

УДК 697.32

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ СЖИГАНИЯ НИЗКОСОРТНЫХ УГОЛЬНЫХ ТОПЛИВ

Чернецкая-Белецкая Н.Б., Баранов И.О., Мирошникова М.В.

PROSPECTS OF TECHNOLOGY BURNING LOW-GRADE COAL FUELS

Chernetskaya-Beletskaya N., Baranov I., Miroshnykova M.

В статье рассмотрены перспективы использования низкосортных угольных топлив в топливно-энергетических системах Украины. Выполнен анализ существующих способов сжигания угольных топлив и используемых котельных установок. Освещен основной подход выбора перспективных топочных процессов сжигания низкосортных угольных топлив.

Предложенная схема установки кипящего слоя является универсальной и позволяет осуществлять процесс сжигания практически любых видов угольных топлив, включая водоугольное топливо. Предложен способ совместного сжигания водоугольного топлива и мелкодисперсного каменного угля.

Ключевые слова: энергетика, низкосортные угольные топлива, кипящий слой, установка, эффективность, водоугольное топливо.

Введение. Непрерывный рост цен на мазут, природный газ и качественные энергетические угли заставляет многие регионы Украины переориентироваться на более широкое использование низкосортных углей и горючих отходов, запасы которых трудно исчислимы. Проблемы энергетики и экологии актуальны и жизненно важны для всех отраслевых структур нашей страны. Энергетический кризис стимулирует развитие промышленной и малой энергетики на основе дешевых местных угольных топлив и горючих отходов углеобогащения, горы которых быстро растут и представляют серьезную угрозу нашего времени. Использование дешевых углей, утилизация отходов обогащения угля и других отходов, зачастую имеющих низкую стоимость, позволит значительно снизить себестоимость энергии, решить экономические вопросы жилищно-коммунальных и промышленных предприятий.

Сжигание низкосортных топлив сдерживается из-за сложности организации устойчивого топочного процесса. Они, как правило, не горят на колосниковых решетках и в других типовых топках. Более того, в коммунальной энергетике Украины с боль-

шим количеством низкоэффективных слоевых котлов накапливаются горы шлака, также являющегося фактически горючим отходом.

Переориентация топливного баланса на использование низкосортных местных угольных топлив и горючих отходов углеобогащения сегодня важна для многих предприятий Украины и требует разработки высокоэффективных технологий организации топочных процессов пригодных для создания нового или модернизации существующего котельно-топочного оборудования.

Актуальной теме, разработке высокоэффективных топочных процессов и, прежде всего, низкотемпературных, традиционно уделялось и уделяется большое внимание как зарубежными, так и отечественными учеными и институтами [1].

Постановка проблемы. На сегодняшний день все острее и острее встает проблема экономичности выработки энергии. В условиях постоянного роста цен на топливо, увеличения энергопотребления и жесткой конкуренции необходимо искать пути повышения эффективности производства различных видов энергии.

Принципиально возможно 2 пути. Первый, экстенсивный, заключается в увеличении объемов производства энергии путем увеличения количества энергоустановок. Этот путь имеет ряд очевидных недостатков. Во-первых, необходимы огромные капиталовложения в создание новых энергетических мощностей, во-вторых, этот путь не решает проблемы изношенности устаревающего оборудования, что особенно характерно для энергетики Украины, в-третьих, рост цен на традиционные топлива не позволяет надеяться на повышение экономичности энергопроизводства, да и запасы этих топлив не безграничны. Второй путь заключается в модернизации существующего энергетического оборудования, в результате чего будет повышаться его эффективность и внедряться новые виды топлива [2].

Этот путь привлекателен прежде всего тем, что не требует огромных капиталовложений. Кроме того, он позволит улучшить не только экономические показатели работы энергооборудования, но и иные характеристики. Речь, прежде всего, идет об экологической составляющей работы энергопредприятий. Все дело в том, что в последние годы законодательство в сфере экологии ужесточается, что вынуждает задуматься о повышении экологичности оборудования.

Анализ последних исследований и публикаций. Фундаментальные исследования в области развития технологий сжигания угольных топлив, в том числе и низкосортных, принадлежат таким известным ученым как: В. Е. Зайденварг, К. Н. Трубецкой, В. И. Мурко, И. Х. Нехороший. Особый вклад в развитие технологий водоугольного топлива внес Г. Н. Делягин.

При выполнении работы были проанализированы и исследованы разработки НПО ЦКТИ, ученых Н.С. Рассудова, В.В. Манцева и др. Основную веху исследования утилизации нетрадиционных видов топлив в котлах с кипящим слоем закрепил Е.М. Пузырев и Г.П. Пронь.

Цель статьи. Целью работы является анализ высокоэффективных технологий сжигания низкосортных угольных топлив и отходов углеобогащения, а также поиск эффективных решений создания нового и модернизации существующего котельно-топочного оборудования.

Результаты исследований. По проектным проработкам проблемы использования низкосортных топлив и отходов в большинстве случаев могут быть разрешены заменой только топочных устройств. Это, включая реконструкцию котла, главным образом, за счет возможности использования имеющейся строительной части и оборудования, в 3-8 раз дешевле установки нового оборудования. По имеющимся на сегодня заказам для предприятий более предпочтительна именно модернизация котлов с использованием высокоэффективных топок и сохранением инфраструктуры котельной.

Анализ существующих способов сжигания и котельных установок должен основываться не только на рассмотрении эффективности выгорания топлива. Выбор перспективных топочных процессов должен так же учитывать экономические, экологические и эксплуатационные показатели.

Способ слоевого сжигания угля на колосниковых решетках является самым распространенным, надежным и простым по технологии. На сегодня для промышленных и коммунальных котельных это практически единственный способ сжигания твердого топлива. Однако, низкосортные угли, шламы и даже качественные угли в таких топках, как правило, плохо выгорают из-за повышенной влажности, зольности, переизмельченности и выноса мелких частиц топлива.

В котлах паропроизводительностью свыше 50 т/ч наиболее универсальным по топливам, обрабо-

танным на практике и экономичным является пылеугольный способ сжигания. Его недостатками являются: большие затраты энергии на сушку и размол, сложность системы топливоподготовки, значительные капитальные и эксплуатационные затраты, взрывоопасность.

В целом традиционные, слоевые и пылеугольные топочные процессы, в значительной мере исчерпали свой моральный ресурс и не могут быть приняты за основу при разработке новой котельно-топочной техники.

В развитых зарубежных странах, с 70-х годов прошлого века широкое развитие получили новые технологии организации топочных процессов с использованием классического кипящего слоя (КС) и циркуляционного кипящего слоя (ЦКС), загруженного потоками частиц [3].

В силу низкой концентрации топлива в КС, топочные процессы характеризуются малыми потерями его с отводимой из слоя золой.

Благодаря значительной турбулентности обеспечивается хорошее перемешивание воздуха, топлива и золы, создаются оптимальные условия для сжигания топлива и связывания серы и других вредных веществ золой или известняком. Большая масса горячих частиц удерживает в слое много тепла, сохраняет постоянную температуру и нивелирует неравномерности концентрации и качества вводимых частиц топлива. Использование топочного процесса по схеме классического КС выявило ряд других недостатков. Горение топлива сопровождается высокими (до 15-20%) потерями горючих с уносом, лавинообразным спеканием (агломерация) частиц слоя. Скорости псевдооживления малы и, соответственно, мало тепловое напряжение сечения топки, диапазон регулирования узкий. Важным требованием организации КС является необходимость обеспечения заданного размера подаваемых в топку частиц, особенно каменного угля и антрацитов, а также необходимость предстартового прогрева частиц слоя.

Котлы ЦКС и КС сжигают как различные отходы углеобогащения, местные топлива, каменные угли, так и низкорекреационные топлива — антрациты, а также тощие и низкосортные угли. В принципе они универсальны (всеядны) по топливам. Однако каждый из котлов КС и даже большинство котлов по схемам ЦКС пригодны только для сжигания расчетного топлива.

В настоящее время нет универсальных моделей поведения углей и других топлив и обоснованной системы их классификации. Это, во-первых, связано с многообразием и отличием по свойствам углей разных месторождений. Во-вторых, имеются различные варианты процессов использования углей (сжигание, углеобогащение, получение кокса, производство синтетического топлива, газификация и др.) с соответствующими наборами детерминирующих характеристик топлив.

Нормативные материалы по организации сжигания касаются преимущественно типовых схем

слоевого и пылеугольного топочного процесса. Рекомендаций для кипящего слоя по учету влияния характеристик углей, особенностям поведения топливных частиц, эффективности выгорания и организации низкотемпературного топочного процесса с наличием больших масс инертного заполнителя практически нет, соответственно здесь для обоснования концепции низкотемпературного кипящего слоя (НТКС) требуются специальные исследования.

С целью подробного исследования поведения топливных частиц в кипящем слое, в том числе для изучения механизма образования уноса, была предложена схема установки кипящего слоя (рис.). Камера сгорания универсальна, имеет большой диапазон регулирования режимных параметров, позволяет использовать частицы материала слоя и топлива с широкими диапазонами изменения размеров, менять высоту слоя, сжигать различные угли и топлива.

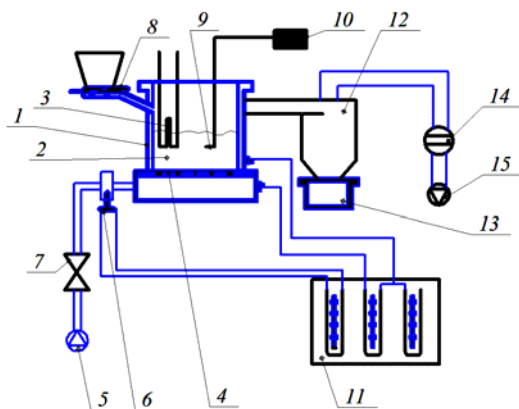


Рис. Схема установки кипящего слоя:

- 1 – камера сгорания; 2 – кипящий слой; 3 – охлаждаемый водой змеевик; 4 – воздухораспределительная решетка; 5 – вентилятор; 6 – расходомер воздуха; 7 – регулирующий клапан; 8 – питатель топлива; 9 – термопары; 10 – потенциометр; 11 – блок манометров; 12 – циклон; 13 – пробоотборник уноса; 14 – фильтр тканевый; 15 – Дымосос

Перспективной представляется возможность совместного сжигания в кипящем слое водоугольного топлива (ВУТ) и мелкодисперсного каменного угля типа “семечка”, который выполняет функцию инертного материала и одновременно надежно “подсвечивает” водоугольное топливо [4].

Данный способ сжигания при его освоении и отработке на наш взгляд открывает перспективу использования в качестве третьего топлива обводненных шламов, которые в настоящее время занимают огромные площади и наносят большой ущерб экологии прилегающих территорий. При этом обводненные шламы должны подаваться в топку на режимах работы, близких к максимальной теплоотдаче при максимальной теплонапряженности кипящего слоя. Предложенная схема установки кипящего слоя может включать ряд дополнительных узлов,

например форсунку для подачи ВУТ в кипящий слой.

К положительным характеристикам способа можно отнести низкую чувствительность к грансоставу ВУТ, возможность использования всякого рода шламов и других отходов угольной промышленности, также невысокие требования к распыливающей форсунке, которая по конструкции несравненно проще горелки для факельного сжигания. Разработанная нашим коллективом форсунка для подачи ВУТ в кипящий слой находится на стадии патентования.

Вывод. В работе рассмотрены перспективы использования низкосортных угольных топлив в топливно-энергетических системах Украины. Выполнен анализ существующих способов сжигания угольных топлив и используемых котельных установок. Освещен основной подход выбора перспективных топочных процессов сжигания низкосортных угольных топлив.

Приведенные материалы позволяют сделать вывод о том, что существуют реальные предпосылки для использования технологий кипящего слоя с целью сжигания низкосортных угольных топлив и отходов угольной промышленности в энергетических установках.

Предложенная схема установки кипящего слоя является универсальной и позволяет осуществлять процесс сжигания практически любых видов угольных топлив, включая водоугольное топливо.

Предложен способ совместного сжигания ВУТ и мелкодисперсного каменного угля, который при его освоении и отработке, открывает перспективу использования в качестве третьего топлива обводненных шламов.

Л и т е р а т у р а

1. Экология и промышленность. Ежеквартальный научно-производственный журнал. №2 (35) 2013. г. Харьков.
2. Ежемесячный научно-технический и производственно-экономический журнал “Уголь”. 12-2012.(1041) г. Москва.
3. Иванов С.А., Дорфман Ю.В. Экологическая целесообразность внедрения топок с низкотемпературным кипящим слоем. – Вестник международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности Чита, 2004. - 260 с. - С. 172-176.
4. Чернецька-Білецька Н.Б., Кущенко О.В., Шворнікова Г.М., Капустін Д.О., Баранов І.О., Крайнюк А.О. Опис до патенту на корисну модель. Спосіб спалювання водоугольного палива. Номер заявки: u 2013 15337. 12.05.2014.

R e f e r e n c e s

1. Ecology and industry. Quarterly Journal of Research and Production. №2 (35), 2013. Kharkiv.
2. Monthly scientific-technical and industrial-economic magazine "Coal". 12-2012. (1041) Moscow.
3. Ivanov S, Dorfman Y. Environmental feasibility of inserts with the low- Turnu fluidized bed. - Journal of the International Academy of Ecology and Life Safety Chita, 2004. - 260 p. - p. 172-176.

4. Chernetskaya-Beletskaya N, Kushchenko A Shvornikova G, Kapustin D, Baranov I, Kraynyuk A. Description patent for utility model. Method combustion of coal-water fuel. Application Number: u 2013 15337. 12/05/2014.

Чернецька-Білецька Н.Б., Баранов І.О., Мірошникова М.В. Перспективи розвитку технологій спалювання низькосортних вугільних палив.

У статті розглянуті перспективи використання низькосортних вугільних палив в паливно-енергетичних системах України. Виконано аналіз існуючих способів спалювання вугільних палив і використовуваних котельних установок. Висвітлено основний підхід вибору перспективних топкових процесів спалювання низькосортних вугільних палив. Запропонована схема установки киплячого шару є універсальною і дозволяє здійснювати процес спалювання практично будь-яких видів вугільних палив, включаючи водовугільне паливо. Запропоновано спосіб спільного спалювання водовугільного палива та дрібнодисперсного кам'яного вугілля.

Ключові слова: енергетика, низькосортні вугільні палива, киплячий шар, установка, ефективність, водовугільне паливо.

Chernetskaya-Beletskaya N., Baranov I., Miroshnykova M. Prospects of technology burning low-grade coal fuels.

The paper discusses the prospects for the use low-grade coal fuels Fuel and energy systems of Ukraine. The analysis existing methods of burning coal and fuel used boiler installations. Illuminated the basic approach of choosing prospective furnace processes burning low-grade coal fuels. These materials allow us to conclude that there are real prerequisites for the use of CFB technology for the purpose of burning low-grade coal and waste fuels coal industry in power plants. The proposed scheme installation of the fluidized bed is versatile and allows the combustion process virtually any type coal fuels, including hydrocarbon fuel. Provides a method for combustion of coal-water fuel and fine coal, which in its development and testing, offers the prospect using as a third fuel watered sludge.

Keywords: energy, low-grade coal fuel, fluidized bed, installation, efficiency, hydrocarbon fuel.

Чернецька-Білецька Н.Б. – д.т.н., проф., зав. кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля.

Баранов І.О. – аспірант кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля.

e-mail: baranov_90@inbox.ru

Мірошникова М.В. – аспірант кафедри «Логістичне управління та безпека руху на транспорті» СХУ ім. В. Даля.

Рецензент: д.т.н., проф. Соколов В.І.

Стаття подана 28.02.2015