

ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗБІРНИК ПРАЦЬ

*VII Міжнародної науково-практичної  
конференції*

**«ІННОВАЦІЙНІ  
ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ»**

*9-13 вересня 2019 р.*



ОДЕСА  
2019

Публікуються доповіді, представлені на XVIII Міжнародній науковій конференції «Удосконалення процесів і обладнання харчових та хімічних виробництв» (9 – 13 вересня 2019 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  
Кандидат техн. наук

О.Г. Бурдо  
Ю.О. Левтринська  
Я.О. Масельська

## МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВИЙ ОРГКОМІТЕТ

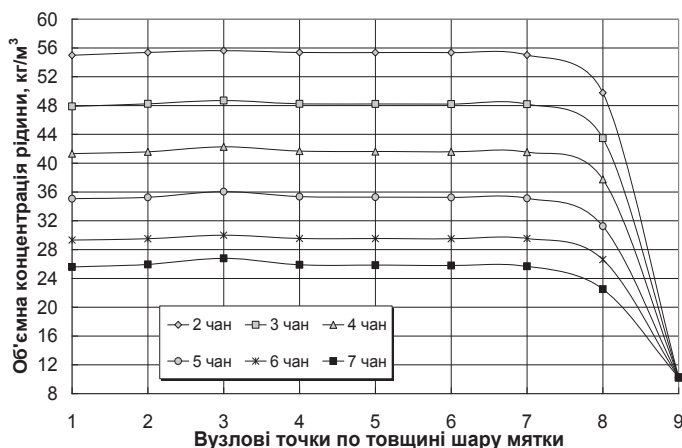
- |  |  |
|--|--|
| <b>Єгоров</b><br><i>Богдан Вікторович</i>        | – голова, Одеська національна академія харчових технологій, ректор, д.т.н., професор                                       |
| <b>Бурдо</b><br><i>Олег Григорович</i>           | – вчений секретар, Одеська національна академія харчових технологій, д.т.н., професор                                      |
| <b>Атаманюк</b><br><i>Володимир Михайлович</i>   | – Національний університет «Львівська політехніка», д.т.н., професор   |
| <b>Васильєв</b><br><i>Леонард Леонідович</i>     | – Інститут тепло- і масообміну ім. А.В. Ликова, Республіка Білорусь, д.т.н., професор                                      |
| <b>Гавва</b><br><i>Олександр Миколайович</i>     | – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор   |
| <b>Гумницький</b><br><i>Ярослав Михайлович</i>   | – Національний університет „Львівська політехніка”, д.т.н., професор   |
| <b>Долинський</b><br><i>Анатолій Андрійович</i>  | – Інститут технічної теплофізики, почесний директор, д.т.н., академік НАН України  |
| <b>Зав’ялов</b><br><i>Владимир Леонідович</i>    | – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор   |
| <b>Сукманов</b><br><i>Валерій Олександрович</i>  | – Полтавський університет економіки і торгівлі, д.т.н., професор   |
| <b>Колтун</b><br><i>Павло Семенович</i>          | – Technident Pty. Ltd., Australia, Dr  |
| <b>Корнієнко</b><br><i>Ярослав Микитович</i>     | – Національний технічний університет України „Київський політехнічний інститут”, д.т.н., професор                          |
| <b>Малежик</b><br><i>Іван Федорович</i>          | – Національний університет харчових технологій, д.т.н., професор   |
| <b>Михайлов</b><br><i>Валерій Михайлович</i>     | – Харківський державний університет харчування та торгівлі, д.т.н., професор   |
| <b>Паламарчук</b><br><i>Ігор Павлович</i>        | – Національний університет біоресурсів та природокористування України, д.т.н., професор                                    |
| <b>Снежкін</b><br><i>Юрій Федорович</i>          | – Інститут технічної теплофізики, директор, д.т.н., академік. НАН України  |
| <b>Сорока</b><br><i>Петро Гнатович</i>           | – Український державний хіміко-технологічний університет, д.т.н., почесний професор  |
| <b>Сухий</b><br><i>Константин Михайлович</i>     | – ДВНЗ "Український державний хіміко-технологічний університет", д.хім.н., професор  |
| <b>Тасімов</b><br><i>Юрій Миколайович</i>        | – Віце-президент союзу наукових та інженерних організацій України  |
| <b>Товажнянський</b><br><i>Леонід Леонідович</i> | – Національний технічний університет „Харківський політехнічний інститут”, д.т.н., професор, член-кореспондент НАН України |
| <b>Ткаченко</b><br><i>Станіслав Йосифович</i>    | – Вінницький національний технічний університет, д.т.н., професор  |
| <b>Черевко</b><br><i>Олександр Іванович</i>      | – Харківський державний університет харчування та торгівлі, ректор, д.т.н., професор                                       |
| <b>Шит</b><br><i>Михайл Львович</i>              | – Інститут енергетики Академії Наук Молдови, к.т.н., в.н.с   |

---

**СЕКЦІЯ 1.**

**ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ  
ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

---



**Рисунок 4.** Зміна об'ємної концентрації рідини  $U_{ж}$  при смаженні м'ятки в перерізі  $r=R/2$ ,  $0 \leq y \leq H$  у кожному чані жаровні в момент часу 8 хв.

Пара, що утворюється, проходить крізь дисперсний шар, частково конденсуючись та підвищуючи вологовміст, і відповідно  $U_{ж}$  більш холодних середніх прошарків. В кожному наступному чані початкова об'ємна концентрація рідини в м'ятці нижча, ніж у попередньому – при жарінні відбувається її зневоднення.

**Висновки.** Розроблено математичну модель та чисельний метод розрахунку динаміки та кінетики тепломасопереносу і фазових перетворень при жарінні м'ятки в багаточанній жаровні, що дозволяють визначати поля температур, об'ємних концентрацій і парціальних тисків рідкої, парової і повітряної фаз в дисперсному шарі, а також час обробки.

Верифікація результатів свідчить про адекватність математичної моделі, точність

чисельного методу, та можливість їх використання для вибору оптимальних режимних параметрів процесу та конструкційних характеристик обладнання.

#### References

1. Goldovskiy A.M. Teoreticheskie osnovy proizvodstva rastitelnykh masel. M.: Pischepromizdat, 1958. 446 s.
2. Didur V.A., Tkachenko V.A., Tkachenko A.V., Didur V.V., Aseev A.A. Modelirovanie gidrodinamicheskikh protsessov v mnogochannoy zharovne pri zharenii myatki klescheviny // Naukoviy vIsnik NUBIP. SerIya: TehnIka ta energetika APK. 2017. Vip. 262. S. 11–26
3. Nikitenko N.I., Snezhkin Yu.F., Sorokovaya N.N., Kolchik Yu.N. (2014) Molekulyarno-radiatsionnaya teoriya i metodyi rascheta teplo- i massoobmena. Kiev: Naukova dumka, 744 .
4. Nikitenko N.I. (2000) Problemyi radiatsionnoy teorii teplo- i massoperenosa v tverdyih i zhidkih sredah. Inzh.-fiz. zhurn. , 73(4), 851–839.
5. Rudobashta S.P. Massoperenos v sistemah s tverdoy fazoy. M.: Himiya, 1980. 248 s.
6. Nikitenko N.I. (2002) Issledovanie dinamiki isparennya kondensirovannykh tel na osnove zakona intensivnosti spektralnogo izlucheniya chastits. Inzh.-fiz. zhurn., 75(3), 128–134.
7. Ginzburg A.S. Tehnologiya sushki pischevyykh produktov. M.: Pischevaya promyshlennost. 1976. 248 s.
8. Nikitenko N.I., Snezhkin Yu.F., Sorokovaya N.N. (2005) Matematicheskoe modelirovanie teplomassoperenosa, fazovyykh prevrascheniy i usadki s tselyu optimizatsii protsessu sushki termolabilnykh materialov. Inzh.-fiz. zhurn., 78(1), 74 – 87.
9. Nikitenko N.I. Teoriya teplomassoperenosa. Kiev: Nauk. dumka, 1983. 352 s.
10. Didur V.A., Tkachenko V.A. Tehnologiya pererabotki semyan kleschevinyi na malotonnazhnykh predpriyatiyah. VIsnik UkraYinskogo vIddIlennya MIzhnarodnoYi akademIYi agrarnoYi osvIti. Vip. 2. Melltopol: Kopltsentr «Dokument-servIs», 2014. S. 21–36.

УДК 622.278

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЛАЗМЕННЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СРЕД

Холявченко Л.Т.<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с., Опарин С.А.<sup>2</sup>, к.т.н., доц., Давыдов С.Л.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, г. Днепр

<sup>2</sup>ГВУЗ «Украинский государственный химико-технологический университет», г. Днепр

## PROSPECTS OF APPLICATION OF PLASMA TRANSFORMATION PROCESSES OF CARBON-CONTAINING ENVIRONMENTS

Kholyavchenko L.T., Oparin S.O., Davydov S.L.

<sup>1</sup>Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poljakov of NASU, Dnepr

<sup>2</sup>Ukrainian State University of Chemical Technology, Dnepr

**Аннотация.** В статье представлена актуальная проблема, связанная с разработкой методов и средств переработки экологически «грязного» углеродсодержащего сырья, включая уголь, с целью его подготовки к массовому и безопасному использованию в промышленности в качестве энергоносителя, альтернативного

нефти и газа. В работе приведен анализ существующих автотермических технологий и показаны преимущества аллотермической пароплазменной технологии переработки углеродсодержащих сред в синтез-газ. Приведены результаты теоретических исследований процесса плазменных превращений углеродсодержащих сред. Показаны перспективы дальнейшего развития аллотермического метода преобразования экологически проблемного сырья в газ с помощью энергии паровой плазмы. Данный метод включает в себя процессы плазменного образования, которые объединяют во времени и пространстве тепловые превращения и генерирование окислителя из воды. Установлены закономерности влияния температуры процесса пароплазменных превращений на качественные и количественные показатели получаемой газовой фазы с учетом элементного состава среды. Составлен энергетический баланс процесса и установлены энергозатраты пароплазменных превращений углеродсодержащих сред в синтез-газ. Показано, что аллотермические пароплазменные процессы отличаются универсальностью к перерабатываемому сырью, экологической безопасностью, низкой металлоемкостью оборудования. Следовательно, они могут стать основой для дальнейшего развития технологий термических превращений различных углеродсодержащих сред, в том числе твердых бытовых отходов, в энергетический газ, что решит проблему поиска альтернативных видов энергии.

**Abstract.** The article presents the actual problem associated with the development of methods and means of processing environmentally "dirty" carbon-containing raw materials, including coal, with the aim of preparing it for mass and safe use in industry as an energy carrier, alternative oil and gas. The paper presents an analysis of existing autothermal technologies and shows the advantages of allothermic vapor-plasma technology for the processing of carbon-containing media into synthesis gas. The results of theoretical studies of the process of plasma transformations of carbon-containing media are given. The prospects for the further development of the allothermic method of converting ecologically problematic raw materials into gas using the energy of vapor plasma are shown. This method includes plasma formation processes that combine thermal transformations in time and space and the generation of an oxidizing agent from water. The regularities of the influence of the temperature of the process of vapor-plasma transformations on the qualitative and quantitative indicators of the resulting gas phase taking into account the elemental composition of the medium are established. The energy balance of the process has been compiled and the energy consumption of the vapor-plasma transformations of carbon-containing media into synthesis gas has been established. It is shown that vapor-plasma allothermic processes are distinguished by universality to the processed raw materials, environmental safety, low metal consumption of equipment. Consequently, they can become the basis for the further development of technologies for thermal transformations of various carbon-containing media, including solid household waste, into energy gas, which will solve the problem of finding alternative energy types.

**Ключевые слова:** углеродсодержащая среда, пароплазменная газификация, плазмагаз

**Keywords:** carbon-containing environment, steam-plasma gasification, plasma gas

**Постановка проблемы.** Темпы развития промышленности на современном этапе приводят к увеличению потребления топливно-энергетических ресурсов и, соответственно, к истощению их запасов, которые являются ограниченными. Значительную долю в топливно-энергетическом балансе стран занимает нефть и природный газ, которые занимают лидирующие позиции в мировом энергетическом балансе. По прогнозам некоторых экспертов дальнейшее увеличение темпов потребления нефти и природного газа приведет к снижению мировых ее запасов, что в значительной степени отразится на повышении их стоимости и, в свою очередь, приведет к увеличению стоимости продуктов их переработки. В докладе экспертов британской исследовательской компании Peak Oil Group за 2010 г. отмечается, что максимальный объем добычи нефти в мире (4580 млн. т) придется на 2015 год [1]. Далее намечается спад ее добычи из-за истощения существующих месторождений. Дешевая нефть, себестоимость которой составляет 185 долл/т (25 долл/барр) закончилась в 2005 г. Обнаружить новые месторождения «легких» энергоносителей с такими низкими производственными затратами шансов нет, а при достигнутых темпах потребления по оценкам МЭА рост их добычи прекратится уже к 2030 году.

Запасы нефти и газа очень ограничены, их общий баланс на рынке энергоносителей составляет в настоящее время 10 – 20 %, а мировые цены на нефть достигли своего исторического максимума - 147,5 долл/барр в 2008 г. И несмотря на то, что эти цены на нефть и газ резко колеблются в зависимости от конъюнктуры рынка, новейших технологий, событий политического характера, тенденция снижения объемов их потребления неизбежно соблюдается во всем мире. Происходит переориентация мировой энергетики с нефти и газа на альтернативные и возобновляемые источники энергии.

Украина импортирует 60-70 млрд. м<sup>3</sup> природного газа, практически весь необходимый объем нефти и нефтепродуктов, попадая, таким образом, в энергозависимость от условий поставок и цен на эти продукты на мировом рынке. Не менее важная проблема – низкая энергоэффективность предприятий, особенно ориентированных на экспорт (металлургическая и химическая отрасли). По оценкам Международной экономической ассоциации (МЭА) экономика Украины относится к одной из наиболее энергозатратных в Европе, где энергоемкость ВВП выше, чем в богатой энергоресурсами России в 1,5-2 раза и в 3 раза, чем в ЕС. В этих условиях разработка источников энергии альтернативных нефти и газу для Украины, где их запасы практически исчерпаны или же добыча ограничена геологией залегания, имеет актуальный характер. Особенно остро в настоящее время проблема перехода к альтернативным сырьевым источникам стоит в Украине, где

запасы нефти и газа практически исчерпаны или же ограничены сложностью их залегания на больших (свыше 5-6 тыс. м) глубинах. Однако Украина владеет значительными запасами твердых горючих ископаемых – каменный и бурый угли, угли различной степени метаморфизма, сланцы, торф, озерный сапропель. Общие ресурсы угля в Украине на сегодняшний день составляют более 100 млрд. тонн, а разведанных и подтвержденных (по данным «British Petroleum Statistikal») – более 33,8 млрд. тонн. Разведанные запасы торфа составляют 0,93- 1 млрд. тонн, сланца – 33,0 млрд. тонн [2]. Украина обладает неисчерпаемыми запасами возобновляемых источников энергии – древесина, отходы сельскохозяйственного производства, твердые бытовые отходы (ТБО). Кроме того, в процессе добычи, обогащения и переработки угля образуется огромное количество отходов, к которым относятся метановоздушные смеси, порода в смеси с углем, отходы углеобогащения. Все это преимущественно складывается, выбрасывается в атмосферу, отвалы, отстойники, водоемы, загрязняя окружающую среду. В угольной отрасли находится 35 шлаконакопителей вместимостью 129 млн. м<sup>3</sup>, которые занимают площадь более 1800 га и содержат 116 млн. т шламов зольностью 45 – 70 %. Эти отходы практически не востребованы, занимают большие площади плодородных земель, создают почвенную эрозию, загрязняют окружающую среду. Уголь, как и ТБО, из-за высокого уровня загрязнения окружающей среды и высокой эмиссии CO<sub>2</sub> при прямом сжигании является «грязным» энергетическим сырьем. В теплоэнергетику при этом вовлекается всего 20 – 30 % собственно угля, остальное выбрасывается в окружающую среду в виде пыли, отходящих газов, золы и др., нанося ей непоправимый вред.

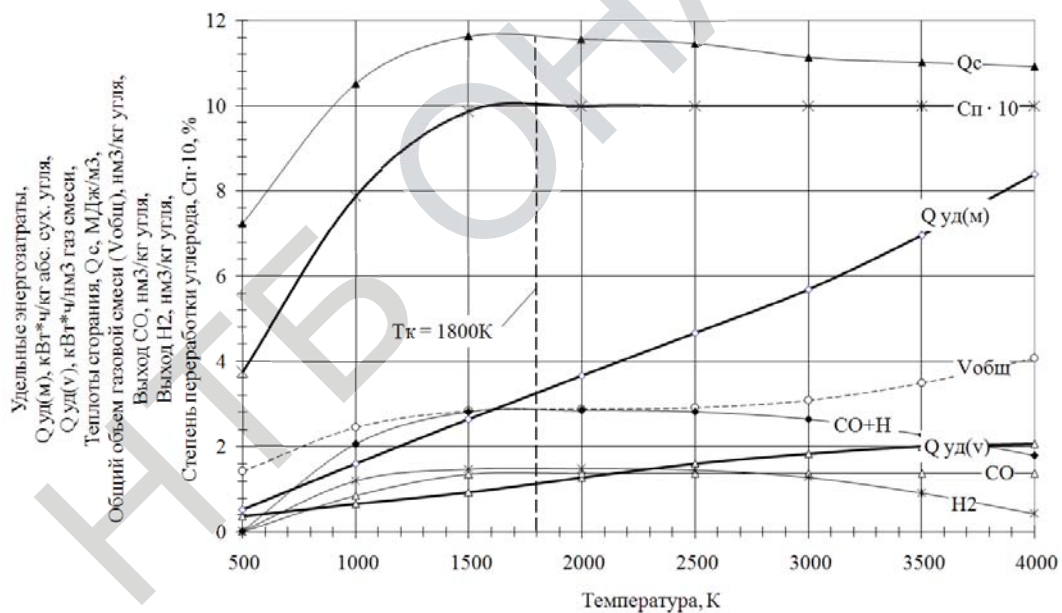
В тоже время, одной из глобальных проблем мирового сообщества является возрастающее негативное воздействие на окружающую среду продуктов прямого сжигания углеродсодержащих сред различного происхождения: нефти, природного газа, углей, твердого топлива, бытовых отходов, что связано с всевозрастающими объемами энергопотребления мировой промышленностью, приводящие к пропорциональному увеличению выбросов в атмосферу канцерогенных и токсичных веществ. Проблемы, вызванные прямым сжиганием природных ресурсов являются настолько серьезными, что порой переходят в катастрофические. Поскольку не существует естественных ресурсов их замещения, которые смогли бы в полной мере обеспечить потребности всевозрастающего энергопотребления и чистоту окружающей среды, то такие энергоносители должны быть синтезированы в чистые энергии и отвечать следующим требованиям: не создавать проблем с загрязнением окружающей среды; быть конкурентными и доступными на рынке природных топлив. Идеальный выбор энергии в рамках этих требований – использование возобновляемых источников энергии, таких как солнце, ветер, вода, водород, получаемый от разделения воды и т.д., так как их производство и применение не влияет на окружающую среду. Однако возобновляемые технологии пока находятся в развитии и на сегодня не могут удовлетворить в полной мере потребности развивающихся экономик. Очевидно, что на смену существующим технологиям должны прийти новые многоцелевые, безотходные, энергосберегающие, экологически чистые технологии перевода «грязного» энергетического сырья в газ.

Решить это представляется возможным предварительной подготовкой углеродсодержащих сред различного происхождения путем термопревращения их в газовое состояние в полях высоких температур. Накоплен достаточно большой опыт перевода углеродсодержащих сред в газовое состояние, в основе которого лежат автотермические методы. Все они базируются на сжигании части газифицируемого топлива для разгона и поддержки эндотермических реакций процесса окисления углерода [3]. Хорошо апробированы и известны газификаторы в кипящем слое при атмосферном давлении (Винклера), в плотном стационарном слое (Лурги), в потоке (Тексако), на пылевидном топливе в расплаве (Коперс-Готцека). Известны и широко применяются более современные варианты газификаторов второго поколения (Рур-100, НТГВ, Баргбау, Ю-Газ, Лурги-Рургаз и др.). Данные технологии отличаются невысокими температурой (1400 – 1500К) и плотностью теплового потока в реакционном пространстве, которые не могут обеспечить достаточный уровень деструкции вредных и токсичных соединений, скорости термопревращений, степени переработки углерода, исключена комплексная переработка сырья, большими расходами исходного сырья. Технологии характеризуются: экологическими проблемами его прямого сжигания; низкой производительностью процесса; загрязнением газовой фазы продуктами сжигания части топлива, а конденсированной – остаточным углеродом; громоздким, дорогим и затратным оборудованием, в т.ч. для производства окислителя; значительными (до 10-20%) выбросами CO<sub>2</sub> в окружающую среду при использовании парокислородного дутья, а при использовании воздуха в газовой фазе азот может достигать 60%. Перечисленные недостатки и высокие капиталовложения при строительстве автотермических газификаторов препятствуют широкому распространению данных технологий.

Альтернативой автотермическим технологиям могут быть аллотермические технологии высокотемпературных превращений углеродсодержащих сред в газовое состояние при воздействии электромагнитных полей дуговой плазмы. Аллотермические плазменные источники энергии являются именно тем средством термовоздействия, которые комплексно отвечают требованиям процесса и качеству полезного продукта. Аллотермические плазменные процессы отличаются универсальностью к свойствам исходного сырья, селективностью компонентов полезного продукта, экологической безопасностью, рациональным использованием исходного сырья, высокими скоростью химических реакций и производительностью процесса в потоке, низкой металлоемкостью оборудования [4, 5].

**Цель статьи.** Таким образом, задачей представленных в работе исследований является определение закономерностей влияния параметров процесса плазменных превращений углеродсодержащих сред в энергетический газ с целью установления перспективности применения технологии плазменной газификации в промышленности.

**Основная часть.** Экспериментальными исследованиями и термодинамическим моделированием высокотемпературных превращений, выполненными авторами [4-6], установлено, что качество и количество целевого продукта зависит от температуры процесса и вида окислителя. Результаты исследований зависимостей составляющих газовой фазы от температуры показывают, что температура оказывает решающее воздействие на общий выход и на выход энергосоставляющих элементов газовой фазы. При паровой окислительной среде оптимальным есть нагрев полидисперсных частиц до температуры 1800-2000К, не зависимо от их размера (Рисунок 1). В этом случае наблюдается максимальный выход газовой фазы и степень превращений углерода достигает 100%. При этой температуре газовая фаза на 96-99% состоит из  $H_2$  и  $CO$  (синтез-газа), калорийность ( $Q$ ) ее достигает максимального значения (11,5-12 МДж/м<sup>3</sup>), а энергетический коэффициент полезного действия ( $\eta$ ) достигает 0,99. Повышение температуры свыше 2000К ведет к увеличению производительности на несколько порядков. В этом случае необходим своевременный (при  $T=1800-2000K$ ) вывод газовой фазы из реакционного пространства. Это обеспечивает оптимальное значение калорийности газовой фазы и энергоемкости процессов превращений (2,7-3,1 кВт·ч/кг) [6]. Влияние на качественные и количественные показатели газовой фазы оказывает природа и качество окислительной среды. Паровая среда наиболее полно отвечает требованиям качества полезного продукта, рациональному использованию сырья, экологической безопасности. Так, выход газовой фазы, за счет водорода из окислителя, увеличивается на 45-46% по сравнению с кислородом, а калорийность в 2,5-3 раза по сравнению с воздухом. Качественные показатели газовой фазы, его калорийность зависят от коэффициента расхода окислителя ( $\alpha$ ). При оптимальной температуре,  $\alpha = 0,9-0,96$ , что соответствует стехиометрическому соотношению масс реагирующих компонентов. Изменение  $\alpha$  от стехиометрического ведет к ухудшению качества конечного продукта и снижению водородно-оксидного ( $H_2/CO$ ) числа в нем, что чрезвычайно важно при синтезе жидких углеводородов по методу Фишера-Тропша.



**Рисунок 1.** Зависимости параметров процесса пароплазменных превращений углеродсодержащих сред в синтез-газ.

Таким образом, температура в реакционном пространстве, расход окислителя, его природа и качество, своевременный вывод газовой фазы, являются основными факторами управления процессами термопревращений углеродсодержащих сред. Исследования термопревращений углеродсодержащих сред различной морфологии и шламов показали, что плазменная технология универсальна к свойствам перерабатываемой среды и строго селективна в отборе компонентов газовой фазы. При многообразии углеродсодержащих сред газовая фаза на 95-99% состоит из синтез-газа ( $CO+H_2$ ). Аллотермическими плазменными технологиями представляется возможным реализовать процессы комплексной переработки угля. Процесс происходит путем восстановления компонентов его минеральной части при температуре 1600-2800К с переходом составляющих  $Ca$ ,  $Mg$ ,  $Si$ ,  $Fe$ ,  $Al$  в полезные продукты. В экологическом плане вредные и балластные соединения газовой фазы ( $CO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $SO$ ) в пароплазменных процессах не превышают 1,0-2 моль/кг (0,5-1,5%) общей массы газов, при этом температура в реакционном пространстве более 2000К обеспечивает деструкцию любых вредных и токсичных соединений, в том числе и серы, снижая выбросы в окружающую среду до уровня ниже европейских стандартов.

**Вывод.** Таким образом, аллотермические плазменные технологии, отличающиеся универсальностью к перерабатываемому сырью, экологической безопасностью, малыми металлоемкостью оборудования и капитальными затратами, могут стать основой дальнейшего развития технологий термопревращений углеродсодержащих сред, в том числе и твердых бытовых отходов, в целевые продукты различного промышленного применения.

#### Література

1. Стракович, М.А. Дальние перспективы развития мировой энергетики / М.А. Стракович, Ю.В. Синяк, С.Я. Чернавский // Топливо. - 1981. – Вып.14. - №3. – С. 12-25.
2. The Oil Crunch 2010: A Wake-Up Call For The Uk Economy - Second Report Of The Uk Industry Taskforce On Peak Oil & Energy Security (Itpoes).
3. Перспективы создания парогазовых установок с газификацией низкосортных углей Украины / Ю.Т. Корчевой, С.В. Яцкевич, В.А. Волковинский, А.Ю. Майстренко // Энергетика и газификация. – 1992. – 63 с.
4. А. Ф. Булат Оценка экономической и экологической эффективности замещения технологии прямого сжигания твердого топлива пароплазменной газификацией / А. Ф. Булат, Л. Т. Холявченко, С.Л. Давыдов, С. А. Опарин // Доповіді НАН України. – 2017. - №4. - С. 33–41.
5. С.Л. Давыдов Расчетные показатели переработки углей и отходов их обогащения методом пароплазменной газификации [Текст] // Геотехническая механика: Межд. сб. науч. тр. — Днепропетровск: ИГТМ НАНУ, 2013. — Вып. 108. — С. 179-185.
6. Опарин С.А. Расчет энергоемкости процесса пароплазменной газификации углеродсодержащих сред / С.А. Опарин, С. Л. Давыдов, Л.Т. Холявченко // Вопросы химии и химической технологии. – 2012. – № 1. – С. 89–95.

## ПРОБЛЕМИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ

Бундюк А.М., Подпалова Ю.В., Коваленко А. К.  
Одеський національний політехнічний університет

Розвиток суспільства суттєво залежить від безпеки його функціонування, від умов, за яких ця безпека забезпечується. Важливою складовою частиною безпеки є інвестиційна безпека, яка тісно пов'язана з економічною ефективністю функціонування об'єктів господарювання, з економічною незалежністю, стабільністю і безпекою суспільства.

Актуальність теми полягає в тому, що специфіка ринкових відносин містить в собі безліч ризикових факторів для чесного підприємця. Підприємство реалізує інвестиційну діяльність в умовах невизначеності і ризику. Інвестиційна діяльність стикається з внутрішніми та зовнішніми ризиками, серед яких:

- кадрова безпека, що пов'язана із загрозами звільнення робітників чи переходу їх до конкурентів, виробничих травм чи хвороб робітників, деградації їх компетенцій;
- технологічна безпека, яка пов'язана із загрозами аварій та збоїв обладнання і споруд, загрозами техніці і матеріальним цінностям, крадіжок сировини і готової продукції, пошкодження нерухомого майна;
- інституціональна безпека, що пов'язана з регулюванням і контролем виконання контрактів, забезпеченням виконання інституціональних вимог середовища і нормального ходу виробничих та інших бізнес-процесів, контролем порушення норм;
- організаційна безпека, яка гарантує ефективну координацію дій фірми і її контрагентів у рамках системи розподілу і кооперації праці;
- інформаційна безпека, що направлена на зменшення загроз витоку фірменно-специфічних даних – конструкторської і технологічної документації, «ноу-хау», звітів про НДДКР.

З метою забезпечення високого рівня інвестиційної безпеки на підприємстві повинна бути ефективна система управління ризиками (ризик-менеджмент).

Ризик-менеджмент інвестиційної діяльності являє собою процес передбачення і нейтралізації всіх негативних фінансових наслідків, пов'язаних з їх ідентифікацією, оцінкою, профілактикою та страхуванням. Треба відмітити, що бізнес в Україні характеризується складністю, постійною боротьбою з конкурентами. Стейких правил немає ні для партнерів, ні для держави.

Як показує зарубіжний досвід, головну роль у стимулюванні інноваційного розвитку промислових та інших підприємств України повинна відігравати держава, утворюючи необхідні умови для проведення промисловими компаніями науково-дослідної діяльності, вводячи різні види податкових та амортизаційних пільг. Проблема полягає в тому, що у нашій країні дія цих пільг періодично призупиняється.

Основними елементами державної фінансової політики стимулювання розвитку інноваційного середовища є: утворення фінансових механізмів державної підтримки інноваційної діяльності у напрямку фінансування через систему державних науково-технічних програм різного рівня і через спеціально утворені фонди;

## ЗМІСТ

### ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

ВИРІШЕННЯ ЕНЕРГО-ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ КРУП'ЯНОГО ВИРОБНИЦТВА	
<b>Хоренжий Н.В., Лапінська А.П.</b> .....	5
ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГАЗАЦИИ ЖИДКОСТИ В КАВИТАЦИОННЫХ ТЕЧЕНИЯХ. ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<b>Иваницкий Г.К., Целень Б.Я., Недбайло А.Е., Коник А.В.</b> .....	11
ІННОВАЦІЙНІ СПОСОБИ ЕНЕРГОПІДВОДУ У ПРОЦЕСАХ СУШІННЯ ТЕРМОЛАБІЛЬНОЇ СИРОВИНИ	
<b>Яровий І.І., Кашкано М.А., Маренченко О. І., Пилипенко Є.О.</b> .....	17
МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ЛОКАЛЬНИХ ШВИДКОСТЕЙ ТЕПЛОНОСІВ У ВЕРТИКАЛЬНОМУ КАНАЛІ КОНТАКТНОГО АПАРАТУ	
<b>Кузьменко І.М.</b> .....	24
МОДЕЛЬ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ ПРИ КОНВЕКТИВНОМУ СУШІННІ М'ЯСНИХ ВИРОБІВ	
<b>Ощипок І. М.</b> .....	29
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ЕНЕРГІЇ РЕКУПЕРАЦІЇ В СИСТЕМІ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ШВИДКІСНОГО ТРАМВАЮ М. КРИВИЙ РІГ	
<b>Кухта О.О.</b> .....	33
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ТЕПЛОМАСОПЕРЕНОСУ В ПРОЦЕСІ ЖАРІННЯ ОЛІЙНОЇ СИРОВИНИ	
<b>Сорокова Н.М., Дідур В.В.</b> .....	37
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОЦЕССОВ ПЛАЗМЕННЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ СРЕД	
<b>Холявченко Л.Т., Опарин С.А., Давыдов С.Л.</b> .....	42
ПРОБЛЕМИ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ УКРАЇНИ	
<b>Бундюк А.М., Подпалова Ю.В., Коваленко А.К.</b> .....	46
ENERGY POLICY OPPORTUNITIES. HOW TO FACE CHALLENGES	
<b>Bezhan V., Zhytarenko V., Ostapenko O., Yakovleva O.</b> .....	48

### ІННОВАЦІЙНІ ЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЇ ХІМІЧНИХ І ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУППОЗИТОРИЕВ	
<b>Шмагток А.И., Степанова О.Е., Сильнягина Н.Б.</b> .....	54
ТЕРМІЧНЕ РОЗКЛАДАННЯ ГРАНУЛЬОВАНОЇ ДЕРЕВИНИ В УМОВАХ ЗМІННОЇ ГАЗОВОЇ АТМОСФЕРИ	
<b>Корінчевська Т.В., Михайлик В.А., Корінчук Д.М.</b> .....	59
АКТИВАТОРИ ПРОЦЕСУ ПОГЛИНАННЯ ВУГЛЕКИСЛОГО ГАЗУ ХЛОРОФІЛСИНТЕЗУЮЧИМИ МІКРОВОДОРОСТЯМИ	
<b>Дячок В.В., Мандрик С.Т., Гуглич С.І.</b> .....	64
РОЗРОБКА ІННОВАЦІЙНОГО ТЕПЛОМАСООБМІННОГО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	
<b>Грабова Т. Л., Шмагток О.І., Сильнягина Н.Б.</b> .....	70
ДОСЛІДЖЕННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ В НАСОСАХ РІЗНИХ ТИПІВ	
<b>Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А., Жукотський Е.К.</b> .....	77
ВИНИКНЕННЯ КАВІТАЦІЙНИХ ЕФЕКТІВ ПІД ЧАС РОБОТИ НАСОСІВ РІЗНОГО ТИПУ	
<b>Авдєєва Л.Ю., Макаренко А.А., Жукотський Е.К.</b> .....	80
ГІДРОДИНАМІКА ГАЗОРІДНИХ ПОТОКІВ НА КАПІЛЯРНО-ПОРИСТИХ СТРУКТУРАХ	
<b>Туз В.О., Лебедь Н.Л., Трокоз Я.Є.</b> .....	85
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЭКСТРАКЦИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ИЗ ПРОДУКТОВ УТИЛИЗАЦИИ ТВЕРДОГО РАКЕТНОГО ТОПЛИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ДИМЕТИЛСУЛЬФОКСИДА	
<b>Челтонов М.М., Опарин С.А., Матросов А.С., Кириченко А.Л.</b> .....	91
МОДУЛЬНИЙ ПРИНЦИП ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОИЗВОДСТВА ПЕЛЛЕТ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	
<b>Бунецкий В.А., Бурдо О.Г., Зыков А.В., Войтенко А.К., Безбах И.В., Кашкарев А.А.</b> .....	94
ARTIFICIAL MICRO RNA (AMIRNA): A POTENT TOOL FOR GENE SILENCING IN PLANT	