



3. Брюханова Е.С. Сорбент на основе вторичного сырья для очистки водных сред от жидких углеводородов / Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, Г.В. Ушаков // Материалы Всероссийской конференции «Химия и химическая технология: достижения и перспективы». – Кемерово: КузГТУ, 2012. – С. 204-207.

4. Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел / Под ред. Г. Парфита. – М., 1986. – 488 с.

УДК 542.943.7

ГАЗИФИКАЦИЯ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ И ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПЛОТНОМ СЛОЕ

Р.А. Батуев, студент

Научный руководитель: Б.Г. Трясунов, д. х. н

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва.
г. Кемерово

В настоящее время проблема образования промышленных и бытовых отходов приобретает масштабные значения. Кузбасс с его мощной угледобывающей базой является одним из лидеров среди регионов по образованию промышленных отходов. Так с одной тонны добытого угля образуется от 0,5 до 20 тонн промышленных отходов. На территории Кемеровской области по разным оценкам скопилось 50-70 млн. тонн таких отходов. Отходами добычи угля являются вскрышная порода с вкраплениями пластового угля, а отходами переработки угля является угольный шлам. Зольность этих отходов составляет 70-80%, то есть их можно рассматривать как высокозольное углеродсодержащее сырьё. Сжигание такого сырья становится невозможным, так как он плохо горит и много тепла уходит с раскалённой золой. Обогащать такое сырьё экономически нерентабельно.

Также усиление экологических проблем не только Кузбасса, но и России в целом происходит в связи с образованием твёрдых бытовых отходов. В среднем на одного жителя в год приходится 0,25 тонн бытовых отходов. Сжигание таких отходов нецелесообразно с экологической точки зрения, так как углеродсодержащее вещество твёрдых бытовых отходов содержит в своём составе соединения, которые при сгорании образуют вредные для окружающей среды и здоровья человека вещества. Серьёзную опасность складирования вышеперечисленных отходов является то, что они на открытом воздухе самовозгораются, в результате чего происходит загрязнение воздушного бассейна прилегающих территорий. Под действие атмосферных осадков в почву поступают химически опасные вещества из складированных отходов. Так из минеральной части отходов добычи и переработки угля в почву и грунтовые воды попадают тяжёлые металлы и радиоактивные элементы, а из твёрдых бытовых отходов различные органические вещества, обладающие канцерогенными свойствами. В результате происходит не только отчуждение территории, но и загрязнение земель на площади, значительно превышающей территорию складирования отходов.

Наиболее перспективным способом переработки вышеперечисленных отходов является газификация. Существует множество конструкций газогенераторов. Наиболее распространены способы газификации в псевдооживленном и стационарном слое топлива и газификация в спутном потоке топлива с газифицирующим агентом. Рассмотрим подробно каждую конструкцию газогенераторов и оценим их пригодность для газификации высокозольных отходов добычи и переработки угля и твёрдых бытовых отходов.

Для начала рассмотрим процесс газификации в псевдооживленном слое сырья. Типичным примером газификации в псевдооживленном слое сырья является процесс Винклера. Газогенератор с псевдооживленным слоем представляет собой футерованную шахту с металлическим кожухом, нижняя часть которой выполнена в виде усечённого конуса. Шнек подаёт в газогенератор мелкозернистое топливо с размером кусков менее 10 мм. К этой конической части может быть пристроена колосниковая решётка, через которую подводится газифицирующий агент. Газ, образующийся в кипящем слое, перемешивается над кольцевым



трубопроводом со вторичным газифицирующим агентом, при этом газифицируется часть вынесенной из слоя пыли. Такая конструкция газогенератора достаточно эффективна, но допускает большой унос золы с продуктами газификации и вместе с этой золой из газогенератора уносится значительное количество углерода [1].

Далее рассмотрим процесс газификации в спутном потоке сырья с газифицирующим агентом. Типичным представителем данного метода является процесс Siemens. Сверху в реактор подаётся водоугольное сырьё и газифицирующий агент – кислород. В верхней части реактора инициируется процесс газификации, при этом органическая часть угля реагирует с кислородом и испарившейся водой с образованием целевых газов. Далее полученный газ с высокой температурой через сопло попадает в нижнюю часть реактора и охлаждается закалочной водой. В результате происходит резкое охлаждение газа, что позволяет сохранить его состав. Быстрое охлаждение закалочной водой позволяет увеличить содержание водорода в газе за счёт реакции конверсии оксида углерода. В результате из реактора выходит синтез-газ с высоким содержанием водорода. Также из нижней части реактора выходит загрязнённая закалочная вода, которая в дальнейшем очищается и направляется на вторичный оборот и минеральная часть угля в виде шлака и золы. Стенки реакционной зоны реактора с наружной стороны охлаждаются водой. Внутренняя сторона стенки реактора в процессе работы покрывается твёрдым шлаком. По нему стекает расплавленный шлак. Такой способ футеровки снимает проблемы коррозионной стойкости реактора по отношению расплавленной золе. Процесс Siemens эффективен для высококачественного угля. Однако данный способ менее приемлем для газификации высокзолыного сырья, так как значительная часть тепловой энергии требуется на нагрев минеральной части сырья [2].

Для переработки высокзолыного сырья наиболее подходящим является процесс газификации в стационарном слое сырья. Наиболее удачным примером газификации в стационарном слое является процесс Лурги. Газификация осуществляется при избыточном давлении около 30 атм. с использованием парокислородной смеси, которое вдувается в реактор через вращающуюся колосниковую решётку. В ходе проведения реакции минеральная часть сырья скапливается на колосниковой решётке и отдаёт своё тепло поступающему дутью. В результате почти всё физическое тепло, содержащееся в золе, используется для проведения процесса газификации и переходит в химическую энергию продуктов газификации. Таким образом, обеспечивается рациональное использование тепла. В зоне горения газифицирующий агент нагревается до реакционной температуры. Затем следует зона, в которой преимущественно идёт газификация водяным паром и углекислым газом. После зоны газификации идёт зона пиролиза. Далее находится зона сушки угля, выше которой газ покидает газогенератор. Зола периодически удаляется через бункер в нижней части газогенератора [3].

Данная схема была принята за основу в наших исследованиях. Нами было предложено усовершенствовать схему газификации в плотном слое путём внедрения системы теплообменников для конденсации смолы или размещения в установке над реакционной зоной системы каталитического дожигания смолы. Это позволит получать синтез-газ практически с нулевым содержанием смолы. При газификации твёрдых бытовых отходов не образуются токсичные соединения. Помимо целевых газов образуются только сероводород и другие кислые газы, которые легко улавливаются способами, хорошо отработанными в промышленности.

Преимуществом данной технологии является то, что в качестве сырья используются отходы добычи и переработки угля и твёрдые бытовые отходы, а продукцией является чистый синтез-газ, который может использоваться как энергетическое топливо, для производства синтетического жидкого топлива, как ценное сырьё в химической промышленности для синтеза различных органических веществ, для получения чистого водорода и как восстановитель железной руды в металлургической промышленности.

Данная технология позволяет максимально эффективно использовать органическое вещество использованных отходов и переводить его в безопасную и удобную для потребления форму. Помимо этого, минеральная часть отходов переходит в инертную форму. Таким образом, при использовании технологии газификации в стационарном слое решаются две важные задачи: улучшение экологической обстановки путём утилизации отходов и обеспечение промышленности ценным химическим сырьём и энергоносителем.



Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.В37.21.0139.

Список источников:

1. Шиллинг Г. Д. Газификация угля / Г. Д. Шиллинг, Б. Бонн, У. Краус. – М.: Недра. – 1986. – 175 с.
2. Лебедев Н. Н. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. – М.: Химия. – 1988. – 592 с.
3. Загрудинов Р. Ш. Технологии газификации в плотном слое / Р. Ш. Загрудинов, А. Н. Нагорнов, А. Ф. Рыжков, П. К. Рыжков, П. К. Сеначин. – Барнаул. – 2009. – 296 с.

УДК 542.943.7

ВЛИЯНИЕ СТАДИИ МЕТАМОРФИЗМА НА СОСТАВ ПРОДУКТОВ ИХ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Т. А. Дубова¹, студент ХТ-081,

Е. С. Михайлова^{1,2}, ассистент

Научный руководитель: З. Р. Исмагилов^{1,2}, член – корр. РАН

¹Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

²Институт углекислоты и химического материаловедения СО РАН
г. Кемерово

Известно, что ископаемые угли характеризуются большим разнообразием химического состава, физических и технологических свойств. Различия состава и свойств углей обусловлено неодинаковым проявлением основных геолого-генетических факторов углеобразования.

Целью работы является определение стадии метаморфизма испытуемых углей и выявление влияния стадии метаморфизма углей на состав продуктов их термической деструкции.

В качестве объекта исследования нам были предоставлены гумусовые угли неизвестных марок различных стадий метаморфизма.

Важнейшей частью, необходимой для оценки качеств, твердого топлива является определение характеристик исходного сырья: методом технического анализа (аналитическая влага (W^a), зольность (A^d), выход летучих веществ (V^{daf})), определение элементного состава, теплоты сгорания (Q) и толщины пластического слоя (y). Характеристики исследуемых углей представлены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика исследуемых углей

№ образца	Тех.анализ			Элементный анализ, % на daf			Химико-технолог.характер.	
	$W^a, \%$	$V^{daf}, \%$	$A^d, \%$	C	H	$\Sigma O, N, S$	Q, МДж/кг	y, мм
1	1,0	24,0	12,6	89	5,3	5,7	35,33	16
2	3,1	39,0	4,5	82	5,4	12,6	33,08	10
3	0,9	13,1	6,5	91	3,9	5,1	33,30	-
4	3,7	40,1	2,6	77	5,5	17,5	31,40	-
5	0,9	16,6	2,3	90	4,6	5,4	34,41	7