

**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.

Одеська національна академія харчових технологій
ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНОЛОГИЙ
КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ**

**Бурдо О.Г., д-р техн.наук, профессор ,
Одесская национальная академия пищевых технологий, г. Одесса
Давар Ростами Пур, firma «D.R.P.», Teheran, Iran**

**ENERGY MONITORING OF TECHNOLOGIES OF
CONCENTRATION**

**Bourdo O.G., Doctor of Technical Sciences, Professor,
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa
Davar Rostami Pur, , firma «D.R.P.», Teheran, Iran**

Аннотация. Проведено сравнение традиционных и предложенных технологий концентрирования пищевых растворов. Рассмотрены традиционные энерготехнологии конвективной сушки и выпарки. Анализируются схемы направленного энергетического действия, предложенные авторами. Показано, что инновационные энерготехнологии блочного вымораживания и микроволновой выпарки имеют существенные преимущества как по затратам энергии, так и по качеству готового продукта.

Annotation. The traditional and proposed technologies for concentrating food solutions are compared. Traditional energy technologies for convective drying and evaporation are considered. Schemes of directional energy action proposed by the authors are analyzed. It is shown that innovative energy technologies of block freezing and microwave residue have significant advantages both in energy costs and in the quality of the finished product.

Ключевые слова: пищевые концентраты, энергетическая эффективность, соки, выпаривание, криоконцентрирование.

Key words: food concentrates, energy efficiency, juices, evaporation, cryoconcentration.

1. Введение. Концепция функционального питания [1, 2] предполагает широкое использование соковой продукции. На рынке соков наблюдается высокая конкуренция. 98% всей продукции на украинском рынке соков представлены 4 крупными компаниями: Sandora, Vitmark, Coca-Cola и Эрлан. Структура рынка соков по наиболее популярным торговым маркам выглядит так [3]. На первом месте сок Садочок с долей рынка 27,3%, за ним следуют Наш сок – 22,1%, Сандора – 15,7%, Биола – 5,2%, Добрый – 4,3%, Джаффа – 3,2%, Соки Лето – 3,1%, Рич – 1,4%, Ботаник – 1% и другие – 16,7%. В результате маркетинговых исследований [4, 5] делается прогноз на рынке соков в Украине:

- положительная динамика развития рынка;
- обострение конкуренции, усиление борьбы за внимание потребителей;
- увеличение доли сегмента соков прямого отжима.

На рынке Украины растет интерес к сокам, которые слабо представлены в продаже – например, к гранатовому. Однако такой сок выпускается исключительно *ООО «Саратский завод продтоваров»*, где разработаны и запущены в производство соки под новыми торговыми марками «Мистер Гранат» и «Гранатовая долина». Производятся так же миксы из сока граната и соков из фруктов и ягод. Производство соответствует международной системе стандарта качества ISO 9001. Соки и нектары ТМ «КВАНТ», «Мистер Гранат» и «Гранатовая долина» производятся на оборудовании, которое не использует красители, консерванты, стабилизаторы и другие искусственные добавки. Соки и нектары разливаются исключительно в стеклянной таре объемом 0,3л, 0,5л, 1л, 2л, 3л. Использование стеклянной тары позволяет в два-три раза увеличить срок хранения, а потребитель может визуально убедиться в качестве продукта.

Определяющим успех этих соков является эффективная инновационная технология концентрирования. Известно, что высоким качеством отличаются плоды граната, выращенные в Иране и Азербайджане. Поэтому, для Украины производство гранатового сока рационально осуществлять по технологии переработки концентрата путем восстановления, добавления удаленной воды. В первую очередь, качество такого готового продукта будет определяться технологией его сгущения. Однако отвечающие современным требованиям по качеству готового продукта, по энергоёмкости, технологии концентрирования отсутствуют. Поэтому задача поиска инновационных подходов при производстве концентратов гранатового сока актуальная и для Украины, и для стран, которые располагают лучшим сырьем. Проведем анализ традиционных технологий производства концентратов.

2. Обзор литературных источников и формулировка проблемы

Принципіально можливо 3 підхода рішення задачі удалення води из раствора: превращение ее в пар с последующим отводом пара и его конденсацией (процесс выпаривания), механическое отделение воды с помощью полупроницаемых мембран и превращения воды в твердую фазу и удаление ее в виде льда. Рассмотрим достоинства и недостатки этих технологий.

2.1. Концентрирование при выпаривании растворов

Концентрирование растворов путем перевода воды в пар широко развито в пищевых технологиях. Выпаривание – чисто тепловой процесс, движущей силой которого является разность температур [6]. Это не самый энергорасточительный процесс, но, учитывая огромные объемы выпариваемого сырья, суммарные расходы энергоносителей на выпарку существенны и в значительной степени определяют энергоемкость пищевых производств. Отрасли пищевой промышленности являются одними из главных потребителей энергоресурсов [7]. Так в США этот показатель составляет 10^{17} Дж, для Великобритании – $2,7 \cdot 10^{17}$ Дж, для Голландии – $0,7 \cdot 10^{17}$ Дж [7, 8]. Известно, что инвестировать в энергоэффективные технологии на порядок выгоднее, чем в добычу нефти, тем более, что запасы органического топлива стремительно уменьшаются [7]. Подавляющее большинство пищевых растворов выпаривают влагу под вакуумом, что позволяет снизить температуру кипения до $40-60$ °С.

Однако некоторые виды соков, например цитрусовые, особенно чувствительны к нагреванию. А, например, яблочный, вишневый – могут выдержать кратковременное нагревание при $45-55$ °С без заметного изменения натуральных свойств [9 - 17].

Отрицательное воздействие теплоты на концентрируемый продукт сказывается, прежде всего, на его цвете. Потемнение вызывается промежуточным продуктом – оксиметилфурфуролом, образующимся в присутствии сахаров и кислоты. В связи с этим, количество образовавшегося оксиметилфурфуrolа часто является одним из критериев качества плодово-ягодных соков и концентратов. Высокие количества его свидетельствуют о чрезмерности тепловой обработки. Современная техника выпаривания предусматривает получение соков, их очистку от взвесей, улавливание ароматических веществ, осветление и фильтрование деароматизированных соков и уваривание их до нужного содержания сухих веществ. Ароматические вещества определяют характерный аромат плодов, овощей и соков из них. Эти вещества имеют важное значение для качества соков и оказывают физиологическое воздействие. Несмотря на простоту техники выпаривания, эти технологии нельзя считать отвечающим современным требованиям к качеству пищевого продукта, тем более для гранатового сока.

2.2. Мембранные технологии концентрирования

Классификация мембранных процессов включает: обратный осмос, ультрафильтрацию, микрофильтрацию и электродиализ. В зависимости от характера преобладающих движущих сил (диффузионные или гидродинамические) мембранные технологии относятся к фильтрационным либо массообменным методам разделения жидких систем.

Процесс осмоса, который используется в большинстве мембранных технологий, заключается в том, что растворитель проходит через полупроницаемую мембрану и разбавляет раствор [18, 19]. Процесс перехода происходит до определенного предела, при котором гидростатическое давление раствора становится равным осмотическому давлению. Если на раствор, находящийся в состоянии равновесия с водой, оказать давление, превышающее осмотическое, то вода из раствора будет проходить через мембрану в воду, находящуюся за перегородкой. На этом принципе и основан обратный или реверсивный осмос.

При концентрировании этим способом через мембрану проходит почти чистая вода, в результате чего концентрация обрабатываемого продукта повышается. В консервной промышленности обратный осмос применяется для концентрирования овощных и фруктовых соков, а в молочной промышленности – для концентрирования молочной сыворотки, питьевого молока и пахты. К преимуществам обратного осмоса относятся: низкие энергетические затраты; улучшение качества концентрата, вследствие низкой температуры процесса; хорошие санитарные условия производства. Все это объясняется тем, что мембранная технология не требует затрат энергии на фазовые превращения воды.

Максимально обратным осмосом можно добиться концентрации $30-40\%$ сухих веществ. Более высокой концентрации добиваться неэффективно, так как при этом необходимы высокие давления для преодоления осмотического давления, высокий расход электроэнергии и установки больших размеров. Также низкое внедрение мембранных технологий связано с недостаточным ассортиментом и качеством выпускаемых промышленностью мембран, аппаратов и установок для мембранных процессов. Немаловажным фактором, тормозящим внедрение мембранной технологии, является несовершенство мембран, ее сложность и высокая стоимость. Несовершенны и дорогостоящие также мембранные установки, используемые в пищевой промышленности. Кроме того, в Украине отсутствует производство мембран и мембранных картриджей.

2.3. Криоконцентрирование

Для повышения концентрации пищевых жидкостей перспективны технологии, основанные на низкотемпературном обезвоживании продуктов – сублимационная сушка и концентрирование вымораживанием.

Концентрирование вымораживанием основано на охлаждении продукта ниже температуры его замерзания. При этом часть воды вымерзает и, в виде кристаллов льда, отделяется от концентрата.

Метод концентрирования вымораживанием основан на том явлении, что в объеме формируются мелкие и крупные кристаллы льда. При флуктуациях температуры в объеме продукта происходят фазы плавления и роста кристаллов. Мелкие кристаллы могут плавиться. Крупные кристаллы, в свою очередь, увеличиваются в размерах.

Концентрирование вымораживанием жидких пищевых продуктов, особенно термолабильных, или содержащих большое количество ароматических веществ, обеспечивает наиболее полное сохранение исходных свойств сырья. Это обуславливается тем, что процесс ведется при низких температурах и сырье претерпевает минимальные качественные изменения. Концентрат после разведения водой дает продукт, по химическому составу и органолептическим свойствам близкий к свежему исходному сырью [20]. Кроме того концентрирование вымораживанием менее энергоемкое так как теплота льдообразования приблизительно в 8 раз меньше теплоты парообразования. А за счет использования холодильной техники фактически затраты энергии на кристаллизацию снижаются в 15-20 раз [7, 20, 21].

Степень концентрации соков, в первую очередь, зависит от их химического состава. Концентрировать предпочтительно соки с высокой сахаристостью. Нежелательно концентрировать соки, начавшие бродить, так как наличие спирта не только понизит температуру замерзания сока, но и увеличит потери.

Возможная степень концентрации сухих веществ различных соков неодинакова. Например, при 50 % сухих веществ вязкость черносмородинового сока в два раза превышает вязкость виноградного и, следовательно, концентрировать виноградный сок можно в большей степени, чем черносмородиновый. Дальнейшее повышение концентрации соков проводится путем сушки. Сравним энергетику применяемых технологий обезвоживания и разработанной в ОНАПТ технологии блочного вымораживания [21] и электромагнитной выпарки.

3. Результаты исследований и их обсуждение.

Корректное сравнение предложенных схем концентрирования по энергетическим характеристикам связано с проблемой, что в разных схемах используются разные источники энергии. В таких ситуациях используются следующие методы: эксергетический и энергетического менеджмента. Эксергетический метод дает строгий термодинамический анализ [22], но для обоснования производственных достоинств, экономики он достаточно спорный. Представляется, что основой экономического анализа наиболее перспективным является метод энергетического менеджмента [7, 22], который дает простые и надежные возможности для экономической оценки. Особенно этот метод удобен для условий Украины, в условиях нестабильных, непрогнозируемых и серьезно меняющихся цен на топливные ресурсы. Результаты анализа методом энергетического мониторинга удобны для сравнения технологий в разных экономических системах, для экономик разных стран. Поэтому выберем метод энергетического менеджмента как основной для сравнения традиционных и предлагаемых схем.

Ставится задача сравнить энергетику следующих технологий концентрирования:

- традиционная конвективная сушка;
- традиционная выпарка;
- инновационные схемы электромагнитной выпарки;
- инновационная схема криоконцентрирования (блочного вымораживания).

Поскольку все эти схемы используют различные виды энергии, анализ сводится к эффективности использования в схеме первичного топлива органического происхождения с теплотворной способностью 40МДж/кг.

Методология энергетического менеджмента основана на системном анализе всей технологической цепочки «первичное топливо – его трансформации в соответствующий вид энергии – распределительная сеть - потребитель».

Подробно конверсия энергии топлива в элементах установок поясняется схемами (рис.1). Поскольку анализируются технологические комплексы, где элементы расположены компактно, влияние распределительной сети не учитывается.

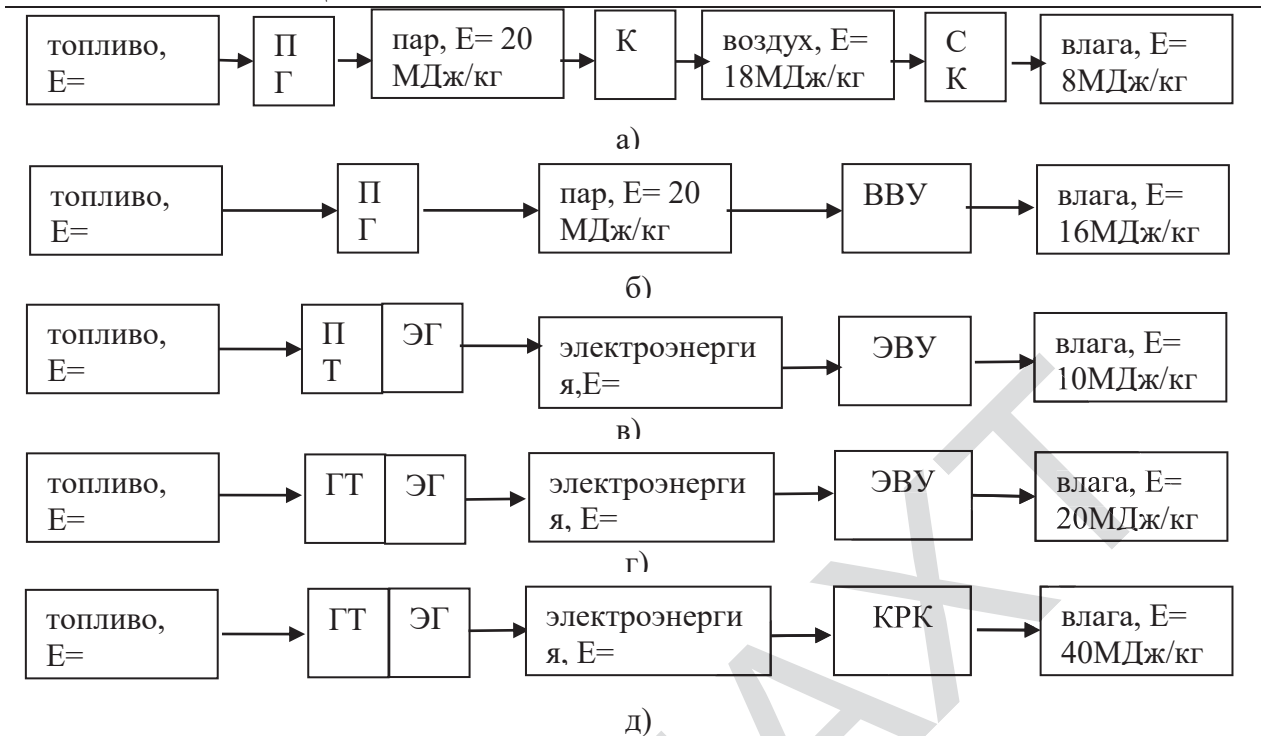


Рис. 1. Конверсия энергии в технологиях обезвоживания (все параметры приведены к 1кг топлива): а) – традиционные конвективные технологии сушки; б) – традиционная технология выпаривания; в), г) - микроволновая выпарка; д) - криоконцентрирование.

На рис.1 приняты следующие обозначения: ПГ - парогенератор; К – паровой калорифер; СК – конвективная сушильная камера; ВВУ – вакуум-выпарная установка; ПТ – паровая турбина; ЭГ – электрогенератор; ГТ – газовая турбина; ЭВУ – электромагнитная сушильная камера; КРК - криоконцентратор. В расчетах принято: энергетический КПД преобразования топлива в электроэнергию на паротурбинных электростанциях 32%, а на газотурбинных 60%; КПД преобразования электрической энергии в МВ-камерах 75%, а электрический холодильный коэффициент 1,5 – 2.

Проведенные оценки свидетельствуют об энергетических и экономических преимуществах предлагаемых аппаратов. Естественно, капитальные затраты на проектирование и изготовление таких аппаратов окажутся выше, чем у традиционных конструкций, что требует отдельных расчетов.

Условием функционирования электромагнитных аппаратов являются следующие факторы:

- наличие в объеме продукта жидкости с полярными молекулами;
- соответствие параметров электромагнитного поля решаемой задачи теплопереноса;
- согласование структурных характеристик продукта с параметрами электромагнитной энергии.

Для гранатового сока указанные условия выполняются. Важно, что предложенные технологии концентрирования соков при низких температурах гарантируют сохранение питательного потенциала плодов [22]. А это повысит конкурентоспособность продукции на рынках соков.

Выводы. Процессы концентрирования являются ключевыми во многих пищевых технологиях. Они определяют качество готового продукта и энергетические затраты на проведение процесса. Современные требования к пищевым продуктам, определяемые концепцией функционального питания, регламентируют температурный уровень обработки сырья. Стремительный рост стоимости энергетических ресурсов выдвигает требования к производителям снижения затрат энергии, пересмотру традиционных технологий, поиску новых принципов обезвоживания продуктов. Предложенные в работе инновационные низкотемпературные технологии концентрирования пищевых растворов по энергетическим и по качественным параметрам отвечают современным требованиям к продуктам функционального питания.

Література

1. Weststrate J.A., G. van Poppel, P.M. Verschuren /Functional foods, trend and future British J. Nutrition. 2002.- V.88. Suppl.2.1 – 233-235.
2. Осипова Л.А. Функциональные напитки /Осипова Л.А., Капрельянц Л.В., Бурдо О.Г. Одесса «Друк», 2007.-288с.
3. http://www.koloro.ua>blog/issledovanie_sokov...v
4. Потребление соков в мире <yandex.ua/images>
5. <refdb.ru>book/1731693.html>
6. В.Б. Чернозубов, В.Л. Подберезный, Н.К. Токманцев "Техника термического опреснения воды в системах водоподготовки и ликвидации соледержащих промышленных стоков". //Экология и технология. Москва, 1994 г.
7. Бурдо О.Г. Энергетический мониторинг пищевых производств – Одесса: Полиграф, 2008 – 244с.
8. 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.
9. 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.
10. Мамедов Д.Ш. Влияние температуры обработки на стабильность флавоноидов гранатового сока / Д.Ш. Мамедов, Г.К. Гафизов // Аграрная наука Азербайджана. Баку, — 2009. — № 3—4, — с. 137—138.
11. Марх А.Т. Полифенолы гранатов /А.Т. Марх, Т.А. Лысогор // Известия вузов СССР. Пищевая технология. — 1973. — № 2. — с. 36—38.
12. Basu A. Pomegranate juice: a heart-healthy fruit juice. / A. Basu, K. Penuqonda //Nutr. Rev.— 2009. — vol. 67. issue 1. — p. 49—56.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. Karnan M. Effects of processing method and storage temperature on clear pomegranate juice turbidity and color hatices r ozyci /M. Karnan, N. Tetik and I. Turnan // Food Processing and Preservation. — 2013. — vol. 37. — issue 5. — p. 899—906.
17. 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).
18. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. М. Химия, 1978.
19. Хванг С.-Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения/Пер. с англ.: М. Химия, 1981.
20. Бурдо О.Г. Холодильные технологии в системе АПК – Одесса: Полиграф, 2009 – 288с.
21. Бурдо О.Г., Офатенко О.О. Анализ процессов деминерализации воды //36. наук. праць ОНАХТ Одеса, 2009. – Вип.35. – С. 287- 292.
22. Бурдо О.Г., Милинчук С.И., Мордынский В.П., Харенко Д.А. Техника блочного вымораживания – Одесса: Полиграф, 2011 – 294с.

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
ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ОТОПЛЕНИЯ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКАХ ЭНЕРГИИ	
Селихов Ю.А., Коцаренко В.А., Давыдов В.А.	32
ДИНАМІКА ФІЛЬТРАЦІЙНОГО СУШІННЯ ПОДРІБНЕНОГО МІСКАНТУСА	
Атаманюк 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 ТЕПЛОНАСОСНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УКРАИНЕ	
Уланов Н.М., Уланов М.Н, Чалаев Д.М.	51
ВПЛИВ ЕФЕКТІВ 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 ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ ТЕСТОПРИГОТОВЛЕНИЯ	
Янаков В.П.	79
ЕНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОИЗВОДСТВА КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ГРАНАТОВОГО СОКА	
Давар Ростами Пур, Войтенко А.К., Светличный П.И., Мордынский В.П.	84
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ 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