

**УДК 662.7**

**А.С. ЛАВОШНИК**, ведущий научный сотрудник, **В.Я. ДАМРИН**, заместитель директора структурного подразделения, **Т.Б. СОРОКИНА**, старший научный сотрудник

Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности «Энергосталь» (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

## ПЕРСПЕКТИВЫ УВЕЛИЧЕНИЯ ОБЪЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЯ И ВОДОУГОЛЬНОГО ТОПЛИВА В ЭНЕРГЕТИКЕ УКРАИНЫ

На основе анализа структуры запасов органического топлива в Украине выполнено обоснование тенденции замещения природного газа альтернативными видами топлива. Определена область эффективного приложения технологий водоугольного топлива и перспективы его использования в энергетике Украины.

**Ключевые слова:** органическое топливо, структура запасов, природный газ, альтернативные виды топлива, энергетика, водоугольное топливо.

Концепция развития энергетики Украины базируется на прогнозируемых ресурсах твердого топлива, наличии разведанных и перспективных запасов угля. Изменение сложившейся структуры потребления топлива в энергетике Украины мотивировано необходимостью существенного сокращения импорта природного газа.

Несмотря на безусловные технологические и экологические преимущества природного газа перед другими видами топлива, доля угля в топливном балансе Украины будет неуклонно возрастать. В связи с тем, что развитие в Украине атомной и гидроэлектроэнергетики имеет определенные ограничения, а возобновляемые источники энергии не могут обеспечить все потребности в принципе, складывается устойчивая тенденция замещения природного газа альтернативными ему видами топлива.

Высокий потенциал потребления угля в украинской энергетике определяется не только низким уровнем цен

по сравнению с нефтью и газом, но и техническим прогрессом, достигнутым в областях его применения и обеспечивающим высокую степень использования ископаемого твердого топлива.

Так как доля угля в структуре запасов органического топлива в Украине составляет около 95 %, очевидным решением проблемы сведения топливного баланса для Украины является угольный вектор развития энергетики. Такие же тенденции проявляются (и в значительной степени уже реализованы) в экономиках развитых стран Евросоюза, а также в США и Китае. В настоящее время в мире примерно 44 % вырабатываемой электроэнергии производится на электростанциях, работающих на угле. В Польше этот показатель достигает 96 %, Чехии – 75 %, Германии – 58 %, США – 80 %, ЮАР – 92 %, в Китае и Австралии – 77 % [1]. Доля использования угля при производстве электроэнергии в Украине составляет 27,1 %,



что в 1,5 раза ниже среднемирового показателя и в 2–3 раза ниже соответствующего показателя для США и Восточной Европы.

Стоящие перед энергетикой и угольной промышленностью Украины новые задачи требуют технического перевооружения указанных отраслей.

Модернизация угольной отрасли предполагает внедрение новых энергосберегающих технологий добычи и переработки угля, включая переработку и использование отходов углеобогащения в качестве топлива, извлечение и энергетическое использование метана пространств отработанных шахт, метана угольных месторождений и шахтного метана [2], по запасам которого Украина занимает четвертое место в мире, уступая лишь Китаю, России и Канаде. Ресурсы Украины составляют более 12 трлн м<sup>3</sup> метана, в 3–3,5 раза превышая ресурсы природного газа [3]. При этом концентрация запасов метана в пересчете на один квадратный километр угольного бассейна по регионам Донбасса составляет от 118 до 494 млн м<sup>3</sup>.

Наиболее существенным резервом повышения экономической эффективности угольной отрасли является энергетическое использование угольных шламов и утилизация метана. Следует отметить, что все угольные пласты в Донецком и Львовско-Волинском бассейнах (за исключением суперантрацитов) с глубины 150–500 м являются газоносными, а сами месторождения могут рассматриваться как угольно-газовые.

По данным «Энергетической стратегии Украины на период до 2030 года» при проведении горных работ из угольных шахт в атмосферу ежегодно выделяется до 2,7 млрд м<sup>3</sup> метана. Кроме того, ежегодные выбросы метана шахтными вентиляционными установками составляют около 5,6 млрд м<sup>3</sup>. Коммерческое использование этих резервов метана, а также угольных шламов должно существенно улучшить отраслевые экономические показатели [2].

Пример перевооружения угольной промышленности США показывает, что освоение современных технологий угледобычи сопровождается резким повышением доли полезного использования шахтного метана. Так, после модернизации угольной отрасли США его доля в общем объеме потребления природного газа в целом по стране достигла около 7 % в 2000 г. и более 12 % – в 2011 г., а добыча угля закрытым способом стала практически взрывобезопасной.

Таким образом, очевидно, что при реализации угольного направления развития энергетики в Украине снижение потребления и сокращение импорта природного газа достигается, вопреки сложившимся представлениям, не только за счет его энергетически эквивалентной замены угольным топливом, но и за счет увеличения полезно-

го использования шахтного метана. Широкое внедрение угольных технологий в Украине создает предпосылки ее устойчивого развития и предусматривает техническое перевооружение угольной отрасли и энергетики, снижение себестоимости производства тепловой и электроэнергии, а также металлургической продукции.

Очевидно, что увеличение доли угля в топливном балансе Украины должно сопровождаться обострением экологических проблем угольной промышленности. Основные из них – горящие отвалы, терриконы, интенсивная запыленность и загазованность, водоемы-осветлители и отстойники, хвостохранилища, загрязнение поверхностных и грунтовых вод, сброс в гидрографическую сеть высокоминерализованных шахтных вод, вторжение в подземную гидросферу и опасные геотектонические процессы, провоцирующие оседание земной поверхности, заболачивание и искусственное повышение сейсмичности в горнодобывающих регионах [2].

Характерные особенности негативного воздействия крупных предприятий ТЭК на окружающую природную среду (ОПС) – постоянно возрастающая интенсивность, многоплановость и широкий масштаб (проявления на локальном, региональном и глобальном уровнях). В энергетике величина нагрузки на ОПС в значительной мере определяется выбором технологии первичной обработки и сжигания угля. Существенные резервы улучшения экологических показателей угольного топлива, не реализованные в полной мере промышленной практикой [2], кроются в возможности его обогащения на стадии измельчения с частичным удалением сернистых и минеральных включений. Действенным инструментом ограничения эмиссии оксидов серы в процессах сжигания угля является также использование щелочных агентов в качестве присадок к топливу.

Необходимо отметить, что экологическое сопровождение подтвержденных финансированием планов перевода энергетики на угольное топливо может осуществляться известными технологическими приемами и методами очистки, в т.ч. не требующими чрезмерных затрат.

На современном этапе развития производительных сил к экологически чистым и эффективным угольным технологиям можно отнести процессы сжигания угля в циркулирующем кипящем слое (ЦКС), низкотемпературную вихревую технологию сжигания топлива (НТВ), технологии сжигания водоугольного топлива (ВУТ) и др.

В топках с кипящим слоем, ЦКС, а также в генерирующем оборудовании, работающем на ВУТ, успешно используют низкосортные, забалластированные твердые виды топлива и горючие отходы, которые невозможно сжигать эффективно в пылевых топочных камерах [4].

Следует отметить, что экологические показатели перчисленных выше технологий сжигания угля практически идентичны, поэтому выбор оптимальной технологии для каждого конкретного объекта должен производиться только на основе технико-экономического обоснования и оценки воздействия на ОПС, выполненных с учетом реальных условий и сферы применения.

Замена топлива либо способа его сжигания в любом энергетическом или технологическом агрегате сопровождается изменением состава газовых выбросов и свойств золы. В этой связи представляется целесообразным участие ведущих украинских профильных организаций в области защиты окружающей среды, таких как ГП «УкрНТЦ «Энергосталь», в решении экологических вопросов перевода объектов энергетики на использование ВУТ.

Анализ опыта промышленного освоения ВУТ показывает, что безусловно подтвержденными можно считать такие особенности этой технологии, как низкая стоимость ВУТ, безопасная система его хранения и незначительные выбросы оксидов азота [5]. Важнейшей особенностью подобных технологий является возможность использования для приготовления водоугольного топлива не только каменных, но и бурых углей, сланцев, торфа, угольных шламов и других отходов углеобогачительных предприятий и коксохимического производства.

Изначально технология ВУТ разрабатывалась как способ утилизации угольных шламов, образующихся в результате обогащения угля [5]. В этом приложении экономические показатели данной технологии в сопоставлении с технологией сжигания угля имеют неоспоримые преимущества. Вовлечение посредством технологии ВУТ бурых углей в топливный баланс Украины, теплоэнергетическое использование отходов флотации, углеобогащения представляется экономически и экологически сбалансированным решением и обеспечивает (в определенной степени) сокращение дефицита энергетических углей газовой группы.

Привлекают и возможности введения в состав водоугольного топлива специальных присадок, а также снижения зольности и сернистости компонентов топлива в процессе его приготовления.

Учитывая высокую степень использования топлива при его сжигании по технологии ВУТ, эта технология рекомендована Межправительственной группой экспертов по изменению климата (IPCC) в качестве энергоэффективной и способствующей сокращению выбросов парниковых газов.

Таким образом, можно констатировать, что при вынужденной реализации угольного направления развития энергетики технология сжигания ВУТ в отдельных

областях ее применения может конкурировать с пылевым и слоевым сжиганием угля, а также другими чистыми угольными технологиями.

При разработке угольной стратегии развития топливно-энергетического комплекса важной задачей является определение сферы эффективного использования ВУТ. Областью приложения технологий водоугольного топлива в первую очередь принято считать объекты малой и средней энергетики – отопительные котельные, котлы коммунальных производств, объекты ЖКХ.

По данным японских исследований [6], опыт промышленного использования ВУТ показывает, что оптимальные характеристики существующих котлов достигаются при совместном сжигании водоугольного и традиционных видов топлива – пылевидного угля, газа, мазута, при этом доля ВУТ в топливном балансе объектов модернизации должна составлять от 30 до 80 % (в зависимости от режима работы котла). В этом случае ВУТ подается в котел через одну или несколько дополнительно установленных горелок.

При внедрении технологии ВУТ на действующих газомазутных котлах доля замещения природного газа и мазута может составлять от 25 % до 100 %. Однако даже частичное использование ВУТ на газомазутных котлах требует дооснащения их газоотводящих трактов системами золоулавливания.

К преимуществам комбинированного сжигания относятся минимальные затраты на модернизацию котла при организации стабильного горения ВУТ, а также большая гибкость при использовании того или иного вида топлива. Наличие второго топлива, выполняющего в установках комбинированного сжигания роль «подсветки», существенно снижает требования к горелкам ВУТ.

Для нивелирования переменных нагрузок энергоблока и снижения чувствительности к изменению качества топлива прогрессивным считается также применение высокофорсированных циклонных предтопок при сжигании ВУТ.

Трудности транспортировки сухих мелкодисперсных компонентов на большие расстояния в большинстве случаев определяют целесообразность производства ВУТ по месту его конечного потребления. Такой подход позволяет полностью исключить применение реагентов-стабилизаторов.

Другим важнейшим направлением использования ВУТ является его газификация с получением генераторного газа [7]. По нашему мнению, фактическая замена природного газа генераторным, полученным из ВУТ, позволяет сохранить на крупных предприятиях существующие газовые сети и всю инфраструктуру производства, ориентированного на широкое использование природного газа.



Отдельной оценки требует возможность применения ВУТ в черной металлургии (в доменном и агломерационном производствах) в качестве технологического топлива, альтернативного коксу, пылеугольному топливу и восстановительным газам [5, 7].

### ВЫВОДЫ

1. В Украине сложилась устойчивая тенденция к замещению природного газа альтернативными видами топлива.

2. Реализация угольного направления развития энергетики в Украине позволяет существенно сократить импорт природного газа не только за счет замены его энергетически эквивалентным угольным топливом, но и за счет увеличения полезного использования шахтного метана, достигаемого в ходе модернизации угольной отрасли.

3. Технология сжигания ВУТ в отдельных областях ее применения может конкурировать с пылевым и слоевым способами сжигания угля, а также другими чистыми угольными технологиями.

4. Область эффективного приложения технологий водоугольного топлива охватывает объекты малой и средней энергетики: отопительные котельные, котлы коммунальных производств, объекты ЖКХ.

5. Анализ опыта промышленного применения ВУТ показывает, что оптимальные характеристики реконструируемых котлов достигаются при сжигании ВУТ совместно с уже используемыми видами топлива.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красноармейский, В.И. Альтернативные перспективы : ВУТ, ПГУ и синтетическое топливо [Электронный ресурс]

/ В.И. Красноармейский // Электронный журнал энерго-сервисной компании «Экологические системы». – 2011. – № 12. – Режим доступа : <http://www.esco-escosys.narod.ru>.

2. Гусар, Н.А. Некоторые мероприятия по уменьшению выбросов золы и окислов серы. Наиболее целесообразные и возможные для применения в условиях ТЭС Украины / Н.А. Гусар, С.Г. Доманский, Л.П. Яриш, Ф.Е. Гут // Первая американо-украинская конференция «Защита атмосферного воздуха от вредных выбросов ТЭС». – К., 1996. – С. 188–194.

3. Шульман, Р.Ф. Технологии замены природного газа – 2009 : технологический справочник / Р.Ф. Шульман ; Украинский биоэнергетический фонд. – К. : ФАИ, 2009. – 860 с.

4. Тумановский, А.Г. Перспективы развития технологий сжигания топлив на тепловых электростанциях России / А.Г. Тумановский, А.Г. Берсенев // Первая американо-украинская конференция «Защита атмосферного воздуха от вредных выбросов ТЭС». – К., 1996. – С. 10–30.

5. Лавошник, А.С. К вопросу о применении водоугольных суспензий в качестве альтернативного вида топлива / А.С. Лавошник, В.Я. Дамрин, Т.Б. Сорокина // Экология и промышленность. – 2009. – № 2. – С. 59–63.

6. Морозов, А.Г. Гидроударные технологии в производстве водоугольного топлива [Электронный ресурс] / А.Г. Морозов, Н.В. Коренюгина. – Режим доступа : <http://liquidcoal.ru/2008/06/16/28>.

7. Пинчук, В.А. Использование водоугольного топлива и продуктов его переработки в энергетике и металлургии / В.А. Пинчук, М.В. Губинский, Б.Б. Потопов // Металлургическая теплотехника : сб. науч. тр. Национальной металлургической академии Украины. – Д. : Новая идеология, 2008. – Вып. 1(15). – С. 221–227.

*Поступила в редакцию 17.04.2013*

На основі аналізу структури запасів органічного палива в Україні виконано обґрунтування тенденції заміщення природного газу альтернативними видами палива. Визначено галузь ефективного застосування технологій водаугольного палива та перспективи його використання в енергетиці України.

Based on the analysis of the structure of fossil fuel reserves in Ukraine it is substantiated the tendency of replacing of natural gas by alternative fuels. The field of the effective application of the coal-water fuel technology and the prospects of its use in the energy sector of Ukraine are defined.