

**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.

5. Bertsch, F., Dagmar, J., Asenbeck, S., Kerskes, H., Druecka, H., Wagner, W., Weiss, W. (2014). Comparison of the thermal performance of a solar heating system with open and closed solid sorption storage. Energy Procedia, Vol. 48, 280 – 289.
6. Okada, K., Nakanome, M., Kameshima, Y. [et al.]. (2010). Water vapor adsorption of CaCl₂/impregnated activated carbon. Mater. Res. Bull, 45, 1549 – 1553.
7. Gordeeva, L. G. Glaznev, I. S., Savchenko, E. V. [et al.]. (2006). Impact of phase composition on water adsorption on inorganic hybrids – salt/silica. J. Colloid Interface Sci., 301, 685 – 691.
8. Xin, L., Huiling, L., Siqi, H. [et al.]. (2010). Dynamics and isotherms of water vapor sorption on mesoporous silica gels modified by different salts. Kin Catal., 2010, 51, 754 – 761.
9. Lukin, V. D., Nocolskiy A. V. (1989). Tsyklytcheskiye adsorbtsionniye protsessy: Teoriya i raschet. L.: Khimia, 256.
10. Sukhyy, K. M., E.A. Belyanovskaya, E. A., Kozlov, Ya. N., E. V. Kolomiyets, E. V., Sukhyy, M. P. (2014). Applied Thermal Engineering, 64, 408 – 412.
11. Pavlov, K. F. (1987). Prymeri i zadachi po kursu processov i apparatov khimicheskoy tekhnologiyi. L.: Khimia, 1987, 576.
12. Matveykin, V. G., Poginin, V. A., Putin, S. B. Skvortsov, S. A. (2007). Matematicheskoye modelirovaniye i upravleniye processom korotkotsyklovoy beznagrevnoy adsorbtsiyi. M.: Mashinostroyeniye-1, 140.

УДК 622.278

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКОГО МОТОРНОГО ТОПЛИВА ИЗ УГЛЯ ПАРОПЛАЗМЕННОЙ ГАЗИФИКАЦИЕЙ

Холявченко Л.Т., канд. техн. наук, ст. научн. сотр.,
Опарин С.А. *, канд. техн. наук, доцент, Давыдов С.Л.,
Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины,
Днепр, Украина
*ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет»,
Днепр, Украина

ECONOMIC PROSPECTS FOR PRODUCTION OF SYNTHETIC MOTOR FUEL FROM COAL GASIFICATION PIROPLASMOSIS

Holyavchenko L. T., Oparin S. A. *, Davydov S. L.
The Institute of geotechnical mechanics. N. With. Polyakov NAS of Ukraine,
Dnipro, Ukraine
* Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnipro, Ukraine

Аннотация. Одним из направлений энергетических ресурсов, альтернативных нефти, является переработка углеродсодержащих сред в жидкие моторные топлива. Разработанные технологии переработки углеродсодержащих сред в синтетические моторные топлива до настоящего времени были экономически неконкурентными с технологиями получения моторных топлив из нефти в связи с достаточно низкой стоимостью нефти и высокими капиталовложениями альтернативных технологий. Учитывая мировую тенденцию повышения стоимости нефти и возрастания требований к охране окружающей среды, альтернативные технологии становятся конкурентными. В этой связи повышается интерес к технологиям по получению синтетических моторных топлив из углеродсодержащих сред, имеющие более высокие экологические показатели. Это позволит частично отказаться от нефтяных источников и в значительной степени снизить выбросы в окружающую среду. В работе приведены значения капитальных и операционных затрат производства синтетического моторного топлива из угля путем пароплазменной газификации и осуществлен сравнительный анализ затрат разрабатываемой с существующими технологиями производства синтетического моторного топлива. Результаты проведенных расчетов позволили получить зависимости стоимости нефти, приведенной к нефтяному эквиваленту, от стоимости углеродсодержащей среды. Показано, что технология аллотермической пароплазменной газификации углеродсодержащих сред конкурентоспособна на современном рынке производства синтетических моторных топлив среди его производителей передовых мировых компаний и с

увеличением стоимости исходной углеродсодержащей среды ее конкурентоспособность будет только увеличиваться.

Abstract: One of the areas of energy resources alternative to oil, is the processing of carbon-containing environments in a liquid motor fuel. Developed technology for converting carbon-containing environments in synthetic motor fuels to date have been economically uncompetitive technologies for producing motor fuels from oil due to the rather low cost of oil and high capital investments for alternative technology. Given the global trend of increasing oil prices and increasing requirements for environmental protection, alternative technologies become competitive. In this regard, increasing interest in the technologies for obtaining synthetic fuels from carbonaceous environments with higher environmental performance. This will partially abandon its oil sources and greatly reduce emissions into the environment. The paper presents the values of capital and operating costs of production of synthetic motor fuels from coal by gasification and piroplasmosis a comparative analysis of costs developed from existing technologies of production of synthetic motor fuel. The results of the conducted calculations allowed to obtain based on the price of oil provided to the oil equivalent of the cost of carbon-containing environment. It is shown that technology piroplasmosis allothermic gasification of carbonaceous environments competitive in the modern market of production of synthetic motor fuels among his producers of the world's leading companies and with the increase in the value of the original carbonaceous environment, its competitiveness will increase.

Ключевые слова: уголь, синтетическое моторное топливо, газификация, экономическая оценка

Keywords: coal, synthetic fuels, gasification, economic evaluation

Постановка проблеми. Значительную долю в топливно-энергетическом балансе стран занимает нефть, занимающая лидирующие позиции в мировом энергетическом балансе. По прогнозам некоторых экспертов увеличение темпов потребления нефти приведет к снижению мировых ее запасов, что в значительной степени отразится на повышении ее стоимости и, в свою очередь, приведет к увеличению стоимости продуктов переработки нефти, в частности жидкого топлива.

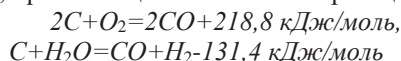
В данной сложившейся ситуации поиск энергетических ресурсов, альтернативных нефти, является актуальной задачей.

Одним из таких направлений является переработка углеродсодержащих сред в жидкие моторные топлива. Разработанные технологии переработки углеродсодержащих сред в синтетические моторные топлива до настоящего времени были экономически неконкурентными с технологиями получения моторных топлив из нефти в связи с достаточно низкой стоимостью нефти и высокими капиталовложениями альтернативных технологий. Учитывая мировую тенденцию повышения стоимости нефти и возрастания требований к охране окружающей среды, альтернативные технологии становятся конкурентными. В этой связи повышается интерес к технологиям по получению синтетических моторных топлив из углеродсодержащих сред, имеющие более высокие экологические показатели. Это позволит частично отказаться от нефтяных энергоисточников и в значительной степени снизить выбросы в окружающую среду.

Цель статьи. Одним из углеродсодержащих источников, альтернативных нефти, является уголь, запасы которого в Украине достигают 34 млрд. т. Многими исследователями показана перспективность получения синтетического моторного топлива из угля. Поэтому задачей исследований, представленных в работе, является определение оценки экономической эффективности производства синтетического моторного топлива из угля.

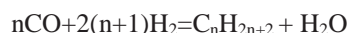
Основная часть. Технологию получения синтетического моторного топлива (СМТ) можно разделить на три стадии.

Первая стадия – получение синтез-газа в современных аллотермических процессах с применением энергии низкотемпературной плазмы, протекающих по основным реакциям:



В совмещенном термохимическом процессе деструкцией воды на водород и кислород получаем кислород для окисления углерода, и дополнительно водород, повышающий калорийность газовой фазы до 11,5-12 МДж/м³ и его объемный выход на 40-45%. Генерируемый газ на 98-99% состоит из синтез-газа (CO+H₂), а соотношение его компонентов находится в пределах 1-0,5, что определяет качество углеводородного комплекса в технологии дельнейшего синтеза жидких углеводородов.

Вторая стадия – осуществление процесса Фишера-Тропша, в котором происходит синтез жидких углеводородов на базе генерируемого синтез-газа. В упрощенном виде этот процесс можно представить в виде следующей химической реакции:



Состав конечных продуктов этой технологии зависит от катализаторов, температуры, давления, соотношения CO/H₂ в рабочей смеси газовой фазы, ее чистоты. Выход продуктов синтеза включает легкие фракции, дизтопливо, сжиженные газы (до 70%), нефтяные парафины (30%). Нефтяные парафины не содержат серы и ароматических углеводородов и используется как нефтехимическое сырье.

Одеська національна академія харчових технологій
ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Третья стадия – облагораживание полученных продуктов после второй стадии, которая заключается в доведении конечного продукта до нужного качества. Стадия хорошо освоена в современной нефтепереработке.

Учитывая вышеизложенное, цену СМТ, получаемого из угля путем его пароплазменной газификации ($C_{смт(у)}$), можно определить по формуле:

$$C_{смт(у)} = C_1 + C_2 + C_3,$$

где C_1 – стоимость первой стадии производства СМТ (производство синтез-газа), дол./барр.;

C_2 – стоимость второй стадии, дол./барр.;

C_3 – стоимость третьей стадии, дол./барр.

Рассматривая составляющие формулы по определению цены СМТ, получены значения капитальных и операционных затрат производства СМТ (без стоимости исходного сырья и его переработки). Результаты расчетов приведены в таблице 1. Данные расчеты, с определенной степенью достоверности, характеризуют трудоемкость и капиталоемкость сравниваемых технологий. В сумме общих затрат производства СМТ передовых компаний, эти затраты могут достигать 60% и распределяются они между отдельными стадиями следующим образом: получение кислорода 35%, генерация синтез-газа 25% [1].

Значительные затраты по этим стадиям, особенно по капитальным вложениям, существенно сдерживают развитие технологии СМТ. В то же время расчеты показывают, что капиталоемкость пароплазменной технологии по первой стадии производства, не превышает 3-4% от общих по всем стадиям. Сравнение этих показателей свидетельствует о низкой капиталоемкости пароплазменной технологии в главной стадии производства СМТ, чем выгодно отличает ее от технологий передовых мировых компаний.

Таблица 1. Оценка стоимости капитальных и операционных затрат производства СМТ по сравниваемым технологиям (без стоимости исходного сырья).

№ пп.	Компания (технологический процесс)	Углеродсодерж. среда, технологич. КПД	Затраты производства СМТ (без стоимости сырья)						
			производство синтез-газа I стадия, дол./барр.		Общие затраты по трем стадиям, дол./барр.			Всего (Σ затраты)	
			Капитальные, Зк(П)	Операционные, Зо(П)	Капитальные, Зк	Операционные, Зо	% кап. затрат в общих затратах, I стадия	дол./барр.	дол./т
1	SASOL (автотерм.)	Природ. газ, 0,55	7,5	2,9	18,5	16,3	21,55	34,8	273,8
2	BP/Mobile (автотерм.)	Природ. газ, 0,65	5,1	3,9	13,2	16,9	16,94	30,1	240,0
3	Syntroleum (автотерм.)	Природ. газ, 0,62	1,8	4,4	5,4	13,1	9,68	18,6	151,1
4	DOE ceramic membrane (автотерм.)	Природ. газ, 0,5	6,2	0,8	14,7	13,8	21,75	28,5	225,1
5	Пароплазма (аллотермич.), Цэ = 0,9 грн/кВт·ч	Уголь, 1,0	0,77	0,36	8,97	13,36	3,45	22,33	169,5

На основании вышеизложенного и результатов расчетов получены зависимости эквивалентной стоимости СМТ, приведенной к нефтяному эквиваленту, от стоимости углеродсодержащей среды и установлены зоны экономической эффективности производства СМТ различными технологиями.

В большей части стоимость производства СМТ зависит от стоимости исходного сырья, методов и средств его термических превращений, энергоемкости этого процесса. Из рис. 1 видно, что при ценах на природный газ до 200 дол./1000 м³ и на уголь до 1000 грн/т производство СМТ пароплазменной технологией практически остается конкурентным с технологиями передовых мировых компаний.

При повышении цен на сырье, например, в 3 раза, стоимость производства СМТ пароплазменным способом на 8-10% будет ниже показателей сравниваемых компаний. С дальнейшим увеличением цен на углеродсодержащее сырье эта разница показателей будет только увеличиваться, что хорошо подтверждается углом наклона зависимостей $C_{смт} = f(C_{сырья})$ (рис.1). Большой угол наклона зависимостей передовых компаний объясняется тем, что с подорожанием исходного сырья, все большая часть его стоимости

переносится в реакционные автотермические процессы, тогда как аллотермическая пароплазменная технология мало зависит от этого показателя и больше зависит от цены энергии вносимой из вне, а конкурентность ее в этом случае будет только расти.

Перспектива применения и конкурентность технологий производства СМТ из природного газа, в том числе и пароплазменной из угля, наглядно прослеживается зависимостью эквивалентной цены на нефть от стоимости исходного сырья и технологий производства (рис.2). Исследованиями установлены зоны экономической эффективности применения известных мировых технологий, в том числе и пароплазменной, для синтеза жидких углеводородов в виде СМТ (альтернатива производства моторного топлива из сырой нефти).

Исследования показывают, что любая из известных технологий может быть эффективной при цене на сырую нефть не менее 40-45 дол/барр. Дальнейшее повышение этих цен только увеличивает эффективность производства СМТ любой из известных технологий, в том числе и пароплазменной. Сравнительный их анализ показывает, что аллотермический пароплазменный способ производства СМТ конкурентоспособен даже на уровне сравнительно низких, реально существующих цен на исходное сырье (рис.2). В диапазоне цен на уголь 1000-1500 грн/т и электроэнергии 0,7-1,3 грн/кВт·ч при стоимости сырой нефти 45-50 дол/барр пароплазменная технология остается конкурентной на рынке СМТ среди передовых мировых компаний. Только компания Syntroleum имеет сравнимые показатели при цене на природный газ от 100 до 200 дол/м³. Дальнейший рост цен на исходное сырье резко ограничивает зону экономической эффективности производства СМТ базовых компаний (рис.2). Разрабатываемая технология менее чувствительна к этому показателю, что неизбежно улучшает перспективы ее реализации.

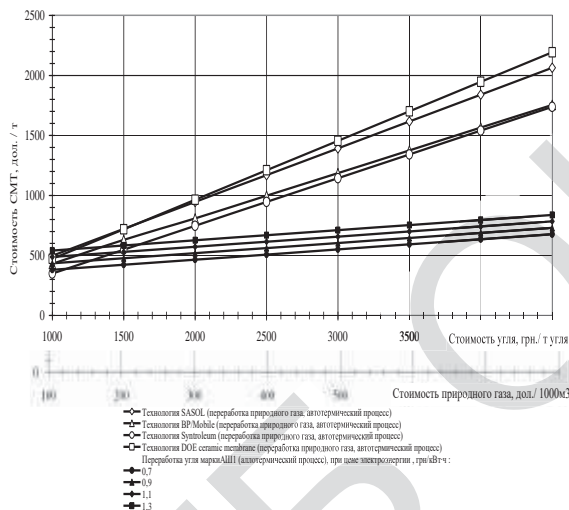


Рис. 1. Стоимость СМТ в зависимости от стоимости углеродсодержащей среды.

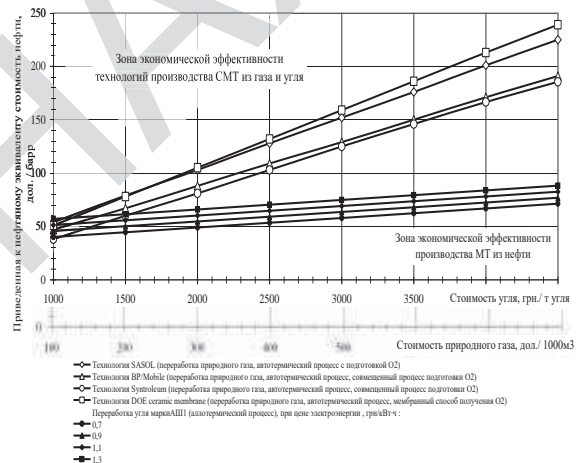


Рис. 2. Стоимость нефти, приведенная к нефтяному эквиваленту, в зависимости от стоимости углеродсодержащей среды.

Выводы:

1. Показано, что технология аллотермической пароплазменной газификации углеродсодержащих сред конкурентоспособна на современном рынке производства синтетических моторных топлив среди его производителей передовых мировых компаний (Sell, Syntroleum, SASOL и др..) и с увеличением стоимости исходной углеродсодержащей среды ее конкурентоспособность будет только увеличиваться.
2. Положительный экономический баланс всех известных технологий, в том числе и пароплазменной, в производстве СМТ, как альтернативы моторному топливу из сырой нефти, в значительной степени зависит от цены на эту нефть. Он может быть достигнут при цене на нефть не ниже 45-50 дол/барр или других объективных обстоятельств. Дальнейший рост этой цены только увеличивает перспективу экономической составляющей альтернативных технологий.
3. Установлено, что стоимость единицы массы СМТ из угля производимого по технологии пароплазменного реформинга практически уравнивается с ценой СМТ, производимого из природного газа передовыми мировыми компаниями, при росте цены на газ от 100 до 200 дол/1000м³. Дальнейший рост цен на газ только увеличивает положительный баланс пароплазменной технологии.

Литература

1. Ю.В. Синяк, А.Ю. Колпаков Эффективность производства синтетических моторных топлив / Журнал Проблемы прогнозирования // Выпуск № 1. - 2012.
2. Химическая энциклопедия / Фишера-Тропша синтез. - т.5. - 1998г

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	
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 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