

УДК 664.87.004.4.012.7

**Калашников Г.В., доктор технических наук, профессор, Черняев О.В.**  
Воронежский государственный университет инженерных технологий», Российская Федерация

### **ОСОБЕННОСТИ СУШКИ ТЕРМОЛАБИЛЬНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ ПЕРЕМЕННОМ ТЕПЛОПОВОДЕ**

Обеспечение государства плодоовощными изделиями высокого качества в современных условиях является стратегической задачей агропромышленного комплекса и способствует решению задач импортозамещения.

Одним из вариантов повышения эффективности хранения и переработки сельскохозяйственной продукции является использование физических методов, позволяющих при рациональных технологических режимах обработки сырья снизить технико-экономические затраты на производство сушеных изделий [1].

В качестве направления интенсификации тепло- и массообменных процессов переработки сельскохозяйственной продукции и пищевой технологии выбрано использование для сушки энергоносителей (СВЧ, перегретого пара) с переменным теплоподводом [2, 3].

При этом для сушки термолабильного растительного сырья используется импульсное воздействие теплоносителя, что открывает реальные перспективы в экономии топливно-энергетических ресурсов, а также интенсификации процессов вследствие обновления и достижения активной межфазовой поверхности частиц.

Данный подход требует решение важной задачи – обеспечение максимально полного использования энергopotенциала теплоносителя, рециркуляционных термодинамических схем и замкнутых циклов использования энергоносителей на основе сбалансированного распределения материальных и тепловых потоков в технологических системах.

Исследование процесса сушки плодоовощного и картофельного сырья производилось при атмосферном давлении с переменным теплоподводом теплоносителя и комбинированным гидродинамическим режимом слоя обрабатываемого дисперсного материала. В качестве объекта исследования использованы плоды (яблоки, груши), картофель и овощи (морковь, столовая свёкла)

Сушка термолабильного растительного сырья является сложным теплофизическим процессом. Высокое содержание редуцирующих сахаров в сушеных, например плодоовощных изделиях, делает продукт чувствительным к потемнению. При этом происходят глубокие физико-химические, биохимические и структурно-механические изменения сырья. Характер и глубина этих изменений зависит от состава и первоначальных свойств сырья, от способа сушки и типа используемого оборудования, а также от количества удаляемой влаги.

На основе выполненных экспериментальных и теоретических исследований разработаны безотходные ресурсосберегающие экологически безопасные технологии, конструкции сушилок и машинно-аппаратурные схемы линий комплексной переработки сырья АПК [3-5].

В результате исследований достигаются инновационные решения:

- получение сушеных фруктов и овощей быстрого приготовления на основе натурального сырья без добавок, красителей и жира;
- сокращение продолжительности сушки плодоовощного сырья и картофеля в 1,5...2,5 раза;
- снижение потери теплоты за счет замкнутого цикла использования теплоносителя;
- снижение удельных энергозатрат (эксергетический КПД составляет до 0,75);
- повышение производительности оборудования и качества сушеных изделий;
- исключение необходимости в дополнительных перегрузочных и транспортных стадиях.

#### Список использованной литературы

1. Антипов С.Т., Калашников Г.В., Остриков А.Н., Панфилов В.А. Оборудование для ведения тепломассообменных процессов пищевых технологий. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. 460 с.
2. Bunin E.S et al. Thermodynamic assessment of the phenomena of heat and mass transfer for energy-technological systems production of groats concentrates // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. 640(2). 022063
3. Kalashnikov G.V et al. Substantiation for variables technological modes convective and microwave drying of apples // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science/ 2022, Volume 1052, 012147

4. Калашников Г.В., Черняев О.В. Ленточная сушилка / Пат. № 2702940 РФ, F26B 17/04; заяв. № 2018142929; опубл. 14.10.2019

5. Калашников Г.В., Черняев О.В. Линия производства сушеной моркови / Пат. № 2651281 РФ, A23B 7/00, A23B 7/02; заяв. № 2017116459; опубл. 19.04.2018

УДК 631.171

Якубовская Е.С., Бородин А.И.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

## СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛИНИЕЙ ПРОИЗВОДСТВА КЕФИРА

Автоматизация молочного предприятия является важнейшим показателем уровня его технического развития. Обеспечивая технологические и экономические преимущества, которых невозможно достичь при традиционной организации производства, она является основой перспективного развития современной молочной индустрии. Однако внедрение полностью автоматизированных линий требует досконального изучения и анализа технологии производства продукции, разработки алгоритма управления и его реализации современными техническими средствами управления.

В состав технологического оборудования линии производства кефира входит гомогенизатор, сепаратор, пастеризационно-охлаждающая установка, танк сквашивания, центро-бежные насосы, уравнильный бак [1, с. 193]. Принцип работы линии заключается в сепарировании молока, гомогенизации, пастеризации, а затем сквашивании молока до получения требуемых параметров. Состав линии показан на рисунке 1.

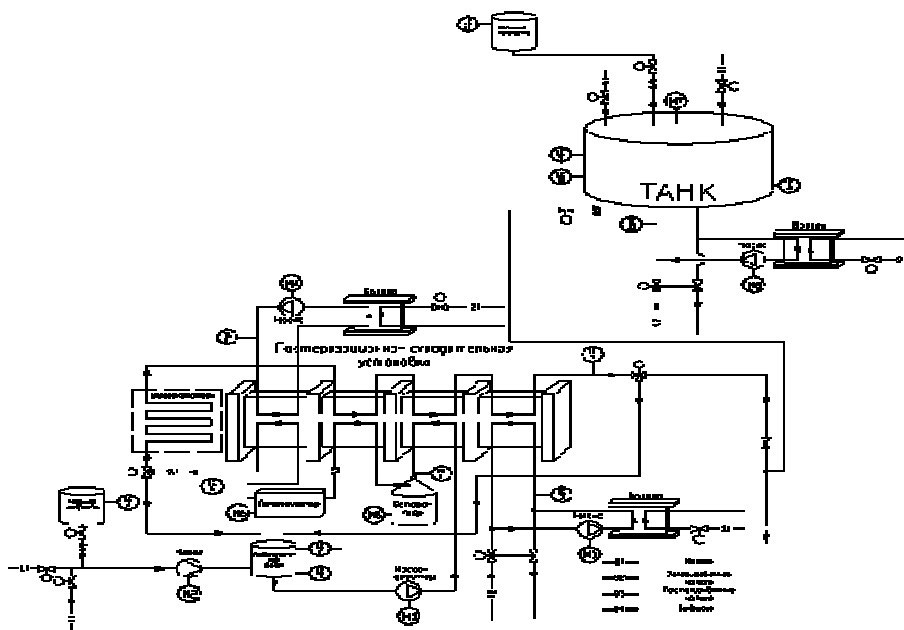


Рисунок 1. Технологическая линия производства кефира

Молоко из цеха нормализации перекачивается насосом к уравнильному баку, откуда поступает в пастеризационно-охлаждающую установку, подается на сепаратор. После очистки молоко проходит вторую стадию подогрева в пастеризаторе и попадает в гомогенизатор (здесь необходимо поддерживать давление с помощью насоса-дозатора). На выходе из пастеризатора проверяется качество пастеризации и молоко подается в выдерживатель или в случае непастеризации возвращается в уравнильный бак. Охлажденное молоко подается в танк, куда вносится закваска, и находится там до окончания процесса сквашивания.

Таким образом, процесс приготовления кефира является процессом весьма сложным, требующим контроля и поддержания основных технологических параметров: строгая дозировка молока и