

УДК 504.06**Б.И. БОНДАРЕНКО**, академик НАН Украины, докт. техн. наук, профессор, директор,**Б.К. ИЛЬЕНКО**, канд. техн. наук., с.н.с., ученый секретарь

Институт газа Национальной академии наук Украины (ИГ НАН Украины), г. Киев

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА ГАЗА НАН УКРАИНЫ

Представлена информация о фундаментальных исследованиях и прикладных разработках института, выполненных за последние годы. Приведены примеры решения актуальных задач по экономии природного газа и его замене возобновляемыми источниками энергии и твердым топливом, утилизации биогаза полигонов твердых бытовых отходов, созданию новых углеродных материалов, разработке энергосберегающих технологий и оборудования в металлургии и строительной индустрии.

Ключевые слова: газогидраты, наноматериалы и нанотехнологии, газификация, биогаз, твердые бытовые отходы, терморасширенный графит, рекуператоры.

Подход к выполнению научных разработок, сложившийся в Институте газа НАНУ за многие годы его существования, заключается в сочетании фундаментальных и прикладных исследований, направленных на создание технологических процессов и оборудования с последующим их внедрением в производственную практику. Несмотря на недостаточность финансирования новых разработок и трудности, связанные с организацией их внедрения, институт по-прежнему стремится сохранять оптимальный баланс между научно-исследовательской и опытно-конструкторской работой.

В настоящее время в институте выполняются работы по следующим основным направлениям:

- разработка научных основ повышения эффективности использования природного газа и альтернативных энергоносителей как фундамента для создания новых энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- исследования в области прикладной теории горения, термодинамики, межфазного тепло- и массообмена и разработка на этой базе новых теплотехнологических 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.

Среди исследований фундаментального характера следует выделить 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.

К числу новейших разработок института относятся исследования по созданию наноматериалов и нанотехнологий. Впервые в мировой практике получены наножидкости на основе многостенных углеродных нанотрубок, нанослоистого термографенита и наноалюмосиликатов. Изучение возможности применения таких наножидкостей в качестве теплоносителей для энергетики показали их высокую эффективность и способность увеличивать критические тепловые потоки более чем в два раза.

На базе исследований в области технической термодинамики применительно к морскому терминалу для приема 10 млрд м³ в год сжиженного метана разработана технологическая схема использования энергетического потенциала сжиженного газа с выработкой более 80 МВт электроэнергии без дополнительных затрат топлива. Эту схему целесообразно также использовать для выработки электроэнергии на газораспределительных станциях ГТС Украины.

В связи с ограничением поставок импортного природного газа в нашу страну в институте расширился спектр работ в области энергосбережения и энергоэффективности. Особое значение придается изучению характеристик и механизмов процессов и технологий, направленных на замещение природного газа другими теплоносителями, в т.ч. углем и биотопливом.

Институтом разрабатываются предложения по сокращению объемов использования природного газа на электростанциях и возобновлению работы теплофикационных котлов НИИСТУ на угле. В соответствии с разработанным институтом проектом осуществлена модернизация более 10 газовых котлов средней мощности типа ТВГ и КВГ. Указанные котлы составляют 49 % всего



парка аналогичных котлов в Украине. Учитывая, что реконструированные котлы обеспечивают существенную экономию природного газа и улучшение экологических показателей, данная разработка имеет перспективу широкомасштабного применения.

Выполняются также работы по использованию процесса воздушной газификации тощих углей (преимущественно антрацитов) с целью замены ими природного газа в коммунальной энергетике и промышленности. Примером таких разработок является освоение в 2013 г. газификатора мощностью 2,5 МВт в котельной ГКП «Теплокомунэнерго» г. Луганска (рис. 1). В настоящее время осуществляется перевод энергетического котла Кировоградской ТЭЦ на сжигание продуктов газификации антрацита взамен природного газа.



Рисунок 1 – Газогенератор серии ГНД «Теплоэнергогаз» производительностью 2,5 МВт в котельной г. Луганска

Разработана система отопления промышленных вращающихся печей отходом масложиркомбинатов – семечковой лузгой. С помощью такой системы в ПАО «Ватутинский комбинат огнеупоров» (Черкасская обл.) альтернативным топливом замещено 70 % природного газа, расходовавшегося на обжиг сырья.

Выполнены работы по созданию газогенераторов на биомассе с прямым, обращенным и комбинированным циклом. Среди подобных работ следует выделить исследование процесса газификации древесных отходов на опытно-промышленном газогенераторе, а также функционирование системы газогенератор – паровой котел в режиме замены природного газа газообразными продуктами газификации. Система генераторов мощностью по 2 МВт и котел Е 25/14 производительностью 25 т пара в час установлены в ПАО «Малинская бумажная фабрика – Вайдманн» (Житомирская обл.) (рис. 2). В генераторах, работающих в последовательном режиме, осуществляется газификация пеллет, полученных из отходов бумажного производства.



Рисунок 2 – Система газогенераторов эксплуатационной мощностью по 2 МВт

Институтом разработаны газопоршневые электростанции, способные эффективно работать на пиролизном газе, биогазе и газе воздушной газификации древесных отходов (рис. 3).

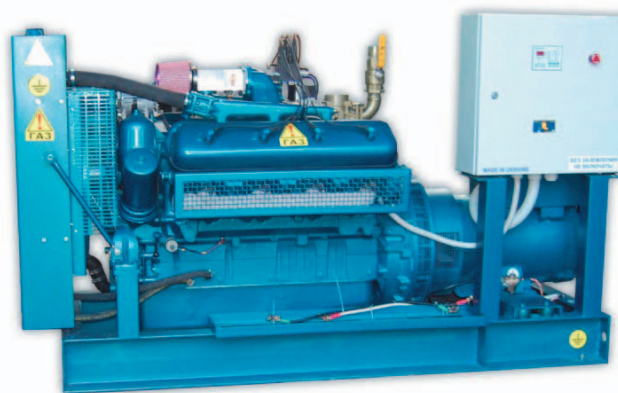


Рисунок 3 – Биогазовая электростанция АГП-60С-Т400-1Р мощностью 60 кВт

Одними из проблемных вопросов коммунального комплекса Украины являются утилизация твердых бытовых отходов, особо опасных веществ и отходов, а также обращение с ними. Институтом проводились интенсивные исследования по их термическому обезвреживанию, в результате которых предложена методика расчета процесса образования фуранов при обезвреживании хлорсодержащих органических отходов. На основе метода термодинамических функций получены зависимости констант равновесия реакций образования фуранов, которые могут быть использованы в вычислительных экспериментах с целью получения исходных данных для проектирования установок обезвреживания.

Разработаны научные основы моделирования процессов термической утилизации отходов, при этом в термодинамических расчетах преодолены трудности, связанные с неопределенностью состава твердых бытовых отходов. Созданы опытные и опытно-промышленные

установки для обезвреживания и утилизации медицинских и биологически опасных отходов, таких как жидкие стоки инфекционных больниц, просроченные медикаменты и др.

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 метилдиэтаноламина. При использовании такого абсорбента по разработанной технологии удельные затраты энергии на удаление CO_2 из дымовых газов и биогаза сокращаются втрое по сравнению с аналогичными затратами в традиционных аминовых процессах. Данная технология предусматривает сжижение удаленного диоксида углерода для его транспортировки к месту использования в технических целях либо захоронения. Реализация этой разработки на двух полигонах бытовых отходов в Киевской области обеспечивает замену биогазом 7,5 млн m^3 природного газа в год (рис. 4).



Рисунок 4 – Комплекс по переработке свалочного газа производительностью 1 МВт по выработанной электроэнергии

Большое значение придается в институте разработкам в области энергосбережения и промышленной экологии. Разработана методика и созданы компьютерные программы расчета высокотемпературных трубчатых рекуператоров, предназначенных для работы в агрессивных средах металлургических производств, при различных схемах взаимного движения теплоносителей (в трубах и пространстве между ними). Исследованы варианты установки внутри труб вставок различной формы, выполняющих роль вторичных излучателей. Выполнены численный проверочный расчет базовой конструкции трубчатого рекуператора с гладкими трубами и расчет

возможностей совершенствования конструкции с помощью вставок. В результате проведенных исследований и расчетов подтверждена возможность существенного повышения температуры подогрева воздуха при одновременном понижении температуры стенок труб в случае применения высокотемпературного трубчатого рекуператора с установленными внутри труб радиальными крестообразными вставками (вторичными излучателями). Проводятся испытания промышленных образцов рекуператоров на колпаковой печи металлургического комбината ISD DUNAFERR (ЗАО «ИСД-Дунаферр», г. Дунайварош, Венгрия) и в Литовском энергетическом институте.

На основе компьютерных термодинамических расчетов создан банк данных сравнительных теплотехнических параметров и параметров энергоэффективности использования заменителей природного газа – 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 т.ч. для альтернативных топлив. Полученные результаты дают возможность более обоснованно выбирать технологии и оборудование для осуществления замены природного газа другими видами топлива.

Среди исследований прикладного характера, направленных на создание энергоэффективных технологий, следует отметить разработку новой системы обжига известняка на базе комплекса оборудования, включающего периферийные скоростные газогорелочные устройства и систему автоматического управления процессом обжига. Данная разработка внедрена на пяти предприятиях металлургической и строительной отраслей. Ее применение способствует увеличению времени пребывания известняка в зоне обжига и повышению его активности, что приводит к возрастанию производительности печи и снижению удельных расходов топлива на 20–25 %.

Интересные результаты достигнуты в области получения новых углеродных материалов. Создано опытно-промышленное производство терморасширенного графита, который может использоваться как ультрасорбент нефти и нефтепродуктов, уникальный уплотнительный и конструкционный материал с высокими показателями химико-термической и радиационной стойкости. Работает пилотный реактор с электротермическим кипящим слоем для капсулирования оксидов в пирографит; изготовлены два реактора (получения терморасширенного графита и активации угля) для Argonne National Laboratory (Аргоннская национальная лаборатория, шт. Иллинойс, США).



ВЫВОДЫ

К основным направлениям фундаментальных исследований и практических разработок Института газа НАН Украины относятся: создание энерго- и ресурсосберегающих технологий, разработка технологий применения альтернативных видов топлива, утилизация и обезвреживание отходов, защита воздушного бассейна от загрязнений и пр.

На основе результатов проведенных исследований разрабатываются методы повышения эффективности использования природного газа в промышленности и коммунальном хозяйстве, решаются насущные экологические проблемы, задачи использования нетрадиционных энергоносителей, в частности сбросных

технологических газов металлургических производств и биогазов различного происхождения, и многие другие.

Разработки института, позволяющие получить значительный энергосберегающий эффект, внедрены на предприятиях металлургической отрасли, строительной индустрии, коммунальной энергетики и машиностроения, среди которых можно отметить ПАО «Днепропетровский металлургический комбинат им. Ф.Э. Дзержинского», ПАО «МК «Азовсталь», ПАО «Ильичевский масложировой комбинат», ПАО «Великоанадольский комбинат огнеупоров», ООО «Побужский ферроникелевый комбинат» (все – Украина), ОАО «Минский автомобильный завод» (Беларусь), ООО «Абинский электрометаллургический завод» и ООО «Завод керамических материалов» в г. Волгограде (Российская Федерация).

Поступила в редакцию 16.10.2014

Надано інформацію щодо фундаментальних досліджень та прикладних розробок інституту, виконаних останніми роками. Наведено приклади вирішення актуальних завдань з економії природного газу та його заміни поновлюваними джерелами енергії і твердим паливом, утилізації біогазу полігонів твердих побутових відходів, створення нових вуглецевих матеріалів, розробки енергозберігаючих технологій, обладнання в металургії та будівельній індустрії.

The article provides information on basic investigations and applied developments of the Gas Institute that have been carried out in recent years. There are examples on solving actual problems related to saving natural gas and its replace with renewable energy and solid fuel, utilization of biogas from solid waste landfills, creation of new carbon materials, development of energy-saving technologies and equipment for metallurgy and building industry.