



საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტრო
 MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF GEORGIA
 МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГРУЗИИ



შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდი
 ბრანტი AR/201/10-150/12
 SHOTA RUSTAVELI NATIONAL SCIENCE FOUNDATION
 Grant AR/201/10-150/12
 НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОНД ШОТА РУСТАВЕЛИ
 ГРАНТ AR/201/10-150/12



აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
 AKAKI TSERETELI STATE UNIVERSITY
 ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ АКАКИЯ ЦЕРЕТЕЛИ

**საერთაშორისო სამეცნიერო-პრაქტიკული
 კონფერენცია**
**ფუნქციონალური დანიშნულების კვების
 პროდუქტების წარმოების ინოვაციური
 ტექნოლოგიები**

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL
 CONFERENCE**
**INNOVATIVE TECHNOLOGIES FOR PRODUCTION
 OF FUNCTIONAL FOODS**

**МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
 КОНФЕРЕНЦИЯ**
**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
 ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ
 ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

ქუთაისი – KUTAISI - КУТАИСИ
 აპრილი – APRIL - АПРЕЛЬ
 2015

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ТВЕРДЫХ СЫРОВ ПУТЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ АППАРАТА ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЯ БЕЛКОВОГО СГУСТКА

Бабанов И.Г, Житнецкий И.В, Бабанова Е.И.

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина.

Для исследования процесса интенсификации образования белкового сгустка нами проведено моделирование транспортировки сырья в сыроизготовителе с установленным перемешивающим шнеком; исследованы влияние изменения плотности белкового сгустка на процесс перемешивания и влияние изменения скорости шнекового механизма на процесс перемешивания.

Совершенствование технологического оборудования молочной промышленности способствует внедрению новых способов обработки молока, что позволяет более полно сохранять первоначальные качества молока и его составных частей.

Недостаточная эффективность внедрения новой техники связана с несовершенством конструктивных решений отдельных узлов машин и механизмов, что приводит к недостаточно высокому качеству продукции и влияет на надежность используемого технологического оборудования.

В настоящее время машины и аппараты периодического действия все больше вытесняются оборудованием непрерывного действия, что позволяет увеличить объемы производства и

значительно повысить его эффективность.

На сегодняшний день на предприятиях молочной промышленности широко используются разнообразные сыроизготовители периодического действия, в которых последовательно можно выполнять несколько технологических операций, а именно: сквашивание молока и образование белкового сгустка, перемешивание, прессование и разрезание его, а также отвод сыворотки.

Совершенствование аппарата для образования белкового сгустка целесообразно не только для уменьшения затрат ручного труда путем установки устройств для его транспортировки, но и для повышения механизации транспортировки, поскольку применение традиционных ванн для сквашивания сопровождается значительными затратами ручного труда. Кроме того, для установки транспортных устройств не требуются дополнительные производственные площади.

В процессе производства твердых сыров наибольшее значение имеет процесс сквашивания, во время которого происходят физико-химические изменения составных частей молока, которые вызывают коагуляцию белков и интенсификация процесса целесообразна путем усовершенствования аппарата для образования белкового сгустка.

Для интенсификации процесса образования белкового сгустка нами проведено моделирование транспортировки сырья в сыроизготовителе с установленным перемешивающим шнеком; исследованы влияние изменения плотности белкового сгустка на процесс перемешивания и влияние изменения скорости шнекового механизма на процесс перемешивания.

Сыроизготовитель состоит: из двух ванн емкостью по 2000 литров с прессующими ваннами, в которых сквашивается молоко с помощью привода устройства для отбора сыворотки, ножей для разрезания кисломолочного сгустка, двух самовсасывающих насосов для отвода сыворотки [1].

Усовершенствование сыроизготовителя заключается в установке шнековой мешалки, которая ускоряет процесс образования белкового сгустка и гидропривода прессующей ванны. В ванне для образования сгустка осуществляется сквашивание молока и разрезание сгустка. Прессующая ванна имеет перфорированную поверхность с надетой на нее фильтрующей основой для прессования сгустка. Привод устанавливается рядом с ваннами, которые работают независимо друг от друга.

Важнейшими параметрами обработки сгустка является величина давления на сгусток и скорость опускания прессующей ванны, которая является определяющей для скорости процесса [2].

Для исследования движения белкового сгустка с помощью шнековой мешалки использовался программный комплекс Flow Vision (предназначен для моделирования трехмерных потоков жидкости и газа и представляет результаты моделирования с помощью методов компьютерной графики), в который была импортирована геометрия расчетной области ванны.

Для выполнения этой задачи нами проведено моделирование транспортировки сырья по объему ванны, исследованы процессы, которые происходят во время перемешивания, а именно:

- исследование влияния изменения плотности белкового сгустка на процесс перемешивания;
- исследование влияния изменения скорости шнекового механизма на процесс перемешивания.

Использование различных моделей турбулентности и адаптивной расчетной сетки позволяет моделировать сложные движения жидкости, включая потоки с сильной закруткой, а также потоки со свободной поверхностью.

Нами определена величина скорости потоков сырья, а также установлено, что давление рабочей среды в ванне распределяется неравномерно. В начале процесса давление имеет большие значения, но чем ближе оно к шнеку показатели давления значительно уменьшаются.

Исследования проводились в производственных условиях в ваннах сыроизготовителя, каждая из которых имеет длину 2700 мм, скорость вращения шнека 1 м/с и перемешивание

белкового сгустка происходит при 100 Па·с.

Работает сыроизготовитель следующим образом. Предварительно подготовленное молоко (нормализованное по жирности, очищенное и пастеризованное) подвергают тепловой и механической обработке. Далее молоко поступает в ванны сыроизготовителя для заквашивания и сквашивания. После образования сгустка в ванне его разрезают на кубики специальными ножами. Выделившуюся сыворотку, в процессе разрезания, отводят из ванны отборником, представляющим собой перфорированный цилиндр с патрубком и фильтрующей тканью. После этого включают прессующую ванну, которая, опускаясь в ванну с сырным сгустком, прессует его. Сыворотка через перфорированные стенки и фильтрующий материал проникает в прессующую ванну. Далее сыворотку отводят через патрубок, гибкий шланг которого соединен с самовсасывающим насосом. После завершения прессования, прессующую ванну возвращают в исходное положение. Отпрессованный сыр через люк ванны для образования сгустка выгружают в приемный бункер транспортера для дальнейшей обработки.

Важнейшими параметрами обработки сгустка является величина давления на сгусток и скорость опускания прессующей ванны, что определяет скорость прессования. Прессующая ванная поднимается и опускается с помощью гидравлического привода. Его применение позволяет получать необходимые скорости на разных технологических этапах, создавать необходимое давление на сгусток и одновременно обеспечить работу двух рабочих ванн независимо от этапа технологического процесса.

Для расчета процесса была выбрана математическая модель «несжимаемая жидкость», которая предназначена для моделирования потока жидкости при больших (турбулентных) числах Рейнольдса и при малых изменениях плотности. В математическую модель входят уравнения Навье – Стокса, сохранения энергии и уравнения конвективно-диффузионного переноса концентрации молочной смеси.

На основе проведенных аналитических исследований технологического оборудования для производства твердых сыров, а именно сыроизготовителей непрерывного действия, предложенный модернизированный аппарат является наиболее усовершенствованным и применение его в технологических линиях производства сыров позволяет контролировать и регулировать процесс сквашивания и прессования сырного сгустка [3].

Преимуществом предложенного нами сыроизготовителя является применение в нем гидравлического привода индивидуально-насосного типа, что позволяет решить следующие задачи:

- получить необходимые скорости перемещения прессующей ванны (увеличивающиеся при опускании ванны до касания с кисломолочным сгустком, а при ее подъеме уменьшающиеся при прессовании кисломолочного сгустка);
- возможность изменять величину скорости;
- оптимизировать процесс образования белкового зерна;
- создать необходимое давление на кисломолочный сгусток и при необходимости изменять его значение;
- одновременно обслуживать две рабочих ванны независимо от хода технологического процесса;
- защищать систему от перегрузок в конце прессования, когда давление на продукт растет, а содержание влаги в нем уменьшается, и скорость перемещения ванны снижается.

Для интенсификации процесса образования белкового сгустка с модернизацией сыроизготовителя было проведено усовершенствование ванны для сквашивания сгустка с установкой шнековой мешалки, а также установки гидравлического привода индивидуально-насосного типа, который позволяет оптимизировать процесс сквашивания сгустка и увеличить его

насыщаемость белковым зерном.

Интенсификация процесса дает возможность улучшить показатели работы сыроизготовителя, в частности: повысить производительность технологической линии производства сыров, а следовательно и увеличить объемы производства.

Список использованной литературы:

1. Бредихин, С.А. Технология и техника переработки молока / С.А. Бредихин, Ю.В. Космодемьянский, В.Н. Юрин. – М. «Колос» 2003. – 400 с.
2. Машины, технологическое оборудование, приборы для предприятий молочной промышленности / А.И. Вдовин, К.Г. Саргсян, В.Л. Дуль и др. – Тернополь: Воля, 2006. – 480 с.
3. Бредихин, С.А. Техника и технология производства сливочного масла и сыра / С.А. Бредихин, В.Н. Юрин. - М.: Колосс, 2007. – 319 с.