

**МЕТОД ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБОЧНЫХ ПРОДУКТОВ
КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**
© Д.Ю. Билец¹, П.В. Карножицкий²

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт» 61000 г. Харьков,
ул. Фрунзе, 21, Украина

¹Билец Дарья Юрьевна, аспирант кафедры «Технологии переработки нефти, газа и твердого топлива», e-mail:
dariabilets@gmail.com

²Карножицкий Павел Владимирович, канд. техн. наук, доц. кафедры «Технологии переработки нефти, газа и
твердого топлива» e-mail: dariabilets@gmail.com

В статье предложен новый метод переработки побочных продуктов коксохимических предприятий в смеси с растительными остатками с получением генераторного газа. Предложенный метод позволит снизить загрязнение окружающей среды.

Ключевые слова: побочные продукты, каменноугольные фусы, двухступенчатая переработка, окислительный пиролиз, газификация, генераторный газ.

В числе побочных продуктов коксохимического производства образуются высоковязкие, пастообразные составляющие – каменноугольные фусы, остатки механической очистки хранилищ и механизированных осветлителей [1]. Энергетическое их использование затруднено либо практически невозможно вследствие особенностей их реологических свойств. В связи с этим, в качестве одного из возможных направлений предлагается проведение газификации таких продуктов, что позволит использовать их в качестве энергоносителей.

Учитывая высокую вязкость образовавшихся продуктов, в частности каменноугольных фусов и остатков механической очистки емкостей и механизированных осветлителей, было предложено подвергнуть газификации эти продукты совместно с твердым пористым носителем [2]. При этом переработку отходов предлагается осуществлять путем их низкотемпературной газификации с последующей высокотемпературной конверсией полученных продуктов до CO и H₂.

Пробы для исследований были взяты из хранилища каменноугольной смолы на ЧАО «Запорожжокс» (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика фусов

Наименование пробы	Технический анализ, %			Элементный состав, %		
	W ^a , %	A ^d , %	S ^d _t , %	C ^d , %	H ^d , %	N ^d +O ^d , %
Фусы из хранилища смолы	10,21	3,87	0,5	89,95	4,11	1,24/0,33

В качестве твердых носителей исследовались скорлупа грецкого ореха и бурый уголь крупностью 3-5 мм (табл. 2).

Таблица 2

Характеристика твердых носителей

Наименование проб	Технический анализ, %				Элементный состав, %				Высшая теплота сгорания, МДж/кг ккал/кг Q _s ^{daf}	Низшая теплота сгорания, МДж/кг ккал/кг Q _i ^r
	W ^a	A ^d	S ^d _t	V ^{daf}	C ^{daf}	H ^{daf}	N ^{daf}	O _d ^{daf}		
Бурый уголь	19,3	18,9	4,44	61,0	68,99	5,70	0,59	20,28	<u>28,15</u> 6724	<u>22,00</u> 5255
Скорлупа ореха	7,6	2,3	0,09	79,9	52,52	5,98	0,19	41,22	<u>20,99</u> 5013	<u>17,57</u> 4197

Выбор носителей был обусловлен их органическим происхождением, развитой пористостью материала (скорлупа) и доступностью. Важно также, что начало термической деструкции фусов и наполнителей практически совпадают.

По предлагаемой технологии фусы вначале наносятся на поверхность твердого носителя с помощью специального устройства, обеспечивающего равномерное распределение их на поверхности твердых частиц (рис. 1).



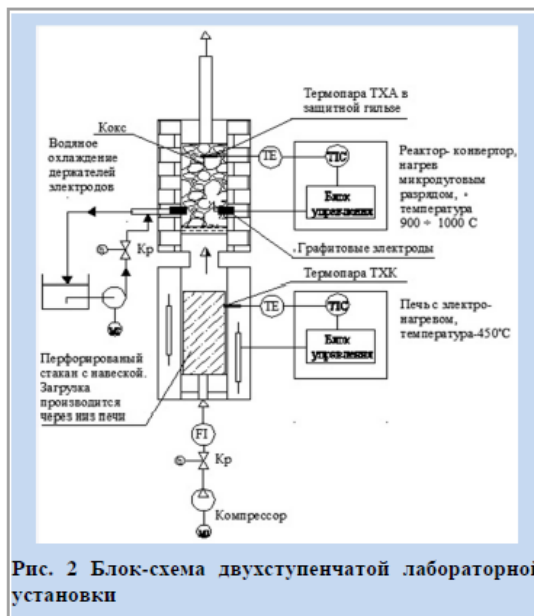
Твердый носитель и плотные побочные продукты сверху через загрузочный люк поступают в реактор, разогретый до заданной температуры (50-70 °С), и герметично закрывается крышкой. Тщательное и равномерное перемешивание обеспечивается при помощи шнека специальной конструкции. В данный реактор можно загружать компоненты в любом соотношении и любой вязкости, в том числе и пастообразные. После ряда проведенных исследований нами было выбрано оптимальное соотношение твердого носителя и побочных продуктов, которое составило 9:1. После такой подготовки полученная композиция не теряет сыпучести, что сохраняет возможность её транспортировки и загрузки.

Далее полученная смесь подается на 2-х ступенчатую установку по переработке вязких отходов (рис. 2).

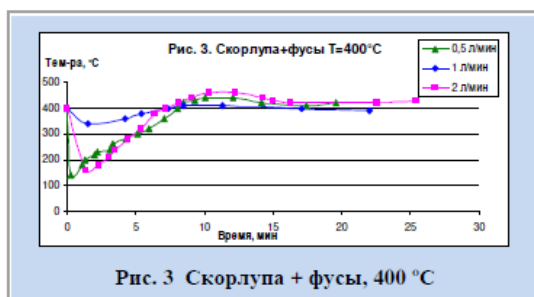
В печь, нагретую до заданной температуры (400-500 °С), снизу с помощью перфорированного стакана вводятся навеска. Туда же компрессором подается окислитель – воздух. Образующиеся продукты, представляющие паро- и газообразную смесь, поступает на конверсию в реактор-конвертор.

Нижняя зона реактора-конвертора – зона высоких температур (800 и 1000 °С), в которую из пиролизной печи подаются паро- и газообразные продукты на конверсию. В качестве углеродной насадки использовали каменноугольный кокс. Электронагрев осуществляется

при подаче электрического тока к графитовым электродам. В процессе работы предусмотрено автономное водяное охлаждение электродов [3]. В верхней части реактора происходит отбор проб образующегося газа.



Для обоснования условий проведения газификации нами проводились эксперименты по определению минимальной температуры процесса и расхода воздуха.

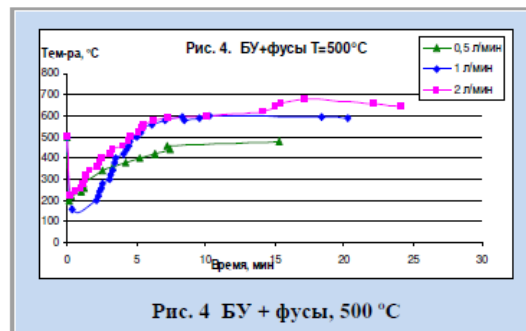


На рис. 3 и 4 представлен график зависимости изменения температуры внутри навески в зависимости от продолжительности опыта при установленном расходе воздуха. Как видно, при начальной температуре 400 и 500 °С для смесей скорлупа+фусы (С+Ф) и бурый уголь+фусы (БУ+Ф) соответственно, примерно на 5-й минуте от начала опыта имеет место повышение темпе-

ратуры на 100 °С, что свидетельствует о начале процесса горения. Окислительные процессы начинаются при расходе воздуха 0,5 и 1,0 л/мин для смесей С+Ф и БУ+Ф соответственно.

Приведенные графики – результат выполненных экспериментов на пиролизной печи. Проведение экспериментов на всей установке имело целью изучение состава продуктов газификации, прошедших электроконвертер. Результаты опытов представлены в табл. 3, из которой видно, что объемная доля СО в продуктах газификации достигают 15-25 %, что соответствует обычному составу генераторного газа. Концентрация водорода составила 7-9 %.

Влияние температуры в электроконвертере выражается прежде всего в снижении концентрации углеводородов (УВ), т.е. при температуре 1000 °С концентрация УВ ниже, чем при 800 °С.



В продуктах газификации отсутствуют оксиды серы, которая присутствует в виде H₂S.

Таблица 3

Состав полученного газа

№	Сырье	Расход воздуха, л/мин	Температура в пиролизере, °С	Температура в электро-конвертере, °С	Объемная доля		
					СО	УВ	H ₂ S
1	С+Ф	1	400	800	24,3	2,55	0,09
2	С+Ф	2	400	800	14,0	0,75	0,06
3	С+Ф	3	400	800	25,4	4,12	0,09
4	С+Ф	1	400	1000	15,7	1,4	0,09
5	С+Ф	2	400	1000	13,4	1,38	0,04
6	БУ+Ф	2	500	800	2,6	0,48	0,01
7	БУ+Ф	3	500	800	10,5	2,13	0,05
8	БУ+Ф	4	500	800	16,4	2,02	0,1
9	БУ+Ф	3	500	1000	23,0	1,17	0,09
10	БУ+Ф	4	500	1000	16,9	1,23	0,08

При нагреве в окислительной среде в пиролизной печи образуется ряд продуктов деструкции и окисления, которые поступают в высокотемпературную зону. При этом происходит разложение углеводородов на раскаленном коксе, а также восстановление окислов серы до сероводорода. Общее содержание углеводородов в выходящем газе из конвертера уменьшается. Следует отметить, что высокое содержание водорода и кислорода в скорлупе ореха должно способствовать накоплению СО и H₂ в продуктах газификации.

Выводы

1. Вопрос энергетического использования высококачественных пастообразных продуктов КХП, таких как, каменноугольные фусы, можно решить с помощью процесса двухступенчатой газификации с наполнителем.

2. На первой ступени (низкотемпературный пиролиз в окислительной среде) происходит образование потока газо- и парообразных продуктов.

3. На второй ступени осуществляется конверсия тяжелых продуктов пиролиза.

Процесс позволяет получать из каменноугольных фусов генераторный газ, содержащий 15-25 % СО и 7-9 % H₂.

Библиографический список

1. Романюк И.В. Обращение с отходами на ПАО «ЕВРАЗ Баглейкокс» // И.В. Романюк, Л.Д. Бакулин, Л.А. Панчишина, А.Л. Борисенко [и др.] // УглеХимический журнал. – 2012. – № 3-4. – С. 31-43.

2. Билец Д.Ю. Исследования по утилизации жидких органических отходов путем окислительного пиролиза / Д.Ю. Билец // Интегрированные технологии и энергосбережение. – 2014. – № 4. – С. 113-115.

3. Слободской С.А. Электротермия в новых процессах углехимии / С.А. Слободской. – Харьков: Підручник НТУ "ХПИ", 2013. – 252 с.

Рукопись поступила в редакцию 08.08.2016

THE METHOD OF ENERGETICAL USING OF COKE ENTERPRISES BY-PRODUCTS

© Bilets D.Y., Karnozhitskiy P.V., PhD in technical sciences (NTU "KhPI")

The article suggests a new method for processing the by-products of coke enterprises mixed with plant residues to produce a generator gas. The proposed method will reduce environmental pollution.

Keywords: by-products, coal slurry, two-stage processing, oxidative pyrolysis, gasification, generator gas.
