

**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

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.*

Abstract: Methodical foundations related to the design of the energy-efficient building composite materials are considered. The main problem is to provide a heat-insulating properties and strength characteristics of appropriate level required. The solution is based on the percolation theory, allowing to determine the proportion of thermal insulating filler to interrupt most of thermal paths, and ideas of structural optimization, allowing to increase the strength of the material due to the introduction of structure-forming mineral and organic additives. The features of the conductive properties of the composite mixture were investigated using an electrothermal analogy, according to which the thermal conductive properties of the composite mixture obey the same laws as the electrical conductivity. In the electrical modeling of conductivity in a composite material, the conductive particles of a carbon powder were the model of heat conducting components, the heat-insulating filler (perlite) was used as a dielectric component. Physical modeling made it possible to determine the concentration of the filler, at which the electrical resistance of the model mixture and the thermal resistance of the composite under study increases jumpwise. The ratio of the components of the composite material was chosen in accordance with the principle of maximizing the amount of filler and approaching the percolation threshold, while meeting the regulatory requirements for strength. The introduction of active additives promotes the partial loosening of the structure and the separation of the particles, improves the hydration conditions of the binder, and, as a result, increases the strength of the matrix material. This method allows increasing the amount of heat-insulating filler and minimizing thermal conductivity. The methodological techniques developed during the study are applicable to other materials and, in particular, to prospective materials with foamed glass filler. The method of obtaining composite materials with the optimal combination of strength and heat insulation characteristics is presented in the form of an algorithm, which simplifies its application.

Ключевые слова: энергоэффективные строительные композиты, перколяция, структурная оптимизация
Key words: energy-efficient building composites, percolation, structural optimization

Одной из основных задач строительного материаловедения, особенно актуальной для Украины, является создание многофункциональных энергосберегающих материалов различного назначения и, в частности, утепляющих штукатурных составов. Для разработки основных принципов получения энергоэффективных строительных композитов применялись физические и математические модели и аналогии. Основным модельным материалом являлся строительный гипс, при этом учитывалась возможность дальнейшего перехода к вяжущим с лучшими прочностными характеристиками.

Характерной особенностью рассматриваемых материалов являются противоположно направленные требования и ограничения по свойствам: высокая прочность, высокая адгезионная и звукоизолирующая способность, в сочетании с низкой плотностью и теплопроводностью, невысокой стоимостью. Необходимость учета антагонистических требований к свойствам осложняет подбор составов таких композиционных материалов. Так, добавление теплоизолирующего заполнителя в композитную смесь снижает плотность и теплопроводность, но при этом уменьшаются также адгезионная и другие виды прочностей.

Требуемые уровни критериев качества обеспечиваются оптимальными сочетаниями компонентов смеси. Подбор этого сочетания в строительном материаловедении часто осуществляется эмпирически, с применением статистических методов и планирования эксперимента [1]. Разработка методики выбора рецептуры энергоэффективных материалов, базирующейся на результатах теории перколяции [2,3] и идеях структурной оптимизации [4,5], составляет основную задачу исследования.

Принципы формирования и оптимизации структуры теплоизоляционных материалов рассматриваются применительно к штукатурным материалам на основе гипса. В качестве основного теплоизолирующего заполнителя применялся перлитовый порошок. В качестве добавок, модифицирующих структуру материала, рассматривались микросферы [6], метакаолин, акрил-стироловый латекс.

В предварительных модельных экспериментах использовано соответствие между электрической и тепловой проводимостью. Задачей эксперимента было установление соотношения проводящей и изолирующей среды в опытных образцах, при котором материал скачкообразно изменяет свои электрические свойства (перколяционный скачок сопротивления). Используя электротепловую аналогию, можно предположить, что при соответствующих соотношениях компонентов материал из теплопроводного превращается в эффективный теплоизолятор.

В качестве изолятора применялся перлит-порошок, проводником служил мелкодисперсный угольный порошок, моделирующий сплошную среду. Исследование характера зависимости сопротивления от объемной доли вводимого изолятора позволило определить значение перколяционного порога, который для рассматриваемых материалов составил 80-85 объемных процентов изолирующего компонента (рис.1), что приближенно соответствует значениям, предсказываемым теорией перколяции [2].

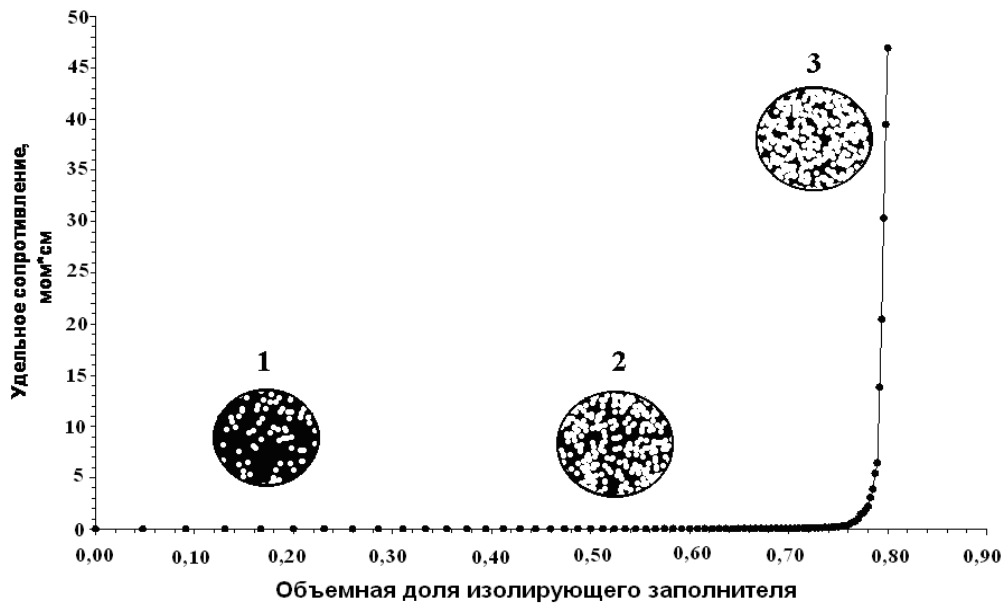


Рис.1. Перколяційний скачок проводимости в двухкомпонентной смеси «проводящая среда – изолятор»; 1–концентрация изолирующих частиц (светлых) мала, условия протекания выполняются (темная среда), смесь имеет высокую электропроводность; 2–средняя (~60%) концентрация изолирующих частиц, приближение к перколяционному порогу, 3– концентрация изолирующих частиц велика, проводящие пути прерваны, проводимость смеси мала.

Теплофизические измерения различных порошкообразных смесей, состоящих из теплопроводящих и теплоизолирующих компонентов, показали, что для теплопроводности (в отличие от электропроводности) не характерен подобный скачок. Вместо него наблюдается плавный переход в области перколяции, что объясняется сравнимыми значениями коэффициентов теплопроводности рассматриваемых компонентов [7]. Тем не менее, наличие такого перколяционного перехода позволяет определить максимальное количество заполнителя, при котором материал становится теплоизолятором.

Основные принципы организации структуры теплоизоляционного материала таковы:

1. Теплоизолирующий заполнитель вводится в композитную смесь в максимально возможном количестве, обеспечивающем при этом нормативный уровень прочности.
2. Введение структурообразующей добавки, в частности, 5-10% микросфер, улучшает прочностные характеристики материала на 50-60% и позволяет вводить в смесь дополнительное количество теплоизолирующего компонента [8].

Логика проектирования теплоизолирующего материала схематически иллюстрируется на р

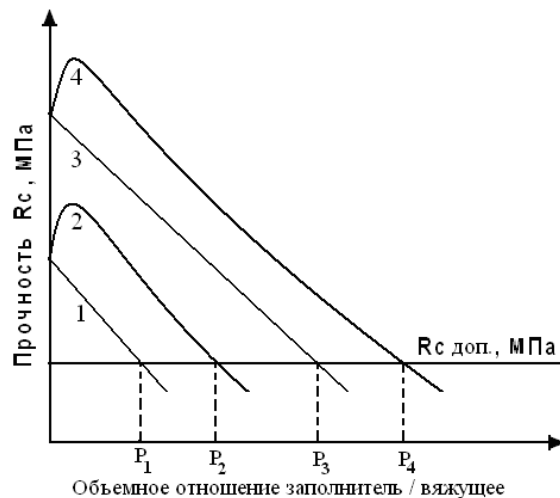


Рис.2. Схема подбора рациональных соотношений «теплоизолирующий наполнитель - вяжущее»

Добавление теплоизолирующего наполнителя, например, перлита, в случае низкопрочного вяжущего, например, строительного гипса, в отсутствие добавки приводит к быстрому снижению прочности (рис. 3, кривая 1) материала до минимально допустимого уровня R_c доп., чему соответствует некоторое отношение перлит/гипс P_1 . На этом возможности улучшения теплоизолирующих свойств материала 1 истощаются. При введении минеральной структурирующей добавки наблюдается прирост начальной прочности материала (кривая 2). Допустимая прочность обеспечивается при большей доле наполнителя P_2 , следовательно - меньшей теплопроводности состава. Переход к высокопрочному вяжущему позволяет повысить критическую концентрацию наполнителя до значения P_3 (кривая 3). Максимально возможное количество наполнителя P_4 , соответствующее заданной прочности, можно ввести в смесь при использовании структурообразующей добавки (кривая 4).

В качестве наполнителей рассматривались гранулы вспененного полистирола, пемза, топливные шлаки, вермикулит и более мелкие – перлит, известняковая мука, зола ТЭС [9]. Необходимым условием их применения являются малая плотность и теплопроводность, химическая устойчивость и экологическая безопасность. В качестве вяжущего могут выступать как традиционные материалы – гипс, цемент, так и сложные их сочетания, например водостойкие гипсоцементнопуццолановые вяжущие [10].

Одним из компонентов, предложенным в качестве наполнителя для получения энергосберегающих композиций согласно приведенной выше методике, является измельченное пеностекло (отходы производства) – материал низкой плотности, поры которого образуют замкнутую ячеистую структуру [10] (рис.3,а).

Свойства композиционного материала, получаемого на его основе (рис. 3,б), могут быть оптимизированы в согласии с рассмотренными выше принципами. Применение высокопрочного гипсового вяжущего позволяет увеличить объемное содержание частиц пеностекла и приблизиться к перколяционному порогу по теплопроводности, сохраняя, однако, нормативный уровень прочности. Этот эффект усиливается введением органических и минеральных добавок, влияющих, в частности, на процессы формирования границ раздела вяжущее-наполнитель [12, 13].

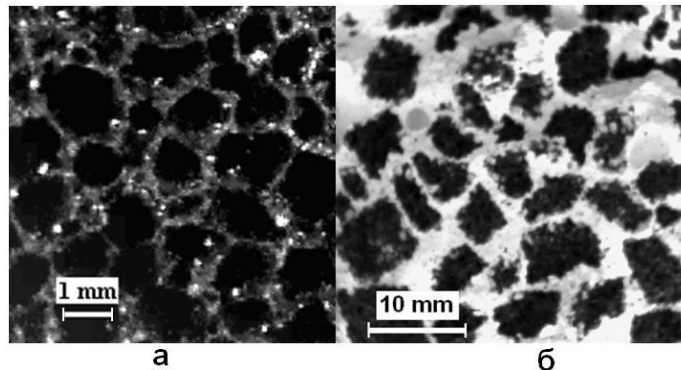


Рис.3. Эффективный наполнитель для энергосберегающих материалов – гранулированное пеностекло (а) и гипсовый образец с включениями пеностекла (б)

Рассмотренная методика является универсальной для синтеза энергоэффективных строительных композиций различного назначения.

Выводы:

Экспериментально выявлена существенная роль перколяционных явлений в формировании теплоизоляционных свойств материалов. Вторым по значимости является фактор оптимальной структуры, управлять которым можно за счет введения соответствующих структурообразующих добавок. Последовательный учет и оптимизация этих двух факторов являются перспективным путем для синтеза строительных материалов с улучшенными теплозащитными свойствами и, в частности, композиционных материалов с наполнителем в виде измельченных отходов производства пеностекла. Методика получения композиционных материалов с оптимальным сочетанием прочностных и теплоизоляционных характеристик представлена в форме алгоритма, что упрощает ее применение.

Литература

1. Вознесенский В.А. ЭВМ и оптимизация композиционных материалов / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Я.П. Иванов, И.И. Николов. - К.: Будівельник, 1989. - 226 с.
2. Тарасевич Ю. Ю. Перколяция: теория, приложения, алгоритмы / Ю.Ю. Тарасевич — М.: Едиториал УРСС, 2002. - 112 с.

3. Керш В.Я. Синтез гипсовых композитных материалов на основе теории перколяции / В.Я. Керш, А.В. Колесников, Д.В. Керш // Сухие строительные смеси, М.- № 3. - 2015. - С. 41- 43.
4. Kersh, V. Structurally-Oriented Design of the Heat Insulation Plastering Material / V. Kersh, A. Kolesnikov, T. Lyashenko, M. Pidkapka // No: Proceedings of REHVA Annual Conference 2015, Latvija, Rīga, 6.-9. maijs, 2015. Rīga: RTU PRESS, 2015, 241.-244.lpp. ISBN 978-9934-10-685-9
5. Керш В.Я. Оптимизация структуры и свойств теплоизоляционных композитов на основе их дискретных моделей / В.Я. Керш , А.В. Колесников, А.В. Фощ // Вісник ОДАБА. – Одеса: Зовнішрекламсервіс, 2013. - Вип. №51. - С. 256-260.
6. Drozhzhin, V.S. Cenospheres. Properties and diagnostics methods / V.S. Drozhzhin, I.V. Pikulin, G.G. Savkin and others // Proceedings SWEMP 2002, Cagliari, Italy. - 2002. - P. 1059.
7. Mamunya Y. P. Electrical and thermal conductivity of polymers filled with metal powders / Y. P. Mamunya, V.V. Davydenko, P. Pissis, E. V. Lebedev // European polymer Journal, 38, 2002, 1887-1897 p.
8. Lyashenko T. Modelling the effect of composition on the properties of gypsum concrete containing cenospheres / T. Lyashenko, V. Kersh, D. Kersh // Proc. 18 Ibausil. - Weimar (Germany), 2012. - V. 1. – P. 1-0416-0423.
9. Дворкин Л.И. Справочник по строительному материаловедению / Дворкин Л.И., Дворкин О.Л. - М.: Ифра-Инженерия, 2010. – 472 с.
10. Довгань И.В. Статистическое исследование поровой структуры теплоизоляционных композитов / И.В. Довгань, В.Я Керш, А.В. Колесников, С. В. Семенова // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури - 2015.- № 60.- С. 86-90.
11. Керш В.Я. Физико-химические основы рационального выбора компонентов теплоизоляционного материала / В.Я. Керш, А.В. Колесников// Вісник ОДАБА.- Одеса: «Зовнішрекламсервіс», 2013.- № 50 (1).- С. 125-130.
12. Дудар І.Н. Термосилова технологія бетону/ І.Н.Дудар. Універсум-Вінниця, 2001.-45 с.

УДК 69.059

ЕНЕРГЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ТЕПЛОВА МОДЕРНІЗАЦІЯ ГІМНАЗІЇ №5, М. ОДЕСА

**Безбах І. В., канд. техн. наук, доцент,
Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса
Чабанюк В.Р., Воронко О. Ю., Супрунець Є. М.
учні кл. 11, гімназія №5, м. Одеса**

ENERGY RESEARCH AND THERMAL MODERNIZATION GYMNASIUM №5, ODESSA

**Bezbakh I.V., Cand. Tech. Sciences, associate professor
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa
Chabanyuk V.R., Voronko O.Yu., Suprunets E.M.
Students cl. 11, gymnasium № 5, Odessa**

Анотація: Виконано енергоаудит гімназії №5, м. Одеса. Обґрунтовано систему заходів для зниження енерговитрат.

Abstract: The energy audit of the gymnasium №5, Odessa is complete. The system of measures for reduction of energy costs is substantiated.

Вступ.

Низькі ціни на паливо протягом ряду десятиліть сформували в Україні зневажливе відношення до теплової енергії і до всього комплексу питань, пов'язаних із її використанням. Низькі ціни на паливо і відсутність конкуренції не стимулювали створення високоефективного і надійного устаткування світового рівня.

ЗМІСТ

ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

НЕЙТРАЛІЗАЦІЯ КОНДЕНСАТУ ПРОДУКТІВ ЗГОРЯННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ЗАСТОСУВАННЯМ СПОСОБУ ДИСКРЕТНО-ІМПУЛЬСНОГО ВВЕДЕННЯ ЕНЕРГІЇ	
Долінський А.А., Цельнє 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., Коломієць 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	
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., Чалаєв Д.М., Величко В.В.	47
О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛУБОКИХ СКВАЖИН ДЛЯ ТЕПЛОНАСОСНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УКРАИНЕ	
Уланов Н.М., Уланов М.Н., Чалаєв 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 ГЕЛПОПАНЕЛІ 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