

УДК 662.7

ШУРДОВА А.Е., студент гр. ХТб-211, УШАКОВ А.Г., к.т.н., доцент (КузГТУ)
Научный руководитель: УШАКОВА Е.С., к.т.н., доцент (КузГТУ)
г. Кемерово

**АНАЛИЗ МЕТОДОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ
ОТРАБОТАННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НЕФТЕСОРБЕНТОВ**

Существуют виды углеродных сорбентов, которые способны абсорбировать (т.е. поглощать) нефть и нефтепродукты с водной поверхности, позволяя тем самым решать проблему разливов нефти и нефтепродуктов. После того, как сорбенты полностью отработали, их необходимо утилизировать; это может представлять большую сложность. Тем не менее, если правильно подобрать метод переработки, то из отработанных сорбентов возможно получить несколько видов топлива и энергии, при этом не нанося ущерб окружающей среде.

В литературных источниках представлен довольно широкий спектр методов термической переработки и получения энергии из отработанных углеродных нефтесорбентов — от прямого сжигания с получением тепла до достаточно сложной химической переработки с получением в итоге искусственной нефти. Многие из этих методов находятся на стадии разработки. Наибольшее развитие получили следующие направления переработки: прямое сжигание; газификация; пиролиз с получением высококалорийных газов и жидких продуктов либо преимущественно жидких продуктов.

Цель данной работы – определить наиболее подходящий метод переработки отработанных углеродных нефтесорбентов.

Горение представляет собой сложный физико-химический процесс, в основе которого лежит интенсивная экзотермическая (то есть сопровождающаяся выделением большого количества тепла) реакция окисления.

Сжигание является интенсивным процессом полного соединения топлива с кислородом. Такой процесс сопровождается максимальным выделением тепла и получением полных (негорючих) продуктов окисления – дымовых газов (CO_2 , H_2O и т.д.) и твердого негорючего остатка – золы и шлака. Горение отличается от медленного окисления значительно большей интенсивностью реагирования и выделения тепла. Основным недостатком процесса прямого сжигания является его крайне негативное воздействие на окружающую среду [1]. Выделяющиеся дымовые газы поднимаются в слои атмосферы и приводят к развитию так называемого «парникового эффекта», который является первоочередной причиной роста температуры Земли и ряда других климатических проблем. При этом образующийся твердый негорючий остаток практически невозможно использовать в производстве повторно, поэтому его складывают на открытых участках, — что, в свою очередь, является причиной загрязнения плодородных почв и питьевой воды.

В отличие от сжигания газификация является более экологичным видом переработки углеродного сырья, потому как в её результате образуются чистые горючие продукты, пригодные для получения энергии.

Газификацией считается неполное (то есть происходящее в недостатке кислорода) горение топлива, либо полное горение с дальнейшим реагированием углерода с парогазовой смесью с целью получения так называемых горючих газов (CO , H_2 и др.). В зависимости от условий проведения процесса можно получить продукты с разным химическим составом. Благодаря этому существует возможность самостоятельно регулировать содержание определенного компонента в полученных продуктах [2]. На рисунке 1 представлена классификация методов газификации по способу воздействия на сырьё.

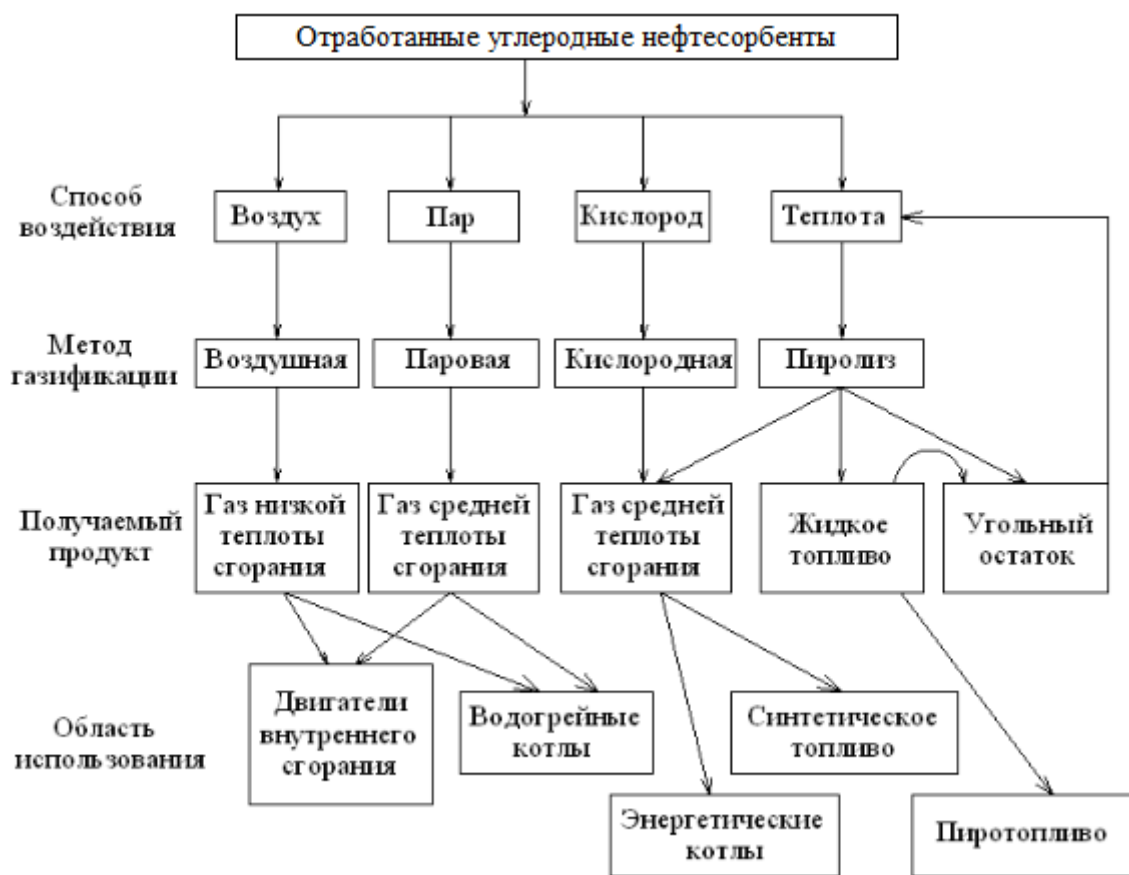
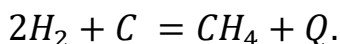


Рисунок 1. Классификация методов газификации по способу воздействия на сырьё

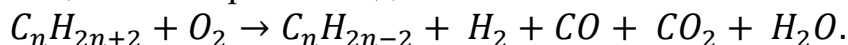
Газификация является сложным процессом как в техническом, так и в технологическом плане. Но в её основе всегда лежат реакции, которые происходят и в процессе сжигания, и в процессе пиролиза [3]:

- горение угля: $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + Q$;
- неполное горение: $\text{C} + 0.5\text{O}_2 = \text{CO} + Q$;
- газификация угля: $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO} - Q$;
- $\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO} + \text{H}_2 - Q$;
- $2\text{H}_2\text{O} + \text{C} = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2 - Q$
- побочные реакции: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO} = \text{CO}_2 + \text{H}_2 + Q$;



При некотором избытке кислорода процесс газификации переходит в процесс горения. Именно поэтому необходимо поддерживать уровень кислорода в небольшом недостатке на протяжении всего процесса.

Пиролиз представляет собой процесс высокотемпературного разложения, который происходит при полном отсутствии кислорода. Реакция пиролиза происходит с поглощением энергии в виде тепла и записывается в общем виде [4]:



При высоких температурах (порядка 650-900 °С) нефть и газообразная составляющая углеродных сорбентов термически преобразуется в непредельные и ароматические углеводороды.

Условно реакции, происходящие в результате пиролиза отработанных нефтесорбентов, делятся на первичные и вторичные. Первичные реакции – это реакции, при которых увеличивается объем газообразной составляющей (расщепление углерод-углеродных связей). В результате расщепляются высокомолекулярные предельные и алициклические насыщенные углеводороды. В свою очередь такие вторичные реакции, как дегидрогенизация, полимеризация, изомеризация и конденсация, происходят в конце процесса пиролиза. При этом образуются термически стабильные полиядерные ароматические углеводороды.

В итоге летучие вещества, содержащиеся в отработанных углеродных нефтесорбентах, переходят в «истинно летучее» состояние, становясь смесью горючих и негорючих газов. Энергия после такого разложения частично переходит в газ; кроме того, происходит образование смолистых веществ (пёков), которые являются источником загрязнения всей внутренней поверхности оборудования на производстве [5]. При газификации же образуются чистые горючие продукты без смол, а энергия, выделяющаяся в процессе, практически полностью переходит в газообразную составляющую. Получающийся генераторный газ в конечном итоге является источником почти чистой энергии, так как при его возникновении образуется минимальное количество вредных химических соединений.

Таким образом, методы газификации обладают наибольшим преимуществом по сравнению с другими видами термической переработки. Данная технология является одной из самых перспективных в области утилизации и переработки углеводородного сырья.

Список литературы:

1. Алешина, А.С. Газификация твердого топлива/ А.С. Алешина, В.В. Сергеев// СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2020. – 202 с.
2. Гафуров, Н.М. Современные методы газификации/ Н.М. Гафуров, Р.Ф. Хисматуллин// Инновационная наука. – 2016. - №5. – С. 55-57.
3. Способ газификации твердого топлива: пат. RU 2470990 С2: С10J 3/66, С10J 3/74, С10В 49/06, С10В 53/02 / Р.О. Дударев; заявитель и патентообладатель Р.О. Дударев. - №2009106570/05; заявл.23.05.2018; опубл.27.12.2022, Бюл.№ 14. – 7 с.

-
4. Шантарин, В.Д. Сравнение эффективности высокотемпературного пиролиза и процесса Фишера-Тропша по выходу жидких углеводородов / В.Д. Шантарин, М.В. Киселев // Проблемы современной науки и образования. – 2021. – 3 с.
 5. Медведев, А.В. Исследование возможности применения метода пиролиза для утилизации нефтяных отходов//Науковедение. - №5(24). – 2020. – 11 с.