

Список літератури

1. Структурно-механічні характеристики харчових продуктів [Текст] : довідник / під ред. А. В. Горбатова. – М. : Легка та харчова промисловість, 1982. – 295 с.
2. Ребіндер, П. А. Фізико-хімічна механіка дисперсних структур [Текст] / П. А. Ребіндер // Фізико-хімічна механіка дисперсних структур. – М. : Наука, 1966. – С. 3–16.
3. Ребіндер, П. А. Конспект загального курсу колоїдної хімії [Текст] / П. А. Ребіндер. – М. : Изд-во МГУ, 1950. – 112 с.
4. Ребіндер, П. А. Фізико-хімічна механіка – нова галузь науки [Текст] / П. А. Ребіндер. – М. : Знание, 1958. – 64 с.
5. Измайлова, В. Н. Структуроутворення в білкових системах [Текст] / В. М. Измайлова, П. А. Ребіндер. – М. : Наука, 1974. – 260 с.
6. Ребіндер, П. А. Вибрані праці. Поверхневі явища в дисперсних системах. Фізико-хімічна механіка [Текст] / П. А. Ребіндер. – М. : Наука, 1979. – 378 с.
7. Реологія харчових мас [Текст] / К. П. Гуськов [та ін.]. – М. : Харчова пром-сть, 1970. – 208 с.
8. Маяк, В. І. Вплив розміру часток пастоподібного концентрату напою на ефективну в'язкість [Текст] / В. І. Маяк // Прогресивні ресурсозберігаючі технології та їх економічне обґрунтування у підприємствах харчування. Економічні проблеми торгівлі : зб. наук. праць. У 2-х ч. Ч.1.– Х. : ХДУХТ, 2004. – С. 293–296.

Отримано 30.10.2011. ХДУХТ, Харків.

© В.І. Маяк, В.М. Михайлов, Б.В. Ляшенко, О.В. Лихобаба, 2011.

УДК 664.8.047

М.І. Погожих, д-р техн. наук

А.О. Пак, канд. техн. наук

А.В. Пак, канд. техн. наук

М.В. Жеребкін

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ШВИДКОВІДНОВЛЮВАНИХ КАШ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПРИНЦИПІВ ЗТП-СУШІННЯ

На основі технологічної схеми виробництва варено-сушених круп і бобових розроблено технологію виробництва швидковідновлюваних каш. Розроблено установку для гідротермічної обробки круп із використанням принципів ЗТП-сушіння.

На основе технологической схемы производства варено-сушеных круп и бобовых разработана технология производства быстровосстанавливаемых каш. Разработана установка для гидротермической обработки круп с использованием принципов ЗТП-сушки.

The process flowsheet of production of quick-cooking kasha are developed based on process flowsheet of production of boiled and dried grains and fabaceous. Equipment for hydrothermal processing of grains with application of principles of mixed heat transfer drying was developed.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Останнім часом серед населення нашої країни все більшу популярність здобувають швидковідновлювані каші, які не потребують варіння. Існують каші з однієї крупи або з декількох відразу з додаванням фруктів, ягід, грибів, прянощів і ін.

У Харківському державному університеті харчування та торгівлі розроблено спосіб гідротермічної обробки круп [1] із використанням принципів сушіння змішаним теплопідводом (ЗТП-сушіння), де кінцевою продукцією є швидковідновлювані каші.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для отримання швидковідновлюваних каш розробленим способом використовуються особливості ЗТП-сушіння, а саме, можливість «запуску» або «зупинки» даного процесу у разі виконання або невиконання необхідних умов для зневоднення вологої сировини в спеціальному масообмінному модулі – функціональній ємності (ФЄ).

Спосіб гідротермічної обробки полягає у наступному. Вологу сировину протягують через ФЄ, виконану із паронепроникного матеріалу, з визначеною швидкістю. У першій частині ФЄ, в якій відсутні масообмінні зазори, проводиться проварювання крупи до готовності, у другій (з масообмінними зазорами) – сушіння. Оскільки друга частина ФЄ виконана таким чином, що площа масообмінних зазорів принаймні на порядок менше, ніж площа теплообмінних поверхонь, то зневоднення сировини проводиться згідно з умовами для ЗТП-сушіння [2].

Мета та завдання статті. Метою роботи є розробка технології та обладнання для виробництва швидковідновлюваних каш із використанням принципів ЗТП-сушіння.

Виклад основного матеріалу дослідження. Технологічну схему виробництва швидковідновлюваних каш із використанням принципів ЗТП-сушіння, наведену на рис. 1, побудовано на основі технологічної схеми виробництва варено-сушених круп і бобових.

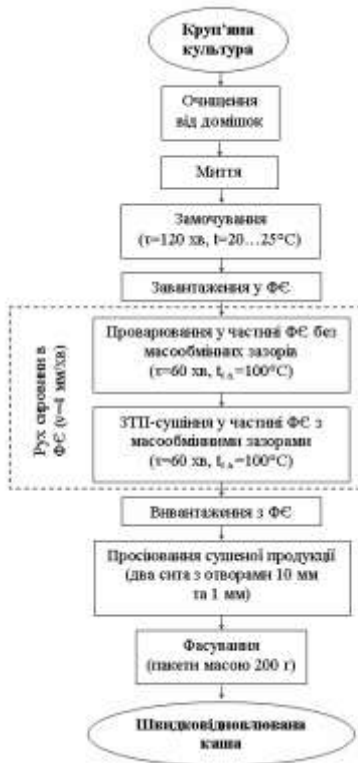


Рисунок 1 – Технологічна схема виробництва швидковідновлюваних каш із використанням принципів ЗТП-сушіння

Відрізняється розроблена схема відсутністю операції варіння гострою парою, плющення провареної сировини та операції досушування. Натомість у схемі присутня операція замочування. Проварювання та сушіння сировини проводиться у ФЄ з двох частин: з масообмінними зазорами та без них. Процес гідротермічної обробки з використанням ЗТП-сушіння за даного способу є безперервним.

Гідротермічна обробка круп'яних культур з використанням принципів ЗТП-сушіння включає наступні операції: очищення від домішок, миття, замочування, проварювання у ФЄ без масообмінних зазорів, сушіння у ФЄ з масообмінними зазорами, вивантаження сушеної продукції та фасування.

Очищення від домішок проводиться на зерновому сепараторі, оснащеному магнітними скобами для видалення металодомішок і набором сит різних розмірів залежно від виду сировини, що переробляється. Легкі домішки відокремлюють дворазовою продувкою повітрям під час надходження зерна в сепаратор і під час виходу з нього. На сепараторі залежно від виду крупи, що переробляється, установлюють сита із круглими або довгастими отворами.

Для остаточного очищення від забруднень крупу миють на крупомієчній машині, де видаляють з її поверхні бруд, мучель, пил, відокремлюють насіння дикоростучих рослин, лузгу, органічне сміття. Використовують звичайну питну (водопровідну) воду.

Далі крупу замочують у відкритих ємностях об'ємом 50...100 літрів. Як змочуючу рідину використовують питну воду. Рациональна тривалість замочування складає 120 хв за температури води 20...25 °С. Після визначеного терміну крупа надходить на вібраційне сито, де звільняється від поверхневої вологи.

Зволожену таким чином сировину засипають у завантажувальний бункер ФЄ, у першій її частині без масообмінних зазорів сировина проварюється до готовності, а в другій висушується до кінцевого вологовмісту. Процес протягування сировини крізь ФЄ забезпечується таким чином, щоб швидкість руху частинок крупи дорівнювала 4 мм/хв.

У процесі варіння й сушіння деякі види круп можуть грудкуватись. Щоб позбавити одержуваний продукт від грудок, які знижують якість сушеної харчової продукції, його піддають просіванню. Як просіювач використовують вібраційний пристрій, оснащений двома ситами: верхнім – з отворами діаметром 10 мм і нижнім (сходовим) – з отворами діаметром 1 мм. На верхньому ситі відбирають грудочки крупи, які потім дроблять і повертають на повторне просівання. Із нижнього сита сходять швидковідновлювана каша, звільнена від мучелі.

Отримані швидковідновлювані каші направляють у бункер рецептурно-змішувального відділення або фасують у полімерну упаковку масою 200 г.

За основу під час розробки обладнання для гідротермічної обробки круп'яних культур із використанням принципів ЗТП-сушіння обрано типову ЗТП-сушарку. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження дозволили отримати емпіричні співвідношення, необхідні для інженерного розрахунку конструкційних особливостей ЗТП-сушарки, яку використано під час гідротермічної обробки. Відмінністю установки є використання ФЄ для гідротермічної обробки, для якої орієнтація сушильної камери повинна бути горизонтальною.

Відповідно до вимог, які ставляться до обладнання, а саме: дешева виготовлення, простота й надійність в експлуатації, мінімальні енерговитрати на процес гідротермічної обробки – була обрана сушильна установка періодичної дії з електрокалорифером.

Спосіб підведення теплоти до поверхні ФЄ – конвективний, теплоносієм – повітря. Для зменшення енерговитрат у сушильній установці організовано рециркуляцію теплоносія із частковою конденсацією пари води на конденсаторі. Конденсатор омивається припливним повітрям, при цьому припливне повітря підігрівається в конденсаторі та потім надходить у сушильну камеру, де калорифери розігрівають його до заданої температури.

Відмінність установки від типових ЗТП-сушарок полягає в наступному. По-перше, сушильна камера має конструкційні особливості: орієнтація сушильної камери змінена з вертикальної на горизонтальну; у верхній та нижній стінках камери зроблено отвори – верхній за формою завантажувального бункера, а нижній – за формою поперечного перерізу ФЄ. По-друге, для вивантаження сушеної продукції через нижній отвір у ємність для готового продукту сушарку підняли на 500 мм над

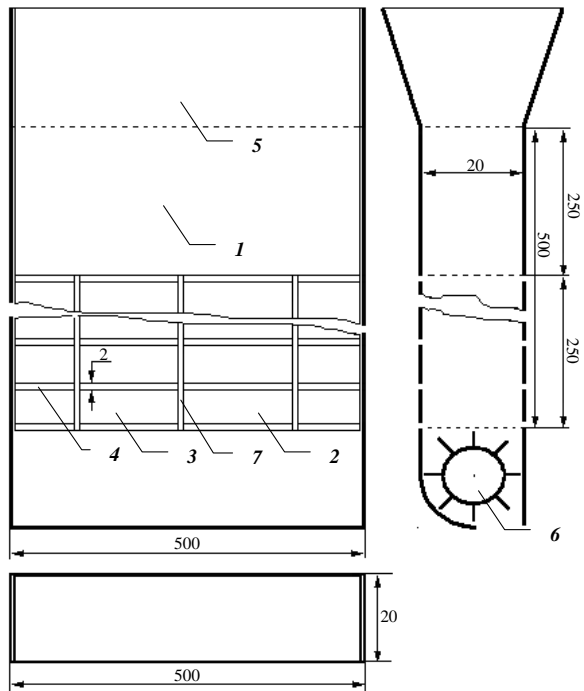


Рисунок 2 – Дослідна ФЄ для гідротермічної обробки круп'яних культур: 1 – частина ФЄ без масообмінних зазорів; 2 – частина ФЄ з масообмінними зазорами; 3 – теплообмінні поверхні; 4 – масообмінні зазори; 5 – завантажувальний бункер; 6 – вивантажувальний шнек; 7 – пластини твердості

підлогою за рахунок підніжок відповідної довжини. Усередині сушильної камери зроблені тримачі, які дають можливість використовувати типові паралелепіпедні ФЄ для ЗТП-сушіння за умови демонтажу ФЄ для гідротермічної обробки. Таким чином, розроблена ЗТП-сушарка є універсальною установкою, в якій можна проводити як гідротермічну обробку круп'яних культур, так і сушіння сировини, властивості якої задовольняють вимогам ЗТП-процесу.

Основний робочий елемент – ФЄ зображено на рис. 2.

Розміри поверхні ФЄ вибирали, виходячи з розмірів сушильної камери та міркувань зручності роботи, а товщину – з раціональних режимів сушіння. У таку ємність вміщається до 3 кг сировини. Сама ФЄ складається з двох основних частин: з масообмінними зазорами та без них.

Схему розробленої установки показано на рис. 3. Установка складається з електродвигуна 1, вентилятора 2, електрокалориферів 3, повітровода 4, сушильної камери 5, в якій розміщується ФЄ 6, пульта керування 7, пульта керування 8 – шибера; 9 – двигун шнека з редуктором

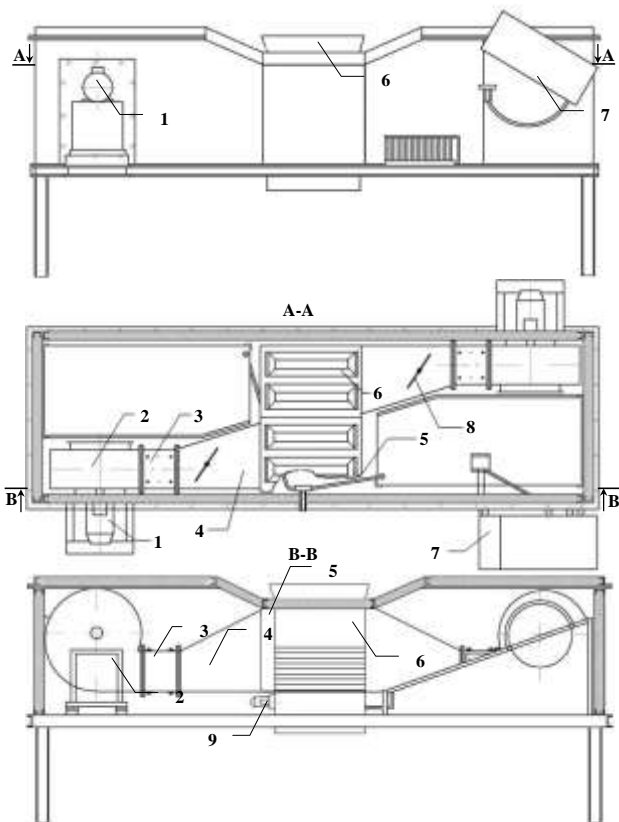


Рисунок 3 – Схема установки для гідротермічної обробки круп'яних культур із використанням принципів ЗТП-сушіння: 1 – електродвигун; 2 – вентилятор; 3 – електрокалорифери; 4 – повітровід; 5 – сушильна камера; 6 – ФЄ; 7 – пульт керування; 8 – шибера; 9 – двигун шнека з редуктором

7, шибера 8 та двигуна і шнека з редуктором для вивантаження готової продукції 9.

Принцип дії установки наступний. Повітря відцентровим вентилятором нагнітається в блок калориферів, де нагрівається до необхідної температури, й далі повітропроводом направляється в робочу камеру, де віддає теплоту і забирає вологу, що випарувалася. Потім виводиться у вільний об'єм установки. Проходячи біля конденсатора, частина вологи з повітря конденсується й стікає в конденсатовідвід. Для знімання надлишків теплоти з поверхні конденсації використовується повітря навколишнього середовища (виробничого приміщення), що проходить зі зворотного боку конденсатора. Забравши теплоту, що виділилася під час конденсації, зовнішнє повітря підігрівається та, змішавшись із пароповітряним середовищем, надходить на вхід вентилятора. Таким чином, контур руху сушильного агента замикається, а теплота, витрачена на сушіння, максимально утилізується. Для регулювання ступеня змішування свіжого повітря з робочим, на вході встановлено шибера, положення якого визначає кількість свіжого повітря. Надходження свіжого повітря забезпечується різницею тисків між атмосферним тиском і тиском у зоні всмоктування відцентрового вентилятора.

Сировина, попередньо замочена, засипається через завантажувальний бункер у ФЄ. У розробленій установці одночасно використовується 4 ФЄ для гідротермічної обробки. Між ФЄ є напрямні для потоку сушильного агента та вставки-турбулізатори. Рух сушильного агента вздовж поверхонь ФЄ, напрямні потоку і вставки-турбулізатори створюють необхідний гідродинамічний режим плинину сушильного агента всередині робочої камери.

Установка оснащена електронним пультом керування, що забезпечує контроль і автоматичну підтримку температури сушильного агента.

Розроблена установка для гідротермічної обробки круп'яних культур з використанням принципів ЗТП-сушіння маз продуктивність 6 кг/год та енерговитрати $19,7 \cdot 10^6$ Дж/кг по сушеній продукції.

Висновки. Розроблено технологію гідротермічної обробки круп'яних культур, спрощену за рахунок уникнення операцій проварювання, плющення та досушування, що досягається шляхом об'єднання процесів проварювання та сушіння в одному апараті безперервної дії, який працює з використанням принципів ЗТП-сушіння.

Розроблено ФЄ для гідротермічної обробки круп'яних культур з використанням принципів ЗТП-сушіння та конструкційні особливості типової ЗТП-сушарки для даної ФЄ.

Дослідження проведено в рамках держбюджетної науково-дослідної роботи № 06-11-13Б (0110U006618) «Наукові обґрунтування енергоефективних процесів харчової промисловості».

Список літератури

1. Пат. 48230 Україна, МПК А 23 L 3/00. Установа для гідротермічної обробки та сушіння крупи [Текст] / Черевко О. І., Погожих М. І., Цуркан М. М., Жеребкін М. В., Пак А. О. ; заявник та патентовласник ХДУХТ. – Опубл. 10.03.2010, Бюл. № 5. – 4 с.

2. Погожих, Н. И. Научные основы теории и техники пищевого сырья в массообменных модулях [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук / Погожих Н. И. – Х., 2002. – 331 с.

Отримано 30.10.2011. ХДУХТ, Харків.

© М.І. Погожих, А.О. Пак, А.В. Пак, М.В. Жеребкін, 2011.

УДК 621. 565.93/95

В.О. Потапов, д-р техн. наук

С.М. Мольський, здобувач

**ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ
КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ
ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ПРИНЦИПУ АКУМУЛЯЦІЇ ХОЛОДУ**

Розглянуто способи підвищення ефективності систем кондиціонування повітря в умовах змінного теплового навантаження за рахунок використання акумуляції холоду.

Рассмотрены способы повышения эффективности систем кондиционирования воздуха в условиях переменной тепловой нагрузки за счет использования аккумуляции холода.

The paper considers ways of improving air-conditioning systems in a variable thermal load due to the accumulation of cold.

Постановка проблеми у загальному вигляді. В умовах енергетичної кризи, яка триває останні роки, актуальною проблемою для України стає створення ефективного теплового та холодильного обладнання, впровадження ефективних технологічних схем перетворення та транспортування енергії. На сьогоднішній день Україна займає останнє місце у Європі з енергетичної ефективності економіки. Так наприклад, втрати при виробництві електрики з палива складають 68%. Європейський досвід показує, що приблизно 30% всіх споживачів паливно-енергетичних ресурсів можуть задовольнити приріст пот-