

Особо стоит отметить дозирование молока, которое как и дозирование в других технологических процессах нуждается в высокоточной электронной измеряющей аппаратуре.

Для визуализации технологического процесса для оператора-технолога используют SCADA-системы. Стоит отметить, что использование SCADA-систем той же фирмы-изготовителя, что и фирмы-изготовителя промышленного контроллера, значительно повышает информативность графического интерфейса оператора-технолога, что связано со спецификой программного обеспечения для контроллеров. На рынке присутствует огромное количество таких SCADA-систем. Например Siemens - Simatic WinCC, Конграф – Контар АРМ и др.

Управление торговой деятельностью предприятия по производству молока предполагает использование программных продуктов специализированного или бухгалтерского учета (например, 1С – Молокозавод). Стоит отметить, что на основе таких платформ, как 1С, FinExpert, Oracle и т.д. можно успешно создавать программные продукты, имеющие отношение к внутрицеховому учету технологического сырья или регистрации параметров работы оборудования.

Не менее важной, однако, не такой простой, как кажется на первый взгляд, проблемой является человеческий фактор в управлении процессом. В этом случае причины падения качества выпускаемой продукции могут быть самыми разнообразными, например недостаточная квалификация оператора-технолога, нарушение им трудовой дисциплины или недостаточная осведомленность о работе САР слесарей КИПиА или другой службы, занимающейся эксплуатацией управляющей системы. Существует два пути решения этой проблемы – увеличение количества сменных операторов-технологов, а также технического персонала, либо создание (или покупка «под ключ») автоматических (т.е. полностью лишенных влияния человека) технологических линий или даже целых комплексов по производству пастеризованного молока. Аналоги таких автоматических заводов, где сотрудники предприятия практически не принимают участия в технологическом процессе, существуют за границей, а также в иностранных компаниях, которые располагают свои производственные мощности в Украине.

Несмотря на все указанные выше проблемы, связанные с управлением процессом пастеризации молока, этот рынок растет и развивается, а качество выпускаемой предприятиями нашего государства продукции, улучшается и, возможно, в скором времени автоматизированное производство молока уступит место автоматическому производству.

#### Литература:

1. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. «Пластинчатые спиральные теплообменники» - М. Машиностроение, 1973, 288 с
2. Брусиловский Л.П., Вайнберг А.Я. Автоматизация технологических процессов в молочной промышленности – М, 1978 г.
3. Бурдо О.Г., Калинин Л.Г. Прикладное моделирование процессов переноса в технологических системах: Учебник. – Одесса: Друк, 2008. – 348с.
4. Елизаров И.А., Мартемьянов Ю.Ф., Схиртладзе А.Г., Фролов С.В. «Технические средства автоматизации» «Машиностроение», 2004-180с.
5. Золотин Ю. П. и др. Оборудование предприятий молочной промышленности/Золотин Ю. П., Френклах М. Б., Лашутина Н. Г. – М.: Агропромиздат, 1985 – 270 с.
6. Соколов В.А. – Автоматизация технологических процессов пищевой промышленности. – М.: Агропромиздат, 1991.

УДК 663.813.02.036.3:635.64:005.591.6

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА СОКА ПУТЁМ МОДЕРНИЗАЦИИ КОНСТРУКЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АГРЕГАТОВ ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ (ПОУ)

Борщ А.А., Муратов В.Г.

Одесская национальная академия пищевых технологий, Одесса

*Почти все соки являются важным продуктом питания потому, что рядом со свежими фруктами и овощами обеспечивают человеческий организм набором всех физиологически активных веществ-витаминов, макро- и микроэлементов, необходимых для нормальной жизнедеятельности человека.*

*Многие пищевые продукты (молочные продукты, соки, овощные и мясные консервы, и др.) и полупродукты биохимических производств является идеальной питательной средой развития многих микроорганизмов, в том числе и для болезнетворных, способных вызывать инфекционные заболевания.*

*Пастеризация - один из приемов консервирования продуктов, научное обоснование которой дал Л. Пастер в 1860 г. Под пастеризацией понимают термическую обработку продуктов при температуре ниже 100 °С со следующим охлаждением до температуры 5... 9 °С.*

*При этом происходит не полное уничтожение спор болезнетворных микроорганизмов, а общее сокращение бактерий загрязняющих продукт, обеспечивая повышение его стойкости, что в свою очередь приводит к возможности более длительного хранения продукта, что экономически важно.*

*Так же можно отметить, что пастеризация не должна вредить качеству продукта.*

*Almost all juice is the important foodstuff because near to fresh fruit and vegetables provides a human body with a set of all substances-vitamins, macro-and the microcells necessary for normal ability to live of the person.*

*Many foodstuff (dairy products, juice, vegetable and a canned meat, etc.) and of biochemical manufactures is an ideal nutrient medium of development of many including for pathogenic, capable to cause infectious diseases.*

*Pasteurization - one of receptions of conservation of the products, which scientific substantiation were given by L.Pasteur in 1860 Under pasteurization understand thermal processing of products at more low 100 °C with following cooling to temperature 5... 9 °C.*

*Thus there is not an utter annihilation dispute of pathogenic microorganisms, and the general of bacteria polluting a product, providing increase of its firmness, that in turn leads to possibility of longer storage of a product that.*

*As it is possible to notice, that pasteurization should not harm to quality of a product.*

Требования пастеризации – это очищенный от посторонних примесей продукт, который, придерживаясь необходимых условий, равномерно нагревают до заданной  $t$ , выдерживают определённое время при ней, а затем охлаждают. Продукт из пастеризатора выводят как можно более охлаждённым. Процесс проводят в герметических условиях.

Теплообменную аппаратуру изготавливают из химически стойких материалов, которые имеют большую теплопроводность.

Конкуренентоспособность соков зависит от их качества и себестоимости. Существует несколько путей повышения конкурентоспособности за счет разработки и модернизации конструкций технологических агрегатов и технологий, а также повышение эффективности систем автоматического управления.

Внедрение последнего из них является наиболее эффективным.

Возможна примитивная модернизация, допустим замена отечественных пластин теплообменника на пластины фирмы FUNKE производства Германии. Эти пластины изготовлены из нержавеющей стали марки AISI 316 (06X17H13M2), с учётом требований по коррозионной стойкости, сроку эксплуатации, устойчивости к давлению и возможности очистки. Коэффициент теплопередачи в 3-4 раза больше чем в отечественных теплообменниках. Это позволяет уменьшить поверхность теплообмена и, как следствие, снизить вес и габаритные размеры аппарата и соответственно его стоимость.

Известный способ модернизации агрегатов это использование в качестве поверхностей нагрева так называемые роторные нагреватели. Данный нагреватель является вихревой гидродинамической машиной, обладающей свойствами насоса. Роторный нагреватель позволяет нагревать продукт на 7...9С. Основной нагрев осуществляется в секции рекуперации, поэтому работа роторного нагревателя корректна только в составе пастеризационно-охладительной установки, совместно с пластинчатым теплообменником. Мощность нагревателей и их количество определяет производительность установки.

При этом установки с роторным нагревателем имеют следующие преимущества:

В пастеризаторе с роторным нагревателем нагрев продукта происходит напрямую, без применения промежуточных теплоносителей, в связи с чем коэффициент преобразования электрической энергии в тепловую в 1,5...2 раза выше по сравнению с тэновыми нагревателями, что позволяет экономить как минимум 50% электроэнергии, потребляемой для пастеризации продуктов. Так, потребление электроэнергии на пастеризацию 1200 л/час составляет всего 7...8 кВт.

Наличие секции пастеризации в ПМР-02-ВТ с роторными нагревателями исключает возможность пригорания продукта и отложения камня, накипи.

В роторных нагревателях происходит частичная (на 16...20%) гомогенизация, улучшающая вкусовые качества продукта. Благодаря «объёмному» воздействию на продукты в роторном нагревателе созданы условия для полного подавления микрофлоры, что позволяет существенно увеличить сроки сохранения их качества.

Использование данных установок не требует оборудования для получения пара (наличие котельной или электротэнов).

Так же идут работы по созданию литого роторного нагревателя нового образца (из нержавеющей стали) для установок большей производительности. Данные нагреватели позволят совершить прорыв в области экономии потребляемой электроэнергии. Опытные образцы показали феноменальные результаты. Так для пастеризации продукта при 80°C, производительностью 3000 л/ч, потребуется всего 20...25кВт. Данная установка имеет возможность стерилизовать продукт (до температуры 120... 135°C) В настоящее время не существует аналогов таких экономичных установок[1].

Так же существует способ модернизации агрегата путём использования в качестве теплопередачи инфракрасный нагрев. Отличительной особенностью этих пастеризаторов является то, что они полностью автономны и независимы от внешних теплоносителей, за исключением электроэнергии.

Секция ИК нагрева, состоит из кварцевых труб и нагревательных элементов, выполненных из нихромовой проволоки. Кроме нихрома, в качестве нагревательного элемента, используется также войлочнографитовый шнур, что позволяет изготавливать нагреватели с узким спектром ИК излучения, ориентированным на

конкретный продукт. Возможно, также использование в качестве нагревателей ТЭНов из пищевой нержавеющей стали.

Применение данных пастеризаторов позволяет снизить температуру пастеризации и уменьшить время выдержки без снижения степени стерилизации продукта. Данный эффект достигается за счёт того, что нихромовая нить накаливания и войлочнографитовый шнур излучают короткие электромагнитные волны в инфракрасном (ИК) диапазоне (длина волны излучения нихрома от 400 нанометров до  $400 \times 10^3$  нанометров), а трубки, изготовленные из особого кварцевого стекла позволяют ему равномерно и без потерь проникать вглубь продукта. Вследствие этого, традиционный эффект теплового воздействия, при котором идет процесс пастеризации, усиливается дополнительно инфракрасным излучением, обеспечивающим полное обеззараживание продукта.

Более сильное бактерицидное действие ИК излучения по сравнению с традиционной тепловой обработкой объясняется тем, что при использовании ИК нагрева тепло к микроорганизмам подводится не только извне, но и генерируется внутри самих микроорганизмов, вызывая, кроме того, поляризацию их структуры. Под воздействием этих двух факторов (развитие «внутреннего тепла» и поляризации) микроорганизмы погибают гораздо быстрее. Процесс пастеризации в секции ИК нагрева проходит в течение 2-5 секунд при заданной температуре. При этом экстрактивные, фенольные и ароматические соединения и витамины разрушаются гораздо в меньшей степени.

При пастеризации соков сохраняется повышенное, по сравнению с обычными методами пастеризации, содержание экстрактивных, фенольных и ароматических соединений.

Кроме этого, наряду со значительным сокращением времени пастеризации, с очень короткими периодами нагревания и охлаждения, установки с ИК нагревом имеют и такие преимущества, как высокий КПД преобразования электрической энергии в тепловую, возможность полной автоматизации процесса, снижение трудовых затрат и расхода электроэнергии в среднем на 20-40%, улучшение санитарно-гигиенических условий труда.

Применение установок с ИК нагревом позволяет отказаться от энергоёмкого оборудования, потребляющего воду, пар, используемых в паровых пастеризационных установках.

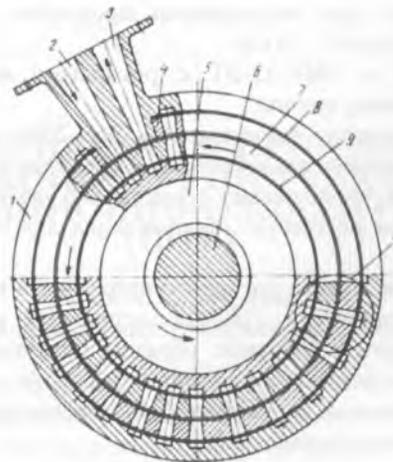
Процесс пастеризации в данных установках полностью автоматизирован, оператор только задает режимы, а пульт управления с помощью современных систем перераспределяет поток продукта, контролирует параметры и архивирует получаемые значения. Работоспособность и надежность систем управления гарантируется применением современной электроавтоматики[2].

Так вот идея заключается в объединении двух вышесказанных способах модернизации агрегатов, а именно в объединении роторного и ИК нагрева с целью получения ещё более высокого качества продукта и большей экономии энергии. Разработка и модернизация такой идеи потребует нахождения оптимума работы такой системы.

Достижения максимальной эффективности такого оборудования, можно будет достичь путем модернизации существующей системы автоматического регулирования, путем повышения ее динамической точности и возможно другими способами.

В теории понятно, что предлагаемый способ ещё более выгоден, но потребует больших растрат на её полную разработку, отсюда и встанет вопрос её рентабельности.

Для достижения реализации данной идеи необходимы определённые особенности конструкции ротора (рис. 1).



1 – польй корпус; 2 – патрубок для подвода нагреваемой жидкости; 3 – патрубок для отвода нагреваемой жидкости; 4 – кольцо статора с отверстиями; 5 – ротор насоса-теплогенератора; 6 – приводной вал; 7 – кольцо ротора с отверстиями; 8 – уплотнительная прокладка статора; 9 – уплотнительная прокладка ротора.

Рис. 1 – Изображен разрез роторного гидроударного насоса-теплогенератора

## Литература

1. [<http://www.pasterizator.ru/art2.htm>]
2. [<http://www.ecomash.ru/publication/22.html>]

УДК 658.512.011.56

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ДИСКРЕТНЫМ ХАРАКТЕРОМ ПРОИЗВОДСТВА

Водяницкая А. А., Гороховатская Н. В.  
научный руководитель к. т. н. проф. Кузьменко В. М.  
Харьковский национальный университет радиотехники, г. Харьков

*В работе рассматривается проблема автоматизации проектирования структур технологических процессов с дискретным характером производства. В работе разработан эвристический метод синтеза структуры на основе усеченного поиска в глубину. Предложенный метод решения проблемы реализован в виде алгоритма, на основе которого разработано автоматизированное средство проектирования.*

*In this work the problem of synthesis of industrial structure for processing of discrete material streams is considered. Statement of a problem of industrial structure design, and also the generalised algorithm of the decision of this problem is developed.*

Ключевые слова: технологический процесс, дискретный материальный поток, информационные технологии, математическая модель, структура, программное средство, программная документация, надежность.

**Введение.** Ни одно производственное предприятие не обходится без технологических процессов. Технологический процесс (ТП) может протекать, как в рамках одного отдела, так и в масштабах всего предприятия. Существует множество научных трудов, посвященных видам ТП, их обслуживанию, оптимизации, созданию требований, а также многих других. Тем не менее, разработка подходов к синтезу физической структуры ТП сегодня актуальна как никогда. Это объясняется автоматизацией производства в целом и технологических процессов в частности. Создание целых линий, состоящих из механических машин, предполагает детальное проектирование и синтез производственных структур на основе особенностей одного или группы технологических процессов.

Таким образом, задача проектирования структуры ТП состоит в изучении существующих технологий, оборудования и его производственных характеристик, получении непосредственно набора структур, позволяющих преобразовать некоторый материальный поток, который поступает на вход структуры, а также в анализе полученного набора структур. Этап анализа необходим для выбора из множества одной структуры, удовлетворяющей требованиям данного ТП. Особенности технологического процесса можно учитывать с помощью ограничений, четко сформулированных и представленных в математической форме. Также необходимо выделить основные критерии анализа структур, то есть необходимо заранее определить параметры выбора наиболее подходящей структуры. Чтобы формализовать постановку задачи, предлагается выделить целевую функцию, с заданными критериями оптимизации, а входные параметры ТП и его ограничения записать с помощью множеств.

Целевая функция имеет вид:

$$C = \min ( Z, T_{\text{обр}} ) \quad (1)$$

Параметрами целевой функции являются:  $Z$  – общие материальные затраты на создание и обслуживание ТП;  $T_{\text{обр}}$  – суммарное время, затрачиваемое на обработку потока заданного объема.

Входные данные: входящий материальный поток  $V$ ; множество оборудования различных видов  $\{R^*\}$ ; набор технологий, то есть множество технологических операций  $i$  ( $i = \overline{1, n}$ ) и связей между видами оборудования на разных операциях  $\{Tx^*\}$ ; производительность оборудования  $\{U^*\}$ ; начальная стоимость оборудования  $\{Zn\}$ ; эксплуатационная стоимость  $\{Ze\}$ .

Ограничения: на заданный состав оборудования  $R \leq R^*$ ; на заданный набор технологий  $Tx \leq Tx^*$ ; на производительность оборудования  $U \leq U^*$ ; на площадь производственного участка  $S \leq S^*$ .