

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ЭКОЛОГИЯ

INSTRUMENTATION TECHNOLOGY, METHODS OF CONTROL AND ECOLOGY

УДК 665.7.032.57

О.Н.ГЛУЩЕНКО, канд. хим. наук, доцент

А.М.СТРУЕВ, аспирант, stryuev@mail.ru

Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербург

O.N.GLUSHCENKO, PhD in chem. sc., associate professor

A.M.STRUEV, post-graduate student, stryuev@mail.ru

National Mineral Resources University (Mining University), Saint Petersburg

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

Рассмотрены современные технологии переработки твердых топлив с позиций системного подхода, особое внимание уделено низкосортным топливам. Приведены технические характеристики – конфигурации реторт и используемых теплоносителей. С помощью технических и экологических критериев проведена оценка экологической опасности наземных термических методов переработки низкосортных твердых топлив.

Ключевые слова: твердое топливо, технологии переработки, экологическая опасность, инженерные и экологические критерии, плазмохимическая технология.

ENVIRONMENTAL ASPECTS OF TREATMENT OF SOLID FUELS

The modern technology for solid fuels with the system approach, it focuses on low-grade fuel. The technical specifications – Configuration and retorts used coolants. With the help of technical and environmental criteria assessed environmental risk terrestrial thermal methods of low-grade solid fuels.

Key words: solid fuel processing technology, environmental hazards, engineering and environmental criteria, plasma-chemical technology.

Основные источники топлива и энергии в современном мире – природные углеводородные газы, жидкие нефти и твердые топлива (каменный уголь и бурые угли, горючие сланцы, торф и древесина). Свойства топлива в значительной степени определяются его химическим составом – содержанием углерода, водорода, кислорода, азота и

серы. В основном твердое топливо применяют для получения теплоты и других видов энергии. Из твердого топлива при его соответствующей обработке (перегонке) можно получить более 300 различных химических соединений. Большое значение имеет переработка в ценные виды жидкого топлива – бензин и керосин.

Анализ показывает, что современные научно-технические разработки направлены, прежде всего, на повышение эффективности процессов сжигания, газификации и комплексной переработки твердых топлив, в том числе с их плазменной и кислородной активацией. Особое внимание уделяется новым технологиям сжигания, которые вызывают много споров, но считаются весьма перспективными, – вихревым технологиям и котлам с циркулирующим кипящим слоем (ЦКС) [3]. Среди основных современных («чистых») технологий переработки твердых топлив специалисты отмечают:

- Сжигание в факеле с системами серо- и азотоочистки.
- Сжигание в других модификациях кипящего слоя при атмосферном давлении: фонтанирующий слой (ФС), низкотемпературный кипящий слой (НКС), высокотемпературный кипящий слой (ВКС).
- Сжигание в кипящем слое под давлением для парогазовых установок на твердом топливе (КСД).
- Газификация в потоке, плотном и кипящем слоях при атмосферном давлении.
- Газификация в потоке и плотном слое под давлением для парогазовых установок на твердом топливе.

Изучение современных технологий переработки твердых топлив с позиций системного подхода позволяет провести оценку экологической опасности термических методов переработки твердых топлив с учетом используемой технологии.

С этой целью ранее было предложено использовать две группы критериев:

- инженерные (выход целевых продуктов; коррозионная безопасность; универсальность технологического процесса; эффективность теплоносителя);
- экологические (требования к сырью: возможность переработки горючего сланца определенного фракционного и химического состава, использования других видов углеводородного сырья; зависимость технологического процесса от качества сырья; образование дополнительного объема твердых и газообразных отходов; возможность замыкания в технологических циклах газо-

образных и твердых потоков; потребление водных ресурсов; надежность и безаварийность в работе).

На основании выбранных критериев установлено, что наиболее продвинутой в настоящее время является плазмохимическая технология переработки твердого топлива.

Плазмохимическая технология имеет более широкие возможности, поскольку температура теплоносителя может достигать значений 3000-5000 К, а при высокой температуре ускоряются химические превращения углеводородов. В этом процессе деградация органических веществ осуществляется за счет энергии низкотемпературной плазмы восстановительного газа (водород, смеси водорода с метаном).

Кроме того, системы плазменного розжига и плазменной подсветки факела в будущем позволят отказаться от использования мазута на станциях, сжигающих любые виды угля. Специалисты отмечают, что данная технология имеет много недочетов и тонких моментов, которые при внедрении заявляют о себе [3]. Тем не менее, системы плазменного воспламенения позволяют обойтись без дорогостоящих газа и мазута, которые традиционно используют для растопки котлов и стабилизации горения пылеугольного факела. Они обеспечивают стабильное воспламенение, снижение механического недожога топлива и температурного уровня в камере охлаждения котла. Благодаря двухступенчатому режиму сжигания топлива снижаются выбросы NO_x .

Предложенная авторами методика, включающая инженерные и экологические критерии, позволила также провести сравнительный анализ термических технологий переработки горючего сланца.

Процесс «Галотер». Сланец (0-25 мм в диаметре) смешивают с горячей золой при 800 °С, полученной путем сжигания отработанного горючего сланца (полукокса). Смесь перемещают в герметичную вращающуюся печь, где тепло передается от горячей золы на частицы сланца, происходит пиролиз (температура 520 °С). Полученные пары сланцевой смолы и газ очищают и переводят в систему конденсации [4].

Процесс «Энефит» – модификации процесса «Галотер». Основное изменение – замена печей полукоксования «Галотер» на печи ЦКС (с циркулирующим кипящим слоем). По сравнению с традиционными «Галотер», «Энефит» обеспечивает полное сгорание углистого остатка.

Процесс «Петросикс». Горючий сланец (12-75 мм) поступает через верхнюю часть реторты, в то время как горячие газы вводят в середину реторты. Движущимся противотоком горячего газа происходит нагрев сланца до 500 °С. Парогазовую смесь переводят в систему конденсации. Парогазовая смесь после циклонной очистки поступает в электрофильтр, пары сланцевого масла направляются в отделение конденсации, а газ сжимают в компрессоре и разбивают на три части [1]. Одну часть сжатого газа нагревают в печи до температуры 600 °С и возвращают обратно в середину реторты для нагрева горючего сланца, а другая часть холодного газа циркулирует в нижней части реторты, охлаждает полукок, нагревается сама и поднимается в секции пиролиза как дополнительный источник тепла для нагрева горючих сланцев. Третья часть подвергается дальнейшему охлаждению, а затем направляется в блок подготовки газа, где производят горючий газ, сжиженный нефтяной газ и восстанавливают серу.

Процесс «Кивитер». Крупнокусковой сланец поступает в шахту выгонки, где на встречу движению сланца проходят горячие потоки горючих газов. Образовавшиеся при выгонке масляные, водяные пары и низкокалорийный газ выходят из верхней части генератора и направляются на узел конденсации. Частично генераторный газ направляется обратно в процесс на сжигание для производства необходимого теплоносителя [2].

На основании выбранных критериев установлено, что наиболее продвинутым является «Энефит», так как в этом процессе минимальное влияние на окружающую среду и максимальный выход целевых продуктов (90-95 %). Очевидно, минимальное воздействие на окружающую среду объясняется использованием потенциального тепла золы

уноса, возможностью переработки горючего сланца мелкой фракции при добыче, достигающей 30 %, высоким выходом сланцевого масла, незначительным потреблением водных ресурсов. Полное сгорание углеродистого остатка обеспечивает относительную безопасность грунтовых вод и приводит к возможности использования золы, способной заменить клинкер при производстве цемента. Использование отработанного тепла для производства электричества также позволяет предотвратить выбросы диоксида углерода.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Зюба О.А.* Обзор современных термических методов переработки горючих сланцев и экологические аспекты их применения [Электронный ресурс] / О.А.Зюба, О.Н.Глущенко // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Т.7. № 4. http://www.ngtp.ru/rub/9/52_2012.pdf (дата обращения: 05.12.2012)
2. Справочник сланцепереработчика / Под ред. М.Г.Рудина, Н.Д.Серебрянникова. Л., 1988. 255 с.
3. *Golubev N.* Solid heat carrier technology for oil shale retorting [Электронный ресурс]: // Oil Shale. 2003. Vol.20. No.3. P.324-332. http://kirj.ee/public/oilshale/6_golubev_2003_3s.pdf (дата обращения: 05.12.2012)
4. *Johnson H.R., Crawford P.M., Bunger J.W.* Strategic significance of America's oil shale resource. Vol.II: Oil shale resources, technology and economics. [Электронный ресурс]: http://www.fossil.energy.gov/programs/reserves/npr/publications/npr_strategic_significancev2.pdf (дата обращения: 05.12.2012)

REFERENCES

1. *Zyuba O.A., Glushchenko O.N.* Overview of modern methods of thermal processing of oil shale and environmental aspects of their applications [electronic resource] // Petroleum Geology. Theory and practice. 2012. Vol.7. N 4. [Http://www.ngtp.ru/rub/9/52_2012.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/9/52_2012.pdf) (request date: 12.05.2012)
2. Directory of shale processing / Ed. M.G.Rudin, N.D.Serebryannikova. Leningrad, 1988. 255 p.
3. *Golubev N.* Solid heat carrier technology for oil shale retorting [electronic resource]: // Oil Shale. 2003. Vol.20. N 3. P.324-332. http://kirj.ee/public/oilshale/6_golubev_2003_3s.pdf (request data: 05.12.2012)
4. *Johnson H.R., Crawford P.M., Bunger J.W.* Strategic significance of America's oil shale resource. Vol.II: Oil shale resources, technology and economics. [Johnson H.R., Crawford P.M., Bunger J.W. Strategic significance of America's oil shale resource. Volume II: Oil shale resources, technology and economics. [electronic resource]: http://www.fossil.energy.gov/programs/reserves/npr/publications/npr_strategic_significancev2.pdf (request data: 05.12.2012)