



FOUNDAMENTAL RESEARCH AND INNOVATION ELABORATIONS OF THE INSTITUTE OF GAS OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

Boris BONDARENKO, Boris ILIENKO

Institute of gas of NAS of Ukraine

Abstract: *Between the most important researches carried out by the institute during the last years one can underline elaborations in the domain of use of gas-hydrolytic technologies and regasification of natural gases, as well as deposition of greenhouse dioxide of carbon in the quality of gaso-hydrate on the biological oil products in the depths of the Black Sea. As the newest researches of the institute one can indicate elaborations in the domain of creation of nanomaterials and nanotechnologies. For the first time in worldwide practice have been created nanofluids on the base of multiwall carbon nanotubes, nanolaminate thermografenite and nanoaluminium silicates. Researches of the created nanofluides in the quality of heat carriers for the energy domain showed the opportunity to increase the critical thermo fluxes 2-3 times.*

Key words: *scientific elaborations, energy efficiency, environment protection, nanomaterials.*

CERCETĂRI FUNDAMENTALE ȘI ELABORĂRI INOVAȚIONALE DIN CADRUL INSTITUTULUI GAZELOR AL ACADEMIEI NAȚIONALE DE ȘTIINȚE A UCRAINEI

Boris BONDARENCO, Boris ILIENCO

Institutul gazelor AȘN din Ucraina

Rezumat: *În perioada ultimilor ani cele mai relevante cercetări ale institutului sunt dedicate elaborărilor în domeniul aplicării tehnologiilor gazohidrate pentru transport și regazificarea gazului natural, precum și depunerea bioxidului de carbon de seră în formă de gazohidrat pe produse petroliere biologice în adâncurile Mării Negre. La cele mai noi rezultate în cercetările institutului se poate atribui elaborările în domeniul creării nanomaterialelor și a nanotehnologiilor. În premieră în practica internațională sunt create nanolichide în baza nanotuburilor de carbon cu mulți pereți, termografenitul din nanostraturi și nanoalumosilicaților. Cercetările în domeniul nanolichidelor create în calitate de purtători de căldură pentru energetică au arătat posibilitatea creșterii fluxurilor critice termice de 2-3 ori.*

Cuvinte-cheie: *elaborări științifice, eficiența energetică, protecția mediului ambiant, nanomateriale.*

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА ГАЗА НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК УКРАИНЫ

Б.И. Бондаренко, Б.К. Ильенко

Института газа НАН Украины

Реферат: *К числу важнейших исследований института последних лет следует отнести разработки в области применения газогидратных технологий для транспорта и регазификации природного газа, а также депонирования парникового диоксида углерода в виде газогидрата на биологически непродуктивных глубинах Черного моря. Из новейших исследований института следует указать разработки в области создания наноматериалов и нанотехнологий. Впервые в мировой практике созданы наножидкости на основе многостенных углеродных нанотрубок, нанослоистого термографенита и наноалюмосиликатов. Исследования созданных наножидкостей в качестве теплоносителей для энергетики показали возможность повышения критических тепловых потоков в 2-3 раза.*

Ключевые слова: *научные разработки, энергоэффективность, охрана окружающей среды, наноматериалы.*

В Институте газа Национальной академии наук Украины в течение всей его деятельности сложился ставший традиционным подход к выполнению научных разработок, включающий фундаментальные и прикладные исследования, создание технологических процессов и оборудования и их внедрение в производственную практику. Указанный подход сохраняется в научной и научно-технической деятель-

ности нашего института. Несмотря на известные трудности в выполнении и внедрении научных разработок, возникшие в последние годы, институт ставит перед собой новые задачи, направленные на решение проблемных вопросов состояния промышленного комплекса и коммунального сектора страны. Ниже представлены основные результаты научной деятельности института в последние годы.

В настоящее время институтом выполняются исследования и разработки по следующим основным направлениям:

- разработка научных основ повышения эффективности использования природного газа и альтернативных энергоносителей как основы для создания новых энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- исследования в области прикладной теории горения, термодинамики, межфазного тепло- и массообмена и разработка на этой основе новых тепло-технологических процессов и оборудования;
- исследования в области охраны окружающей среды с целью создания научно-технологических основ защиты атмосферного воздуха от загрязнений, термического обезвреживания твердых бытовых отходов и особо опасных веществ и отходов.

Характерной особенностью фундаментальных исследований института является их целенаправленный характер. К числу важнейших таких исследований последних лет следует отнести разработки в области применения газогидратных технологий для транспорта и регазификации природного газа, а также депонирования парникового диоксида углерода в виде газогидрата на биологически непродуктивных глубинах Черного моря. Из новейших исследований института следует указать разработки в области создания наноматериалов и нанотехнологий. Впервые в мировой практике созданы наножидкости на основе многостенных углеродных нанотрубок, нанослоистого термографенита и наноалюмосиликатов. Исследования созданных наножидкостей в качестве теплоносителей для энергетики показали возможность повышения критических тепловых потоков в 2-3 раза.

Базируясь на исследованиях в области технической термодинамики разработана технологическая схема использования энергетического потенциала сжиженного газа с выработкой электроэнергии. Использование схемы с рабочим телом пропан - бутан при потоке регазифицированного метана объемом 10 млрд. м³ в год применительно к терминалу для приема морского

транспорта сжиженного метана позволит получить более 80 МВт электроэнергии без дополнительных затрат топлива. Использование указанной схемы также целесообразно для выработки электроэнергии на газораспределительных станциях азоттранспортной системы Украины. В области плазменных технологий определены показатели отклонения состояния электродуговой плазмы от равновесного и их влияние на энергетическую эффективность технологических процессов, которые базируются на использовании такой плазмы. Создавшаяся в нашей стране напряженная ситуация, вызванная ограничением поставок импортного природного газа, отразилась и на формировании тематики научных исследований института. Здесь значительный акцент был сделан на изучение характеристик и механизмов процессов и технологий, направленных на замещения природного газа другими теплоносителями, в том числе возобновляемыми источниками энергии.

Институтом разрабатываются предложения по сокращению объемов использования газа на электростанция. Осуществлена модернизация более 10 газовых котлов средней мощности типа ТВГ и КВГ, разработанных институтом, обеспечивающая экономию природного газа и улучшение экологических показателей. Учитывая, что указанные котлы составляют 49% всего парка котлов средней мощности на Украине, эта разработка имеет значительную перспективу широкомасштабного применения. Также разрабатываются предложения по возобновлению работы теплофикационных котлов НИИСТУ на угле.

В развитие этого направления институтом осуществляются работы по применению процесса воздушной газификации тощих углей (преимущественно антрацитов) с целью замены природного газа в коммунальной энергетике и промышленности. Примерами таких разработок являются освоение в 2013 г. в котельной ГКП «Теплоэнерго» г. Луганска с участием Института газа НАН Украины газификатора мощностью 2,5 МВт (Рис.1). Осуществлен перевод энергетического котла на Кировоградской ТЭЦ на сжигание продуктов газификации антрацита взамен природного газа.



Рис. 1

С использованием программы термодинамических расчетов «Терра» разработан банк данных

сравнительных теплотехнических параметров и параметров эффективности использования заменителей

природного газа – генераторного, коксового, нефтяного, коксодоменной смеси. Его применение создает возможности для выбора технологий и оборудования для осуществления замены природного газа другими видами топлива.

Был выполнен сравнительный энтальпийный и эксергетический анализ эффективности использования коксового и доменного газов, продуктов газификации угля, соломы, древесных пеллет, растительных масел и газов биологического происхождения. Разработаны методики и компьютерные программы для определения ламинарной скорости горения газовых смесей произвольного состава, в том числе для альтернативных топлив биологического и технологического происхождения.

В институте получили свое дальнейшее развитие работы по исследованию свойств биогаза различных источников его происхождения и использования на промышленных объектах. При изучении механизма горения биогаза, в частности, проведены исследования влияния содержания метана на длину фа-

зела, особенности выгорания и другие характеристики биогазов, отличающихся содержанием метана от 43-50% (биогаз очистных сооружений) до 67-70% (биогазы биореакторов).

Разработана система сбора и использования биогаза свалок для когенерации электрической и тепловой энергии. Показана перспективность схем очистки биогаза с помощью новейшего абсорбента на основе водных растворов моноэтаноламина и метилдиэтиламина. Использование такого абсорбента по разработанной технологии уменьшает удельные затраты энергии на удаление CO₂ из дымовых газов и биогаза в три раза по сравнению с традиционными аминовыми процессами. Разработанная технология предусматривает сжижение удаленного диоксида углерода для его транспорта и использования в технических целях или захоронения. Реализация этой разработки на двух полигонах бытовых отходов в Киевской области обеспечивает замену биогазом 7,5 млн. м³ природного газа (Рис. 2).



Рис. 2 Комплекс по переработке свалочного газа производительностью 1 МВт (Киевская обл., полигон №5)

Из наиболее весомых результатов прикладных исследований в области использования возобновляемых топлив следует выделить исследование процесса газификации древесных отходов на опытно-промышленном газогенераторе мощностью 3,0 МВт, а также функционирование системы « газогенератор -

паровой котел», работающей в режиме замены природного газа газообразными продуктами газификации. Генератор и котел Е25/14 мощностью 25 т пара в час установлены на Малинской бумажной фабрике (Рис. 3).

Действующий комплекс газификации пеллет



Рис. 3 Газогенератор эксплуатационной мощностью 2 МВт
(Малиньска бумажная фабрика)

Совместно с Институтом угольных энерготехнологий НАН Украины выполнены экспериментальные и теоретические исследования времени выгорания альтернативных твердых топлив - опилок и лузги подсолнечника в пространстве печей и котлов в зависимости от их влажности и фракционного состава.

К числу новейших разработок института следует отнести экспериментальное исследование нового способа предварительной подготовки биологического сырья - лузги подсолнечника и соломы для изготовления топливных пеллет с целью их прямого использования или дальнейшей газификации. Показано в частности, что потеря массы сырья после обработки составляет 30-35 % за счет удаления влаги и части летучих компонентов сырья. Теплотворная способ-

ность углеродистого остатка увеличивается на 25%. Способ может быть рекомендован как составная часть технологических процессов использования указанного исходного топлива.

В плане выполнения работ по созданию промышленного оборудования для использования биомассы и других заменителей природного газа испытаны газогенераторы разных конструкций, в которых реализован прямой, обратный и комбинированный циклы процесса газификации. Установлены зависимости состава газа от способа газификации, типа и качества исходного сырья, а также режима работы газификатора.

Исследована также работа газодизельной электростанции на биогазе, пиролизном газе и газе воздушной газификации древесных опилок (Рис. 4).

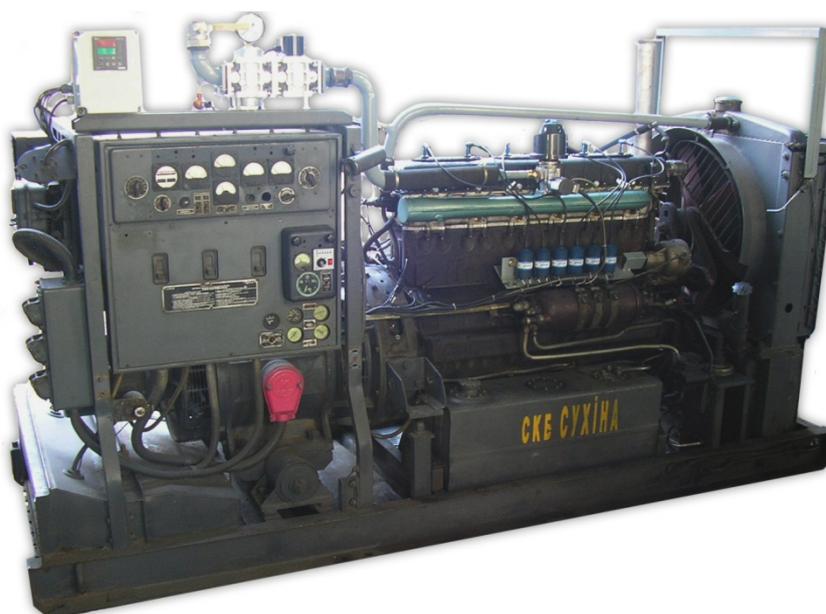


Рис. 4 Биогазовая электростанция мощностью 50 кВт

Одним из проблемных вопросов коммунального комплекса Украины является утилизация твердых бытовых отходов, в том числе особенно опасных веществ и отходов, и обращение с ними. В соответствии с основными направлениями научной деятельности в институте осуществлялись интенсивные исследования в области их термического обезвреживания. Проведены расчетно-аналитические исследования по оп-

тимизации параметров термической деструкции хлорорганических токсических соединений в химически активном расплаве на основе карбонатов щелочных металлов. Установлено оптимальное соотношение компонентов расплава этих металлов, обеспечивающее максимальную эффективность деструкции и окисления органической части препаратов ДДТ и связывания хлора при их обезвреживании.



Рис. 4 Технологический комплекс по обезвреживанию непригодных химических средств защиты растений и пестицидов (Киевская обл.)

Предложена методика расчета процесса образования фуранов при обезвреживании хлорсодержащих органических отходов. На основе метода термодинамических функций получены зависимости констант равновесия реакции образования фуранов, которые могут быть использованы в вычислительных экспериментах с целью получения исходных данных для проектирования установок обезвреживания. Созданы научные основы термодинамических расчетов/моделирования процессов термической утилизации отходов с преодолением трудностей, связанных с неопределенностью состава твердых бытовых отходов.

В ряде разработок института отражено одно из таких традиционных направлений его научной и научно-технической деятельности, как металлургическая тематика.

На стендовой шахтной печи исследован процесс восстановления железорудных окатышей газообразными продуктами автотермической конверсии природного газа воздухом с рециркуляцией смеси колошниковога газа и остатков технологического природного газа с их подогревом до 900°C. Показано, что при осуществлении разработанной схемы процесса достигается 20% экономия природного газа.

Базируясь на исследованиях, проведенных на экспериментальной агломерационной установке, разработано технологию грануляции и спекания агломерационной шихты из пыли вращающейся трубчатой печи обжига смеси латеритового концентрата и антрацита. Предложено использование мелкодисперсных отходов (до 1 мм) производства чистого кремне-

зема для получения ферросилиция со сниженным содержанием серы и фосфора.

Весомые научные результаты в плане создания экологически безопасных технологий производства материалов для солнечной энергетики получены на пилотной установке с электротермическим кипящим слоем графита. Была произведена первая партия кварца, капсулированного пирографитом, как исходного сырья для получения чистого кремния. Примененный новейший подход предусматривает совмещение производства чистого углерода с одновременным получением полупродукта для производства кремния для солнечных элементов. При этом предлагается наносить слой пиролитического углерода, полученного пиролизом природного газа, на поверхность частиц SiO₂, с применением модернизированной технологии кипящего слоя.

Традиционно осуществляются крупные разработки в области энергосбережения и промышленной экологии. Выполнен значительный объем работ по созданию высокотемпературных трубчатых рекуператоров для работы в агрессивных средах металлургических производств. Разработана методика и созданы компьютерные программы расчета трубчатых рекуператоров для различных схем взаимного движения теплоносителей (в трубах и пространстве между ними) со вставками в трубах. Выполнен численный проверочный расчет трубчатого рекуператора базовой конструкции с гладкими трубами, а также возможностей совершенствования конструкции с помощью вторичных излучателей - вставок. Проводятся испытания промышленных образцов рекуператоров на колпаковой печи металлургического комбината



Рис. 5 Рекуператор конструкции Института газа НАН Украины на колпаковой печи компании DUNAFERR RT (Венгрия)

В институте осуществлялся ряд важных исследований прикладного характера, направленных на усовершенствование существующих процессов и создание новых материалов и технологий.

Разработана новая система обжига известняка, в основу которой заложен комплекс оборудования, включающий разработанные институтом периферийные скоростные газогорелочные устройства серии ГС и систему автоматического регулирования процессом обжига. Применение разработки способствует увеличению пребывания известняка в зоне обжига, повышению его активности и, как следствие, увеличению производительности печи и снижению удельных расходов топлива.

На экспериментальной установке с кипящим слоем инертного материала с погружным сжиганием природного газа проверено принципиально новую технологию получения легких микросфер - многофункционального заполнителя для изготовления теплоизоляционных композитных материалов. Получены опытные партии микросфер из перлита Береговского карьера (Украина) и Магаданского вулканического пепла (Россия) с температурой применения до 1000°C.

Важные исследования по основной тематике института проводились на опытно-промышленных комплексах, созданных по разработкам и с участием сотрудников института.

К разработкам института проявляется значительный интерес промышленными предприятиями

металлургической отрасли, строительной индустрии, коммунальной энергетики, машиностроения и других. Они внедрены со значительным энергосберегающим эффектом на таких предприятиях, как, например, Днепропетровский металлургический комбинат, металлургический комбинат «Азовсталь», Ильичевский масложировой комбинат, Великоанадольский комбинат огнеупоров, Побужский ферроникелевый комбинат (все Украина), Минский автомобильный завод (Беларусь), Абинский электрометаллургический завод, Волгоградский завод керамических материалов (Россия) и на целом ряде других промышленных предприятий.

Институт постоянно развивает научные и научно-технические связи с зарубежными научными организациями и фирмами путем пропаганды своих разработок на международных конференциях и выставках на Украине и за рубежом.

Институт издает научно-технический журнал «Энерготехнологии и Ресурсосбережение» (его предшественники «Экотехнологии и Ресурсосбережение», «Химическая технология»), в котором регулярно публикуются статьи сотрудников института с информацией о последних научных разработках. В январе 2010 года исполнилось 50 лет со дня выпуска его первого номера. Вклад журнала значителен в пропаганду разработок института.

С 2005 г. работает представительный 3-х язычный сайт института – <http://ingas.org.ua>.