

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

VI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ

**«ІННОВАЦІЙНІ
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**



ОДЕСА
2017

Публікуються доповіді, представлені на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інноваційні енерготехнології» (4 – 8 вересня 2017 р.) і присвячені актуальним проблемам підвищення енергоефективності в сфері АПК, харчових та хімічних виробництвах, розробки та впровадження ресурсо-та енергоефективних технологій та обладнання, альтернативних джерел енергії.

Редакційна колегія:

доктор техн. наук, професор

О.Г. Бурдо

Ю.О. Левтринська

Е.Ю. Ананійчук

О.В. Катасонов

МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

- Єгоров**
Богдан Вікторович - голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор
- Бурдо**
Олег Григорович - вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор
- Атаманюк**
Володимир Михайлович – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор
- Васильєв**
Леонард Леонідович – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н, професор
- Гавва**
Олександр Миколайович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Гумницький**
Ярослав Михайлович – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор
- Долинський**
Анатолій Андрійович –Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАНУ
- Зав’ялов**
Владимир Леонідович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Керш**
Владимир Яковлевич – Одеська державна академія будівництва та архітектури, д.т.н., професор
- Колтун**
Павло Семенович – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr.
- Корнієнко**
Ярослав Микитович – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Малежик**
Іван Федорович – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор
- Михайлов**
Валерій Михайлович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н, професор
- Паламарчук**
Ігор Павлович – Вінницький національний аграрний університет, д.т.н., професор
- Снежкін**
Юрій Федорович –Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., член-кор. НАНУ
- Сорока**
Петро Гнатович – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор
- Тасімов**
Юрій Миколайович – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України
- Товажнянський**
Леонід Леонідович – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Ткаченко**
Станіслав Йосифович – Вінницький національний технічний університет, г. Вінниця, д.т.н., професор
- Ульєв**
Леонід Михайлович – Національний технічний університет Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор
- Черевко**
Олександр Іванович – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н, професор
- Шит**
Михайл Львович – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с.

1. Янаков В.П. Обоснование параметров и режимов работы тестомесильной машины периодического действия: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.18.12. – "Процессы и оборудование пищевых, микробиологических и фармацевтических производств" / В.П. Янаков. – Донецк.: Мин-во образ. и науки Украины, Донецкий нац. ун-т экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, 2011. – 20 с.
2. Смесительные машины в хлебопекарной и кондитерской промышленности / [А.Т. Лисовенко, И.Н. Литовченко, И.В. Зирнис и др.]; под ред. А.Т. Лисовенко – К.: Урожай. – 1990. – 192 с.
3. Плановский А.Н. Процессы и аппараты химической технологии / А.Н. Плановский, В.М. Рамм, С.З. Каган – М.: Гос. научн. –техн. изд-во хим. Лит-ры. – М.: – 1962. – 848 с.
4. Зайцев Н.В. Технологическое оборудование хлебозаводов / Н.В. Зайцев — М.: — Пищ. пром-сть. – 1967. – 250 с.
5. Стабников В.Н. Процессы и аппараты пищевых производств / В.Н. Стабников, В.И. Баранцев. – М.: Лёг. и пищ. пром-сть. – 1983. – 328 с.
6. Кавецкий Г.Д. Процессы и аппараты пищевых производств / Г.Д. Кавецкий, Королев А.В. – М.: Агропромиздат. – 1991. – 432 с.
7. Липатов Н.Н. Процессы и аппараты пищевых производств / Н.Н. Липатов - М.: Экономика. – 1987. – 272 с.

УДК 664.863(083.74)(476)

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Давар Ростами Пур, фирма «D.R.P.», Teheran, Iran
Войтенко А.К. , Светличный П.И., Мордынский В.П.
Одеська національна академія харчових технологій

PRINCIPLES FOR FORMING THE OPTIMAL STRUCTURE OF ENERGY EFFICIENT MATERIALS

Davar Rostami Pur, firma "D.R.P.", Teheran, Iran
Voitenko A.K. , Svetlichny P.I., Mordynsky V.P.
Odessa national academy of food technologies

Аннотация. Рассмотрены мировые тенденции на рынке соков. Анализируются перспективы гранатового сока в Украине. Сравниваются современные технологии концентрирования соков. Показаны преимущества низкотемпературных методов концентрирования. Обоснованы перспективы технологий блочного вымораживания для получения концентрированного гранатового сока.

Abstract. The world trends in the juice market are considered. The prospects of pomegranate juice in Ukraine are analyzed. Contemporary technologies of juicing are compared. The advantages of low-temperature methods of concentration are shown. The prospects of block freezing technologies for obtaining concentrated pomegranate juice are grounded.

Ключевые слова: гранатовый сок, концентрирование сока, низкотемпературные методы концентрирования, технологии блочного вымораживания.

Key words: pomegranate juice, juice concentration, low-temperature methods of concentration, technologies of block freezing.

Введение.

Рынок соков - один из самых динамичных в мире. По данным [1] только в Германии за последние 50 лет годовой объем потребления сока на душу населения вырос в 40 раз: с 1,9 литра до 44,3 литра. В среднем житель Европы, Северной Америки или Японии выпивает в год 30-40 литров. Потребление увеличивается ежегодно на 10-12 процентов. Меньше прочих жителей развитых стран соки пьют англичане - 19 литров и финны - 18.

В общем, сок является популярным напитком в Украине [2, 3]. На украинском рынке представлен широкий ассортимент соков и соковой продукции различных брендов и торговых марок. К соковой продукции, кроме соков, относят также нектары, морсы и сокосодержащие напитки [4, 5]. По данным [3] почти 40% украинцев покупают сок несколько раз в неделю, а 25% - несколько раз в месяц. Ежедневно сок покупают более 20%, а 8% - только по праздникам, и около 3% вообще не пьют соки.

Чаще всего покупают сок в упаковке объемом 1л (53,2%), а интерес к упаковкам 2л и 1,5л проявляют 15,5 и 14,2%, соответственно. Наиболее популярными вкусами сока являются апельсиновый, яблочный, вишневый и мультивитамин. Больше всего покупают сок в картонной упаковке, меньше всего - в пластиковой бутылке. На выбор сока в большей степени влияет его вкус (36,3%), далее - качество продукции (30%), цена (11,5%), торговая марка или бренд (11,5%), производитель (8%) и привлекательность упаковки (2,7%) [3].

2. Обзор литературных источников и формулировка проблемы

Сокам посвящена обширная научно-техническая литература. Подробно для большого количества соков рассмотрены вопросы их физических и химических свойств, технологии производства, медицинские и лечебно-профилактические аспекты [4].

В производстве цитрусовых концентрированных соков, прежде всего апельсинового, доминируют Бразилия и США [1]. Подавляющая часть апельсинов выращивается в бразильском штате Сан-Паулу и во Флориде. Урожай апельсинов в Бразилии оценивается в 12 млн.т. Примерно 8 млн. т. направляется на переработку, из которых получают 800 тыс.т. апельсинового сока концентрацией 66 (по Бриксу). В некоторые годы выпуск сока в стране превышал 1 млн.т.

Важное место на мировом рынке соков занимает другой вид цитрусового сока - грейпфрутовый. Однако в его производстве и экспорте доминирует одна страна - США. На долю этой страны приходится 2/3 мирового выпуска данной продукции [1]. Категорию цитрусовых концентратов дополняют лимонный сок. Мировой сбор лимонов достигает 10 млн.т.

На рынке яблочного сока ведущую роль играет Китай. На долю этой страны приходится почти половина мирового производства яблок, которое возросло до 50 млн.т. Китай - крупнейший экспортер концентрата яблочного сока; его удельный вес в мировом экспорте этого продукта приближается к 13%.

Из европейских стран лишь Германия смогла увеличить сбор яблок - до 2,5 млн. В Польше сбор яблок сократился с 1,1 млн.т. до 600 тыс.т. Прогнозируется увеличение выпуска грушевого сока. Объем переработки груш повысится до 1,57 млн. т с 1,49 млн. При этом для промышленных целей в Китае будет использовано 410 тыс. т груш, в США - 360 тыс., в Аргентине - 206 тыс.

В Западной Европе в последнее время наблюдается повышение спроса на виноградный сок. Главными его поставщиками здесь выступают Италия и Испания. Как правило, они удовлетворяют подавляющую часть потребностей ЕС в концентрате этого сока. Вырос спрос на вишневый сок.

Ананасовый сок - основной в группе так называемых тропических соков. Главным его экспортером выступает Таиланд. Его доля в мировом экспорте определяется в 50 - 55%. Крупным поставщиком этого сока являются также Филиппины, Кения и Индонезия. «Тропические соки» на мировом рынке представлены также концентрированным и неконцентрированным соком манго, который пользуется все большим спросом. Монополию на рынке указанного сока удерживает Индия, несмотря на появление ряда новых поставщиков этого продукта.

В настоящее время все больший интерес у покупателей вызывает гранатовый сок [6 - 8]. Отмечается, что антиоксидантный потенциал гранатового сока выше, чем красного вина и зеленого чая, и индуцируется через эллаготанины и гидролизованные танины [7], а также посредством того, что активные аномерные эллаготанины отвечают за более чем 50 % антиоксидантного потенциала сока [8].

Самые важные факторы, от которых зависит стабильность антоцианов - ферменты, температура, кислород, pH, ионы металлов, аскорбиновая кислота, свет и т. д. [9 - 16].

Лучшие производители извлечение сока проводят в щадящем режиме на пневматических мембранных прессах (путем мягкого давления на зерна) вместо шнековых (извлечение сока перетиранием зерен),

распространенных на других предприятиях. Благодаря применению замкнутой технологической схеме с минимальным контактом с воздухом исключено течение окислительных процессов. На продукт оказывается щадящее тепловое воздействие с применением пастеризаторов (до 100 °С).

После пастеризации свежесжатый сок хранится в асептических емкостях из нержавеющей стали по 50 куб.м. (на 5 000 тонн единовременного хранения). Популярны технологии применения для хранения сока в обычных емкостях различных консервантов. Важным вопросом современных технологий производства концентратов является расход энергетических ресурсов [17]. Неоспоримым фактом является то, что лучшее качество концентрата гранатового сока может быть достигнуто в технологиях криоконцентрирования. Процессы низкотемпературного разделения растворов обеспечивают высокое качество готового продукта, этот фактор особенно ценен для пищевых технологий, цель которых максимально сохранить весь комплекс природных полезных компонентов сырья.

Однако научные основы технологий криоконцентрирования гранатового сока практически отсутствуют, слабо развиваются исследования моделирования процессов концентрирования вымораживанием.

Научные представления о процессах низкотемпературного разделения растворов за последнее десятилетие практически не изменились. Развитие фундаментальных моделей работ [18, 19] в научно-технической литературе не обнаружено. Усилия исследователей сосредоточены на балансовых и тепловых моделях.

Вопросы кинетики образования льда рассмотрены в работе [20] с позиций исключительно тепловой модели. Авторы [20] оперируют понятием «емкостной» криоконцентратор. По сути, рассмотренный принцип ничем не отличается от технологии «блочного вымораживания», приоритет на который получен в ОНАХТ еще в 1992г. [18]. Объектами исследований в работе [20] были молоко и молочная сыворотка.

В работе были исследованы процессы разделительного вымораживания обезжиренного молока. Лабораторный емкостный криоконцентратор позволяет производить одновременно разделительное вымораживание обезжиренного молока в одном цилиндре и плавление вымороженной фракции в другом. Плавление водной фракции в одном цилиндре осуществляется за счет теплоты, отводимой от намораживаемого льда в другом цилиндре. Температура теплообменной поверхности емкости, в которой происходит разделительное вымораживание, поддерживается стабильной в диапазоне от минус 2 до минус 8 °С с точностью $\pm 0,2$ °С. Лед на теплообменной поверхности емкостного криоконцентратора намерзает в виде полого цилиндра, толщина стенки которого зависит от температуры теплообменной поверхности и продолжительности процесса разделительного вымораживания. На основании классических уравнений тепломассопереноса была разработана математическая модель кристаллизации водной фракции обезжиренного молока на цилиндрической поверхности емкостного криоконцентратора. Исходными данными для нахождения зависимости толщины слоя вымороженного на цилиндрической поверхности льда от продолжительности процесса являются: температура поверхности криоконцентратора и криоскопическая температура концентрируемого продукта, а также геометрические параметры криоконцентратора. Полученные расчетные зависимости были сопоставлены с экспериментальными данными. Установлено соответствие расчетной модели разделительного вымораживания обезжиренного молока на цилиндрической поверхности реальному процессу разделительного вымораживания

Задавшись реальными геометрическими параметрами криоконцентратора, а также температурой теплообменной поверхности $t = -4$ °С и криоскопической температурой $t = -0,55$ °С, был произведен расчет процесса намораживания льда в течение 3 ч на цилиндрической поверхности при различных величинах единичного интервала времени Δt (1с, 10с, 60с).

Установлено, что для расчета толщины слоя льда в зависимости от времени разделительного вымораживания достаточно использовать единичный временной интервал $\Delta t = 10$ с и усреднение теплового потока в начале и в конце временного интервала. Недостатком полученной модели является то, что принимались фиксированными плотность теплового потока, температуры фазовых равновесий и поверхности испарителя, не учитывались изменения свойств продукта, механизмы диффузии. Это серьезным образом ограничивает возможности применения модели для гранатового сока.

Оптимизация температурного режима в кристаллизаторах - криоконцентраторах проводилась в [21] на основе технико - экономических расчетов. Уменьшение перепада температур при заданной тепловой производительности кристаллизатора приводит к увеличению его теплопередающей поверхности, массы и стоимости. С другой стороны, при заданной температуре охлаждаемой среды или кипения хладагента, оно приводит к уменьшению внешней необратимости (рост температуры кипения и снижение температуры конденсации хладагента), т.е. к сокращению мощности, потребляемой компрессором холодильной машины. Увеличение температурного напора, соответственно, действует в обратном направлении. Суть оптимизации - определение перепада температур, при которых переменная часть приведенных годовых затрат Π достигает минимума:

$$\Pi = k_{\text{ен}} A_{\text{к}} + P_{\text{к}} + \text{Э}_{\text{к}} \quad (1)$$

где k – поправочный коэффициент; E_n – нормативный коэффициент эффективности; A_k – амортизация стоимости кристаллизатора; R_k – затраты на ремонт кристаллизатора; E_k – годовая стоимость электроэнергии, израсходованной на привод компрессора холодильной установки.

Подход [21] целесообразно использовать при оптимизации установки для криоконцентрирования гранатового сока.

В работе [22] проведены экспериментальные исследования процесса криоконцентрирования. Получена регрессионная модель, позволяющая определить массовую долю сухих веществ в зависимости от температуры и продолжительности процесса:

$$ms = -0,7\tau \cdot t - 0,024t^2 - 0,155t + 3,767 - 0,012\tau + 0,011\tau^2, \quad (2)$$

где ms – содержание сухих веществ, %; τ – время от начала процесса кристаллизации, час; t – температура хладоносителя от -2 до -6°C .

Модель (2) характерна для очень узкого диапазона температур, имеет ограниченные, сугубо частные условия применения.

3. Научная гипотеза и постановка задач исследований

Приемлемость той или иной технологии определяется стоимостью готового продукта, которая значительно зависит от энергопотребления различных процессов. Низкотемпературные технологии, по сравнению с традиционным выпариванием, характеризуются более низким уровнем энергетических затрат. Меньшая работа требуется для перевода вещества в более организованную структуру. Поэтому технологии вымораживания отличаются меньшей энергоемкостью, чем выпаривание.

В низкотемпературных блочных разделительных установках [18] формирование на стадии кристаллизации блока льда дает возможность простыми методами организовать процесс сепарирования раствора из пористой структуры блока. Процессы гравитационного сепарирования дают возможность надежно регулировать концентрацию неводных компонентов в расплаве льда. Использование новых методов организации процессов кристаллизации и сепарирования позволило создать гамму вымораживающих установок блочного типа. Это установки многофункционального назначения. Они испытаны в технологиях концентрирования соков, экстрактов, молочных продуктов, уксусных растворов, кофе, фракционирования вина и молочной сыворотки [18], вишневого сока [23].

Установки блочного вымораживания хорошо себя зарекомендовали в процессах опреснения воды. В установках предусматривается и утилизация энергии льда (рециклинг) для повышения энергетической эффективности холодильного цикла. Достоинствами низкотемпературных технологий блочного разделения растворов являются отсутствие системных потерь энергии во вспомогательных узлах, простоте конструкции кристаллизатора, простота реализации эффективного гравитационного сепарирования. Холодильные методы стали известны со второй половины XX века и в настоящее время менее распространены, несмотря на ряд их преимуществ. Они обладают меньшей коррозией, меньшими капитальными затратами, более высокой термодинамической эффективностью. Современные технологии криоконцентрирования состоят из двух основных этапов. Для традиционных технологий характерно, что процесс образования кристаллов льда протекает интенсивно, а сепарирование, как правило, является продолжительным, трудоемким и требует больших затрат энергии. В общем энергетическом балансе затраты энергии на кристаллизацию составляют только половину всех затрат энергии. Можно сделать вывод, что сепарирование в значительной степени определяет энергетику технологии и величину потерь продукта с ледяной фракцией. Системный анализ показывает, что можно получить общий выигрыш в продолжительности, энергетических затратах, если иначе организовать процессы. Представляется целесообразным согласовать интенсивности процессов генерации льда и сепарирования. Эта идея лежит в основе технологии блочного вымораживания [18].

Выполненный выше анализ позволяет сделать следующие выводы.

1. Плоды граната являются перспективным сырьем лечебно-профилактического назначения.
2. В последнее время на рынке растет интерес к высококачественным концентратам из плодов граната.
3. Традиционные технологии переработки плодов граната не отвечают современным требованиям ни по эффективности использования энергии, ни по качеству получаемых концентратов, ни по глубине их переработки [24].
4. Известные технологии переработки плодов граната не используют передовые достижения науки и техники в области энергоэффективных подходов концентрирования сока, принципы адресной доставки энергии к элементам сырья.

Инновационные, энергоэффективные технологии концентрирования соков целесообразно разрабатывать на основе низкотемпературных технологий, из которых особенно перспективны установки блочного вымораживания [18, 19]. Сформулируем основные принципы для реализации идеи блочного вымораживания:

- исключить из технологической схемы вспомогательное оборудование: насосы, промежуточные емкости и пр.;

○ организовать процесс образования на холодной поверхности блока льда с плотной упаковкой кристаллов;

○ выращивание блока льда проводить на игольчатых испарителях специальной конструкции при условии постоянного роста величины поверхности раздела «лед - раствор».

Такой подход позволит серьезно упростить второй этап - сепарирование. Появляется возможность проводить сепарирование в условиях гравитационного стекания концентрата из блока льда, а в качестве управляющего фактора использовать температуру воздуха в сепараторе.

Выводы. Основное отличие технологии блочного вымораживания заключается в том, что вместо машинного принципа работы кристаллизатора используется аппаратный. Это является серьезными предпосылками для существенного упрощения технологической схемы, позволяет создать простую и надежную конструкцию вымораживающей разделительной установки, значительно снизить расход энергии. Основные достоинства технологии блочного вымораживания следующие:

- отсутствие схемных потерь энергии во вспомогательных узлах;
- простота конструкции кристаллизатора (переход от машинного принципа к аппаратному);
- простота реализации эффективного гравитационного сепарирования;
- использование новых простых методов организации процессов кристаллизации и сепарирования.

Движущей силой процесса сепарирования являются силы гравитации.

Принципиально, установки блочного вымораживания должны иметь более широкие перспективы, чем сложные системы криоконцентрирования.

Литература

1. Потребление соков в мире yandex.ua/images
2. refdb.ru>book/1731693.html
3. koloro.ua>blog/issledovanie sokov...v
4. Осипова Л.А. Функциональные напитки /Осипова Л.А., Капрельянц Л.В., Бурдо О.Г. Одесса «Друк», 2007.-288с.
5. ДСТУ-П-4150:2003. Соки, напої сокові, нектари плодово-ягідні, овочеві та з баштанових культур. Загальні технічні умови: - Введ.01.09.2004. - К.: Держспоживстандарт України, 2004. -19с.
6. Milner J.A. Functional foods and health: a US perspective // British J. Nutrition. 2002.- V.88. Suppl.2.1 – 131-132.
7. Lucas J. EU-funded research in functional foods //British J. Nutrition. 2002.- V.88. Suppl.2.1 – 131-132.
8. Basu A. Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. / A. Basu, K. Penuqonda //Nutr. Rev.— 2009. — vol. 67. issue 1. — p. 49—56.
9. Fisher U.A. Kammerer thermal stability of anthocyanins and colourless phenolics in pomegranate (*Punica granatum* L) juices and model solutions /U.A. Fisher, R. Carle and R. Dietmar // Food Chemistry. — 2013. — vol. 138. — issues 2—3. — p. 1800—1809.
10. Malik A. Pomegranate fruit juice for chemoprevention and chemotherapy of prostate cancer. / Malik A., Afaq F., Sarfara S. [et al.] // Proc Natl Acad Sci USA, — 2005. — vol. 102. issue 41. — p. 108—113.
11. Miguel G. The contraction of anthocyanins in fruits of «Assaria» hmegranate a sweet Portuguese cultivar typically grown in Algarve (south Portugal), was monitored during storage under different conditions / G. Miguel, C. Fontes, Antunes D. [et. Al.] // Biomed Biotechnol. — 2004. — № 5. — p. 338—342.
12. Karnan M. Effects of processing method and storage temperature on clear pomegranate juice turbidity and color hatices /M. Karnan, N. Tetik and I. Turnan // Food Processing and Preservation. — 2013. — vol. 37. — issue 5. — p. 899—906.
13. Zarfeshany A. Potent health effects of pomegranate /A. Zarfeshany, S. Asqary and S.H. Javanmard // Adv Biomed Res., 2014.-3:100. [Elektronik resource] — URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4007340/> (date of treatment 2014.03.25).
14. Patel C. Safety assessment of pomegranate fruit extract: acute and subchronic toxicity studies / Patel C., Asqary S., Javanmard S.H. [et al.] // Food Chem Toxicol. — 2008. — vol. 46. — issue 8. — p. 2728—2735.
15. Swain T. The phenolic constituents of *Prunus Domestica* L. The quantitative analysis of phenolic constituents/ T. Swain, W. Hillis// J. Sci. Food Agric. — 1959. — vol. 10. — № 1. — p. 63—68.

16. Марх А.Т. Полифенолы гранатов /А.Т. Марх, Т.А. Лысогор // Известия вузов СССР. Пищевая технология. — 1973. — № 2. — с. 36—38.
17. Справочник специалиста пищевых производств. Книга 2. Теплофизические процессы. Энергосбережение /А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др.; под ред. А.И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2003.- 432с.
18. Бурдо О.Г. Холодильные технологии в системе АПК – Одесса: Полиграф, 2009 – 288с.
19. Бурдо О.Г., Милинчук С.И., Мордынский В.П., Харенко Д.А. Техника блочного вымораживания – Одесса: Полиграф, 2011 – 294с.
20. Гунько П.А. Исследование и разработка технологии извлечения белковых компонентов из творожной сыворотки низкотемпературными методами. /дис. к.т.н., 2014, Кемерово 2014 Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности» (ФГБОУ ВПО «КемТИПП»).
21. Мальцева О.М. Моделирование процесса намораживания льда на цилиндрической поверхности емкостного криоконцентратора // Техника и технология пищевых производств. 2016. Т. 42. № 3 с.118- 123 / ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности
22. Овсянников В.Ю., Краминова Ю.С., Кириченко Т.С., Москаленко А.С. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В КРИСТАЛЛИЗАТОРАХ-КРИОКОНЦЕНТРАТОРАХ // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 3-1. – С. 43-44; URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=14704> (дата обращения: 01.01.2017).
23. Бостынец Н.И., Овсянников В.Ю. Исследования и разработка установки для криоконцентрирования вишневого сока.
24. Гафизов Г. К., Гафизов С. Г. ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ОБРАБОТКИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ХРАНЕНИЯ ГРАНАТОВОГО СОКА НА СОХРАННОСТЬ АНТОЦИАНОВ // Технические науки - от теории к практике: сб. ст. по матер. XLIII междунар. науч.-практ. конф. № 2(39). – Новосибирск: СибАК, 2015.

УДК 699.86

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Керш В.Я., к.т.н., проф., Колесников А.В., к.т.н, ст.преп.,
Гедулян С.И., к.т.н, ассистент, Твердохлеб С.А., аспирант

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

PRINCIPLES OF FORMATION OF THE OPTIMAL STRUCTURES OF ENERGY EFFICIENT MATERIALS

V. Kersh, cand. of techn. sciences, professor, A. Kolesnikov, cand. of techn. sciences, senior lecturer, Gedulyan S.I., cand. of techn. sciences, assistant professor, S. Tverdochleb, graduate student

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

Аннотация: В статье рассматриваются методические приемы синтеза энергоэффективных строительных композиционных материалов на основе методов теории перколяции и структурной оптимизации. Основная проблема, возникающая при проектировании материала, заключается в обеспечении требуемых теплоизоляционных свойств и прочностных характеристик. Для ее решения используется теория протекания, позволяющая определить долю теплоизоляционного заполнителя, при которой прерываются основные пути распространения тепла, и идеи структурной оптимизации, позволяющей увеличить прочность материала за счет введения структурообразующих минеральных и органических добавок. Введение активных добавок способствует частичному разрыхлению структуры и раздвижке частиц, улучшают условия гидратации вяжущего. Методические приемы, разработанные при реализации этих направлений, применимы для других задач строительного материаловедения.

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ КОНДЕНСАТУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ЗАСТОСУВАННЯМ СПОСОБУ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ	
Долінський А.А., Целень Б.Я., Іваницький Г.К., Коник А.В., Радченко Н.Л., Гартвіг А.П	4
ЕКОНОМІЯ ВОДИ В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	
Ткаченко С. Й., Іщенко К. О.	9
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ МОНИТОРИНГ ОЛІЙНОГО ВИРОБНИЦТВА	
Бурдо О.Г., Бандура В.М., Маренченко О. І., Пилипенко Є. О.	13
ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ СОРБЦІЙНОГО АКУМУЛЯТОРА ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ ВІДКРИТОГО ТИПУ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В СИСТЕМАХ	
Беляновська О.А., Сухий К.М., Коломісць О.В., Сухий М.П.	23
ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА ИЗ УГЛЯ ПАРОПЛАЗМЕННОЙ ГАЗИФИКАЦИЕЙ	
Холявченко Л.Т., Опарин С.А., Давыдов С.Л.	28
ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ	
Селихов Ю.А., Коцаренко В.А., Давыдов В.А.	32
ДИНАМІКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОГО МІСКАНТУСА	
Атаманиук В.М., проф., Мосюк М.І., Гнатів З.Я.	37
ОЦІНКА ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГОТЕЛЬНО РЕСТОРАННИХ КОМПЛЕКСІВ	
І.М.Ощипок	41
ВИЛУЧЕННЯ ГЕОТЕРМАЛЬНОЇ ТЕПЛОТИ ЗА ДОПОМОГОЮ ТЕРМОСИФОНІВ	
Морозов Ю.П., Чаласв Д.М., Величко В.В.	47
О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН ДЛЯ ТЕПЛОАСОСНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УКРАИНЕ	
Уланов Н.М., Уланов М.Н, Чалаев Д.М.	51
ВПЛИВ ЕФЕКТИВ ГІДРОДИНАМІЧНОЇ КАВІТАЦІЇ НА ЕЛЕКТРОХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДИ	
Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А.	57
ЕНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЙ КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ	
Бурдо О.Г., Давар Ростами Пур	62
ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОНАДХОДЖЕННЯ ГЕЛОПАНЕЛІ ДЛЯ ГЕНЕРАЦІЇ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ	
Козін В. М., Винниченко Б. О.	67
УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ БУДІВЕЛЬНИМ ПІДПРИЄМСТВОМ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ПОКАЗНИКІВ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ	
Книш О.І., Беспалова А.В., Дашковська О.П., Файзуліна О.А.	72
АНАЛІЗ ПОВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСІВ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕННЯ	
Янаков В.П.	79
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ГРАНАТОВОГО СОКА	
Давар Ростами Пур, Войтенко А.К., Светличный П.И., Мордынский В.П.	84
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОЭФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Керш В.Я., Колесников А.В., Гедулян С.И., Твердохлеб С.А.	91
ЕНЕРГЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕПЛОВА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІМНАЗІЇ №5, М. ОДЕСА	
Безбах І. В., Чабанюк В.Р., Воронко О. Ю., Супрунець Є. М.	93
ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДХОДІВ КРУП'ЯНОГО ВИРОБНИЦТВА ЯК СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА АГРОПЕЛЕТ	
Хоренжий Н.В., Лапінська А.П., Перетяка С.М., Дєтков Г.Г.	96