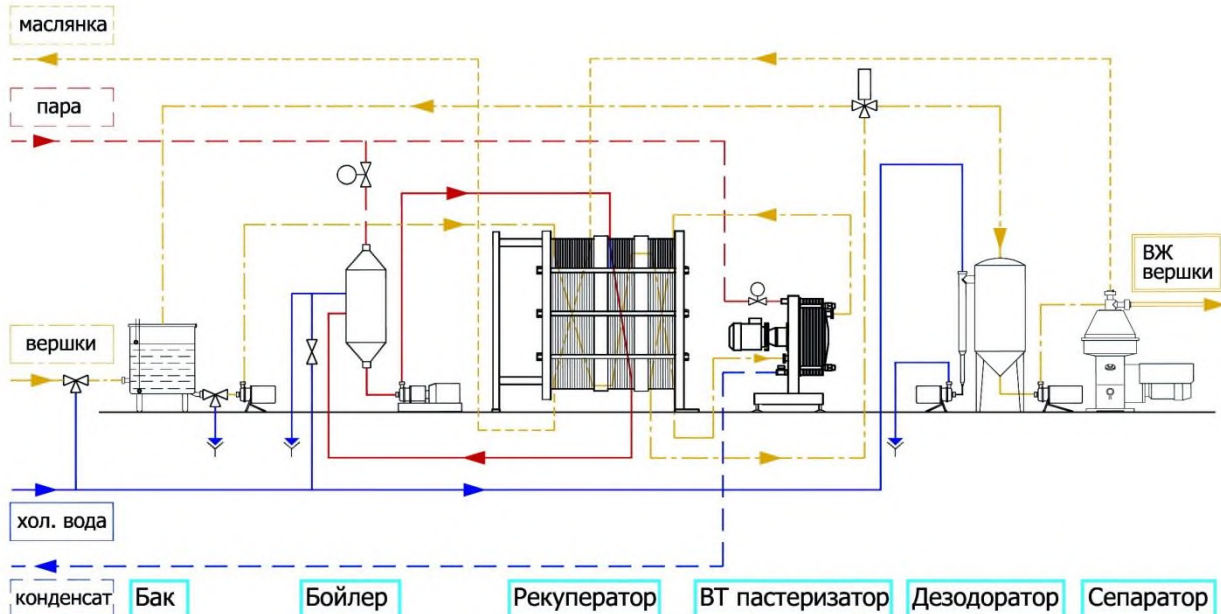


Рис. 2. Технологічна схема ділянки теплової та вакуумної обробки вершків 35% жирності в процесі виробництва масла або сметани



Рис. 3. Установка високотемпературної пастеризації вершків та жирових сумішей

Температура вершків протягом всього процесу пастеризації фіксується реєструючим приладом. У разі падіння температури пастеризації вершків нижче встановленої, спрацьовує клапан перемикання потоків, і недопастеризовані вершки повертаються в бак для повторної пастеризації.

Мийка установки здійснюється в автоматичному режимі. Устаткування виконано в блоковому варіанті і розміщується на одній рамі. Створення блоку з'єднаних між собою основних і допоміжних одиниць обладнання, які забезпечують узгодження окремих етапів технологічного процесу, значно спрощує монтаж, наладку і обслуговування обладнання, а також знижує витрати підприємств на цих етапах. Технічні характеристики установок представлені в таблиці 1.



Пастеризаційні установки продуктивністю 2500 і 5000 л/год, були апробовані і встановлені на ВАТ «Решетилівський маслозавод» та ПП "Креатив" в комплекті ліній виробництва молочно-жирових сумішей. Під час роботи установки забезпечили згідно з паспортними даними безперервну пастеризацію молочно-жирових сумішей при 105 – 108 °С охолодження їх до температури нормалізації перед процесом маслоутворення.

Таблиця 1

Технічні характеристики установок

№	Основні параметри	Я5-ОВП-1	Я5-ОВП-2	Я5- ОПС-5
1	Продуктивність, л/год.	1500	2500	5000
2	Початкова температура вершків, °С	4...6		40±1
3	Температура пастеризації, °С	108 ± 2		105±3
4	Тиск пари, МПа, не більше	0,25		
5	Температура вершків на виході, °С: - метод перетворення - метод скочування - у виробництві сметани	12 ± 2 75 ± 2 30 ± 2		50±2
6	Коефіцієнт рекуперації	0,65		
7	Потужність електродвигунів, кВт	3,0	5,5	6,5
8	Габаритні розміри, мм: довжина ширина висота		2300 1100 2100	
9	Площа установки, м ²	2,5		2,6
10	Маса, кг	1600	1800	1125

5. Висновки

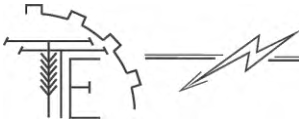
1. В лабораторії відділу масло- та сироробства Інституту продовольчих ресурсів НААН України ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» розроблено параметричний ряд енергозберігаючих установок високотемпературної пастеризації вершків і жирових сумішей. Технічне рішення обладнання направлено на запобігання утворенню пригару на теплообмінній поверхні, підвищення ефективності теплообміну і заощадження енергоресурсів.

2. Випробування обладнання в виробничих умовах показало, що в порівнянні з традиційними методами пастеризації в трубчастих апаратах установки забезпечують економію енергоресурсів більше, ніж в 3 рази. Так, під час експлуатації установки Я5-ОПС-5 продуктивністю 5000 л/год встановлено зменшення витрат електроенергії в 3,8, споживання пара – в 2,6 раз.

3. При кількості річних змін 250 і 8 годинному використанні обладнання на підприємстві, термін окупності обладнання становить біля 1,5 року.

Список використаних джерел

1. Вышемирский Ф. А. Факторы повышения качества сливочного масла / Ф. А. Вышемирский. – М.: ЦНИИИТЭИ, 1971. – 35 с.
2. Куций В. Обоснование оптимального режима стерилизации м'ясних паштетов / В. Куций, В. Янович, А. Гурич, Н. Любин // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture-2016. – Vol. 18. - №8. – С. 15 – 21.
3. Nevko R. V. Feasibility study of mixture transportation and stirring process in continuous-flow conveyors / R. V. Nevko, V. O. Yazlyuk, M. V. Liubin, O. A. Tokarchuk, O. M. Klendii, V. R. Pankiv // INMATEH – Agricultural Engineering, 2017. – Vol. 51. – No. 1. – С. 49 – 58.
4. Сви́дерский В. В. Кинетика образования отложений в пластинчатых пастеризаторах для молока / В. В. Сви́дерский, Н. И. Воробьева // Пищевая технология, 1973. - №6. – С. 23 – 28.
5. Патент 19630U Україна МПК F28D11/00 F28C3/00. Теплообмінний апарат / Г. А. Єресько, С. І. Єрошенко, С. І. Кимачинський; Заявл. 17.07.2006; Опубл. 15.12.2006, Бюл. №12.
6. Єресько Г. П. Тепловые и энергетические характеристики пластинчатого скребкового пастеризатора / Г. П. Єресько, С. І. Єрошенко // Молочная промышленность, 2010. - №8. – С. 32 – 34.
7. Єрошенко С. І. Конструктивні особливості скребкових пастеризаційних апаратів / С. І. Єрошенко, Ю. В. Майборода // Вісник аграрної науки, 2013. - №6. – С. 56 – 59.



8. Єрошенко С. І. Експериментальне дослідження інтенсифікованого конвективного теплообміну в каналах пластинчастого рекуператора / С. І. Єрошенко, Ю. В. Майборода // Вісник аграрної науки, 2011. - №5. – С. 32 – 34.

References

- [1] Vyshemirskiy, F. A. (1971). *Faktory povysheniya kachestva slivochnogo masla [Factors improving the quality of butter]*. Moscow : TSNIITEI [in Russian].
- [2] Kutsiy, V., Yanovich, V., Gurich, A., Lyubin, N. (2016) *Obosnovaniye optimal'nogo rezhima sterilizatsii m'yasnikh pashtetov [Justification of the optimal mode of sterilization of meat pies]*, 18, 8, 15 – 21, MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture-2016 [in Russian].
- [3] Hevko, R. B., Yazlyuk, B. O., Liubin, M. V., Tokarchuk, O. A., Klendii, O. M., Pankiv, V. R. (2017) Feasibility study of mixture transportation and stirring process in continuous-flow conveyors, 51, 1, 49 – 58, INMATEH – Agricultural Engineering.
- [4] Sviderskiy, V.V., Vorob'yeva, N.I. (1973). *Kinetika obrazovaniya otlozheniy v plastinchatykh pasterizatorakh dlya moloka [The kinetics of the formation of deposits in plate pasteurizers for milk]*, 6. Pishchevaya tekhnologiya – Food technology [in Russian].
- [5] Pat. 19630U Україна, МПК F28D11/00 F28C3/00 / Теплообмінний апарат [Heat exchanger] / Êres'ko G.A., Êroshenko S.Í., Kimachins'kiy S.Í.(Україна); zaiavnyk ta patentovlasnyk Vinnitskii natsionalnyi agrarnyi universitet; zayavl. 17.07.2006; opubl.15.12.2006, Byul. №12 [in Ukrainian].
- [6] Yeres'ko, G. Yeroshenko, S. (2010). *Teplovyye i energeticheskiye kharakteristiki plastinchatogo skrebkovogo pasterizatora [Thermal and energy characteristics of a plate scraper pasteurizer]*, 8, 32 – 34. Molochnaya promyshlennost' – Milk industry [in Russian].
- [7] Êroshenko, S.Í., Mayboroda, YU.V. (2013). *Konstruktivni osoblivosti skrebkovikh pasterizatsiynikh aparativ [Structural features of scraping pasteurization machines]*, 6, 56 – 59. Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agrarian Science [in Ukrainian].
- [8] Êroshenko, S.Í. Mayboroda, YU.V. (2011). *Yeksperimental'ne doslidzhennya íntensifikovanogo konvektivnogo teploobminu v kanalakh plastinchastogo rekuperatora [Experimental study of intensified convective heat exchange in channels of a plate recuperator]*, 5, 32 – 34. Visnik agrarnoi nauki – Bulletin of Agrarian Science [in Ukrainian].

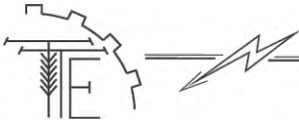
УНИВЕРСАЛЬНОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЕ ПАСТЕРИЗАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ

Проанализированы недостатки известного оборудования для пастеризации молока, в результате чего установлено, что пластинчатые теплообменники, которые широко применяются в перерабатывающей промышленности являются непригодными для тепловой обработки молочных продуктов в условиях высоких температур, через образование на их теплообменных поверхностях пласта коагулированного белка, который приводит к снижению тепловой производительности аппарата и нарушение технологического режима. В то же время, разборка пакета пластин для очистки поверхности теплообмена обуславливает нарушение непрерывности процесса. В связи с этим и используя опыт отдела масло и сыроделия Института продовольственных ресурсов НААН Украины ННБК «Всеукраинский научно-учебный консорциум», была разработана разборная конструкция скребково-пластинчатого пастеризационного аппарата, который оптимально объединяет преимущества пластинчатых и скребковых теплообменников. Применение скребков в кольцевом зазоре прохождения продукта между паровыми пластинами предотвращает образование белкового пригара на рабочей поверхности теплообменной пластины. С целью экономного использования тепловых ресурсов на этапах нагревания сливок перед пастеризацией используется рекуперативное тепло пастеризованных сливок. Для этого же высокотемпературный пастеризатор оснащен пластинчатым теплообменником-рекуператором, основным элементом которого выбрана пластина сетково-потокowego типа P-0,26 производства "Альфа-лаваль".

Ключевые слова: ННБК «Всеукраинский научно-учебный консорциум», тепловая обработка, пастеризация, масло, сливки, спрей, маслообразователь.

Рис. 3. Табл. 1. Лнт. 8.

UNIVERSAL ENERGY SAVING PASTEERING EQUIPMENT FOR MANUFACTURE OF LIQUID PRODUCTS



The disadvantages of the known milk pasteurization equipment have been analyzed, as a result of which it has been established that lamellar heat exchangers, which are widely used in the processing industry, are unsuitable for the heat treatment of dairy products in high temperatures, due to the formation of a coagulated protein layer on their heat exchange surfaces, which leads to a decrease in the thermal the productivity of the device and violation of the technological regime. At the same time, disassembly of the package of plates for cleaning the surface of the heat transfer causes the violation of the continuity of the process. In this regard, using the experience of the Department of Oil and Cheese Producing at the Institute of Food Resources of the National Academy of Sciences of Ukraine, the All-Ukrainian Scientific and Training Consortium, a diversified design of a scraper and plate pasteurization apparatus was developed that optimally combines the advantages of plate and scraping heat exchangers. The use of scrapers in the annular gap of the passage of the product between the steam plates prevents the formation of a protein bite on the working surface of the heat exchanger plate. For the purpose of economical use of heat resources during the heating stages of cream before pasteurization, the recuperative heat of pasteurized cream is used. For this purpose, the high-temperature pasteurizer is equipped with a plate heat exchanger-recuperator, the main element of which is a plate of grid-type flow type P-0.26 manufactured by Alfa-laval.

Key words: NNVK "All-Ukrainian scientific and educational consortium", heat treatment, pasteurization, oil, cream, spray, oil forming.

Fig. 3. Tab. 1. Lit. 8.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Гулько Ірина Василівна – кандидат технічних наук, доцент, віце-президент ННВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум» (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: iryagunko@vsau.vin.ua).

Майборода Юрій Васильович – кандидат технічних наук, заст. зав. відділом масло- та сироробства Інститута продовольчих ресурсів НААН України (вул. Сверстюка, 4а, м. Київ, 02660, Україна, email: mayyura@ipr.net.ua).

Зозуляк Ігор Анатолійович – кандидат технічних наук, ст. викладач кафедри «Процесів та обладнання переробних і харчових виробництв імені професора П.С.Берника» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, email: zozulak@vsau.vin.ua).

Гулько Ирина Васильевна – кандидат технических наук, доцент, вице-президент НУПК «Всеукраинский научно-учебный консорциум» (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: iryagunko@vsau.vin.ua).

Майборода Юрий Васильевич – кандидат технических наук, зам. зав. отделом масло- и сыроделия Института продовольственных ресурсов НААН Украины (ул. Сверстюка, 4а, г. Киев, 02660, Украина, email: mayyura@ipr.net.ua).

Зозуляк Игорь Анатоліевич – кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры «Процессов и оборудования перерабатывающих и пищевых производств имени профессора П.С.Берника» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная, 3, г. Винница, 21008, Украина, email: zozulak@vsau.vin.ua).

Gunko Iryna – PhD, Associate Professor, Vice-President of the Training, Research and Production Complex "All-Ukrainian Scientific-Training Consortium" (3 Solnechnaya St, Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: iryagunko@vsau.vin.ua).

Mayboroda Yuri Vasilievich – PhD, Deputy of Head of Department of Oil and Cheese Production of the Institute of Food Resources of the National Academy of Sciences Ukrain (4, Sverstiuka St., Kiev, 02660, Ukraine, email: mayyura@ipr.net.ua).

Zozulyak Igor Anatolievich – PhD, Senior Lecturer of the Department of Processes and Equipment for Processing and Food Productions Named After Prof. P.S. Bernik of the Vinnytsia National Agrarian University (3, Solnechnaya St., Vinnitsa, 21008, Ukraine, email: zozulak@vsau.vin.ua).