

УДК 662.6:621.18:542.63

НЕТОПЛИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕЙ NON-FUEL USE OF COALS

Н.А. Петруша

Научный руководитель – Л.А. Тарасевич, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
leo07@tut.by
N. Petrusa

Supervisor – L. Tarasevich, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

***Аннотация:** в данной статье рассматривается использование угля не только в качестве энергетического топлива.*

***Annotation:** this article discusses the use of coal not only as an energy fuel.*

***Ключевые слова:** уголь, энергетическое топливо, гидрогенизация угля.*

***Key words:** coal, energy fuel, coal hydrogenation.*

Введение

Каменные и бурые угли продолжают занимать большую долю в мировых запасах топливных ресурсов и в основном используются как энергетическое топливо. В настоящее время примерно одна четверть добываемого угля идет на коксование. Расширяются обогащение углей и получение сортового топлива. Вместе с тем имеются объективные предпосылки для «нетопливного использования углей», т.е. использования малозольного угля в основном как химико-технологического сырья с созданием схем его переработки для извлечения химических продуктов и материалов [1].

Основная часть

Предпосылки для организации новых процессов переработки углей обеспечиваются широкой гаммой их видов: от сапропелитов (получивших название от греческих слов сапрос – гнилой и пелос – ил) и богхедов, бурых и каменных углей до тощих углей и антрацитов. Установлено, что основными химическими элементами углей являются гуминовые кислоты, битумы и нерастворимые в водных щелочных растворах так называемые остаточные угли или гумины. Битумы горючих ископаемых условно делятся на восковую и смоляную части, которые отличаются по химическому составу и качеству. Восковая составляющая битумов получила широкое применение в разных отраслях хозяйства. Гуминовые кислоты, являющиеся основным компонентом бурых углей, составляют группу аморфных, высокомолекулярных кислот, связанных общим типом строения, и имеющих склонность к различного вида конденсациям и окислительно-гидролитическому расщеплению.

В последние десятилетия созданы и проходят проверку в промышленных условиях новые перспективные технологические схемы и процессы, позволяющие на основе углей производить продукцию различного назначения. При этом предусматриваются как крупномасштабные производства, так и

получение небольших по тоннажу продуктов и веществ, например, адсорбентов, углеграфитовых – углеродных материалов из углей, сажи из углей, угольного порошка для литейного производства, буроугольного воска и т.п. Иногда неизбежно параллельное получение и химических и топливных продуктов, например, посредством гидрогенизации и газификации углей.

Химические свойства углей допускают в окислительных процессах производить из них технологические газы, например, водород, а в восстановительных – жидкое (моторное) топливо, смазочные масла и т.п. Важной для энергетики страны является при этом возможность получения малосернистого котельного топлива, поскольку удаление серы при сжигании сернистого топлива становится обременительно для экономики страны.

Возможность получения синтетического жидкого топлива (СЖТ) из угля известна с начала XX столетия. Существуют два различающихся способа его производства: деструктивная гидрогенизация и каталитический синтез из оксида углерода и водорода. В настоящее время о механизме и кинетике обоих процессов имеются главным образом эмпирические представления.

Сущность гидрогенизации (деструктивной гидрогенизации) основывается на разрыве молекулы базового продукта по связи между атомами углерода под влиянием температуры, поскольку эта связь наиболее слабая (300-340 кДж/моль), т.е. происходит крекинг – разрыв C-C связи [2]. Получившиеся при разрыве молекулы свободные связи (неспаренные электроны) насыщаются водородом. Высокая энергия связи между атомами водорода (430 кДж/кг) требует для осуществления процесса использования катализаторов (помимо термического воздействия). Процесс осуществляется в несколько стадий, каждая из которых энергетически меньше связи *H-H*.

При гидрогенизации твердого топлива решаются две задачи: перевод в жидкую форму исходного топлива и наполнение его водородом в степени, зависящей от целевого назначения продуктов процесса. Например, для выделения бензина необходимо приблизить химический состав применённого угля и бензина по водороду (количество водорода в бензине высокое – 17-18 мас. %, а в углях водорода меньше – от 9 до 3,5 мас. %). Первая и частично вторая задачи решаются на промышленных установках в жидкофазной ступени процесса под давлением водорода 300-700 кгс/см² и температуре 480-490°C, в присутствии катализаторов и растворителей – доноров водорода, например, нафтеноароматических углеводородов.

Товарные продукты получают после гидрогенизационного облагораживания оживленного угля. В зависимости от протекания процесса и качества превращения органической массы угля способ гидрогенизации обеспечивает превращение твердого топлива в высококачественное моторное горючее (дизель, бензин, реактивное и малосернистое котельное топливо) и сырье для органического синтеза, в том числе моно- и полициклические ароматические углеводороды, фенолы, азотистые основания и др.



Рисунок 1 – Схема жидкофазной гидрогенизации угля
 1 – приготовление топливно-масляной пасты;
 2 – гидрогенизация пасты; 3 – переработка продуктов процесса [1]

Современная схема жидкофазной гидрогенизации твердого топлива (рисунок 1) состоит из следующих этапов: приготовление топливно-масляной пасты, гидрогенизацию пасты и переработку продуктов процесса.

Особенностью первой стадии процесса является пропитка твердого топлива класса 20-30 мм раствором сернокислого железа $FeSO_4$ (1,2-1,8%), измельчение до размера зерен 1 мм, подсушка до влажности 2-3%, смешивание угля с пастообразователем – продуктами ожигения угля с температурой кипения 300-325 °С в шаровой мельнице и дополнительное измельчение.

Выход химических продуктов, например, из битуминозного каменного угля, следующий (%): фенол – 1,9; крезолы – 2,6; ксилолы – 1,6; бензол – 8,2; толуол – 13,9; ксилолы – 15,4; этилбензол – 2,8; нафталин – 3,7; растворители – 6,8; бензин – 26,7.

Эффективность процесса гидрогенизации в значительной степени определяется активностью применяемого катализатора. В промышленности в качестве катализатора применяются триоксид молибдена MoO_3 , соединения никеля, более дешевые соединения, содержащие оксиды железа и сернокислого железа, гидрат оксида олова или хлористое олово и т.п.

Содержание золы в углях, поступающих на переработку, составляет обычно 4-6, редко 10-15% (бурые угли).

Оптимальная мощность гидрогенизационных заводов составляет ~ 150 тыс. т бензина в год. Важное значение в стоимости гидрогенизационного

бензина имеют затраты на производство водорода, полный расход которого на процесс составляет 8-10%. Стоимость электролитического водорода высока, поэтому водород обычно получают из водяного газа или из углеводородных газов.

Заключение

За время первой мировой войны с помощью гидрогенизации в Германии получали 15-20% бензина от органической массы угля (при общем количестве жидких продуктов 50%). В последствии синтез бензина был доведен до 60%.

Исследования по разработке новых методов превращения углей в жидкие продукты проводятся в РФ, Польше, США, Германии, Индии, Англии и других странах в основном в связи с проблемой переработки углей на месте добычи в высококалорийные сорта топлива.

Литература

1. Росляков, П.В. Экологически чистые технологии использования угля на ТЭС: учеб. пособие. / П.В. Росляков, М.А. Изюмов. – М.: Издательство МЭИ, 2003. – 124 с.
2. Энергетическое топливо СССР (ископаемые угли, горючие сланцы, торф, мазут и горючий природный газ): справочник / В.С. Вдовченко [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 184 с.